II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ANÁLISE DO FENÔMENO DE SEPARAÇÃO DO FLUXO EM CILINDRO CIRCULAR POR MEIO DA SOLUÇÃO NUMÉRICA DAS EQUAÇÕES DE NAVIER-STOKES EM ESTADO ESTÁVEL E TRANSIENTE

José Antonio Mantovani Júnior[1], Prof. MSc. Thiago Averaldo Bimestre[2]
[1,2]UNISAL, Centro Universitário Salesiano de São Paulo. Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Introdução

O presente trabalho tem como proposta a análise do comportamento do fluxo ao redor desse tipo de corpo e o efeito do aumento do número de Reynolds. À medida que o mesmo aumenta o fluxo mostra uma série de diferentes estruturas, sendo investigado via método do volume finito. O estudo do comportamento do fluxo ao redor desses corpos é alvo de estudo por diversos pesquisadores e diferentes áreas com inúmeras aplicações. O artigo se divide em duas situações, o fluxo laminar bidimensional estável e o fluxo laminar bidimensional instável bem como uma análise física ao redor do corpo rombudo, sendo adotado um cilindro circular posicionado transversalmente ao escoamento. A escala de medida usada no número de Reynolds é baseada no diâmetro do cilindro e velocidade de corrente livre como visto na equação 1.

$$Re_d = \frac{\rho U D}{\mu} \qquad (1)$$

Onde μ é viscosidade absoluta, ρ é massa específica do fluido, U velocidade da corrente livre e D diâmetro do cilindro.

Uma das mudanças de estrutura do fluxo mais proeminente ocorre próximo ao um número de Reynolds aproximadamente a 90. Abaixo disso, o fluxo é constante e caracterizado pela presença de um par simétrico de bolhas de separação fechadas. Para Reynolds a partir de 90, o fluxo se torna instável e assimétrico e a presença de vórtice alternativo se inicia,

demonstrando um efeito peculiar comumente chamado de '*Von Kármán Vortex*' e será demonstrado. O objetivo das simulações além de prever tais efeitos é de validar a capacidade do solucionador de prever a estrutura de fluxo bem como o comprimento do '*reattachment*' (religamento do fluxo) e o número de Strouhal, visto na equação 2, contra resultados experimentais e numéricos. Os cálculos foram confinados ao regime de número de baixo Reynolds (Re= 20, Re= 40 e Re= 100), que engloba um fluxo separado simétrico estável e também o fluxo separado assimétrico instável ambos de viscosidade laminar.

$$S_t = \frac{D}{\tau U} \qquad (2)$$

Onde τ é o período de derramamento de vórtice.

As características dinâmicas dos campos de pressão e velocidade da esteira laminar incompressível estável e instável 'atrás' de um cilindro circular são investigadas numericamente e analisadas fisicamente. As equações de governo são demonstradas, escritas em uma formulação de pressão e velocidade de forma conservativa, é resolvido por um método de acoplamento pressão-velocidade, um esquema de precisão de segunda ordem de tamanho finito e um método de discretização espacial e temporal implícito são adotados. O mecanismo de iniciação para o derramamento de vórtice e a avaliação das forças do corpo instáveis é apresentado na faixa de Reynolds proposta. Os resultados foram comparados com as visualizações de fluxo apresentado em Coutanceau et. Al (1991), os dados experimentais por BRAZA et. Al (1986) e solução numérica por Jun Yao et. Al (2009) .

2. Metodologia

Imagine um corpo se deslocando no interior de um fluído em repouso e sem fronteiras, ou quando um fluído escoa ao redor de um corpo sólido, existe a interação entre corpo e fluído criando uma 'interface'. Sempre que há movimento entre corpo sólido e fluído, no qual se encontra imerso, o corpo é submetido a uma força resultante, devida ação do fluído.

A superfície desse sólido imerso no fluído em movimento fica submetida a uma força dinâmica, podendo ser decomposta em duas componentes, resultantes de forças de pressão e

de cisalhamento, a componente da força resultante paralela ao escoamento uniforme à montante, U, é chamada de força de arrasto (F_d); a componente da força resultante perpendicular ao escoamento uniforme a montante é chamada de força de sustentação (F_l).

Devido às tensões cisalhantes oriundas à viscosidade e gradientes de velocidade na superfície do sólido são geradas forças tangenciais, enquanto variações nas intensidades de pressão ao longo da superfície devido a efeitos dinâmicos resultam em forças normais a superfície do sólido, FOX e McDONALD (2001).

Mediante tal problema é necessário empregar um método que posso mensurar tais forças e efeitos. O presente artigo adota o método do volume finito, mais precisamente V-O-F (*volume of fluid*), são demonstradas as equações de governo juntamente as condições de fronteira, simplificações e pressupostos adotados. Para realizar simulação numérica é adotado o software ANSYS versão 17.2 e seu solucionador FLUENT, ANSYS Inc. (2017).

2.1. Equações Governantes

O escoamento em questão possui algumas simplificações nas quais acarretam na forma das equações governantes, mediante tal situação, são citadas as condições do fluxo. Partindo do pressuposto de que mediante ao fluxo de baixa velocidade, Ma < 0,3, temos um fluxo incompressível, devido ao baixo Reynolds é laminar e adotando como isotérmico e adiabático, as equações na forma conservativa e em coordenadas cartesianas x e y (bidimensional) para um fluido newtoniano de massa especifica ρ, negligenciando equação de energia perante pressuposto de fluxo incompressível, são as equações de Navier-Stokes na forma:

- Estável

Continum

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \qquad (3)$$

Momentum x

$$\rho(u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}) = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho}\mu\nabla^2 u \quad (4)$$

Momentum y

$$\rho(u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}) = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho}\mu\nabla^2 v \quad (5)$$

A equação da continuidade, por princípio físico, afirma que a massa é conservada, ou seja, a massa que entra na fronteira de entrada definida sai na fronteira de saída definida, ou ainda que a taxa de variação de massa da partícula fluida infinitesimal é igual à zero no volume de controle finito. A equação do momento, por princípio físico, afirma que o momento é equilibrado pelas forças liquidas de pressão e viscosidade.

- Instável

Continum

$$\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

Momentum x

$$\rho\frac{\partial u}{\partial t} + \rho(u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}) = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho}\mu\nabla^2 u \quad (7)$$

Momentum y

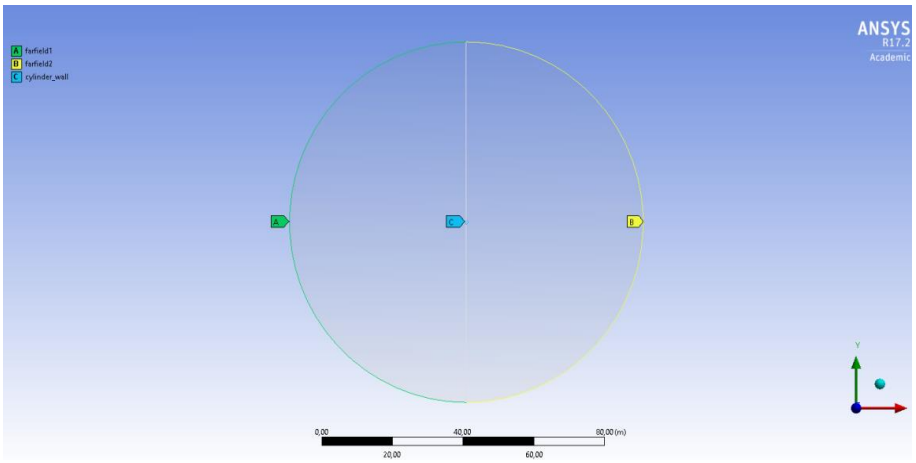
$$\rho\frac{\partial v}{\partial t} + \rho(u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}) = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho}\mu\nabla^2 v \quad (8)$$

A forma instável difere da forma estável das equações de Navier-Stokes pelo termo temporal, sendo a derivativa do tempo, ou seja, o termo que define o regime como transiente, ou ainda, dependente do tempo. Como o fluxo estudado tem como característica viscosidade laminar, não é necessário adotar um modelo de turbulência.

2.2. Condições de Contorno

A condição de fronteira adotada é conhecida como de primeira espécie ou condição de Dirichlet, INCROPERA et. Al (2005), quando imposta em uma equação diferencial ordinária ou parcial, especifica os valores que uma solução precisa seguir ao longo do limite do domínio. A questão de encontrar soluções para tais equações é conhecida como o problema Dirichlet. Em ciências aplicadas, como o caso, uma condição de fronteira de Dirichlet também pode ser referida como uma condição de fronteira fixa, vista na figura 1.

Fig. 1 – limites do domínio (A=*farfield1*, B= *farfield2*, C= *cylinderwall*).



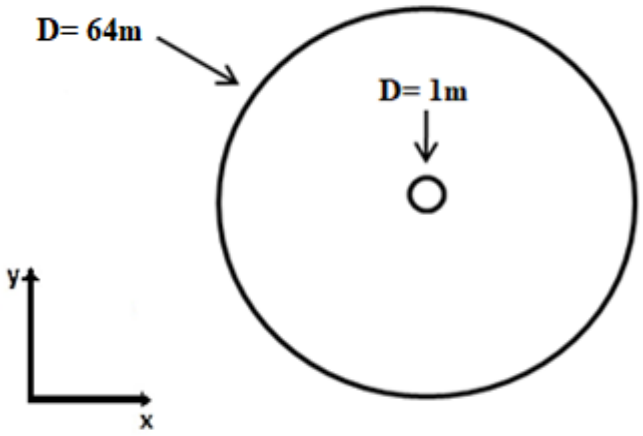
A condição de fronteira utilizada nesse estudo é descrita no item 2.3 possuindo suas fronteiras fixas e nomeadas como *farfield1*, *farfield2* e *cylinder wall* com formato “tipo O” sendo que o cilindro de diâmetro D é posicionado ao centro de um limite de formato circular, de diâmetro igual a 64D. Na fronteira *farfield1* (entrada) é especificada a velocidade uniforme em componentes, u e v, na fronteira *farfield2* (saída) é especificada a pressão, na *cylinder wall* (parede do cilindro) é embutido o pressuposto de superfície adiabática e condição de não deslizamento ($\delta Q = 0$ e u=v=0) de acordo a condição de Dirichlet.

2.3. Especificações do Problema

Um cilindro ‘infinitamente’ longo de diâmetro, D= 1m, é posicionado transversalmente em relação ao fluxo cruzado uniforme e não perturbado de velocidade, U∞, como mostrado na

figura 2. Os limites estão distantes como indicados na figura e fixos, de acordo a condição de Dirichlet.

Fig. 2 – domínio computacional da simulação (D= diâmetro).



Na figura 2 podemos ver o campo distante com a caracteristica circular com 64 vezes o diâmetro do cilindro. O fluxo tem por caracteristica viscosidade laminar devido ao baixo número de Reynolds, incompressível, adiabático e isotérmico. Como discutido na seção 2.2 é empregada à condição de Dirichlet na superfície do cilindro como condição de não deslizamento e superfície adiabática. De modo a simplificar nosso problema de fluxo e 'modelar' os valores de Reynolds de 20, 40 e 100 são adotadas as condições de fluxo vistas na tabela 1.

Tabela 1 – condições da corrente livre.

Reynolds No., Re_d	20	40	100
Velocidade, U_∞	1 m/s	1 m/s	1 m/s
Diâmetro, D	1 m	1 m	1 m
Massa específica, ρ	1 kg/m^3	1 kg/m^3	1 kg/m^3
Viscosidade, μ	0.05 Pa.s	0.025 Pa.s	0.01 Pa.s

A modelagem não segue os parâmetros de um fluido newtoniano real, os valores utilizados são de modo a obter os valores de Reynolds na qual é possível a visualização dos efeitos de

separação de fluxo com a presença da formação de vórtices de maneira simplificada, adotando valores exatos, os valores de Reynolds são obtidos alterando os valores da viscosidade, criando um escoamento artificial. Se fossem adotadas condições climáticas, por exemplo, de 15ºC à nível do mar com a mesma geometria e a velocidade de 1 m/s seria obtido um Re=68500. Mediante tal situação fora modelado um escoamento artificial.

2.4. Malha

Para a resolução do problema físico apresentado é proposta a malha vista na figura 3. A malha fora obtida por meio do recurso "*face meshing*" com método quadrilateral na qual implica no faceamento da malha, juntamente a um comportamento "*hard*" em vista da geometria simples. Fora imposto um recurso de número de divisões e um fator de preconceito, "*bias factor"* que à medida que há avanço na direção do cilindro a malha é cada vez mais fina, com uma taxa de crescimento de 1,2 vista na figura 4 e 5. De maneira a obter a malha vista nas figuras abaixo, com 18432 células e 18624 nós.

Fig. 3 – vista frontal da malha a distância.

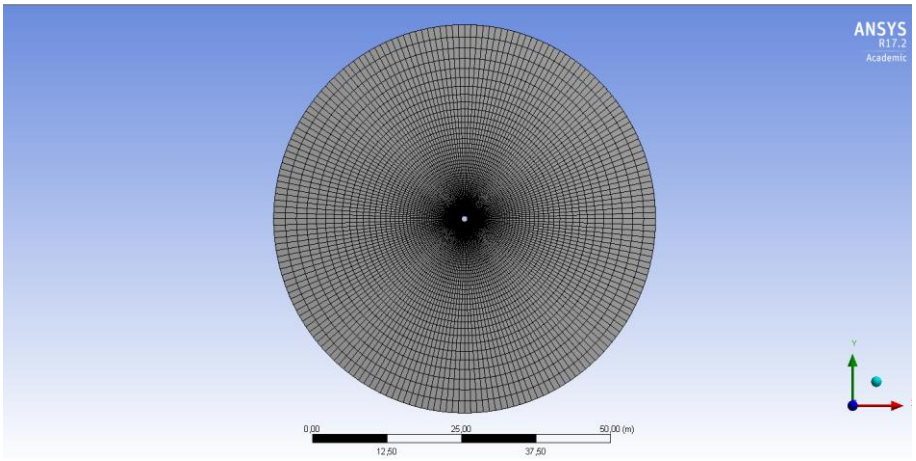


Fig. 4 – vista frontal, zoom próximo ao cilindro.

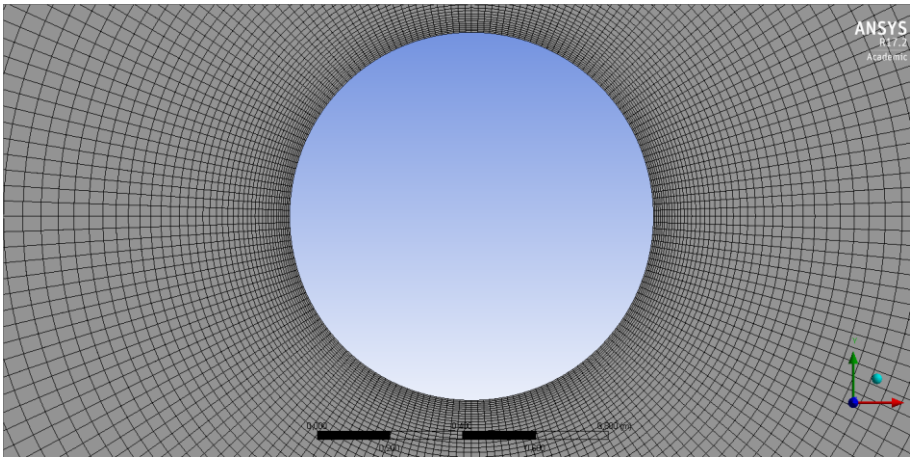
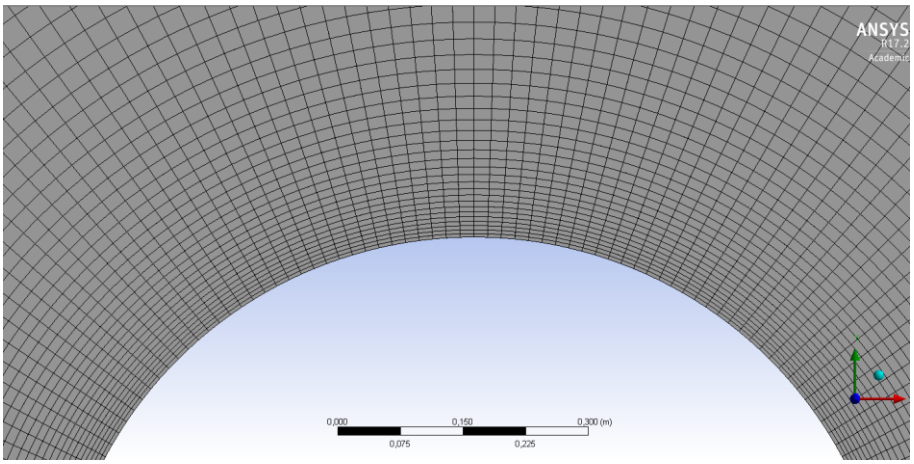


Fig. 5 – vista frontal da malha, zoom próximo à parede do cilindro.



Podemos visualizar na figura 3 nossa malha completa, com certo refinamento próximo ao cilindro visto na figura 4, sendo uma malha aceitável para o problema em questão, levando em consideração também a restrição mediante ao pacote estudante. Vemos na figura 5 que à medida que a malha se aproxima da parede do cilindro as células são cada vez mais finas, respeitando a taxa de crescimento de 1,2. O método do volume finito empregado é baseado nos valores do centro celular. De acordo a malha obtida possuímos 18432 células, nas quais o solucionador deverá calcular 5 incógnitas em cada centro celular sendo: as componentes de

velocidade u e v, ρ, μ e P. Desta forma com nosso domínio definido possuímos um total de 92160 incógnitas e 92160 equações algébricas. A escolha dessa malha, relativamente simples se deu propositalmente de maneira a "testar" a acuracidade do software de maneira a verificar se é possível obter um resultado válido e uma solução convergente mesmo com uma malha 'simples' que respeite os fenômenos físicos.

2.5. Configurações Físicas

O modelo apresentado no presente artigo abrange duas condições de equações governantes a forma estável e transiente. Para os casos de Re_d= 20 e Re_d= 40 o cálculo é administrado por soluções no estado estável, para o caso de Re_d= 100 é modelado como transiente com um passo de tempo de 0.2 s.

Para o acoplamento pressão-velocidade é adotado o esquema SIMPLE (*Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations*), PATANKAR (1980). Quando o algoritimo SIMPLE é utilizado o ajuste de pressão sob relaxamento é de 0,3 e para momentum o ajuste de relaxamento é de 0,7. O esquema de discretização utilizado é de segunda ordem *upwind* de maneira a obter boa convergência e precisão de segunda ordem, com critério absoluto de 10^{-6}, com isso é configurado a tolerância dos resíduos. De maneira a quebrar a simetria do fluxo e eventualmente desencadear o derramamento de vórtice artificial a perturbação fora aplicada, para o caso Re_d= 100. O fluxo fora perturbado corrigindo a velocidade uniforme na direção y, v=0.2 m/s, entre as coordenadas vista na tabela 2.

Tabela 2 – coordenadas da correção de velocidade.

X min. (m)	X máx. (m)	Y min. (m)	Y máx. (m)
0,5	32	-30	30

Após a inicialização da solução, as componentes de velocidade de toda a zona de fluido determinada na região das coordenadas foram corrigidas para os valores citados. O uso de perturbação artificial não é obrigatório, fora aplicado no presente estudo de maneira a acelerar

a quebra de simetria e derramamento de vórtice, não sendo necessários tempos proibitivos de simulação e dificuldades na convergência da solução.

3. Resultados

3.1. Re_d= 20

Para o fluxo modelado de modo a obter um número de Re= 20, modelado como estável, são demonstrados abaixo os resultados. Por característica para essa faixa de Reynolds o fluxo atrás do cilindro possui característica simétrica, sendo separado, porém estável e a zona de recirculação do fluxo bem como o fato da queda de pressão nessa região ser o fator principal no aumento do arrasto pode ser vista nas figuras 6, 7 e 8. Nessa faixa, foi obtido um coeficiente de arrasto, C_d= 2,047 convergindo com os valores da consagrada literatura. Na figura 6 é possível ver uma linha da superfície do cilindro até o fim da zona de recirculação, a linha fora traçada de maneira a mensurar o comprimento dessa região para o caso, o comprimento (L_R) de "religação" do fluxo foi de L_R= 2,5 m. Fora plotado o gráfico de coeficiente de pressão pelo ângulo.

Fig. 6 – diagrama das linhas de corrente plotando magnitude de velocidade (escoamento da esquerda p/ direita).

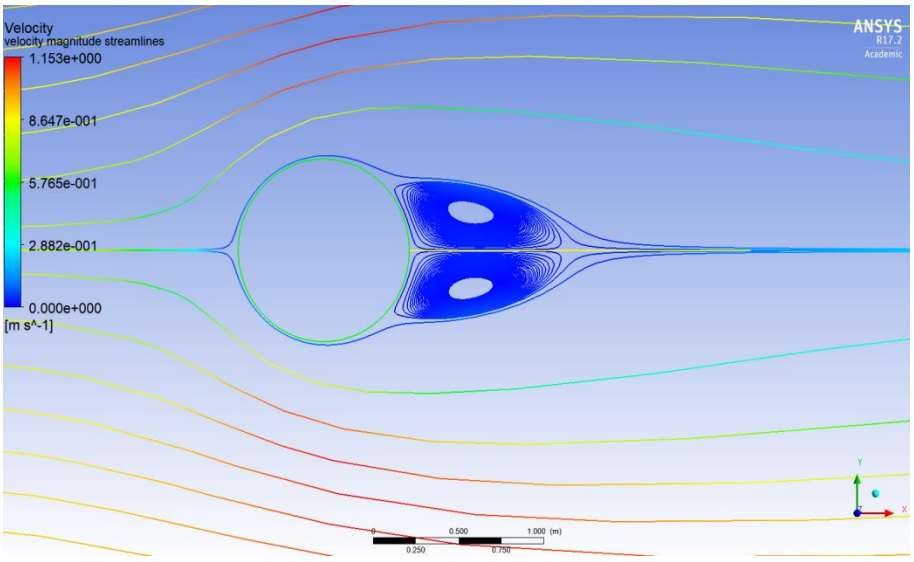


Fig. 7 – contornos de pressão (escoamento da esquerda p/ direita).

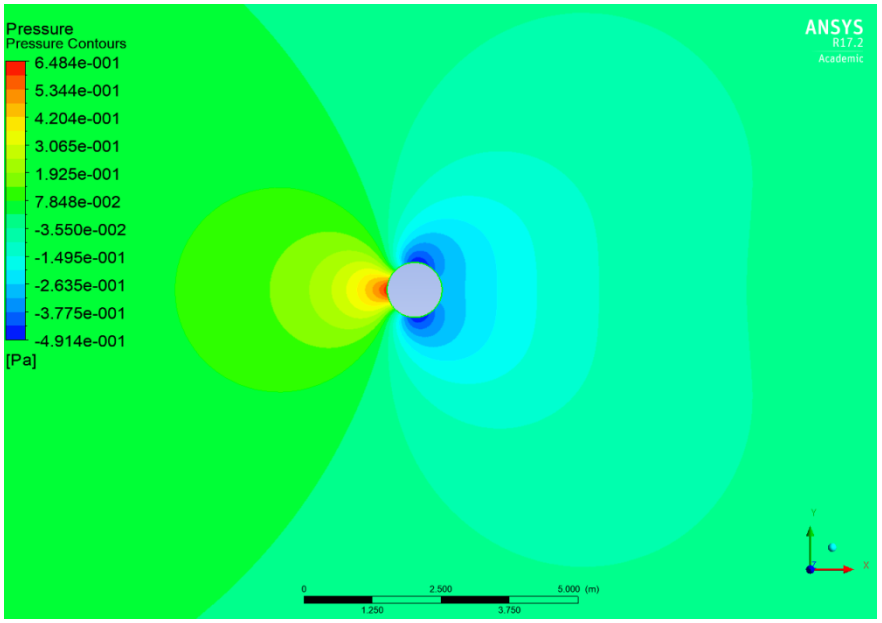


Fig. 8 – contornos de velocidade (escoamento da esquerda p/ direita).

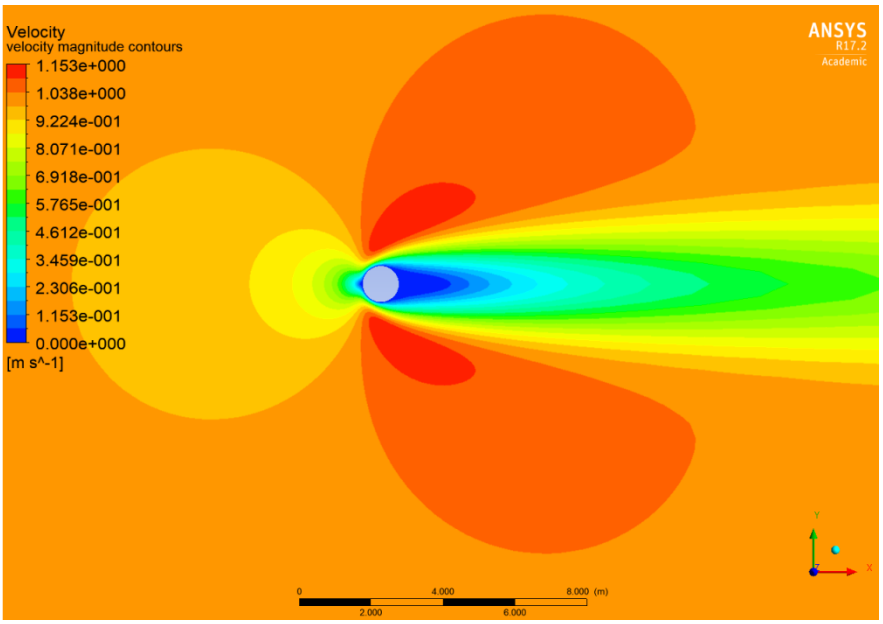
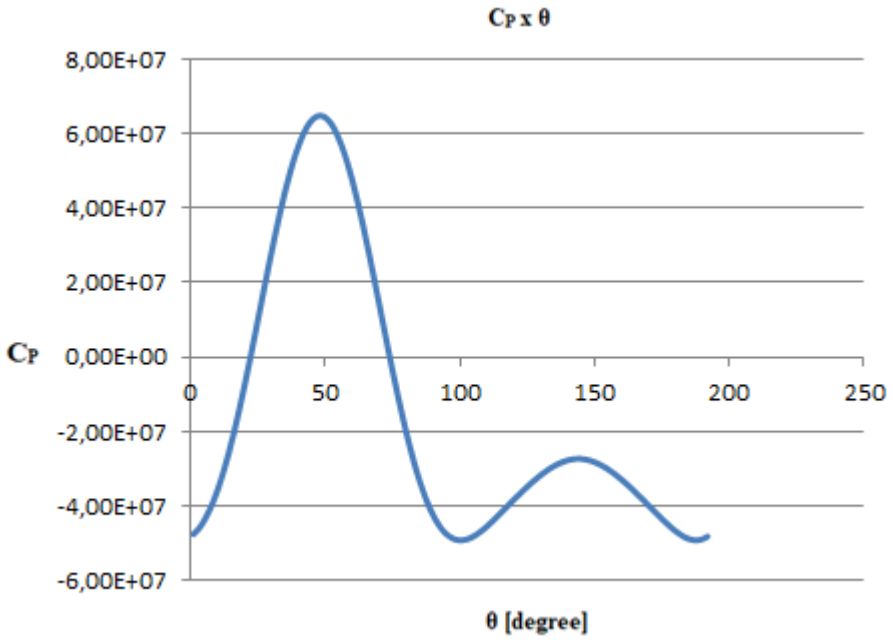


Gráfico 1 – Coeficiente de Pressão x θ (ângulo).



3.2. Re_d= 40

Do mesmo modo para o caso de Re= 20, o caso de Re= 40 foi modelado como estável. Nessa faixa de número de Reynolds o fluxo atrás do cilindro mantém a característica separada e simétrica do escoamento. Porém, há diferenças em relação ao caso de Re= 20. O comprimento de "religação" do fluxo é duas vezes maior, L_R = 5 m. Pode-se visualizar também atrás do cilindro a esteira viscosa é maior em relação ao caso anterior e ambos os contornos, de pressão e velocidade, apresentaram algumas diferenças como no caso da velocidade é vista uma velocidade maior em uma região muito maior à frente do cilindro quando comparada ao caso de Re= 20. O valor do coeficiente de arrasto para Re= 40, obtido foi C_d= 1,55.

Fig. 9 – diagrama das linhas de corrente plotando magnitude de velocidade (escoamento da esquerda p/ direita).

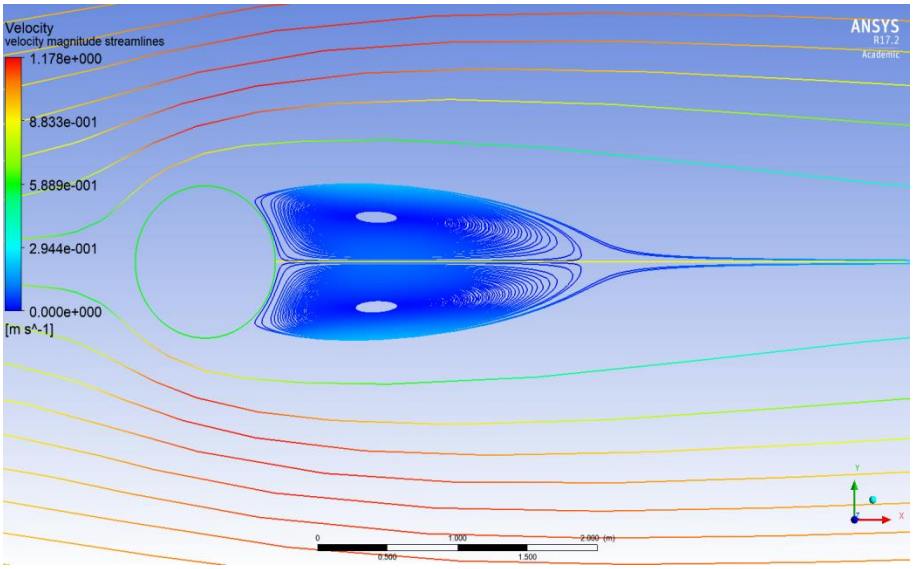


Fig. 10 – contornos de pressão (escoamento da esquerda p/ direita).

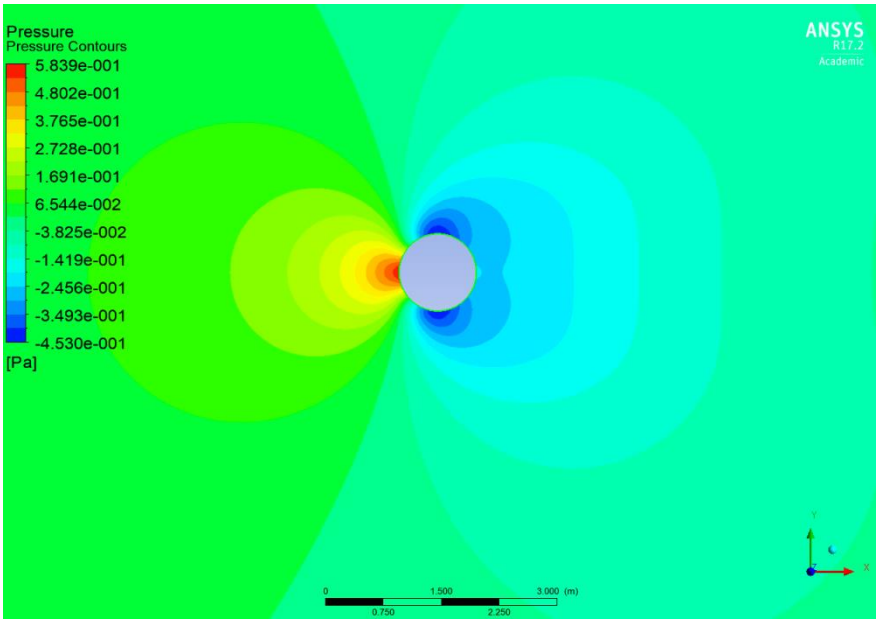


Fig. 11 – contornos de velocidade (escoamento da esquerda p/ direita).

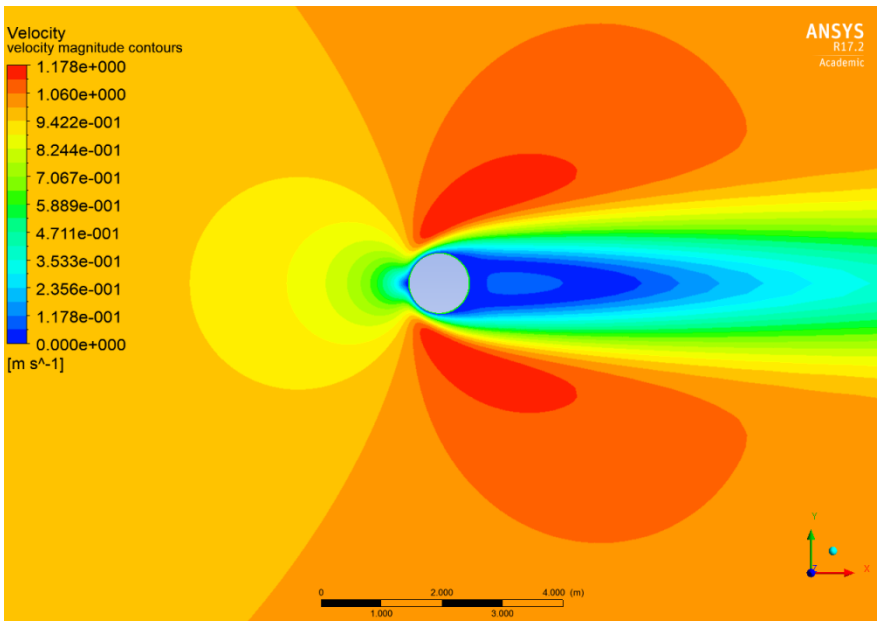
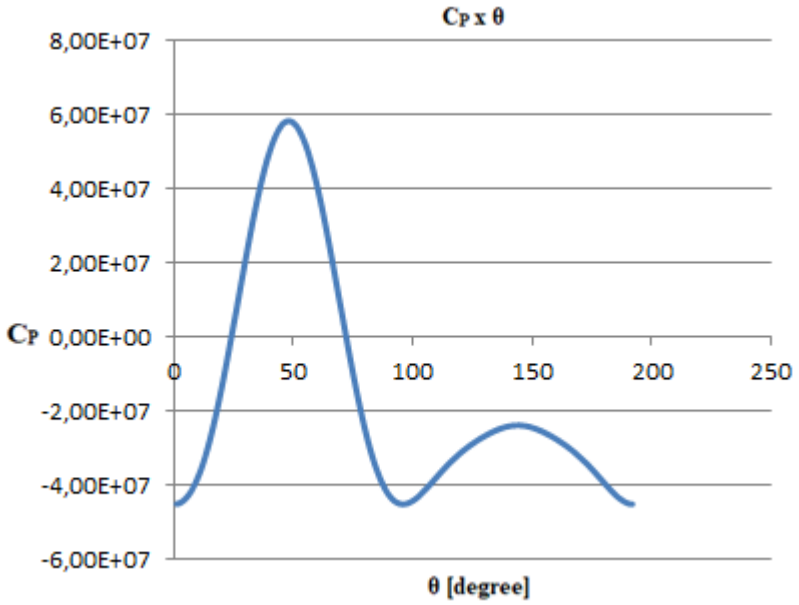


Gráfico 2 – Coeficiente de Pressão x θ (ângulo).



3.3. Re= 100

O fluxo analisado em torno de Re= 100, como discutido na seção 2.5 foi modelado como transiente, ou seja, dependente do tempo. As equações governantes recebem o termo da derivativa do tempo e o passo de tempo adotado foi de 0.2 s em 800 passos de tempo com 25 iterações cada passo. Em torno desse valor do número de Reynolds há um efeito muito peculiar que ocorre em corpos rombudos, o fluxo se torna instável e assimétrico, uma série de vórtices são formados, ocorrendo uma grande variação nos campos de pressão e velocidade, como visto nas figuras 12 e 13, o que torna o escoamento "incerto". A região de separação aumenta e forma uma esteira oscilatória atrás do cilindro com redemoinhos ocorrendo de forma alternada, SHAPIRO et. Al (2005), vista na figura 14. O solucionador calculou um fluxo de 160s em 20000 iterações obtendo um C_d= 1,189 que se manteve constante em praticamente todo tempo de fluxo, convergindo com os valores obtidos por Jun Yao et. Al (2009) para o mesmo valor de Reynolds. Os dados exibidos são para um tempo de fluxo na qual o efeito "Von Kármán Vortex" é totalmente desenvolvido.

Fig. 12 - Contornos de Pressão para t= 160s (escoamento da esquerda p/ direita).

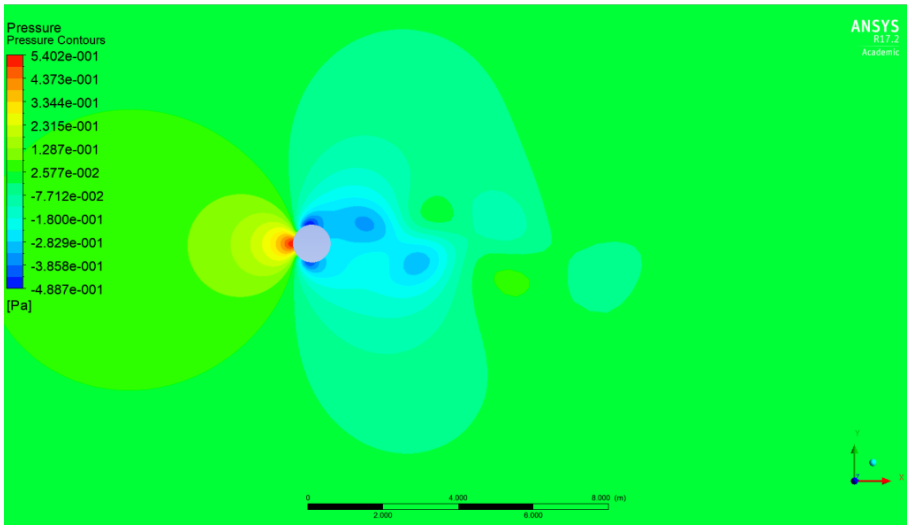


Fig. 13 – Contornos de magnitude de velocidade para t= 160s (escoamento da esquerda p/ direita).

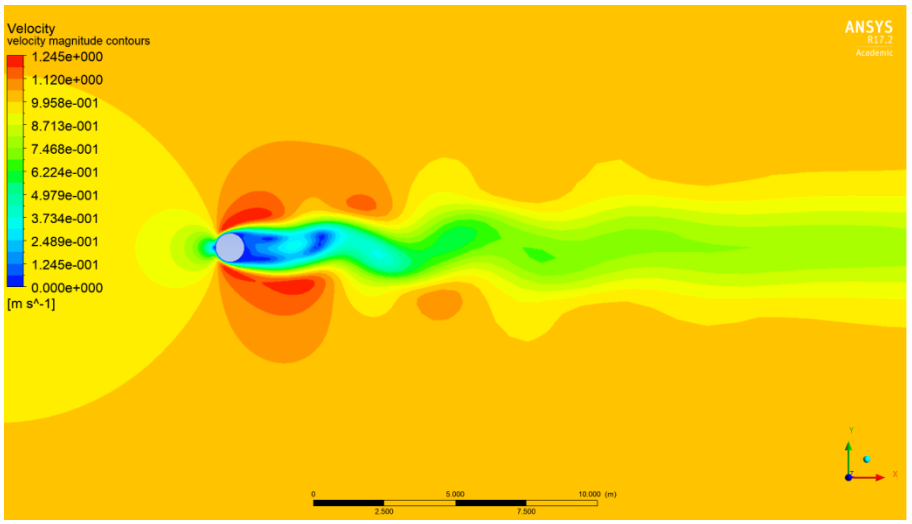
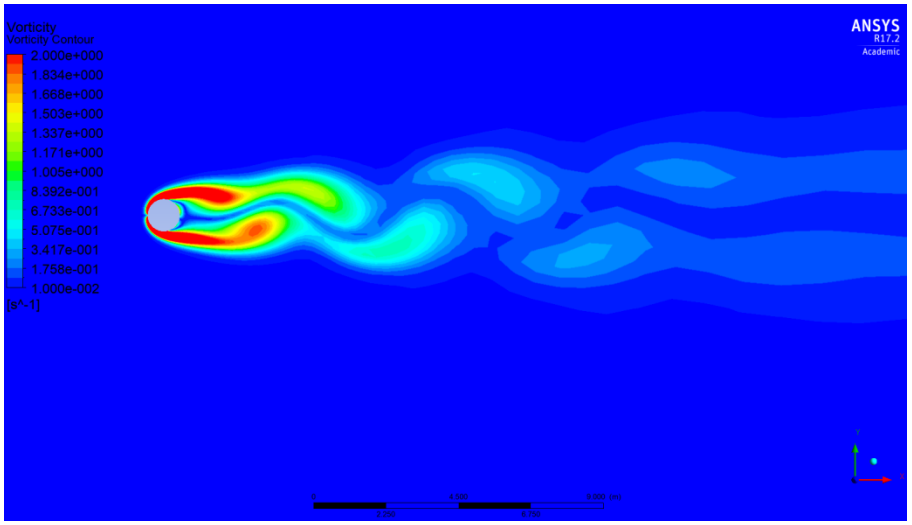


Fig. 14 – Contornos de vórtice para t= 160s (escoamento da esquerda p/ direita).



Esse tipo de fluxo é instável e periódico, se repete em algum intervalo de tempo. A variação de pressão associada às mudanças de velocidade produz um som chamado de tom aelion, NASA (2015).

A partir do gráfico do coeficiente de sustentação (C_l) plotado ao longo do tempo de fluxo, gráfico 3, é possível obter a frequência na qual os vórtices ocorrem e com isso calcular o número de Strouhal, um número adimensional que descreve mecanismo de fluxo oscilante, WHITE (1999). Para calcular analiticamente o valor esperado para o número de Strouhal utilizando o valor do número de Reynolds, pela equação abaixo:

$$S_t = 0{,}198\left(1 - \frac{19{,}7}{Re}\right) \qquad (9)$$

A partir da equação 9, utilizando Re= 100, obtemos um número de Strouhal, S_t= 0,159. Analisando o gráfico 3, a partir do tempo t= 60s até o tempo t= 120s (um intervalo de 60 s) vemos a ocorrência de 9 ciclos, calculando a frequência a partir desses dados obtemos um valor de f= 0,15 Hz convergindo com o valor analítico calculado e os resultados apresentados por BRAZA et. Al (1986) com uma variação de 0,006 por questões das condições utilizadas e malha, o número de Strouhal mensura basicamente a frequência da ocorrência de vórtices de acordo as condições do fluxo.

Gráfico 3 – Coeficiente de sustentação ao longo do tempo de fluxo.

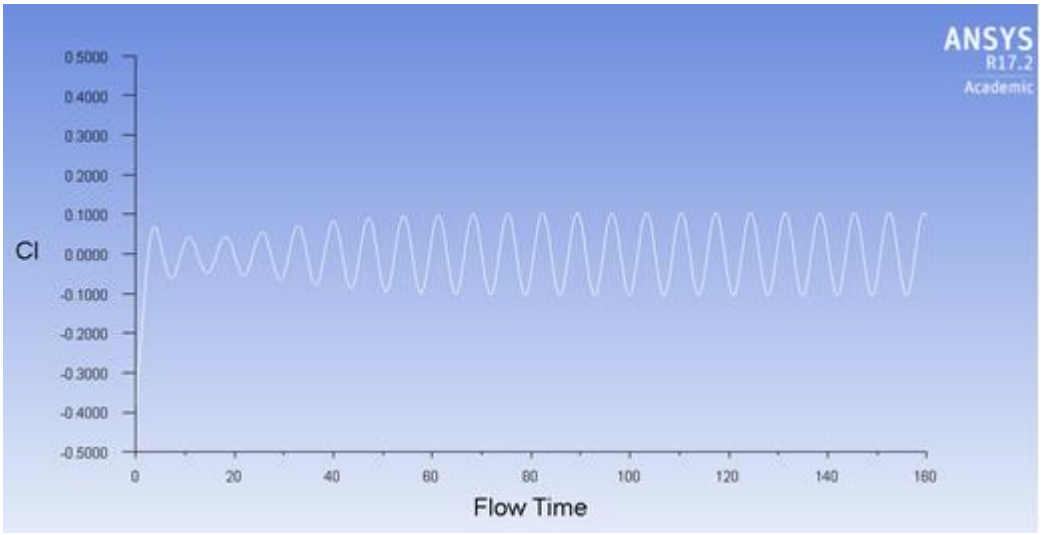
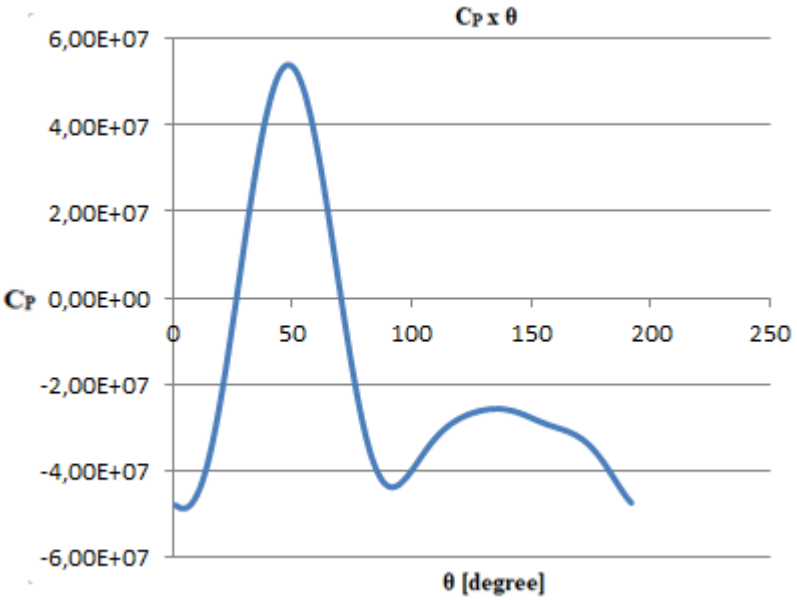


Gráfico 4 - Coeficiente de Pressão x θ (ângulo).



Um breve comentário a respeito de uma aplicação de tal estudo ao ramo da engenharia seria a análise fluidodinâmica na função de prever tal fenômeno e soluções para evita-lo em situações como: construções de chaminés, pontes, arranha-céus entre outros, com o intuito de evitar o início de oscilações provenientes de um escoamento externo ao redor desses 'corpos' prevenindo um possível colapso e perda total dos mesmos. Um exemplo real é a famosa "falha" da ponte Tacoma Narrows, tendo como explicação a indução da vibração por meio dos vórtices, Billah e Scanian (1991), de acordo a literatura os ventos na ocasião alcançaram 64 km/h, um estudo aerodinâmico poderia ter previsto tal efeito e uma solução poderia ter sido encontrada para evitar o ocorrido.

4. Conclusão

No presente trabalho o número de Reynolds, número de Strouhal, coeficiente de arrasto, coeficiente de sustentação, comprimento da zona de recirculação foram determinados para o escoamento ao redor de um cilindro transversal ao fluxo, no intervalo de número de Reynolds entre 20 e 100, utilizando da metodologia da dinâmica dos fluidos computacional via método do volume finito. Foi demonstrado o comportamento da camada limite através de diferentes números de Reynolds, analisado e discutido os resultados obtidos a partir das simulações comparados as condições ideais da consagrada literatura, experimentos e simulações numéricas. O artigo possibilitou uma abordagem do tema, de maneira analítica e com a ajuda da computação pode-se obter os dados necessários para analise uma vez que um procedimento experimental ou simulações em computador eram necessários. O software se demonstrou muito eficaz uma vez que apresentou as zonas de recirculação do fluxo, os valores dos coeficientes, pode mensurar o comprimento da "religação" do fluxo e foi capaz de modelar os efeitos de vórtice por meio de uma solução transiente, validando os resultados. O esquema de acoplamento pressão-velocidade se demonstrou robusto, obtendo uma solução convergente com precisão de segunda ordem com tempos aceitáveis de solução, bem como a capacidade do software em resolver tais problemas físicos mesmo com uma malha relativamente simples. Os dados obtidos quando comparados com as visualizações de fluxo apresentado em Coutanceau et. Al (1991), os dados experimentais por BRAZA et. Al (1986) e dados numéricos de Jun Yao et. Al (2009) coincidem de maneira satisfatória. Em suma, os perfis de velocidade do cilindro, as distribuições de pressão na superfície do corpo e os resultados obtidos para os números de Reynolds estudados constituem uma valiosa informação de resultados obtidos em códigos computacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Panton, Ronald L., Incompressible Flow, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc. August 2013.

Coutanceau, M. and Defaye, J.R., Circular Cylinder Wake Configurations – A Flow Visualization Survey, Appl. Mech. Rev., 44(6), June 1991.

Braza, M., Chassaing, P., and Minh, H.H., Numerical Study and Physical Analysis of the Pressure and Velocity Fields in the Near Wake of a Circular Cylinder, J. Fluid Mech., 165:79–130, 1986.

Fox, R. W., McDonald, A. T., "Introdução à mecânica dos fluidos", Livros Técnicos e Científicos Editora SA, 5 ed, Rio de Janeiro, RJ, 504p., 2001.

Patankar, S. V. . Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Taylor & Francis. ISBN 978-0-89116-522-4, 1980.

Incropera, Frank P., De Witt, David P., Fundamentos de transferência de calor e de massa, editora LTC, 2011.

Shapiro, H.; Moran, M.; Munson, B.; DeWitt, D. Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

White, Frank M. *Fluid Mechanics*, 4th edition, McGraw Hill, ISBN 0-07-116848-6, 1999.

ANSYS, Inc. - "Engineering Simulation and 3-D Design Software". Disponível em: http://www.ansys.com/ 2017.

Billah, K. Yusuf, Scanian Robert H., "Resonance, Tacoma Narrows bridge failure, and undergraduate physics textbooks" – Am. Journal Physics, Vol. 59, No 2. Fevereiro de 1991.

NASA, National Aeronautics and Space Administration, "Flow Past a Cylinder", edited by Nancy Hall, 2015. Disponível em: https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/dragsphere.html. Acessado em ago/2017.

Jun Yao , Yanlin Zhao , Guilin Hu , Jianren Fan & Kefa Cen (2009) Numerical Simulation of Particle Dispersion in the Wake of a Circular Cylinder, Aerosol Science and Technology, 43:2, 174-187, DOI: 10.1080/02786820802549441.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

O USO DO KANBAN ELETRÔNICO COMO FERRAMENTA DO LEAN MANUFACTURING

Larissa Tanara Aquino Lopes, Leandro Romão Nogueira, Cristian de Oliveira Dias
Danieli Fortunato Gonçalves Da Silva, Cleginaldo Pereira de Carvalho

1. Introdução

O kanban é um sistema, inicialmente desenvolvido na empresa japonesa Toyota por Taiichi Ohno, para autorizar a produção e para reduzir os estoques pelo envio de um cartão ou sinal à operação precedente avisando que a operação seguinte está pronta para receber trabalho. (BOYST & BELT, 1992). De acordo com Ohno (1997) o kanban é uma ferramenta importante no *Lean Manufacturing* e no *Just-In-Time*, porém também se mostra uma ferramenta antiga que precisa ser adequada as novas tecnologias do mercado, principalmente com a chegada da quarta revolução industrial, que segundo Jan Smit et al (2016) é também chamada de Industria 4.0 e descreve o conjunto de mudanças de tecnologia e automação dentro da indústria, para acompanhar essas mudanças de tecnologia e a evolução da indústria é necessário adequar o velho kanban de cartões e quadros para o kanban eletrônico que é capaz de mostrar como as inovações tecnológicas estão melhorando as velhas ferramentas da engenharia.

No conjunto de mudanças de tecnologia em manufatura, o ambiente de manufatura têxtil também deve se adequar, e como uma proposta, faremos o estudo de caso onde será avaliada a aplicabilidade do kanban eletrônico que futuramente será empregado na fábrica.

2. Lean Manufacturing

As empresas cada vez mais procuram produzir com alta qualidade e com um custo baixo sem ter perda de tempo nos processos e evitando desperdícios de materiais, de acordo com Womack & Jones (1996) isto é possível com a ferramenta *Lean Manufacturing* (LM), pois sua

abordagem é buscar e gerenciar da melhor maneira o relacionamento da empresa em relação aos seus clientes e também com fornecedores, assim desenvolvendo produtos com cada vez mais produção e com menos tempo, menos equipamentos e menos mão de obra. O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido com base no princípio do *Just-in-Time*, que é produzir somente o necessário, na quantidade necessária e apenas quando for necessário, e se houver quaisquer desvios das reais necessidades de produção é considerado como desperdício (OHNO, 1997).

Para Shingo (1996), todos os sistemas de produção podem ser analisados sob a perspectiva do fluxo do produto (materiais, tarefas, ideias) no tempo e no espaço, rompendo assim com o paradigma tradicional (*Just-in-Case*), que enxergava o processo como um conjunto de operações que se identificam como o fluxo do sujeito de trabalho no tempo e no espaço, ou seja, os operadores e as máquinas. O autor propõe que o foco das ações de melhoria deve ser a função processo, ou seja, no fluxo da matéria-prima, o qual sofre forte impacto.

3. O kanban

Segundo Slack et al (1999), kanban é uma palavra japonesa que significa cartão ou sinal.

Para o pai do kanban, Ohno (1997), kanban seria um pedaço de papel dentro de envelope de vinil retangular, que se divide em três categorias: Informação de coleta, informação de transferência e informação de produção.

Tal "pedaço de papel" fornece as seguintes informações: quantidade de produção, tempo, método, quantidade de transferência ou de sequência, hora de transferência, ordem de produção, destino, ponto de estocagem, equipamento de transferência, container e assim por diante.

São funções do Kanban (OHNO, 1997):

- Fornecer informações sobre os materiais;
- Fornecer informações sobre a produção;
- Evitar o excesso de produtos e o desperdício;

- Funcionar como ordem de produção afixada nas mercadorias;
- Evitar produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz;
- Mostrar defeitos existentes e controlar o estoque.

De acordo com Ohno (1997), existem regras para a utilização do kanban, como essas: O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo kanban no processo precedente, o processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo Kanban, nenhum item é produzido ou transportado sem Kanban, produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte, reduzir kanban geralmente aumenta a sensibilidade dos problemas e o kanban é uma ferramenta para se chegar ao *Just-in-Time*.

O kanban é um sistema de produção puxado, onde decisões do que fazer e quando fazer são tomadas pelos operadores usando um sistema simples de sinalização que conecta as operações através do processo (OHNO, 1997).

Pode-se observar que todas as vantagens que o kanban providencia contribuem diretamente com a produção enxuta desde sua invenção, nota-se também que o kanban esteve presente em diversas áreas da produção como ferramenta do LM, como por exemplo cita Anderson (2010), que registra que profissionais de TI começaram a usar o kanban no processo de desenvolvimento de softwares com o objetivo de otimizar o fluxo de trabalho e então reduzir desperdícios e agregar valor aos produtos.

Giancarlo de França Aguiar e Jurandir Peinado (2007), apresentam dois tipos de Kanban.

- Kanban Externo: Quando o fornecedor se localiza fora da empresa;
- Kanban interno: Quando o fornecedor é um outro setor da própria empresa, como por exemplo, o setor de tingimento de uma indústria têxtil que recebe peças do setor de tecelagem.

David Anderson (2010) também identificou cinco elementos para o sucesso da implantação do Kanban, como: Visualizar o fluxo de trabalho, limitar work-in-progress, gerenciar o fluxo, tornar as políticas explícitas e implementar loops de feedbacks.

3.1. O kanban eletrônico

Muris Junior e Godinho Filho (2010) defende que o kanban eletrônico, ou E-kanban como também é chamado, é uma variação do kanban com uma modificação, a substituição dos sinais físicos pelos sinais eletrônicos, as principais vantagens deste sistema é permitir melhoras nas relações com os fornecedores internos e externos.

Com o Kanban Eletrônico, seriamos capazes de corrigir alguns dos problemas do kanban tradicional como identificou Oliveira, T. (2012)

- Riscos para acionamento do kanban em grandes distâncias e layouts: O kanban eletrônico encurta a distâncias entre todos os setores da empresa;
- Excesso de estoques causados por erros nos cálculos na quantidade de kanban e constantes recálculos para atualização dos mesmos (flutuação da demanda): No kanban eletrônico os cálculos são feitos automaticamente com visualização e seguindo escalas de cor padronizadas;
- Excesso de trabalho (análise) manual pelo operador: O kanban eletrônico é capaz de reduzir o trabalho manual a simples cliques em uma tela de computador.

Giancarlo Aguiar e Jurandir Peinado (2007) citam que o cartão Kanban é responsável pela comunicação e pelo funcionamento de todo o sistema, nele devem estar contidos as informações mínimas para o bom funcionamento da linha de produção, sendo necessário, ele poderá conter um número maior de informações, desde que sejam importantes para a área específica onde se pretende implementar o sistema kanban. Devido a problemas de espaço e tamanho, o cartão kanban pode sofrer limitações na quantidade de informações que consegue carregar, problema este que é resolvido no kanban eletrônico onde a tecnologia nos permite comprimir muito mais informação em um espaço menor.

4. Metodologia

No método para o desenvolvimento deste artigo cientifico, foi realizado um estudo de caso onde exige muita dedicação, frequentemente, “os trabalhos são sujeitos a críticas em função

de limitações metodológicas na escolha do(s) caso(s), análise dos dados e geração de conclusões suportadas pelas evidências" (MIGUEL, 2007). Elaboramos a pesquisa conforme Miguel (2007), definimos a estrutura conceitual teórica, planejamos o estudo de caso, coletamos os dados e analisamos a aplicabilidade.

O grande desafio foi realizar a mudança do modo de produção de Make to Stock, onde os produtos são fabricados com base em previsões de demanda e enviados para estoque aguardando a chegada dos pedidos, para o modo de produção Make To Order, que significa fabricação conforme pedido, ou seja, a produção começa logo após a ordem de um cliente ser recebida e aprovada pela empresa.

5. Aplicação

Para analisar os conceitos do LM iremos apresentar a proposta de uma aplicação em uma fábrica do seguimento têxtil localizada em São Paulo, no Vale do Paraíba, fundada em 1994.

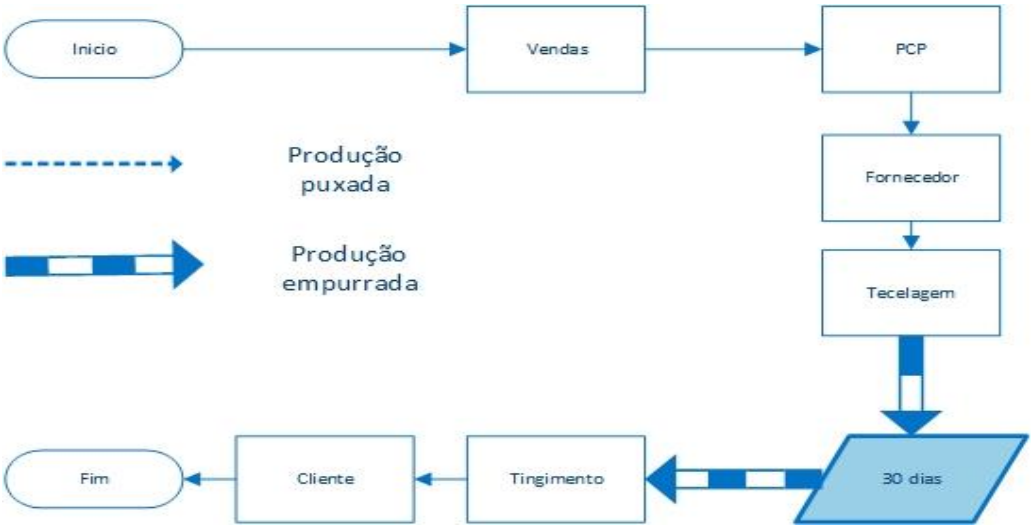
Foram coletados dados em um período de 4 meses, também foi analisada uma quantidade de 120 toneladas de produtos e todas as 7 máquinas.

Os produtos escolhidos foram as camisetas, devido a ser o carro-chefe da empresa.

Atualmente a empresa recebe do setor de vendas os pedidos dos clientes que são então enviados para o Programa de Controle de Produção (PCP), a partir daí o PCP faz o pedido de matéria prima para o fornecedor e então começa a produção, a empresa possui um tempo de 30 dias de espera entre o processo de tecelagem e o de tingimento, o qual é terceirizado.

Durante a visita também foi notado que havia uma quantidade alarmante de matéria prima jogada no chão, indicando que a produção era empurrada e o setor de tecelagem enviava para o setor de tingimento uma quantidade de produtos maior do que a que foi vendida pelo setor de vendas, sendo essa a causa do longo período de 30 dias necessários para enviar os produtos para o tingimento.

Figura 1 - Fluxograma do processo atual da empresa



Fonte: Autoria própria

6. Resultados

Dentre as diversas ferramentas do LM, o kanban eletrônico interno foi escolhido devido a sua capacidade de controlar a produção da tecelagem de acordo com as encomendas que o setor de vendas recebia. Oliveira, T. (2012) alega que o kanban eletrônico interno pode ser empregado para diminuir o tempo de resposta no reabastecimento de peças, a partir deste princípio podemos aproveitar a capacidade do kanban de puxar a produção com a rapidez que o kanban eletrônico proporciona, nos dando condições de melhorar o trabalho do setor de vendas e do PCP em enviar a quantidade correta de produtos para o setor de tingimento, podendo assim reduzir o tempo de 30 dias.

O objetivo da aplicação do kanban eletrônico é minimizar a quantidade de inventário parado no setor de tecelagem e mudar a produção de Make to Stock para Make to Order, e aplicar os conceitos da produção puxada para implementar um controle no estoque de produtos acabados.

Arreola-Risa e DeCroix (1996) definem ambos os termos como:

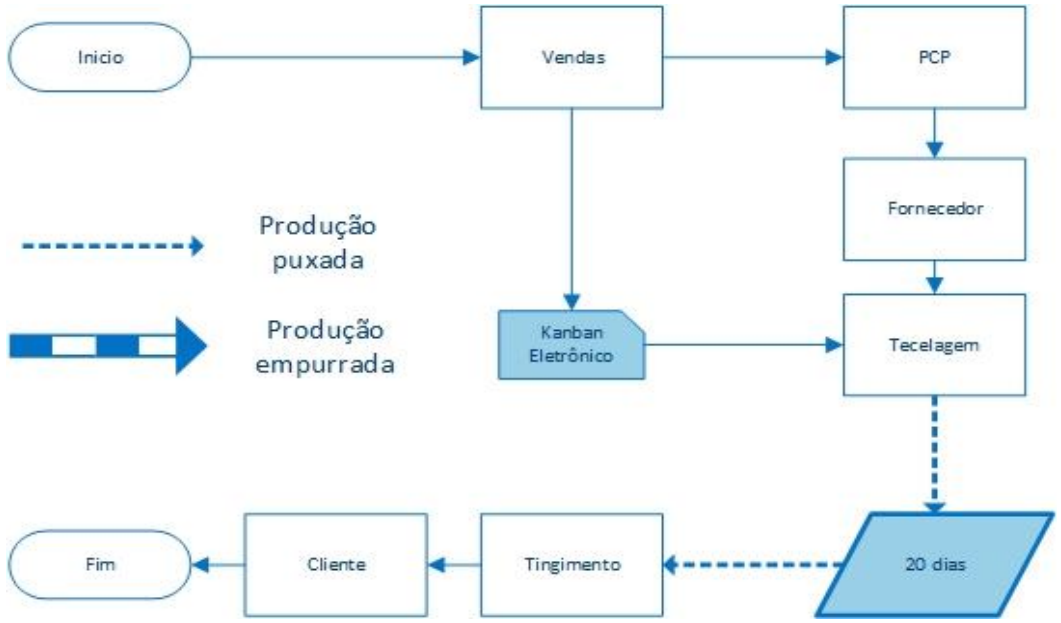
– *Make-to-Stock*: Quando um produto é produzido em massa, sem uma previsão de vendas bem definida e estocado para se vender em um tempo indeterminado;

– *Make-to-Order*: Quando um produto é produzido seguindo uma demanda e uma previsão de vendas de acordo com a encomenda do cliente.

A instalação do Kanban eletrônico criaria o cenário em que o setor de vendas da empresa receberia as encomendas dos clientes, e então, emitiria um sinal de kanban eletrônico para o setor de tecelagem, que seguindo os princípios do *Just-In-Time* já apresentados, começaria a sua produção utilizando apenas os recursos necessários para a atender a quantidade encomendada pelo cliente e enviando apenas esta quantidade para o tingimento, essas mudanças iriam administrar o *Master Production Schedule* (Planejamento Mestre de Produção) da empresa, assim diminuindo o *Work-In-Progress*, o que diminuiria o tempo necessário para enviar as peças para o tingimento.

O simples ato de produzir apenas o necessário e quando necessário nos dá uma grande capacidade de controlar e minimizar o inventário, agora estima-se que essa implementação reduziria o tempo antes do tingimento em cerca de 10 dias.

Figura 2 - Fluxograma da empresa após a aplicação do Kanban Eletrônico



Fonte: Autoria própria

7. Conclusão

No presente artigo buscou-se discutir como a redução de custos, estoques e quantidade de material, seriam reduzidos através da ferramenta Kanban eletrônico, ao invés do Kanban tradicional, como mostrado no estudo de caso os resultados mostram que há possibilidade de redução de estoques e no lead time da produção.

O método adotado pelo Kanban aplicado pela empresa se deu pela mudança do modo de produção Make to Stock para Make to Order, onde a produção começa apenas com a ordem de pedido por parte do cliente, com o kanban eletrônico os pedidos dos clientes chegariam de forma rápida e sem extravios ao setor de tecelagem, pois o mesmo estaria disposto no display do operador e supervisor.

Melhorando a administração do trabalho no setor de tecelagem, instruindo-o a enviar ao tingimento apenas as peças necessárias para cumprir a ordem do cliente, somos capazes de eliminar desperdícios de espera e reduzir o tempo necessário para atender aos pedidos.

REFERÊNCIAS

Aguiar, G. & Peinado, J. Compreendendo o Kanban: Um ensino interativo ilustrado, Da Vinci, Curitiba, 2007.
Anderson, DJ. Kanban: successful evolutionary change for your technology business. Blue Hole Press, Seattle, 2010.

Arreola-Risa, A., Decroix, G. A. Make-to-order versus Make-to-Stock in a production-inventory system with general production times, IIE Transaction, 1996.

Boyst, B., Belt, B. Oú faut-il placer vos kanbans? Revue française de gestion industrielle, Paris, n.4, p.33-47, 1992.

Boeg, J. Kanban em 10 passos, InfoQ Brasil, 2012.

Junior, M. L., Filho, M. G. Variations of the Kanban system: Literature review and classification, Int. J. Production Economics, 2010.

Miguel, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Produção, v. 17, n. 1, Jan./Abr. 2007, p.216-229.

Ohno, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Oliveira, T. Controle de estoque através do Kanban Eletrônico, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2012.

Slack, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.

Smit, J. et al. Industry 4.0, Policy Department A: Economic and scientific policy, 2016.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM MISTURAS COM ADITIVOS QUÍMICOS PARA BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTAÇÃO

Carlos Manuel Andrade de Souza, Mariana Ferreira Benessiuti Motta

1. Introdução

No Brasil e no mundo as estações de tratamento de água (ETAs) funcionam como fábricas para produzir água potável em larga escala. A água bruta, proveniente de mananciais subterrâneos ou superficiais, passa por processos físicos, químicos e biológicos, onde no geral ocorre a coagulação com sais de ferro ou alumínio, floculação, decantação e filtração até se tornar potável.

Esses processos causam a separação das partículas de impurezas existente na água que vão se aglomerando e com a gravidade sedimentam. Richter (2001) cita que o volume de lodo gerado nas ETAs está entre 0,2 a 5% em relação ao volume de água tratada. No passar do tempo vão se criando camadas espeças de lodo no fundo do tanque, que com a necessidade de limpeza são comumente lançados na própria fonte de captação ou no sistema de drenagem natural, sem nenhum tipo de tratamento.

Atualmente com a precária forma de destino desse material e sem tratamento adequado há uma maior preocupação na disposição final do lodo gerado nessas estações, pois, além da possibilidade de toxidade para o ser humano (presença de metais), estes resíduos causam grandes impactos no meio ambiente, tais como: degradação e remoção de camadas de solo superficial; assoreamento dos mananciais; e aumento da quantidade de sólidos em suspensão gerando turvamento dos corpos hídricos (COELHO *et al.*,2015; CONAMA 357, 2005).

Devido a este fato, leis foram criadas visando garantir uma destinação final adequada a este material. A resolução CONAMA 357 (2005) classifica o lodo de ETA como material poluente

e, a NBR 10.004/04, considera este material como resíduo sólido. Desta forma, o mesmo não pode ser disposto em corpos d'água superficiais.

Neste contexto, algumas pesquisas vêm sendo conduzidas com o intuito de viabilizar um reaproveitamento deste resíduo, dando um fim mais nobre a ele (e.g. PRIM, 2011; BITTENCOURT *et al*., 2012; RODRIGUES e HOLANDA, 2013; KELM *et al*., 2014; COELHO *et al*., 2015; *INGUNZA et al*., 2015). Dentre as alternativas encontradas, tanto para os lodos de estação de tratamento de água, quanto para os de estação de tratamento de esgoto, destacam-se: fabricação de solo-cimento, materiais cerâmicos, pigmentos para argamassa, utilização em solo degradado e aplicação em coberturas de aterros sanitários. Richter (2001) cita, dentre outras formas de reutilização, a aplicação de lodo de ETA desidratado em camadas de bases e sub-bases de pavimentos flexíveis, pavimento mais utilizado no Brasil. As estradas pavimentadas totalizam apenas 12,3% das estradas existentes no Brasil e sua vida útil é estimada entre 10 e 15 anos CNT (2016). Assim o volume de expansão e renovação é muito grande dando vazão para a reutilização do lodo de ETA que também é produzido diariamente.

Sendo assim, este trabalho visa contribuir para uma melhor compreensão do comportamento do lodo de ETA na estabilização de materiais utilizados na pavimentação, sua viabilidade de reutilização e o bom desempenho da mistura. A verificação de tal desempenho será dada a partir da utilização do lodo em duas formas: in natura e seco a 120º C, visando avaliar a melhor forma de reaproveitamento deste resíduo em camadas de pavimentos.

Para verificar essa viabilidade serão realizados ensaios normatizados para determinar as características físicas e mecânicas dos materiais e das misturas. Para a caracterização física serão realizados ensaios de granulometria (NBR 7.181/84) e ensaio para determinar a densidade relativa dos grãos (NBR 6508/84). Para a caracterização mecânica serão realizados ensaios de compactação, do tipo Proctor (NBR 7.182/86), e do indice de suporte califórnia (ISC/CBR) (NRR 9.895/87), a partir desses resultados será determinado a viabilidade técnica, que está vinculada aos parâmetros físicos e mecânicos dos materiais e misturas.

2. Fundamentação teórica

As estações de tratamento de água tem a função de transformar água inadequada para o consumo em água potável. Os métodos de tratamento de água bruta (sem tratamento e imprópria ao consumo humano) provenientes de mananciais subterrâneos ou superficiais, para obter água potável (tratada que adequada ao consumo humano) não diferem muito de empresa para empresa, pois existe um padrão de potabilidade estabelecido no Brasil através da Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, para garantir a potabilidade da água.

Segundo Richter (2001) há muito tempo as empresas tem destinado os resíduos resultantes do tratamento de água nos mananciais mais próximos, sendo muitas vezes o manancial onde a própria estação coleta água. Mas com a crescente preocupação com o meio ambiente e com normas regulamentadoras mais rígidas, as empresas tem sido forçadas a encontrar outros meios para o descarte desse resíduo poluente. No Brasil, estudos realizados nos estados de Minas Gerais e São Paulo demonstram o descaso na destinação final desse resíduo poluente, onde 87% das estações de tratamento de água dos municípios mineiros e 56% dos municípios paulistas lançam o lodo de ETA em corpos d'água (ACHON et al. 2013).

Vagner e Pedroso (2014) afirmam que as características do lodo são bastante variadas, dependem de alguns fatores determinantes, como: qualidade da água bruta, tecnologia de tratamento, tipo e dosagem dos produtos químicos empregados e operação da ETA, entre outros. Os parâmetros físico-químicos mais comuns, encontrados em outras bibliografias são: pH, DQO, sólidos totais, alumínio, zinco, chumbo, cádmio, níquel, ferro, manganês, cobre e cromo.

Uma das normas regulamentadoras que restringem o descarte do lodo de ETA é a NBR 10.004/04, onde classifica esse rejeito como resíduo sólido gerado em equipamentos e instalações de controle de poluição, que segundo a lei 12.350 (2010) não é permitido seu lançamento nas redes de esgoto ou em corpos d'água sem prévio tratamento. Reforçando essa restrição, vem a resolução CONAMA 357 (2005) que define que os corpos d'água devem estar virtualmente ausentes de resíduos sólidos, dentre eles os provenientes das estações de tratamento de água.

Para Suguino et al. (2013), a destinação final do lodo de ETA é um grande problema ambiental para as empresas de saneamento, públicas ou privadas. Esse resíduo não pode ser deixar ao acaso, pois corre o risco de contaminar o ambiente onde é descartado.

Richter (2001) afirma que lodo de ETA possui características semelhantes a algumas propriedades do cimento Portland, portanto podem ser incorporados em misturas com cimento.

Dentro deste contexto, visando obter soluções viáveis de reutilização do lodo de ETA, verifica-se que o setor da pavimentação tem se tornado uma alternativa promissora para o descarte final. De acordo com KELM et al. (2014), a construção de rodovias é particularmente propícia a esta finalidade, tendo em vista a particularidade de permitir certo encapsulamento, e mesmo a contenção de metais e outros poluentes, por combinação com outros materiais usuais para as camadas do pavimento.

3. Materiais e métodos

3.1. Materiais

O aditivo químico utilizado foi o cimento Portland CP II Z 32 que segundo a ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland (2002), é um dos mais utilizados no Brasil, devido a sua secagem rápida e resistência que pode atingir até 32,0 MPa.

Foi utilizado o pó de pedra, material britado fabricado e considerado “universal”, sendo bastante utilizado atualmente em camadas de pavimento devido à sua elevada resistência em relação ao solo comum. O material foi fornecido pela SOTEP Construtora da cidade de Roseira – SP, onde o mesmo foi extraído da região de Aparecida do Norte – SP, tendo a rocha mãe características derivadas do granito.

Foi adicionado lodo de ETA nas misturas, esse material foi coletado na Estação de Tratamento de Água da cidade de Campos do Jordão – SP, proveniente do tratamento de três mananciais diferentes: o Ribeirão do Salto, o Ribeirão das Perdizes e o Ribeirão do Fojo. Contém sulfato de alumínio Al2(SO4)3, devido à utilização para a coagulação das impurezas

da água. O aditivo químico adicionado para a coagulação e a origem da água que passa pelo processo de tratamento, estão intimamente ligadas as características físico químicas do lodo.

3.2. Métodos

Através de estudo preliminares, foi definido para o presente trabalho a utilização do lodo de ETA, seco à 120º C e seco in natura, em três porcentagens diferentes para ambos: 10%, 20% e 30%; 5%, 7% e 9%, respectivamente.

O aditivo químico utilizado foi o cimento Portland CP II Z 32 e sua dosagem foi distribuída da seguinte forma, 5% segundo KELM et al. (2014), para a mistura que utiliza lodo seco a 120° C e 9% segundo INGUNZA et al. (2015), para a mistura que utiliza lodo seco in natura, que segundo a NBR 12.253/92 é o máximo de cimento a ser utilizado na pavimentação estipulado por norma.

O pó de pedra foi utilizado nas misturas com porcentagem de 85%, 75% e 65% para lodo seco a 120° C e com porcentagens de 86%, 84% e 82% para as misturas com lodo seco in natura. Também foram realizados ensaios com 100% pó de pedra, sem lodo ou cimento, para utilizar como padrão em parâmetros de comparação entre as misturas.

Com as dosagens definidas, as misturas foram caracterizados físico e quimicamente, através dos ensaios de granulometria, compactação e índice de suporte Califórnia.

Para o ensaio de caracterização física foi realizado o ensaio de granulometria, seguindo a NBR 7181/84. Esse ensaio foi realizado somente com o pó de pedra, pois não era viável realizar este ensaio com o lodo devido sua alta taxa de umidade. Tem por objetivo classificar as partículas por tamanho e determinar a distribuição granulométrica do solo através da porcentagem em peso de cada faixa granular especifica em relação a massa total do material ensaiado. Esse ensaio foi realizado por peneiramento e classificado de acordo com os métodos SUCS e ABNT.

Em contrapartida, os ensaios de caracterização mecânica foram realizados nas misturas e no pó de pedra “puro”, através dos ensaios de compactação tipo Proctor normal, seguindo a NBR

7182/86 e do Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR), seguindo a NBR 9895/87. Com esses resultados e com o auxílio do Manual de Pavimentação (DNIT, 2006) foi determinado a viabilidade técnica do uso de lodo de ETA em camadas de base e sub-base de pavimentação.

O ensaio de compactação Proctor permitiu a expulsão do ar retido entre o solo, aumentando a área de contato entre as partículas e, consequentemente, aumentando sua resistência. Na umidade ótima, o solo fica mais denso, dificultando a passagem de água, tornando-se menos permeável e diminuindo sua deformabilidade.

Com o ensaio ISC foi possível determinar os valores do índice ISC, que são determinados através da relação entre a pressão necessária para penetrar um pistão cilíndrico padronizado em um corpo de prova de um determinado material/mistura, compactado com a mesma energia de compactação utilizada no ensaio de compactação Proctor e utilizando a umidade ótima da respectiva mistura. Esse ensaio deve ser realizado após 96 horas de imersão do corpo de prova em um tanque com água, através disso pode-se determinar a expansão do material e a resistência a penetração na amostra inundada, considerado o pior caso.

4. Resultados e discussões

4.1. Ensaio de granulometria

Com os resultados de material retido e passante, obtidos no ensaio de granulometria, foi possível plotar a curva de distribuição granulométrica e classificar o material ensaiado através de dois métodos diferentes, SUCS e ABNT. Onde o método SUCS, mais restritivo, classificou o pó de pedra como areia mal graduada, em quanto o método da ABNT classificou como areia pedregulhosa.

4.2. Ensaio de compactação proctor

Com os resultados obtidos nos ensaios, foi possível plotar os gráficos da curva de compactação e obter a umidade ótima da amostra e sua respectiva massa especifica seca máxima, como pode-se observar na tabela 01.

Tabela 01: Umidades ótimas e massas específicas secas obtidas da curva de compactação usando Energia Normal

Umidade Ótima e Massa Especifica Seca			
Descrição da Mistura	**Dosagem do Material (%)**	**Umidade Ótima (%)**	**Massa Especifica Seca (g/cm³)**
Pó de pedra	100	9,1	1,958
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	5 - 9 - 86	11	1,939
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	7 - 9 - 84	11,9	1,908
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	9 - 9 - 82	11,4	1,9
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	10 - 5 - 85	13,8	1,799
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	20 - 5 - 75	12	1,684
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	30 - 5 - 65	18,75	1,614

Fonte: Autor

4.3. Índice de suporte Califórnia (ISC ou CBR)

Com os valores de ISC e expansão máxima dos materiais/mistura (Tabela 02), obtidos nos ensaios, e com o auxílio do manual de pavimentação do DNIT, onde apresenta os valores de ISC e expansão necessários para serem empregados nas camadas de base, sub-base e subleito, foi possível determinar a viabilidade técnica para utilização dos materiais em camadas de pavimentação rodoviária e em qual camada o material poderá ser empregado (Tabela 03).

Tabela 1: Resultados de ISC e Expansão Total dos ensaios realizados

Resultados de ISC e Expansão			
Descrição da Mistura	**Dosagem do Material (%)**	**ISC (%)**	**Expansão Total (%)**
Pó de pedra	100	16	0,009
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	05-09-86	221,0	0,007
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	07-09-84	235,0	0,009
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	09-09-82	312,0	0,008
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	10-05-85	98,0	0,32
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	20-05-75	44,0	0,07
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	30-05-65	35,0	0,63

Fonte: Autor

Tabela 03: Emprego dos materiais em camadas da pavimentação a partir dos critérios do DNIT

Emprego dos materiais em camadas da pavimentação		
Descrição da Mistura	**Dosagem do Material (%)**	**Camada de Utilização**
Pó de pedra	100	Subleito
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	05-09-86	Base
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	07-09-84	Base
Lodo Natura - Cimento - Pó de Pedra	09-09-82	Base
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	10-05-85	Base
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	20-05-75	Sub-Base
Lodo Estufa - Cimento - Pó de Pedra	30-05-65	Sub-Base

Fonte: Autor

5. Considerações finais

Com os resultados obtidos através dos ensaios de compactação, foi possível observar que a massa especifica seca das misturas com lodo seco in natura são maiores em relação ao lodo

seco a 120ºC, ou seja, com a adição da respectiva umidade ótima e a realização da compactação das misturas com lodo seco in natura, diminuirá o índice de vazios, com isso, haverá mais grãos de material por cm³. Consequentemente as misturas que utilizam lodo seco in natura são mais resistentes que as misturas que utilizam lodo seco a 120ºC. Apesar das misturas com lodo seco a 120ºC atenderem as exigências do DNIT.

Os resultados do ISC demonstraram alta resistência a penetração em ambas as misturas, mas em particular a resistência apresentada pelas misturas de lodo seco in natura superaram as expectativas e excederam o limite de resistência do aparelho, em relação a força aplicada. Possivelmente tal fato pode estar relacionado com a porcentagem de cimento utilizada, que representou quase o dobro em relação as misturas com lodo seco em estufa. Durante o processo de submersão dos corpos de prova em água por 4 dias, a reação de hidratação que ocorre no cimento pode ter garantido maiores resistências a esta mistura.

Num contexto geral, todas as misturas atenderam às expectativas e objetivos do presente trabalho, com isso, pode-se concluir que, através de estudos aprofundados e ensaios de caracterização físicos e mecânicos, a utilização de lodo de ETA, em misturas com pó de pedra e aditivo químico (cimento Portland Z 32), para serem utilizados em camadas de base ou sub-base da pavimentação rodoviária é tecnicamente viável.

Apesar de ter atendido os objetivos do trabalho, fica claro a necessidade de pesquisas mais aprofundadas no assunto, podendo variar a porcentagem de cimento adicionado na mistura, aumentar a quantidade de lodo seco in natura nas misturas e determinar a viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland – Boletim técnico - **Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos - Classificação**.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 7.181**: Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

____. **NBR 7.182**: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.

____. **NBR 9.895**: Solo – Índice de Suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1987.

____. **NBR 6508**: determinação da massa específica: grãos de solos que passam na peneira de 4, 9mm. Rio de Janeiro, 1984.

ACHON, Cali Laguna et al.. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.115-122, abr./jun. 2013.

BITTENCOURT, S.; SERRAT, B. M.; AISSE, M. M.; MARIN, L. M. K. S.; SIMÃO, C. C. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado**. Eng. Sanit. Ambiental**, vol. 10, n. 3, p. 315-324, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Brasília. 2010.

CNT- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial. Brasília**, 2016. 420p.

COELHO, R. V.; TAHIRA, F. S.; FERNANDES, F.; FONTENELE, H. B.; TEIXEIRA, R. S. Uso de lodo de estação de tratamento de água na pavimentação rodoviária. **Revista eletrônica de engenharia civil**, vol. 17, n. 2, p. 11-22, 2015.

BRASIL. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA nº 357. **Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.** Brasília, 2005.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006. 274p.

INGUNZA, M. P. D.; PEREIRA, K. L. A.; SANTOS JUNIOR, O. F. Use of sludge ash as a stabilizing additive in soil-cement mixtures for use in road pavements. **Journal of Materials in Civil Engineering**, vol. 27, n. 7, Technical Note, 2015.

KELM, T. A.; MOTTA, L. M. G.; UBALDO, M. O. **Avaliação do uso de lodo de estação de tratamento de esgoto na estabilização de materiais para pavimentação**. XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Goiânia, GO. 2014.

PRIM, E. C. C. **Utilização de lodo de estações de tratamento de água e esgoto como material de cobertura de aterro sanitário.** 2011. 279 f**.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC. 2011.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodo de estações de tratamento de água.** 1. Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA,. 2001. 102p.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. **Cerâmica**, 59, p. 551-556, 2013.

SUGUINO, E.; FREITAS, A. P.; VASQUE, H**. Potencial de uso do lodo de estações de tratamento de água e esgoto**. Pesquisa e tecnologia, vol. 10, n. 2, 2013.

WAGNER, L. F.; PEDROSO, K. **Disposição de resíduos das estações de tratamento** DE. Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586, v. 1, n. 10, 2014. 16p.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

A TÉCNICA PERMATUS APLICADA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA LOGÍSTICA

Henrique Martins Galvão[1], Rosinei Batista Ribeiro[2], Celso Ricardo Paraguay[3]

Resumo

O trabalho aborda o ensino e aprendizagem com destaque na aplicação da ferramenta Permatus que visa avaliar o modo como alunos percebem determinados materiais ou componentes incorporados em produtos e equipamentos. Neste caso, a ferramenta Permatus, desenvolvida por Dias (2009), se destaca como uma técnica que auxilia o professor na condução de aulas que exploram as capacidades de aprendizagem dos alunos, tornando as suas aulas dinâmicas e interativas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção dos alunos de três instituições quanto ao manuseio de materiais e equipamentos logísticos. Os resultados aferidos permitiram concluir que a técnica Permatus tornou o processo de ensino e aprendizagem mais interessantes, deram autonomia aos alunos, estimularam o sistema sensorial para a busca de conhecimento e desenvolvimento de habilidades.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem. Metodologias Ativas de Ensino. Ferramenta Permatus.

1. Introdução

Na atualidade o processo de ensino para promover a aprendizagem dos alunos tem sido um grande desafio por parte de instituições e docentes. Reter a atenção dos alunos em sala de aula com técnicas tradicionais quando os alunos estão acostumados com as disponibilidades e acessos às novas tecnologias de comunicação, uso da internet e mídias sociais não tem sido tarefa fácil. Cada vez mais se discute no meio educacional novas maneiras para romper com

[1] Doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo – FEA-USP e professor titular no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* - Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação – PPG-DTI - Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA. E-mail: galvaohm@gmail.com

[2] Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Guaratinguetá - FEG-UNESP e professor titular no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação – PPG-DTI - Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA. E-mail: rosinei rosinei1971@gmail.com

[3] Mestrado profissional Design, Tecnologia e Inovação pelo PPG-DTI do Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA. E-mail: celso.paraguay@gmail.com

as aulas expositivas e tediosas. O uso de metodologias de ensino alinhadas com técnicas para resolução de problemas propostos pelo professor tem a finalidade de que o aluno estude e aprenda determinados conteúdos (STANFORD, 2001). A aplicação de metodologias de ensino foi associada com a ferramenta Permatus por Dias (2009) e avaliou a percepção dos alunos no manuseio de materiais e equipamentos em miniaturas e fazendo a interligação do processo de ensino-aprendizagem. A percepção dos materiais pelos alunos ocorre pela sensibilidade, textura, formas e tipos de materiais utilizados na composição das miniaturas. No processo de uso de modelos em escala reduzida (miniaturas) as experiências táteis e visuais, bem como aumento dos canais cognitivos, vividas na relação direta do aluno e do professor são importantes para estimular o aluno para o processo de ensino aprendizagem.

O presente estudo utiliza modelos em escala (miniaturas) como ferramenta de pesquisa em sala de aula na disciplina de logística, especialmente para fundamentar os conceitos de modais de transporte rodoviário. Foram utilizados miniaturas “kit pedagógico” constituído por por um "caminhão romeu e julieta"; um "caminhão toco"; uma "carreta 3 eixos"; "uma carreta bitrem" e uma "carreta rodotrem" todos os modelos em uma escala de 1/50. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a percepção dos alunos quanto ao manuseio de materiais e equipamentos logísticos suportada pela ferramenta Permatus. Foram consideradas para o desenvolvimento desse estudo as dificuldades dos alunos para entender as explicações em aulas expositivas do professor, muitas vezes por falta de materiais e equipamentos para o ensino da logística empresarial. Para tanto, a metodologia pesquisa utilizada no estudo é do tipo descritivia e qualitativa.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Ensino e aprendizagem

Segundo Gomes (2006, p. 47), os métodos de ensino podem ser conceituados como métodos ativos e passivos. No entanto, o autor distingue o termo “métodos ativos”, associando à metodologia ativa de ensino que se opõe às metodologias passivas de ensino, que têm como símbolo máximo a aula expositiva. Freire (1996, p. 23) observa que aquele que ensina aprende

ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Em outras palavras, quando ensinamos transmitimos algo para alguém e com isso o processo de ensinar inexiste sem o aprender e vice-versa. Numa perspectiva histórica de desenvolvimento das capacidades humanas foi-se aprendendo socialmente que mulheres e homens descobriram que era possível ensinar (FREIRE, 1996). Dessa forma, Vygotsky (1986, p. 54) observa que a aprendizagem segue sempre o desenvolvimento, sendo uma superestrutura do desenvolvimento e essencialmente não existe intercâmbio entre os dois momentos. Para Freire, (1996, p.23), quanto mais criticamente se exerça a capacidade de aprender tanto mais se constrói e desenvolve, levando à chamada "curiosidade epistemológica", sem a qual não alcançamos o conhecimento de determinado objeto estudado ou investigado. Freire (1996, p. 23) ressalta que ensinar não se esgota no tratamento do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga na produção das condições de aprender criticamente é possível. Tais condições estariam associadas, por exemplo, na prática de atividades lúdicas.

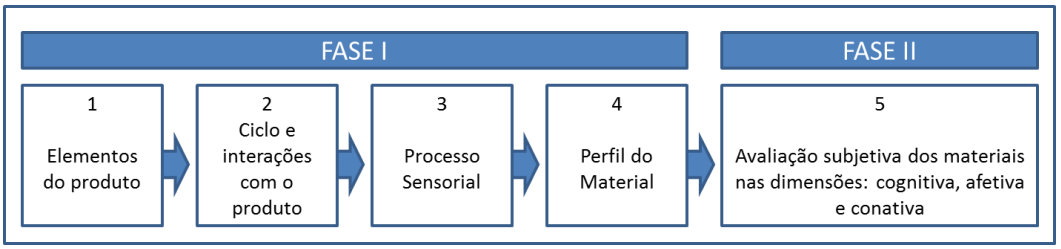
Morán (2015) explica que está ocorrendo um movimento nas instituições de ensino para mudanças que tanto priorizem o maior envolvimento do aluno no espaço de sala de aula, assim como modificações curriculares, redesenho do projeto político pedagógico, criam espaços físicos. Sobretudo, as instituições de ensino estão intensificando a utilização de metodologias ativas de ensino e aprendizagem. Conforme Freire (1996) deve-se analisar as práticas de ensino de ontem e de hoje para se estabelecer novos métodos e que visem a melhoria contínua no processo de ensino e aprendizagem.

2.2. Técnica Permatus - percepção pelos usuários

O método PERMATUS, Percepção dos Materiais pelos Usuários, desenvolvido por Dias (2009), levam usuários perceberem significados dos materiais presentes nos produtos de seu cotidiano, conforme relatado em Dias (2009). A cada dia a ciência e a tecnologia estão avançando e por consequência surgem diversos novos materiais. Atualmente, são ilimitadas as possibilidades de materiais e a combinação entre eles para a obtenção de diferentes propriedades e desempenhos. No início do século XX eram necessários menos de 100

materiais diferentes para a fabricação de um automóvel, hoje o processo exige mais de 4.000 materiais. Devido a grande quantidade de materiais disponíveis para serem empregados em um produto é necessário selecionar o mais adequado (DIAS, 2009). A seleção de materiais ocorre em distintas situações em uma empresa. Nesse caso, o método Permatus cria ambiente de aprendizagem e conhecimento. O método é composto por seis etapas, sendo que as quatro primeiras tratam das questões relacionadas ao produto a ser estudado e funciona como a preparação das informações necessárias para as etapas subsequentes da avaliação e especificação. É importante que as informações sejam elaboradas e transmitidas na fase inicial da seleção dos materiais e o produto avaliado deve estar inserido em seu contexto de uso.

Figura 1- Fases da Percepção dos Materiais pelos usuários - Permatus.



Fonte: Dias (2009) adaptado pelos autores.

A primeira etapa define os elementos do produto, permite conhecer o produto detalhadamente, relacionando os elementos que o compõem, as características mais importantes, bem como as funções principais, estéticas e ergonômicas. Funciona como uma espécie de decomposição do produto em elementos perceptíveis ao usuário.

A segunda etapa, ciclo de interações, tem por objetivo conhecer e analisar o processo da inter-relação entre o produto e o usuário durante todo o ciclo de uso. Parte-se do princípio que cada produto em particular tem um ciclo de vida próprio, onde se estabelece interações com seus usuários. Esse último se inicia ao primeiro contato com o produto, ainda antes de comprá-lo, seguido da experimentação, transporte, retirar da embalagem, uso e repouso.

Na terceira etapa, a análise do processo sensorial tem o propósito de verificar as sensações que acontecem durante cada etapa do ciclo de interações produto-usuário, enfatizando todas as implicações dessas interações em relação aos materiais presentes no produto. Essa etapa foi

adaptada do Método SEQUAM de Bonapace (2002, p. 28), trabalha com as cinco sensações usualmente aplicadas: visuais, táteis, auditivas, olfativas e gustativas, acrescidas das sensações hápticas, térmicas e funcionais.

A quarta etapa, perfil do material, corresponde às definições iniciais dos atributos objetivos e subjetivos e requisitados para atender às necessidades do projeto e da seleção dos materiais. Cada material possui um conjunto particular de qualidades, uma espécie de perfil genético – o "DNA do Material" – que se diferem, mesmo com características aparentemente semelhantes.

Para melhor entender, classifica-se os materiais da seguinte forma: "Família, Classe, Membro". Esta classificação está baseada, em primeiro lugar, na natureza dos átomos do material e a ligação entre eles; em segundo lugar, em suas variações, e por último nos detalhes de sua composição. Cada membro tem sua cota de atributos objetivos e uma segunda cota de atributos subjetivos, que são os que interessam ao Método Permatus e descarte. O mais importante para essa etapa é a implicação do ciclo de interações na avaliação afetiva dos usuários, na medida em que as emoções se alteram ao longo do uso (DIAS, 2009 p.147)

A quinta etapa, avaliação subjetiva dos materiais, consiste da realização da pesquisa com os usuários nas dimensões: (a) cognitiva (os usuários avaliam os materiais na interação com o produto, em seu contexto de uso); (b) afetiva (os usuários avaliam as emoções e prazeres provocados pelo material/produto em sua interação); e (c) conativa (os usuários avaliam o quanto o conjunto dos atributos do material influencia suas decisões e preferências).

A última etapa do método Permatus tem como objetivo traçar diretrizes para o projeto, relacionadas com as informações subjetivas e objetivas obtidas na avaliação com os usuários. Das informações e conhecimentos obtidos nas avaliações são analisados e selecionados os mais úteis para o projeto em questão. Em alguns casos, é necessário transformar algumas informações e medidas subjetivas em fonte de informações objetivas.

Os materiais permeiam o processo de desenvolvimento do produto, ou seja, as etapas da seleção dos materiais muitas vezes correm paralelas às etapas do desenvolvimento do produto. Assim como o projeto evolui de uma simples ideia do produto ao lançamento do produto no mercado, a escolha dos materiais parte de uma ampla gama de possíveis materiais, que vai se

estreitando e culmina na indicação de um ou dois perfis de materiais mais adequados para o produto. No presente estudo, o método Permatus foca no uso de materiais e, principalmente, a sua aplicação se alinha por meio de miniaturas e, deste modo, bastante útil para o ensino em diversas disciplinas como, por exemplo, nos conteúdos de logística empresarial, como será verificado nos procedimentos metodológicos.

3. Metodologia da pesquisa

A metodologia de pesquisa nesse estudo tem caráter descritivo, pois se baseia na estratégia de ensino na forma de aprendizagem. Conforme Beuren (2003) a pesquisa descritiva proporciona ao pesquisador a observação de fatos, de modo a registrá-los, analisá-los, classificá-los e interpretá-los, e sem a interferência do pesquisador. Cabe destacar que a utilização da ferramenta Permatus ajudou na percepção dos materiais utilizados nos kits, as suas sensações táteis, a textura nos materiais, as cores, as formas e a visão dos alunos a cada momento de contato com os objetos concretos que formaram o conteúdo pedagógico.

4. Aplicação da ferramenta Permatus

A utilização de modelos objetos, produtos e equipamentos em escala menores (miniaturas) não seria a substituição de tecnologia virtual, muito menos das mídias eletrônicas, mas miniaturas na forma de kit pedagógico pelo qual ocorre a interação entre os mesmos, tornando as aulas mais atrativas em que os alunos possam formar melhor o seu conhecimento referente ao que foi estudado, atingindo os objetivos planejados pelos professores. A utilização de miniaturas não somente faz parte do processo de pesquisa, mas também é o próprio processo. A construção como concepção de formas, funciona da mesma maneira que no papel, porém sua percepção é beneficiada pela manipulação direta do objeto real ou concreto em comparação com a abstração representada em duas dimensões na folha de papel. Por meio da ferramenta Permatus o aluno identifica através do sistema sensorial as dimensões e as diferentes formas geométricas entre os elementos que formam o kit pedagógico e também para solucionar problemas em produtos já produzidos e nos futuros. A forma lúdica de

aprendizagem contribuiu para avaliar quanto o aluno entende e qual o melhor veículo ou equipamento que será utilizado para realizar uma entrega de mercadorias na vida real.

Do lado do professor, a utilização da aprendizagem baseada em problemas alinhada com a ferramenta Permatus e as miniaturas foram auxiliadas pelos conteúdos didáticos, cujas práticas em sala de aula possibilitaram a interação e reflexão, contribuindo para atingir ao objetivo maior que consistiu no conhecimento de determinado assunto abordado durante as aulas de forma criativa e atrativa. Também fica o pressuposto de que não apenas o material manipulado, na forma do kit pedagógico, garanta o aprendizado, mas considera-se essencial o papel do docente como facilitador e orientador no processo de formação.

Quadro 2 – Comparação das práticas de ensino

Sala de Aula Tradicional	**Processo de Ensino Lúdico**
Aula Expositiva; Utilização de mídias, imagens e vídeos; Conteúdo Teórico	Percepção dos Materiais; Percepção das Emoções; Percepção das Dimensões

Fonte: autores da pesquisa

Para viabilizar o processo de ensino lúdico relacionado com a disciplina de logística, se procedeu a seleção dos modelos em escala (miniaturas). Neste trabalho, a referência utilizada como modelo em escala (miniaturas) é o de redução de 1/50, sendo o equivalente em reduzir o tamanho real em cinquenta vezes. Os modelos foram veículos rodoviários, conforme: (a) Caminhão "Truck"; (b) Caminhão semi-reboque “baú"; (c) Caminhão semi-reboque "container", e; (d) Caminhão semi-reboque "rodotrem", apresentados na Figuras 2.

Figura 2 - Modelos em escala de veículos rodoviários (Miniaturas)



Fontes: Autores da pesquisa.

4.1 Análises dos dados

A ferramenta Permatus foi aplicada com 73 alunos e 3 professores, todos vinculados com a disciplina Logística em duas instituições de ensino superior e uma escola técnica, sendo 14 alunos do curso de Administração e 1 professor; 20 alunos do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Industrial e 1 professor, e; 39 alunos do Curso Técnico em Logística acompanhados por 1 professor. Foram realizados 3 (três) encontros com cada curso. Os dados foram analisados por meio de questionário semi-estruturado. Os resultados apontaram que 75% dos entrevistados consideraram que o método do uso de miniaturas facilitou o entendimento das funções dos equipamentos logísticos, 10% considerou o método do uso das miniaturas irrelevante, porém aprovaram o uso da aprendizagem baseada em problemas e 15% dos entrevistados não se manifestaram sobre a pesquisa.

Quadro 3 - Resultados comparados nos 3 cursos participantes da pesquisa.

Aspecto	Unidade de Ensino I Grau de Importância	Unidade de Ensino II Grau de Importância	Unidade de Ensino III Grau de Importância
Sensoriais	Médio	Alta	Alta
Interação	Alta	Média	Alta
Aprendizagem	Alta	Alta	Alta

Fonte: dados da pesquisa

A análise do método PERMATUS visa avaliar a Percepção dos Materiais pelos Usuários e na diversidade de materiais, formas e geometria do kit pedagógico composto por modelos em escala (miniaturas). De acordo com os dados obtidos, pode-se verificar a importância da análise sensorial dos usuários e sua contribuição no projeto dos produtos. Também, foi possível observar que os participantes interagiram com as formas, geometria e dimensões dos objetos concretos que fazem parte do kit pedagógico composto por modelos em escala (miniaturas), os quais demonstraram que os usuários concordaram com a geometria e dimensões.

A ferramenta Permatus evidenciou a aproximação dos professores com a opinião dos alunos e suas emoções, houve interação dos alunos com os modelos em escala (miniaturas),

favorecendo a identificação e percepção dos materiais no design de produto dos kits, incluindo estrutura dos equipamentos, eixos, rodas, engates e manobras. Durante o processo de aplicação foi possível verificou pela análise sensorial que as mãos são itens determinantes para sentir as emoções, formas, o peso e a textura dos materiais que compõem o kit pedagógico. Além disso, o fator crítico associado com as emoções foi percebido no momento dos testes com os materiais e sua estrutura *projectual* diante da subjetividade e intuição.

5. Considerações finais

Nesse estudo, optou-se por utilizar a ferramenta Permatus, que consistiu avaliar as percepções dos alunos durante o manuseio de materiais, em especial os equipamentos logísticos. Os resultados permitem aferir que a ferramenta Permatus se enquadrou na metodologia ativa de aprendizagem baseada em problemas. O uso de miniaturas para analisar as percepções dos materiais pelos alunos e a aprendizagem baseada em problemas demonstraram ser importantes metodologias de ensino-aprendizagem que favorece o docente na medida em que estimula a buscar a compreensão de como e porque os alunos chegam a determinada soluções, seus interesses e raciocínios. Os alunos sendo estimulados com o uso de miniaturas e na percepção dos materiais se tornaram um grande aliado do professor.

Cabe ressaltar que os alunos são instigados por muitos outros atrativos da vida moderna exemplos: internet, celular, games, etc., mas observando os resultados desse trabalho com o uso das metodologia correta, podemos tornar a forma de ensinar inovadora. O importante é a interação das partes sendo aluno e professor obtendo novas experiências com ótimos resultados. Conforme o trabalho de campo realizado em salas de aula, foi possível evidenciar o potencial pedagógico das miniaturas como ferramenta de ensino de logística. A ferramenta Permatus traz o ensino de forma lúdica, como as miniaturas são palpáveis e manipuláveis criaram ambiente de curiosidade que facilitaram o entendimento de maneira participativa.

REFERÊNCIAS

BEUREN, I. M. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2003.

BONAPACE, L. **Pleasure-based human factors and the SEQUAM:** sensorial quality assessment method. Milão, Anais Design Plus Research was held from 18 to 20 May, 2000, Politecnico di Milano, 2000.

DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários:** modelo de avaliação Permatus. 2009. 360f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - PPGEGC, UFSC, Florianópolis, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários á prática educativa;São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOMES, J. S. **O método de estudo de Caso Aplicado à Gestão de Negócios;** São Paulo: Atlas, 2006.

MORAN. J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. [Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II] Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). **PG: Foca Foto-PROEX/UEPG**, 2015

STANFORD UNIVERSITY, (2001), "Speaking of teaching", **Stanford University Newsletter on Teaching**, Vol.11, No. 1, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Icone, 1988.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ANÁLISE DA REDUÇÃO DE PRESSÃO CAUSADA POR VAZAMENTOS DURANTE UM TRANSITÓRIO HIDRÁULICO

Luiz Fernando de Lima

1. Introdução

Marengo e Alves (2015), afirmam que "as grandes secas são os desastres naturais mais custosos, superando outros desastres naturais, tais como, inundações, furacões, terremotos e tsunamis". Dentro de um contexto local, os autores alegam que a seca vivida durante o verão de 2014 e 2015 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), foi consequência não só dos baixos índices pluviométricos registrados e do crescimento pela demanda de água, mas também pela ausência de planejamento para o gerenciamento dos recursos hídricos, o que envolve por exemplo, a negligência na falta de investimento para minimização de problemas que reduzem a oferta pela demanda de água, como os vazamentos subterrâneos.

Segundo Amorim (2016), o Brasil ocupa a 20ª posição no ranking internacional de perda de água, onde de acordo com o autor a maior parcela significativa é devida às perdas por vazamentos. As perdas além de proporcionarem o desperdício de água tratada e bombeada, envolvem investimentos de capital para a expansão da capacidade do sistema ou a busca por mananciais alternativos, consumindo os recursos do meio ambiente.

Diante dessas afirmações, este trabalho visa investigar como os vazamentos existentes nas redes de distribuição de água causam efeitos nas tubulações de PVC ao analisar a variação de pressão entre dois pontos quaisquer existentes com o intuito de gerar subsídios para futuros métodos de identificação de vazamentos que usem a diferença de pressão entre dois pontos como base de identificação. Essa pesquisa se concentra em analisar as perdas causadas por vazamentos nos sistemas de distribuição, por meio de vazamentos oriundos de falhas geradas por furos de ruptura em tubos de PVC.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Gerar subsídios para modelos de identificação de perdas físicas de água por meio da análise da pressão com o intuito de apontar trechos deficientes no sistema de abastecimento em função de vazamentos subterrâneos.

1.1.2. Objetivos específicos

a) catalogar a variação de pressão causada por vazamentos subterrâneos em tubos de PVC a partir de simulações em laboratório;

b) entender como um vazamento causa influência na linha de energia de uma tubulação a montante e a jusante de um ponto;

c) levantar dados suficientes para elaborar uma revisão bibliográfica capaz de justificar os resultados encontrados nos testes apresentados.

2. Revisão Sistemática

Azevedo (2009), classifica um vazamento como sendo a perda de uma certa quantidade de fluido através de uma abertura inesperada na estrutura de um tubo. Essa abertura acontece de diferentes formas, como furos pontuais, rasgos, colapsos ou rompimento do duto, etc. Segundo a autora, uma característica sempre presente em um vazamento é a alteração do balanço de massa para acomodar a nova saída do fluido do tubo.

Azevedo (2009), propõe no seu estudo, a divisão da evolução temporal de um vazamento em 3 fases: Pré Vazamento, Transitório e Pós Vazamento. Este trabalho, tem por objetivo analisar a variação causada por um vazamento durante as fases transitória e de pós-vazamento em tubulações de PVC analisando características como a variação da pressão em fases estacionárias

De acordo com Azevedo (2009), os algoritmos de detecção atuais de um vazamento analisam a fase transitória do sinal em busca de características próprias que identifiquem um vazamento diferenciando-o de outros fenômenos transientes no duto. Os algoritmos que analisam as fases estacionárias do escoamento podem anunciar o vazamento a qualquer momento, mesmo que ele tenha ocorrido com o sistema de detecção de vazamentos desativado.

Consoante aos conceitos clássicos levantados por Naves (1991); Buiatti (1995) e Silva (1996) que estudaram o transiente hidráulico gerado por vazamentos a partir de supervisões de tubulações por técnicas computacionais, Souza (2002), destaca dois conceitos relevantes que também fundamentam a proposta de fases para um vazamento proposto por Azevedo (2009).

As técnicas para detecção e localização de vazamentos presentes na literatura, são diversas, o que por si só já demonstram a importância do tema. Dentre os métodos mais usados para a detecção e localização de vazamentos, segundo Souza (2002), estão aqueles que trata a tubulação como um sistema que transforma uma entrada x (t) numa saída y (t). A entrada x (t), representa qualquer perturbação que eventualmente altere a pressão ou a velocidade do fluxo e os vazamentos são detectados se o sinal de saída y (t), colhido na tubulação, diferir do sinal esperado para uma tubulação sem vazamento.

Souza (2002), salienta a importância existente na diferença entre modelos de detecção e localização. Para o autor, os modelos de detecção são usados quando não se tem ciência da existência de um vazamento e os modelos de localização, usados quando adicionalmente se deseja conhecer a posição do vazamento e relação a um referencial fixo qualquer.

O modelo proposto por este trabalho visa a detecção de vazamentos. Em futuras pesquisas não se descarta a possibilidade de com os dados obtidos pelos experimentos em laboratório, relações matemáticas que proporcionem a elaboração de um método de localização.

Em definições clássicas Sandberg et al. (1989), classificam os métodos em dinâmicos e estáticos, onde os dinâmicos de acordo com Souza (2002), são preferidos em relação aos estáticos uma vez que podem ser utilizados com a tubulação em operação.

Souza (2002), cita também a classificação dos métodos propostos por Goldberg (1979), em diretos e indiretos onde os métodos diretos confirmam a exata localização dos vazamentos por

meio da inspeção direta do som e os indiretos indicam a presença ou localização do vazamento por inferência mediante a medida de pressão ou vazão.

Medina (2013), afirma que em geral para pequenas áreas, o uso dos métodos diretos é aceitável. Do contrário tornam-se demorados e trabalhosos, sendo os métodos indiretos os mais indicados. A autora também defende que para o controle ativo de vazamentos as metodologias que reconhecem os vazamentos como fenômenos hidráulicos cuja a existência influi no estado do sistema hidráulico onde acontecem tem impacto sobre variáveis como vazão e pressão possuem mais eficiência do que os métodos diretos.

A autora aborda em seu trabalho uma nova classificação para os métodos de detecção de vazamentos. As técnicas usadas para a autora podem ser classificadas em técnicas de modelagem hidráulica (MH) e técnicas focadas na análise dos sinais (AS). Dentro do primeiro grupo podemos classificar as técnicas que modelagem o sistema em regime permanente (MHP) ou transitório (MHT) e dentro do segundo as técnicas que estudam o sistema durante um transitório hidráulico (AST) e as que analisam os sinais durante a operação normal de uma rede (ASO).

3. Métodos e Materiais

A metodologia da pesquisa se baseia em medir a variação de pressão causada pelos vazamentos subterrâneos a partir de estudos em laboratório, a fim de gerar bases para um método que determine os trechos que possuem perdas físicas através da análise de coeficiente que compara a diferença de pressão da água com e sem vazamentos.

Os testes foram realizados no Laboratório de Fluidos do Campus São Joaquim, (UNISAL), utilizando o laboratório móvel de condutos fechados para ensaios de hidráulica (Bancada Hidráulica HD 98) da empresa Hidro Didática. O equipamento é sustentado por uma estrutura metálica, composto de 10 circuitos intercambiáveis alimentados por um reservatório em aço inox de 410 litros e uma bomba centrífuga com uma potência de 1 CV com altura manométrica de 29 m.c.a e vazão volumétrica máxima de 9,8 m^3/h.

Além disso, o equipamento possui um painel de comando com um potenciômetro que ajuda a regular a vazão de acordo com o valor requerido para cada simulação e possui quatro manômetros (dois de coluna em U e dois digitais). Cada circuito é composto de tubos com diâmetros diferentes e particularidades como conexões, reduções, constrições e registros para análise da influência destes na perda de carga com pontos de tomadas de pressão para análises técnicas.

A imagem a seguir, é referente ao equipamento utilizado para os testes:

Figura 1: Equipamento de Análise Hidráulica – Bancada HD 98



Fonte: Manual do Equipamento

Os circuitos usados para análises foram os seguintes:

a) Circuito 2: Tubo de PVC (2”) de diâmetro externo de 60 mm e diâmetro interno de 53 mm com três pontos de tomadas de pressão dotado de um tubo de Venturi em acrílico transparente na medida de 340 mm e diâmetro interno de 50 mm;
b) Circuito 3: Tubo de PVC (2”) de diâmetro externo de 60 mm e diâmetro interno de 53 mm com dois pontos de tomadas de pressão e placa de orifício e lâmina com furo de 12 mm;
c) Circuito 4: Tubo de PVC com três tubulações de diâmetros diferentes: 1 tubo de PVC (1”) com diâmetro externo de 32 mm e interno de 27 mm, 1 tubo de PVC (3/4”) com diâmetro externo de 25 mm e interno de 21 mm, 1 tubo de PVC (1/2”) com diâmetro externo de 20 mm e interno de 16,5 mm. Cada tubo é composto de dois pontos de tomadas de pressão;

Uma vez que o objetivo deste trabalho consiste em analisar o comportamento da pressão em pontos sem e com a existência de um vazamento, o método usado em laboratório considerou a

seguinte premissa: Os vazamentos serão induzidos pelos próprios pontos de tomada de pressão, ou seja, como os circuitos possuem apenas dois pontos de tomada de pressão, em um primeiro momento será medido a pressão nesses dois pontos, variando a vazão a cada 500 l/h em uma escala de 1000 l/h a aproximadamente 7000 l/h (dependendo da capacidade máxima de cada tubo). Depois de anotado o valor de pressão em cada ponto, será mantido um ponto de leitura e no outro ponto será induzido um vazamento (conectando o ponto de tomada de pressão ao reservatório por meio de uma mangueira).

O diâmetro do furo do vazamento (4,2 mm) foi considerado como variável de controle, uma vez que as aberturas para as tomadas de pressão são fixas em todos os pontos da bancada de hidráulica.

Como variáveis dependentes teremos o diâmetro do tubo (15, 20, 25, 32 e 60 mm) a vazão (variando numa escala de 1000 a 7000 l/h a cada 500 l/h) e os pontos de análise (ponto 1 e ponto 2).

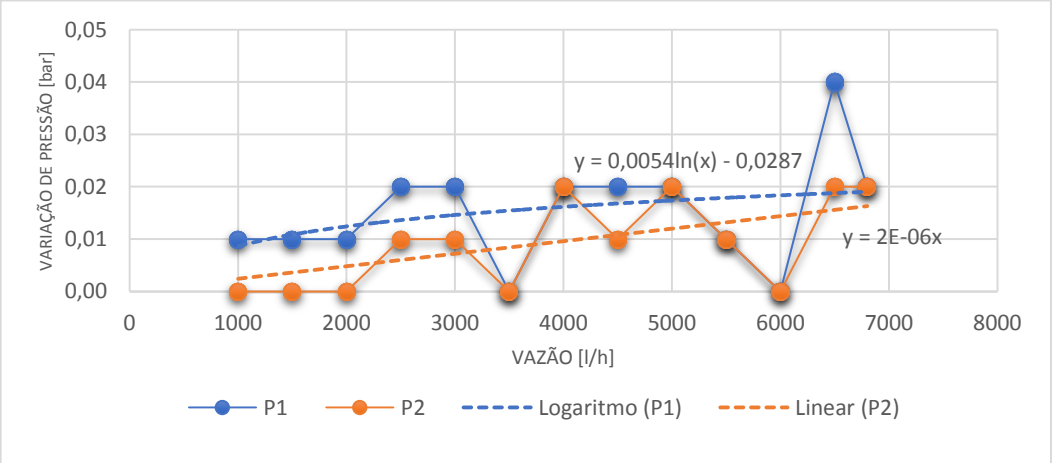
4. Considerações Finais

Os gráficos apresentados a seguir, representam a relação vazão X variação de perda de pressão As conclusões obtidas levaram em consideração a linha de tendência apresentadas.

Analisando as linhas de tendência dos circuitos pode-se observar que em diâmetros maiores (32 e 60 mm) os vazamentos que acontecem antes do ponto de análise (vazamento em P1 com leitura da pressão em P2) provocam uma menor variação de pressão do que os vazamentos que acontecem depois do ponto de análise (vazamento em P2 com leitura de pressão em P1).

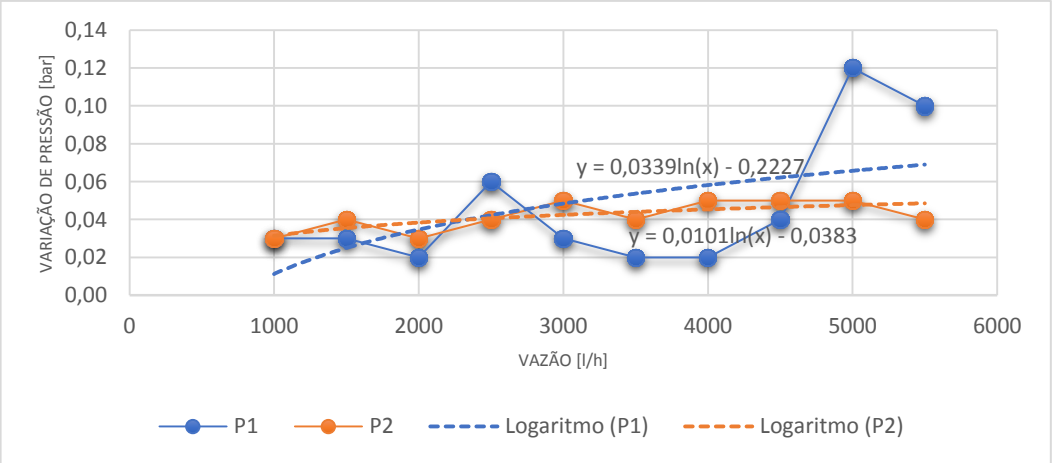
O contrário acontece para os tubos de diâmetros menores (20 e 25 mm), os vazamentos que acontecem antes do ponto de análise (vazamento em P1 com leitura de pressão em P2), provocam uma maior perda de pressão e quando acontecem depois do ponto de análise (vazamento em P2 com leitura de pressão em P1) provocam uma menor perda de pressão.

Gráfico 1: Análise da Variação de Pressão – Circuito 2 Tubulação 60 mm



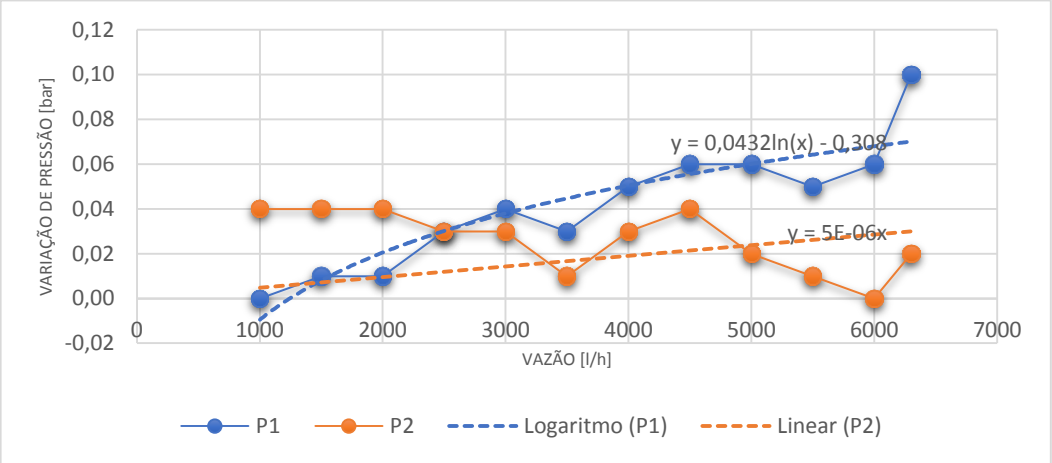
Fonte: Autor

Gráfico 2: Análise da Variação de Pressão – Circuito 3 Tubulação 60 mm



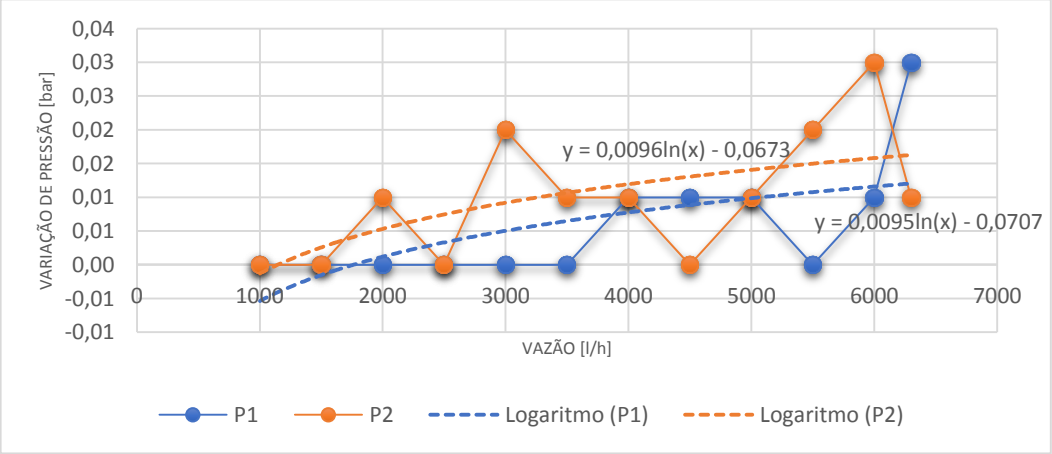
Fonte: Autor

Gráfico 3: Análise da Variação de Pressão – Circuito 4 Tubulação 32 mm



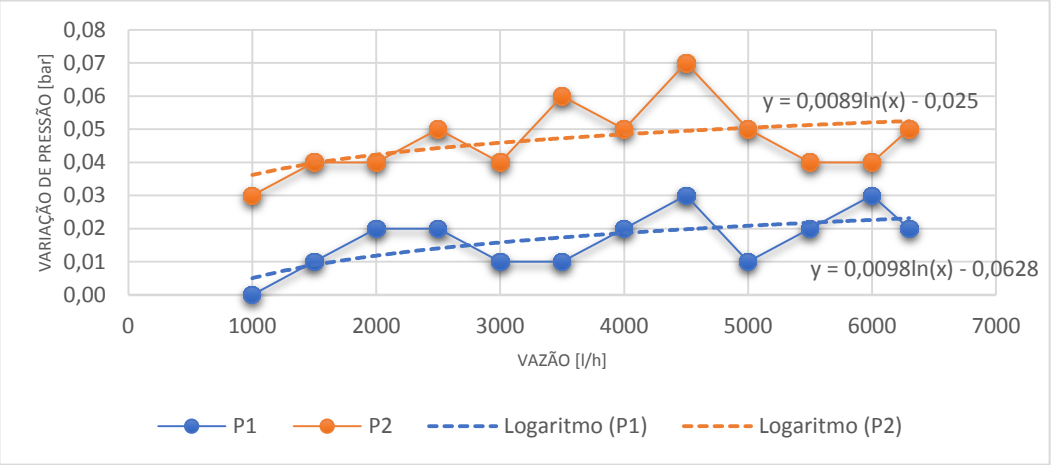
Fonte: Autor

Gráfico 4: Análise da Variação de Pressão – Circuito 4 Tubulação 25 mm



Fonte: Autor

Gráfico 5: Análise da Variação de Pressão – Circuito 4 Tubulação 20 mm



Fonte: Autor

A pesquisa apresentou algumas limitações técnicas no que tange ao diâmetro da abertura do furo e medição da pressão. Os furos que provocaram o vazamento foram constantes (4,2 mm) sendo necessário aberturas com diâmetros maiores para compreender como a pressão se comporta à medida que o vazamento aumenta. Além disso, não existiu nenhuma abertura entre dois pontos de análise, apenas a medição antes ou depois de um furo, e não uma análise envolvendo esses dois fatores concomitantemente.

Em relação a medição da pressão recomenda-se uma análise envolvendo 4 ou mais pontos de leitura para se verificar como ela se comporta ao longo de toda linha de energia. Para futuras pesquisas, recomenda-se também analisar a variação de pressão para furos com diâmetros maiores e tubos com diâmetros maiores, além de mais pontos para verificação da pressão.

Podemos concluir por fim, que as variações na perda pressão para os vazamentos existem e são visíveis para furos com aberturas pequenas (4,2 mm) e que essa variação se comporta de maneira diferente quando o vazamento acontece antes ou depois de acordo com o diâmetro do tubo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Diego de Lima. **Análise das perdas físicas de água em um sistema de abastecimento de água: estudo de caso no município de Araruna – PB**. 2016. 43f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2016.

AZEVEDO, Fabiano Medeiros de. **Proposta de algoritmo para detecção de vazamentos em oleodutos utilizando analise frequencial de sinais de pressão.** 2009.113f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009

BASTOS, Mariana Machado. et all. **Estudo de caso: estudo de redução de perdas no sistema de distribuição de água do município de Pederneiras/ SP através de ferramentas de modelagem.** - XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. Poços de Caldas, 2015.

BUIATTI, C. M. (1995). **Monitoramento de tubulações por técnicas computacionais online.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP.

GOLDBERG, D. E. (1979). **Transient leak detection for liquid pipelines**. Pipeline & Gás Journal, páginas 65-67.

MARENGO, Jose Antônio; ALVES, Lincoln M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015.

MEDINA, Maria Mercedes Gamboa. **Detecção de vazamentos em redes sob pressão baseada na análise dos sinais de vazão e pressão com um sistema de reconhecimento de padrões.** 2013.131f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

NAVES, G. J. (1991). **Técnicas de computação em tempo real em controle e supervisão de tubulações**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

SANDBERG, C., HOLMES, J., MCCOY, K., e KOPPITSCH, H. (1989). **The application of a continuous leak detection system to pipelines and associated equipament.** IEEE Transactions on Industry Applications, 25(5):906-909.

SILVA, R. A. (1996). **Supervisão de tubulações por computador "on-line".** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

SOUZA, Arlan Lucas de. **Detecção de vazamentos em tubulações através da análise espectral de transientes de pressão.** 2002.138f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ANÁLISE DOS FATORES INFLUENTES NA MITIGAÇÃO DO ÍNDICE DE ROUBO E FURTO: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE LORENA/SP

Kelslene Carvalho Correa, Prof. Me. Antônio Lopes Nogueira da Silva

Resumo: o aumento crescente dos índices de furto e roubo a transeuntes no município de Lorena vem sendo uma situação adversa complicada de lidar pelo governo e pela sociedade, constituindo de um grave problema social e econômico, sendo necessária novas formas de intervenção. A presente pesquisa propõe uma hierarquização das variáveis que contribuem para a mitigação desses índices, por meio da ordenação das mesmas sob a perspectivas das pessoas que moram ou transitam pela cidade de Lorena, e do agrupamento em fatores subjacentes comuns. Para tanto, procedeu-se o levantamento e análise da literatura para identificação das variáveis e, então, a aplicação de um questionário para a coleta de dados referentes ao grau de importância de cada variável.

Palavras-Chave: Segurança pública; Métodos de hierarquização; Criminalidade; Violência urbana.

1. Introdução

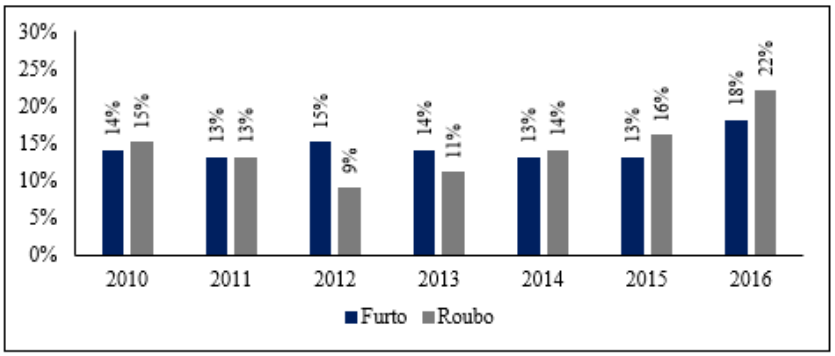
A descentralização econômica do país fez surgir novos polos de crescimento no interior dos estados, o que refletiu na distribuição geográfica de violência no país. Analisar os índices de criminalidade considerando as regiões no interior dos estados pode auxiliar na compreensão do fenômeno da violência de acordo com as suas localidades e realidades específicas, permitindo identificar grupos e regiões de risco e, assim, ter uma base para possíveis formas de intervenção (SOUZA e NASCIMENTO, 2012).

2. Contextualização

Na cidade de Lorena, roubo e furto a transeuntes têm sido uma situação adversa complicada de lidar pelo governo e pela sociedade. Na Figura 1 tem-se os dados relativos aos índices anuais de furto e roubo no município de Lorena no período de 2010 a 2016, de acordo com a Secretária de Segurança Pública de São Paulo. É perceptível o crescimento deste índice nos

últimos três anos. Nos dados seguintes não foram considerados roubo a veículo, a banco, de carga e furto de veículo.

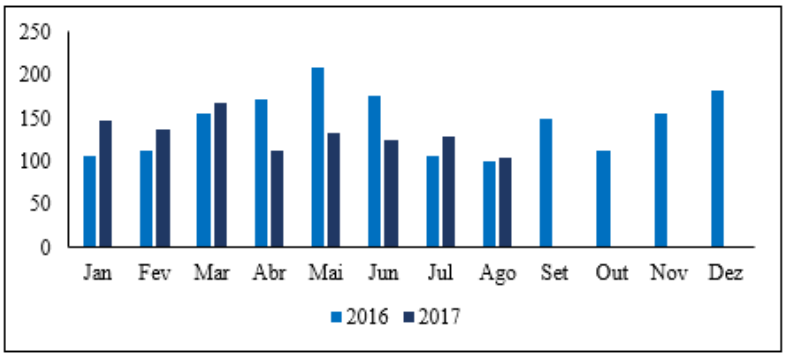
Figura 1 - Vítimas de furto e roubo do município de Lorena, comparativo anual do período de 2010 a 2016



Fonte: Resolução SSP - 160/01, Secretária de Segurança Pública

Analisando o comparativo mensal, por meio da Figura 2, nos anos de 2016 e 2017, percebe-se uma elevação das vítimas de roubo e furto no período letivo, caracterizando o perfil da cidade de Lorena que possui alta movimentação de estudantes devido às instituições de ensino superior presentes no município.

Figura 2 - Vítimas de furto e roubo do município de Lorena no ano de 2016 e no primeiro semestre de 2017, comparativo mensal.



Fonte: Departamento de Polícia Civil, Polícia Militar e Superintendência da Policia Técnico-Científica.

3. Revisão sistemática da literatura

O impacto que o roubo e o furto podem causar a sociedade é difundido e o preço para tal é enorme, incluindo a vitimização e possíveis lesões que afetam o emocional e o psicológico das vítimas e de suas famílias, causando na sociedade a perda de produtividade em função de medo gerado e o descrédito do policiamento e do sistema criminal (Mailley *et al*. 2008).

Roubo e furto possui como diferença o fato de que, "além de subtrair para si ou para outrem coisa alheia móvel", no roubo, o infrator utiliza de grave ameaça, impossibilitando a vítima a resistir contra o crime enquanto que no furto isto não se faz necessário (PROVENZA *et al.*, 2015).

3.1. Fatores Influentes no índice de furto e roubo

Segundo Cohen (1979), a motivação do agente se relaciona com o custo/benefício, isto é, a crença de que compensa cometer o ato. A teoria da oportunidade social, junto às situações cotidianas empíricas, ressalta o período noturno como a faixa de tempo em que as pessoas se tornam alvos mais fáceis, coincidindo com os horários de chegada e saída de casa, trabalho e escola. Segundo Farias (2010), alguns procedimentos ou atitudes podem orientar as pessoas a se sentirem mais seguras ao seguirem ou ao se atentarem aos seguintes atos: ao planejar caminhar procurar conhecer o local em questão, principalmente no que diz respeito a ocorrência de crimes, tipos de roupas e adornos a serem utilizados; caminhar por áreas iluminadas e com movimentação de pessoas e prestar atenção ao o que está acontecendo ao redor, não ficar distraído ou falando ao celular.

3.2. Análise fatorial

Segundo Curry (1994), a análise fatorial é uma técnica multivariada que examina a correlação entre variáveis, criando um ou mais fatores que representam a condensação das variáveis originais em uma ou mais colunas de um banco de dados. Para se poder aplicar o modelo de análise fatorial, deve haver correlação entre as variáveis. Se essas correlações forem pequenas,

é pouco provável que estas variáveis partilhem fatores comuns. Assim, um valor de correlação pode ser considerado aceitável se estiver acima de 0,30.

3.3. Análise de conglomerados

Segundo Metz (2006), a aplicação de tal técnica resulta em um dendrograma, em que se percebe a formação de grupos entre as variáveis em função da distância de separação entre elas. Espera-se que bons *clusters* sejam agrupados de modo que suas variáveis apresentem alta similaridade. Uma maneira de verificar esse agrupamento é analisar a altura dos arcos que agrupam os *clusters*, pois quanto menor a altura, mais compactos/agrupados serão os *clusters*.

3.4. Postos de importância

Propõe-se o método proposto por Faria Neto e Faria (2015) para ordenar, por importância, as variáveis obtidas, permitindo uma avaliação absoluta de sua importância, dando um caráter quantitativo à análise. Este método se utiliza da instrumentação das técnicas clássicas de agrupamento, procurando associar as variáveis a postos de importância por meio do cálculo das distâncias euclidianas.

4. Materiais e Métodos

A pesquisa começa com levantamento de informações referente às palavras-chave por meio de canais de pesquisa, particularmente: *Scholar Google* e *SciELO*. Após consolidada a parte referencial, as variáveis serão identificadas por meio da literatura, e então, será aplicado um questionário qualitativo/quantitativo para obter o grau de relevância de cada variável. O questionário será disponibilizado para o público alvo em questão: moradores e transeuntes da cidade de Lorena.

5. Resultados

Os fatores que serão estudados e utilizados para a hierarquização estão apresentados abaixo, no Quadro 1

Quadro 1 – Variáveis que influenciam nos índices de furto e roubo da cidade de Lorena.

Variáveis		**Descrição**
V1	Iluminação Pública	Serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual.
V2	Locais/ambientes afastados	Lugares cuja movimentação de pessoas é escassa, independente do horário ou ocasião.
V3	Localização do ponto de onibus	Local em que um ônibus/autocarro de transporte público estaciona por determinado momento para que os passageiros embarquem e desembarquem.
V4	Objetos de valor expostos	São objetos que possuem valor sentimental e/ou monetario para a pessoa que os possuem.
V5	Repetição do trajeto	São caminhos utilizados para chegar a um local específico, caracterizado pela sua utilização de forma rotineira.
V6	Distração	Falta de concentração dos sentidos no que se passa à volta; desatenção.
V7	Movimentação de pessoas	Fluxo de pessoas em determinados lugares, dependendo do horário e da ocasião.
V8	Policiamento	Ato ou efeito de policiar, de fazer patrulhamento policial; guarda, vigilância.

Fonte: da própria autora.

5.1. Questionário

O questionário foi disponibilizado para que as pessoas que frequentam ou residem em Lorena o responderem de forma eletrônica, por meio do *Google Forms*. As questões foram elaboradas de forma a captar o máximo de informação relacionada aos atos de furto/roubo. Sendo que, 21% dos respondentes frequentam Lorena pois moram nela, 74% para estudo, 4% todas as alternativas anteriores. Segundo o público respondente do questionário, 14% foi vítima de

furto, 13% foi vítima de roubo e 73% não foi vítima de ambos os atos. Na Tabela 2, têm-se os resultados referentes ao horário em que o ato ocorreu, caso o indivíduo tenha sido vítima de um dos atos.

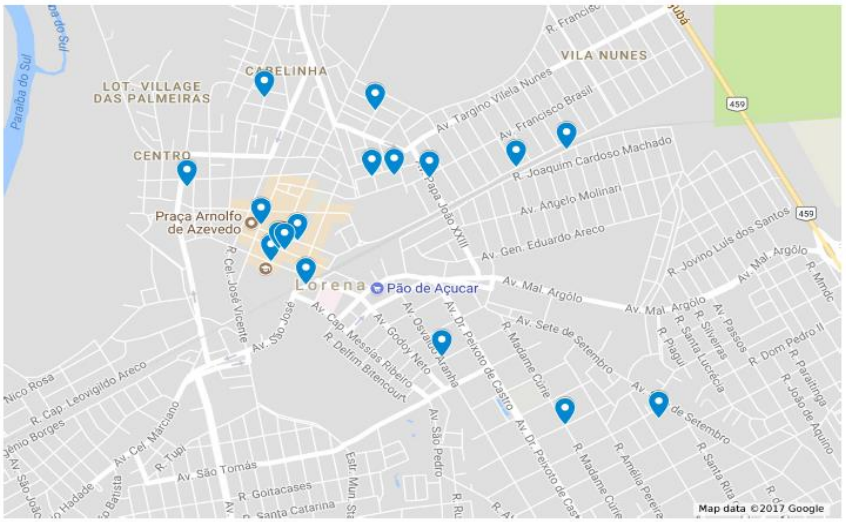
Tabela 2 – Tabela de horários em que o ato ocorreu.

Horário	**Quantidade de respostas**
De manhã (06 :00-12 :00)	1%
De tarde (12 :00-18 :00)	6%
De noite (18 :00-24 :00)	15%
De madrugada (24 :00-06 :00)	5%

Fonte: da própria autora.

As respostas relacionadas à localização e/ou ponto de referência foram mapeadas por meio da ferramenta Google Maps. É notável o acumulado de ocorrências na região central da cidade, local em que se é comum o trajeto de não só lorenenses, mas principalmente, estudantes de instituições de ensino superior, além da presença de inúmeras repúblicas, como se pode observar na Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento dos índices de ocorrências



Fonte: da própria autora

Após, fez-se a pergunta se algo havia mudado na forma como transitam pela cidade, e sintetizando as respostas, tem-se que: as vítimas passaram a evitar andar sozinho a noite, transitar por determinados caminhos e por lugares pouco iluminados, a repetir trajetos, passaram a andar com objetos de valor escondidos e prestando mais atenção aos arredores.

5.2. Tabulação dos resultados

A classificação foi feita segundo uma amostra de 94 respondentes que hierarquizou as variáveis por grau de importância.

5.3. Correlação das variáveis

A matriz de correlação entre as variáveis apresenta um número significativo de valores em módulo superiores a 0,30, sendo possível aplicar técnicas fatoriais para sintetizar as variáveis em fatores comuns. A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação entre as oito variáveis feita por meio do software Minitab 18.

Tabela 2 -Matriz de correlações de variáveis.

	V1	**V2**	**V3**	**V4**	**V5**	**V6**	**V7**	**V8**
V1	1,000							
V2	0,355	1,000						
V3	0,037	0,089	1,000					
V4	-0,162	0,062	-0,140	1,000				
V5	-0,421	-0,267	0,026	-0,136	1,000			
V6	-0,357	-0,398	-0,341	0,218	0,117	1,000		
V7	-0,512	-0,505	-0,236	-0,221	0,238	0,225	1,000	
V8	-0,127	-0,226	-0,282	-0,245	-0,290	-0,227	0,029	1,000

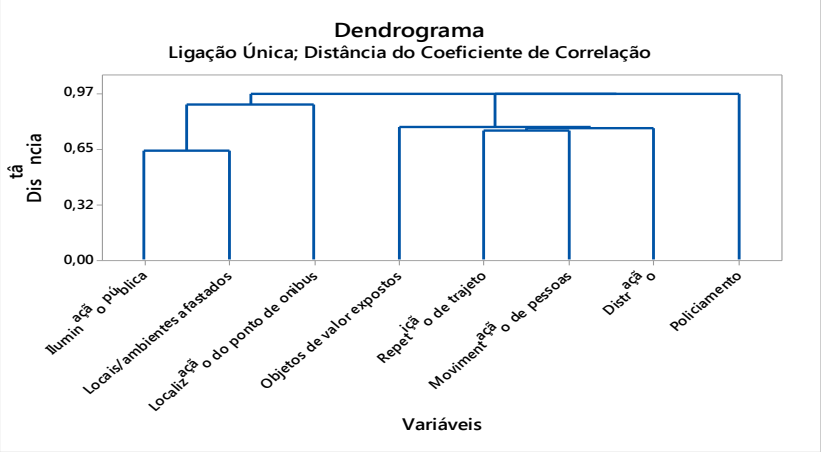
Fonte: da própria autora.

Ao observar a Tabela 2, percebe-se que a variável Iluminação Pública (V1) possui correlação com as variáveis Locais/Ambientes Afastados (V2), Repetição de Trajeto (V5), Distração (V6) e Movimentação de Pessoas (V7). Assim como, a variável Locais/Ambientes Afastados (V2) possui correlação com as variáveis Distração (V6) e Movimentação de Pessoas (V7). E a variável Localização do Ponto de Ônibus está correlacionada com a variável Distração.

5.4. Agrupamento de variáveis

Os dados oriundos da pesquisa foram analisados e agrupados por meio do programa Minitab 18, resultando no dendrograma ilustrado pela Figura 3.

Figura 3 – Dendrograma



Fonte: da própria autora

Ao observar o dendrograma, percebe-se a formação de dois fatores, sendo um deles o fator na qual a vítima consegue evitar, contudo não pode interferir, sendo o caso do agrupamento das variáveis Iluminação Pública, Locais/Ambientes Afastados e Localização do Ponto de Ônibus. O segundo fator considera as variáveis em que as vítimas conseguem evitar e interferir, sendo o agrupamento das variáveis Objetos de Valor Expostos, Repetição de Trajeto e Distração, com a provável exceção de Movimentação de Pessoas.

5.5. Postos de importância

As variáveis foram ordenadas segundo a importância a ela atribuídas pelos respondentes de acordo com o método proposto por Faria Neto e Faria (2015), apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Postos de importância

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
P1	37,430	39,038	39,205	37,630	43,555	42,532	46,325	37,815
P2	30,741	31,337	31,129	29,428	35,000	34,366	38,053	32,125
P3	26,019	25,060	24,269	22,450	27,221	27,221	30,627	28,671
P4	24,434	21,494	19,925	18,166	21,095	22,113	24,819	28,284
P5	26,552	22,000	19,824	18,547	18,358	20,616	21,954	31,081
P6	31,639	26,344	24,021	23,367	20,421	23,431	23,152	36,332
P7	38,536	33,045	30,806	30,594	26,173	29,343	27,893	43,151
P8	46,444	40,963	38,846	38,910	33,779	36,892	34,756	50,912

Fonte: da própria autora.

6. Considerações finais

Após analisados os agrupamentos, pode-se verificar a subdivisão das variáveis de acordo com os aspectos em que a vítima se encontra e a forma com a qual se pode interferir. Por conseguinte, pode-se sintetizar as variáveis em dois fatores, sendo o primeiro referente às variáveis que se pode evitar, contudo, não se consegue interferir de forma direta, o outro fator diz respeito às variáveis em que a vítimas conseguem evitar e interferir.

Pertencentes ao primeiro fator tem-se as variáveis: Iluminação Pública, Locais/Ambientes Afastados e Localização do Ponto de Ônibus. Ou seja, são variáveis que, apesar das vítimas não conseguirem agir sobre elas, pois dependem de terceiros para a sua manutenção ou localização, pode-se evitar. O segundo fator possui como variáveis: Objetos de Valor Expostos, Repetição de Trajeto e Distração, constituindo-se de variáveis que estão relacionadas diretamente com a postura ou forma de agir da vítima, podendo, então, haver

interferência. Tais fatores podem ser analisados nos agrupamentos oriundos do dendrograma, Figura 2, na qual se pode perceber que a variável Policiamento está ligada a todas as demais variáveis.

Por fim, o atual projeto promove o incentivo a segurança pública, uma vez que as variáveis agrupadas em fatores críticos e ordenadas por grau de importância resultará na contribuição para o conhecimento das causas dos índices de furto e roubo, podendo gerar ações preventivas que poderão ser aplicadas de uma forma mais precisa e efetiva, tanto pela sociedade quanto pelo poder público.

REFERÊNCIAS

COHEN, L. e FELSON, M. **Social change and crime rate trends: a routine activity approach**. American Sociological Review, University of Illinois, v.44, p.588-608, August 1979.

CURRY, D.J. **The new marketing research systems: how to use strategic database information for better marketing decisions**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1994.

FARIA NETO, A.; FARIA. G. **Proposta de um método para ordenação de variáveis quanto à sua importância.** Revista Ciências Exatas, v. 21, n. 1, 2015.

MAILLEY, J. G. R. WHITEHEAD, S. e FARREL, G. **Phone theft**. Security Journal, 21(3), p. 212–227, 2008.

METZ, J. **Interpretação de clusters gerados por algoritmos de clustering hierárquico**. Serviço de pós-graduação do ICM-USP. 2006.

PROVENZA, M. M. et al. **Análise estatística e previsão de séries temporais de roubos e furtos e transeuntes no município do Rio de Janeiro de 2009 a 2013.** Cadernos do IME – Série Estatística. v. 39, p. 17 – 34, 2015.

Resolução SSP nº 160/2001.

SOUZA, V. S L. e NASCIMENTO, C. F. L. **Geoprocessamento aplicado a taxas de homicídios: o caso do Vale do Paraíba.** Revista Biociências, Taubaté, v. 18, n.spe, p. 18 - 26, 2012.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA NO CONTROLE DE MATERIAIS DESTINADOS A PROJETOS DE ENGENHARIA

Jean Cesar de Faria Silva

1. Introdução

A logística é uma área operacional diversa e dinâmica que deve ser flexível e capaz de mudar de acordo com o ambiente onde está inserida. Sua função é gerenciar e distribuir materiais, seja para atendimento das necessidades do fabricante ou do cliente final (RUCHTON *et al.*, 2017). Buscar uma logística superior não é uma tarefa fácil. Para que isso seja possível, um cuidadoso planejamento apoiado por treinamentos de funcionários, dedicação operacional e comprometimento com a melhoria contínua se fazem necessários (BOWERSOX *et al.*, 2014).

Dentre os programas usados pelas empresas na busca pela melhoria está o *Lean* Seis Sigma (LSS), que é resultante da fusão de dois programas de melhoria, o *Lean Manufacturing* (LM) e o Seis Sigma (SS). Nele as poderosas ferramentas que ajudam a eliminar desperdícios, organizar e simplificar processos de trabalho do LM são unidas as ferramentas estatísticas e a abordagem de resolução de problemas DMAIC do SS. Seu foco é a melhoria da qualidade, a redução da variabilidade e a eliminação de desperdícios de uma organização (FURTERER, 2009).

O presente trabalho foi realizado no setor de logística de uma empresa química de grande porte do Vale do Paraíba e tem como objetivo melhorar o controle sobre os materiais destinados a projetos de engenharia dessa organização por meio da aplicação do LSS. Para se alcançar o objetivo geral, foram identificadas e aplicadas ferramentas ligadas ao LSS, as quais permitiram a obtenção de um resultado final, que então foi analisado.

O principal problema enfrentado pela Logística tem sido o de aumentar a qualidade para os seus clientes e ao mesmo tempo reduzir os custos de seus processos. Neste sentido, todos os recursos disponíveis devem ser empregados na busca pela excelência operacional do setor e

pelo sucesso da organização como um todo (JUNIOR, 2011). De acordo com Werkema (2012), a estrutura do LSS dele o programa adequado para a solução de todos os tipos de problemas relacionados à melhoria de processos e produtos de uma organização.

2. Referencial teórico

A logística é uma das áreas operacionais mais desafiadoras e estimulantes da gestão da cadeia de suprimentos (*supply chain*) (BOWERSOX *et al.*, 2014). Uma definição moderna e adequada que pode ser aplicada para a maioria das indústrias diz que a logística é o processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos para o eficiente e efetivo transporte e armazenamento de bens, incluindo serviços, do ponto de origem ao ponto de consumo visando atender aos requisitos do cliente (MANGAN; LALWANI, 2016).

Segundo Ruchton *et al.* (2017), as principais subáreas da logística para a maioria das organizações são: Estoques; Embalagem e Unitização; Inventário; Transporte e Informação/Controle.

2.1. *Lean manufacturing* (LM)

As origens do pensamento enxuto, também conhecido como *lean*, estão ligadas ao Sistema Toyota de Produção (STP). O produtor *lean* é focado na perfeição: busca sempre diminuir custos e alcançar zero defeitos e zero inventário em seu sistema de produção (WOMACK *et al.*, 1990).

O conceito inicial do *lean* foi mais amplamente definido e descrito por Womack e Jones (1996) em cinco princípios-chave: **Valor:** Defina valor da perspectiva do cliente; **Fluxo de Valor:** Identifique o fluxo de valor para cada produto/família de produto e elimine desperdícios; **Fluxo contínuo:** Crie um fluxo sem interrupções; **Produção Puxada:** Forneça o que o cliente deseja somente quando ele solicitar; **Perfeição:** Remova continuamente os desperdícios a medida em que eles são descobertos.

O aspecto fundamental do pensamento enxuto é a identificação e eliminação de desperdícios. De acordo com Hicks (2007), no contexto dos sistemas de manufatura existem oito tipos de desperdício, que são: **Excesso de Produção**; **Espera**; **Transporte**; **Excesso de Processamento**; **Inventário**; **Movimentação**; **Defeitos** e **Inutilização da criatividade das pessoas**.

A completa eliminação desses desperdícios pode melhorar significativamente a eficiência das operações (OHNO, 1988). Para auxiliar no processo de transformação *lean*, algumas técnicas e ferramentas podem ser aplicadas, como por exemplo o 5S, PDCA, *Poka-Yoke*, etc.

2.2. Seis sigma (SS)

O SS, nascido em 1987 na Motorola e amplamente utilizado após a divulgação dos resultados de sua aplicação na General Electric (GE), é uma estratégia gerencial e altamente quantitativa, cujo principal objetivo é aumentar a lucratividade das empresas e a satisfação de clientes e consumidores (WERKEMA, 2012).

A implementação de projetos SS deve ser realizada por especialistas devidamente treinados, os quais assumem os vários papéis ligados a esta metodologia, como os de *Champions, Master Black Belts, Black Belts* e *Green Belts* (KALRA; KOPARGAONKAR, 2016)

Um projeto SS deve ser conduzido de forma estruturada, seguindo uma sequência dividida em cinco fases. Quando o objetivo de um projeto é o de melhorar um produto, processo ou serviço já existente, o modelo a ser seguido é o DMAIC, acrônimo em inglês de *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control* (PYZDEK, 2003).

Em cada etapa dessa metodologia, o uso de determinadas ferramentas é recomendado, de modo a reduzir a complexidade da tarefa, orientar a busca de soluções para os problemas e facilitar o alcance das metas estabelecidas (LINDERMAN et al., 2006). Dentre as ferramentas utilizadas no SS estão a Carta de Controle, o *FMEA*, o *DOE* e o *Brainstorming*.

2.3. Lean seis sigma

O LSS, como o próprio nome sugere, é o programa resultante da integração entre o SS e o LM (WERKEMA, 2012). Trata-se de uma estratégia que permite aumentar a performance dos processos, a satisfação dos clientes e os lucros de uma organização (SNEE, 2010).

Segundo Snee (2010), o LSS funciona por causa de 8 características chave, que são: Melhoria dos Lucros; Liderança ativa da alta administração; Uso de uma abordagem disciplinada (DMAIC); Rápida conclusão do projeto (de 3 a 6 meses); Definição clara de sucesso; Infraestrutura (MBB, BB, GB); Foco nos clientes e nos processos e abordagem estatística.

De acordo com Bakar (2015) os 5 fatores críticos para o sucesso do programa são: Gerenciamento de Projetos e Infraestrutura Organizacional; Comprometimento e Liderança dos Gestores; Conhecimento sobre o LSS; Treinamento e Educação e Conexão do programa LSS com a estratégia da organização.

3. Materiais e métodos

Baseado em Miguel (2012), esta pesquisa foi classificada como aplicada, de abordagem combinada, com objetivo exploratório e com procedimento estudo de caso. O método da pesquisa foi dividido em uma parte teórica e outra prática, por meio das quais as seguintes atividades foram executadas: Pesquisa Bibliográfica; Definição do Caso; Execução do Projeto de Melhoria; Análise dos Resultados e Geração do Relatório de Pesquisa.

Na pesquisa bibliográfica realizada, buscou-se na literatura nos meios de pesquisa Scielo e Google Acadêmico por artigos acadêmicos e livros relacionado ao LSS. As palavras-chave utilizadas foram: *lean, seis* sigma, *lean* seis sigma e logística.

Em seguida, partiu-se para a busca de um caso dentro de um contexto real contemporâneo. Foi definido que o caso a ser estudado seria a melhoria do processo de gerenciamento de materiais destinados a projetos de uma indústria química de grande porte situada no Vale do Paraíba, a qual não será aqui identificada. A empresa armazenava materiais de projetos em andamento e materiais remanescentes de projetos já finalizados (sobras) em uma estrutura provisória, a

qual apresentava vários problemas relacionados ao armazenamento e controle dos materiais, tais como: estrutura e segurança inadequados; falta de um sistema de gerenciamento de materiais e falta de visibilidade do saldo de materiais disponível no estoque. O principal problema causado por essa condição era a compra de materiais já disponíveis dentro da empresa, os quais não eram considerados em novos projetos pela engenharia devido à falta de visibilidade.

Diante desse cenário, ficou definido que esse processo de controle dos materiais seria melhorado por meio de um projeto LSS. Por esse motivo, as gerências das áreas envolvidas (*Sponsors*) definiram os responsáveis pelos papéis de *Master Black Belt* (MBB), *Black Belt* (BB) e *Green Belt* (GB) do projeto e coube ao GB definir os membros de sua equipe e as ferramentas a serem aplicadas durante a execução do projeto.

Com o caso e equipe já definidos, partiu-se para o desenvolvimento do projeto. Seguindo o solicitado pela metodologia, o mesmo foi dividido nas 5 etapas mostradas na Figura 1.

Figura 1 - Método DMAIC e as ferramentas aplicadas em cada uma das etapas



Fonte: Próprio Autor (2017)

3.1. Etapa definir

Etapa onde o problema começou a ser entendido pelo GB e pelos membros da equipe. Foram estabelecidos as periodicidades de reuniões e o fluxo de comunicação que seria utilizado. Foi elaborado um *Project Charter* para nortear o projeto e formalizar a sua abertura perante a

gerência. Na sequência foi elaborado o SIPOC, com o intuito de obter uma visão macro sobre o processo anterior a melhoria, o qual também foi desenhado no formado de um *Swmlane Diagram*. A opinião do cliente (engenharia) foi levantada por meio de um *Brainstorming*, permitindo conhecer os requisitos críticos para o cliente (*CCR*). Dentre os requisitos encontrados, podem ser destacados as necessidades de local, sistema e procedimento para o correto armazenamento, gestão e manuseio dos materiais. Por fim, foram conhecidas as variáveis de saída chave do processo (*KPOV)*, dentre as quais se destacam: volume de materiais disponível em estoque de sobras e projetos em andamento; volume de não conformidades para itens novos recebidos e volume de entradas e saídas de materiais para projeto.

3.2. Etapa medir

Etapa guiada por um plano de coleta de dados, o qual foi elaborado por meio de um *Brainstorming* feito pela equipe do projeto. Nele ficaram determinados os papéis e responsabilidades dos integrantes do projeto sobre as ações necessárias. Dentre os dados levantados, destacam-se o volume de sobras disponíveis, o volume de não conformidades dos 12 meses anteriores ao projeto, a quantidade e valores dos materiais de sobra utilizados em outros projetos e a quantidade de projetos em andamento. Para realizar o levantamento foram realizados inventários nos depósitos, o sistema ERP da empresa e algumas planilhas de controle dos setores envolvidos.

3.3. Etapa analisar

Nesta etapa buscou-se analisar todas as variáveis “X” que impactavam nas variáveis “Y”, as quais já haviam sido identificadas no *KPOV*. Para isso foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Brainstorming*, Matriz de Causa e Efeito e Diagrama de Pareto. Ao final desta etapa, as ações necessárias para o estabelecimento de um novo fluxo de controle de materiais de projeto foram levantadas, tais como: necessidade de criação de estrutura adequada para o armazenamento dos materiais; disponibilização de um almoxarife e acesso ao programa ERP

para controle do estoque. Nesta etapa, o novo processo foi desenhado em formato de fluxograma.

3.4. Etapa melhorar

A etapa de melhoria foi guiada por um plano de implementação. Por meio dele foi possível determinar o que deveria ser executado, quem seria o responsável, qual o prazo para cumprimento da atividade, como realizar a atividade e por que a atividade deveria ser realizada. Ele também foi uma importante ferramenta para o monitoramento das ações executadas pelos integrantes da equipe do projeto, permitindo que a etapa fosse finalizada dentro do prazo acordado. Ao final desta etapa, todas as ações necessárias foram cumpridas, permitindo o estabelecimento do novo fluxo de gerenciamento de materiais de projeto.

3.5. Etapa controlar

Nesta etapa foram elaborados os indicadores (*KPIs*) do novo processo, os quais serão usados para controlar o processo, ou seja, garantir a manutenção dos ganhos obtidos pelo projeto após a sua conclusão. Os indicadores estabelecidos são: valor em estoque, quantidade de itens estocados, giro do estoque, acuracidade do estoque e índice de disponibilidade física do estoque.

4. Resultados e comentários

Os resultados podem ser segmentados em 4 principais fatores: **Infraestrutura:** Disponibilizado área adequada de 500m² para o armazenamento de materiais de projeto onde foram instaladas estruturas porta palete, prateleiras e um sistema de segurança patrimonial para diminuir o risco de furtos e extravios dos materiais; **Sistema:** O sistema ERP da empresa foi adaptado, permitindo o gerenciamento e visualização de materiais de projetos em andamento e sobras na mesma base dos materiais do estoque valorado da empresa; **Materiais:** Foi realizado um trabalho de venda de material como sucata. As vendas totalizaram

R$70.000,00. No novo galpão, foram armazenados mais de 3000 itens com valor superior a R$4.000.000; **Processo:** O novo processo garante o correto recebimento, inspeção, armazenamento e entrega dos materiais para atendimento das demandas de projetos, garantindo maior controle, rastreabilidade, segurança e visibilidade aos materiais.

Com a adoção do novo processo, a logística garante que os 8 certos citados por Mangan e Lalwani (2016) intrínsecos ao seu escopo sejam alcançados no fluxo de materiais de projetos: os materiais certos, na quantidade certa, chegam ao lugar e na hora certos, com o preço certo e para o cliente certo.

5. Conclusões

Por meio da aplicação do LSS o processo de controle de materiais de projeto foi reestruturado. Com o término do projeto, os objetivos propostos foram alcançados: as ferramentas ligadas ao LSS foram estudas, aplicadas e o resultado do processo de aplicação foi analisado.

Os principais problemas enfrentados durante o projeto foram a aceitação do novo processo pelos funcionários e a cobrança da gerência por resultados de maneira antecipada. Os problemas foram tratados e devidamente solucionados.

Acredita-se que a descrição detalhada das etapas deste projeto venha a contribuir com a compreensão da aplicação do LSS, principalmente quando relacionada a melhoria de processos logísticos de uma organização. Deixa-se como sugestão de trabalho futuro o estudo da reestruturação de um programa ERP para controle de materiais de projeto. A sugestão visa diminuir os desperdícios intrínsecos ao processo de controle de materiais das organizações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKAR, F. A. *Critical success factors of Lean Six Sigma deployment: a current review.* ***International Journal of Lean Six Sigma***, v. 6, n. 4, p. 339 - 348

BOWERSOX, D. J. *et al*. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2014.

FURTERER, S. L. ***Lean Six Sigma in Service: Applications and Case Studies***. Flórida, EUA: CRC Press, 2009.

HICKS, B. J. *Lean information management: Understanding and eliminating waste.* ***International journal of information management***, v. 27, n. 4, p. 233-249, 2007.

JUNIOR, G. S. **Lean Seis Sigma na Logística – Uma aplicação na gestão de estoque de uma empresa de autopeças.** 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2011.

KALRA, J.; KOPARGAONKAR, A. *Quality improvement in clinical laboratories: a six sigma concept.* ***Pathol Lab Med Open J***, v. 1, n. 1, p. 11-20, 2016.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R.; CHOO, A. *Six Sigma: The role of goals in improvement teams.* ***Journal of Operations Management***, v. 24, n. 6, p. 779-790, 2006.

MANGAN, J.; LALWANI, C. **Global logistics and supply chain management**. 3. Ed. Chichester, Inglaterra. John Wiley & Sons, 2016.

MIGUEL, P. A. C. *et al*. **Metodologia de Pesquisa Científica em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

OHNO, T. ***Toyota Production System: Beyond Large Scale Production***. Nova Iorque, EUA: Productivity Press, 1988.

PYZDEK, T. ***The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers At All Levels. Rev. and expanded ed***. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2003.

RUCHTON, A. *et al*. ***The handbook of logistics and distribution management: Understanding the Supply Chain.*** 6. Ed. Londres: Kogan Page Publishers, 2017.

SNEE, R. D. *Lean six sigma – getting better all the time.* ***International Journal of Lean Six Sigma***, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura *Lean* Seis Sigma.** 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. ***The Machine that Changed the World***. Nova York: Rawson Associates, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. ***Lean Thinking***. Nova York: Simon & Schuster, 1996.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AQUECEDOR SOLAR RECICLÁVEL

Italo Nogueira Morais, Lucas de Césares Oliveira Martins

1. Introdução

O Aquecedor Solar Reciclável se resume à montagem de um dispositivo capaz de, através da captação da energia solar, aquecer a água que pode ser utilizada em diversas atividades que necessitem da mesma com uma temperatura elevada. Depois de finalizado, o dispositivo pode ser instalado em residências, escolas, universidades ou qualquer outro local que necessite do tipo de serviço obtido. Assim, caso a execução do projeto seja bem realizada, torna-se possível gerar uma considerável economia, tanto na questão financeira quanto em relação à energia elétrica. Além disso, por se tratar de uma energia limpa, não há emissão de poluentes para a atmosfera.

A montagem do protótipo tem por objetivo tornar os alunos capazes de aplicar os conhecimentos teóricos na atividade prática, além de reutilizar materiais recicláveis que outrora seriam descartados (garrafas PET, caixas de leite).

O sistema de aquecimento de água apresenta vários tópicos que beneficiam tanto a comunidade quanto o meio ambiente. Por se tratar de um trabalho que envolve a reutilização de materiais de baixo custo, torna-se muito sugestivo aplicá-lo e desenvolvê-lo em locais que necessitem de uma reeducação socioambiental.

Como um projeto educacional na região, escolas de ensino fundamental e médio podem futuramente integrar crianças e jovens, estimulando-os a fazer parte da construção do dispositivo e a juntarem materiais recicláveis, com supervisão de alunos das universidades que realizaram este trabalho. Dessa forma, assim como os alunos do curso de engenharia envolvidos no projeto mesclam os conceitos teóricos com os práticos no desenvolvimento do Aquecedor Solar Reciclável, os alunos das escolas podem antecipar o aprendizado por meio do contato direto com a construção do protótipo.

2. Revisão sistemática da literatura

2.1 Calor e trabalho

A eficiência do sistema de aquecimento de água está diretamente relacionada a quantidade de energia que o sistema trocará com o meio externo. Além disso, entende-se que ela está associada às moléculas que compõem determinada substância. Essa mesma energia pode se manifestar em duas formas: trabalho e calor.

Tanto trabalho quanto calor são energia em transição, isto é, são formas de transferência de energia, os quais não pertencem ao sistema. Ambos são contabilizados apenas na sua fronteira. Portanto, é correto afirmar que trabalho e calor não são propriedades termodinâmicas, sendo vistas como manifestações de processos que podem ocorrer em sistemas. Warren, J. W., (1972), expressa em sua publicação que "trabalho e calor se referem à energia somente no processo de transferência... é incorreto falar da quantidade de calor ou da quantidade de trabalho de um corpo".

2.1.1 Trabalho

No livro Fundamentos da Termodinâmica, Wylen e Sonntag (2003) definem trabalho como sendo uma das maneiras de troca de energia entre a vizinhança e o sistema, podendo ser resultado da ação da pressão de um fluido, o qual ocasiona no movimento da fronteira, seja ela líquida ou sólida. No campo da termodinâmica, o trabalho está diretamente relacionado às propriedades, como pressão, volume e temperatura. Do ponto de vista termodinâmico, pode-se afirmar que:

$$W = \int P\, dv \tag{1}$$

Sendo o trabalho energia em transição é importante definir sinais para o mesmo para determinadas situações:

a) Quando o sistema recebe trabalho do meio externo, W > 0;

b) Quando o sistema realiza trabalho sobre a vizinhança, W < 0.

Se o sistema estiver se expandindo, o trabalho é positivo (sistema realiza trabalho). Se o sistema estiver sendo comprimido, o trabalho é negativo (sistema recebendo trabalho).

2.1.2 Calor

Assim como o trabalho, calor é a energia em transição. Ele só acontece na fronteira do sistema, logo, depende da trajetória. Devido ao fato de calor só existir na fronteira do sistema, Zemanski, M. W (1970, p. 297), afirma em seu artigo que "calor e trabalho são métodos de transferência de energia e, quando todo o fluxo termina, as palavras calor e trabalho não têm mais nenhum significado útil". Calor e trabalho que cruzam a fronteira, tanto entrando quanto saindo, provocam aumento/diminuição da energia do sistema.

No âmbito termodinâmico, calor é a energia transferida por meios não mecânicos, devido à diferença de temperaturas entre o sistema e a vizinhança. Ou seja, para que haja calor, é necessário que haja variação de temperatura (ΔT) entre o meio interno (sistema) e o externo. Porém, vale ressaltar que, o fato de existir calor envolvido não significa que haja variação de temperatura (ex: um gelo derretendo apresenta temperatura constante, porém seu estado físico é alterado).

Caso ΔT seja nula, o sistema se encontra em equilíbrio em relação à vizinhança e, portanto, não há calor.

Da mesma forma que feita para trabalho, é importante também estabelecer sinais para o calor:

a) Se o sistema recebe calor do meio externo, Q > 0;

b) Se o sistema cede calor ao meio externo, Q < 0.

O calor não é uma propriedade termodinâmica, já que depende transformação de determinado estado. Portanto, na equação 2 tem-se que:

$$\int_1^2 \delta Q = 1Q2 \tag{2}$$

3. Componentes do aquecedor e suas funções

Conforme Alano (2008), esse tipo de aquecedor utiliza-se tubos e conexões de PVC, menos eficientes que os tubos de cobre ou alumínio aplicados nos coletores convencionais, garrafas PET e embalagens Tetra Pak reutilizadas que substituem a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro usado nos convencionais. A caloria retida pelas embalagens Tetra Pak tingidas em preto fosco, é capturado no interior do PET e logo depois transferida para a água por meio dos tubos e conexões de PVC, que também são pintadas em preto.

As embalagens longa vida pós-consumo têm em sua composição, 5% de alumínio, 20% de polietileno e 75% de papel, o que dificulta sua coleta como apenas papel, exigindo equipamentos especiais na separação desses três materiais. São poucas as empresas especializadas nesse processamento, o que desestimula os catadores. A aplicação das embalagens neste projeto oferece excelentes resultados, pois a combinação dos três materiais evita que se deformem na temperatura a que serão submetidas, dentro das garrafas PET, ao contrário do papel comum. (ALANO, 2008, p.10)

Conforme estudo feito por Alano (2008), para aquecer a água do banho para uma pessoa, necessita-se de uma placa de 1m²com a quantidade dos materiais apresentados na figura abaixo. A fim de aquecer a água para mais pessoas, basta multiplicar essa quantidade pelo número de moradores da residência.

Tabela 1 – Materiais para a confecção da placa

Quantidade	Material
60 unidades	Garrafas PET transparentes de 2 litros pós consumo.
50 unidades	Embalagens Longa Vida (Tetra Pak) de 1 litro pós consumo.
11 metros	Cano de PVC de 20 mm ½”
20 unidades	Conexão T em PVC 20 mm ½”

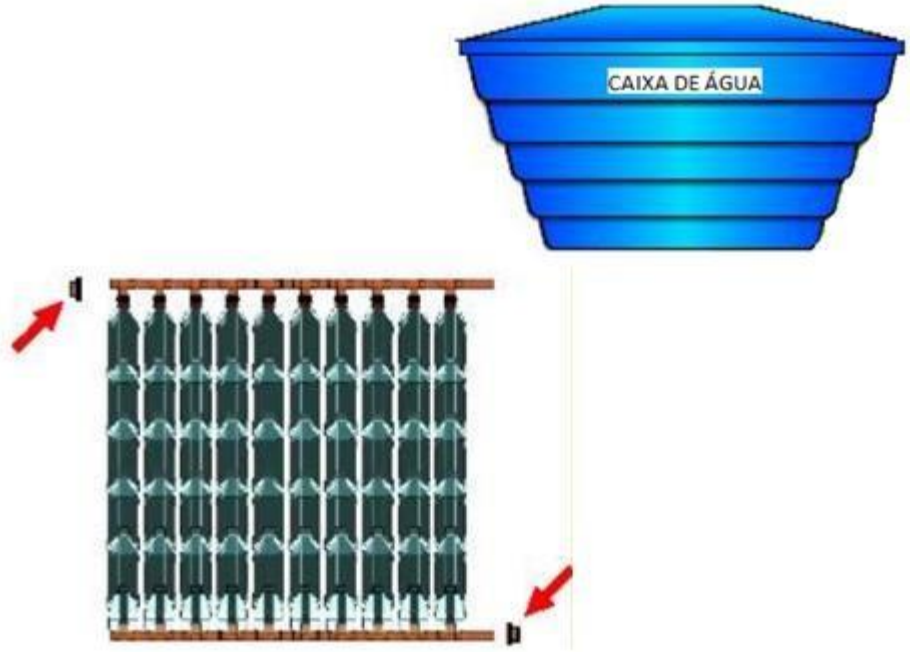
Fonte: Adaptado: Alano, 2008

4. Instalação

Segundo Alano (2008), o aquecedor deve ser instalado no telhado, ou em um lugar que receba o sol diretamente, e sem incidência de sombras. Se o aquecedor

ficar à esquerda da caixa da água, deve-se tampar o tubo inferior direito e o superior esquerdo, como mostra a figura 1. Caso seja no lado direito, basta inverter o modo de tampar. Para o posicionamento do aquecedor deve-se observar a latitude da cidade para obter a maior quantidade de radiação solar, e deve-se estar sempre voltado para o norte geográfico.

Figura 1 - Posição da placa em relação à caixa de água



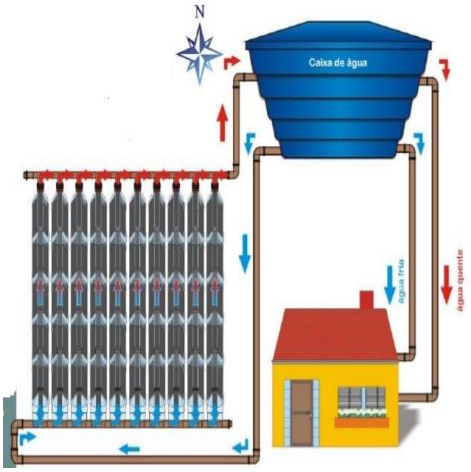
5. Princípio de funcionamento

De acordo com Alano (2008), o funcionamento do aquecedor solar é por termossifão, ou seja, é um processo que acontece a circulação natural sem a necessidade de bombas circuladoras de água, pois isso ocorre pela diferença de densidade. O coletor solar é instalado abaixo do nível inferior da caixa ou reservatório, sendo que não pode ultrapassar três metros de distância e no mínimo trinta centímetros. Esse desnível é necessário para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade de água quente e água fria. À medida que a água esquenta ela sobe pelas colunas do coletor, seguindo a tubulação e retornando a parte superior da caixa ou reservatório.

A água fria por ser mais densa flui para a parte inferior do coletor mantendo o aquecedor sempre cheio de água e fechando o ciclo de aquecimento. Esse efeito é o mesmo que acontece nos aquecedores convencionais com sistema termossifão, diferenciando apenas nos materiais aplicados na sua fabricação.

Cada vez que a água deixa o reservatório e percorre o aquecedor, ela é aquecida em média 10ºC, o que permite que em uma exposição de 6 horas a água atinja no verão temperatura de 52ºC e no inverno, 38ºC. Esse tempo de exposição começa a partir das 10:00 da manhã até as 16:00 da tarde.

Figura 2 - Sistema termossifão



Fonte: Alano, 2008

6. Conclusão

O projeto é um divisor de águas para o aprendizado dinâmico de fenômenos de transporte. Por meio dele, o conteúdo anual da disciplina pode ser associado à prática e melhor entendido pelos alunos. Sua relevância, assim como os pontos positivos, consiste em ser um método diferenciado de estimular o trabalho em equipe, elaboração de projetos e aprendizado de outros conteúdos que vão além da disciplina, como, por exemplo, aprender a se relacionar com ferramentas (softwares) de gestão de projetos.

Uma questão que pode ser otimizada é a possibilidade de utilizar outros materiais recicláveis como, por exemplo, as latas de alumínio. Dessa forma, a abrangência de materiais que podem ser utilizados no projeto será maior e diversificada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Energia Solar. Disponível em: <www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar%283%29.pdf>. Acesso em 11 de Julho de 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ. Coordenadoria de Resíduos Sólidos. Aquecedor solar produzido com materiais recicláveis: manual de orientação. 4. ed. Curitiba, PR, 2008, 22 p. Disponível em: <http://www.avozdocidadao.com.br/images/aquecedor_solar_como_fazer_parana.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2016.
WYLEN, Van; SONNTAG, Borgnakke. **Fundamentos da termodinâmica.** Ed. Blücher, p. 100, 2003.

ZEMANSKY, M. W. **The use and misuse of the word heat in physics teaching**. The Physics Teacher, v. 8, n. 6, p. 209, 1970.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DE MULTÍMETROS DE REFERÊNCIA DE 8 ½ DÍGITOS UTILIZANDO SOFTWARE LABVIEW

Bruno Felipe Americo Commodo, Cesar Augusto Botura, Henrique César Sampaio

Resumo: O Laboratório Central de Calibração da Força Aérea Brasileira, localizado no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, detém os padrões de referência metrológica dentro do Sistema de Metrologia Aeroespacial, onde a prestação dos serviços de calibração de instrumentos Elétricos/Eletrônicos garantem a confiabilidade metrológica e a segurança dos voos das aeronaves militares, projetos aeroespaciais e controle do espaço aéreo brasileiro. A automatização de processos de calibração permite uma maior confiabilidade nos resultados, diminuição da inserção de erros, redução de carga de trabalho e tempo de calibração. Este projeto apresenta do desenvolvimento e resultado da automatização do processo de calibração do Multímetro de referência de 8 1⁄2 dígitos FLUKE 8508A, com o auxílio do software LabVIEW. O presente projeto tem como foco, a otimização do tempo de calibração, aumento no número de leituras, redução da carga de trabalho, economia do consumo de energia elétrica e a garantia da confiabilidade metrológica dentro Sistema de Metrologia Aeroespacial.

Palavras-chave: Metrologia, Automatização, Segurança em voo, Confiabilidade Metrológica.

Abstrac: The Central Laboratory of Calibration of the Brazilian Air Force, located at the Institute of Industrial Development and Coordination, holds the metrological reference standards within the Aerospace Metrology System, where the provision of calibration services of Electrical & Electronic instruments ensure metrological reliability and flight safety of military aircraft, aerospace projects and control of Brazilian airspace. The automation of calibration process allows for greater reliability in results, minimize error, reduced labor working hours during calibration time. This project presents the development and result of the automation of the calibration process of the Multimeter Reference FLUKE 8508A 8 1/2 digit by using LabVIEW software. The present project focuses on the optimization of calibration time, increase of the number of measurements, reduce labor working hours, electrical energy savings and increase of metrological reliability in Aerospace Metrology System.

Keywords: Metrology, Automation, Flight Safety, Metrology Reliability.

1. Introdução

Calibração é a operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta

informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação [1]. As operações de calibração são baseadas na comparação dos instrumentos padrão de modo determinar a sua exatidão e verificar se essa exatidão continua de acordo com a especificação de fabricante. De uma maneira simplificada, num processo de calibração, um instrumento (padrão) gera uma grandeza com maior precisão que servirá de referência para outro instrumento (mensurando).

O multímetro de referência 8508A é um instrumento de resolução de 8 ½ dígitos projetado especificamente para metrologistas. Com precisão e estabilidade superiores ao longo de uma ampla faixa de medições, o 8508A é projetado para funcionar como uma ferramenta versátil de medição precisa para laboratórios de calibração que precisam atender aos requisitos cada vez mais rigorosos de análise de incerteza da medição exigidos pela norma ISO 17025, bem como à necessidade de aumento da produtividade.

Dentro da metrologia aeroespacial, especificamente na Força Aérea Brasileira, o multímetro de referência realiza a calibração dos calibradores multifunção do Laboratório Central de Calibração, dos Parques de Manutenção Aeronáutico e Eletrônicos e do Instituto de Aeronáutica e Espaço, fornecendo a rastreabilidade metrológica proveniente do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A confiabilidade dessas calibrações é imprescindível na segurança operacional das aeronaves militares e dos projetos espaciais como foguetes e lançadores.

A automatização do processo de calibração tem como fator relevante a redução da carga horária alinhada com o aumento do número de leituras por ponto de medição. O atual processo manual realizado pelo laboratório tem três leituras por ponto de medição e o processo automatizado tem uma flexibilidade para o aumento do número de leituras sem aumentar o tempo de calibração. Portanto, com a automatização do processo de calibração do Multímetro de referência de 8 ½ dígitos FLUKE 8508A otimiza o tempo, aumenta o número de leituras por ponto de medição e aumenta a garantia da confiabilidade metrológica do processo.

2. Revisão Sistemática da Literatura

Processos automatizados estão presentes dentro da indústria em larga escala. Nos institutos e centros de pesquisa, mais especificamente num laboratório de metrologia, é possível e desejável a utilização da automatização em função dos benefícios obtidos com a mesma e já citados neste projeto.

A complexidade do setor aeroespacial e sua alta demanda de trabalho gera a necessidade de se otimizar os processos, garantindo a segurança e a qualidade do produto e do serviço. A metrologia está de forma intrínseca nesse sistema, sendo responsável por garantir a confiabilidade dos equipamentos e sistemas utilizados.

Um software para permitir a automatização deve ser escolhido baseado nas suas características e também pelo acesso. O LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*)[2]. LabVIEW é uma linguagem de programação gráfica que utiliza ícones, em vez de linhas de texto, para criar aplicações. Em contraste às linguagens de programação baseadas em texto, em que instruções determinam a execução do programa, o LabVIEW utiliza programação baseada em fluxo de dados, onde o fluxo dos dados determina a execução. No LabVIEW, você constrói uma interface de usuário, utilizando um conjunto de ferramentas e objetos. A interface de usuário é conhecida como Painel frontal. Então, você adiciona o código utilizando representações gráficas de funções para controlar os objetos do painel frontal. O diagrama de bloco contém esse código. Sob certos aspectos, o diagrama de bloco assemelha-se a um fluxograma. O LabVIEW está totalmente integrado para comunicação com diversos hardwares, como GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485 e dispositivos DAQ plug-in. O LabVIEW também possui recursos internos para conectar sua aplicação à Internet, utilizando o LabVIEW Web Server e aplicativos como ActiveX e redes TCP/IP. Utilizando o LabVIEW, você pode criar aplicações de teste e medição, aquisição de dados, controle de instrumento, registro de dados, análise de medição e geração de relatório. Também pode criar executáveis e bibliotecas compartilhadas, como DLLs, já que o LabVIEW é um compilador real de 32 bits.[3]

A conectividade com os instrumentos selecionada a opção de GPIB IEEE 488. Em 1965, a

Hewlett-Packard desenvolveu o *Hewlett-Packard Interface Bus* (HP-IB) como uma forma de ligar a sua linha de instrumentos programáveis aos seus computadores. Dada a sua elevada taxa de transferência na altura (cerca de 1 *Mbyte/s*), esta interface rapidamente ganhou uma enorme popularidade. Mais tarde, em 1975 foi aceite como sendo o *standard* IEEE 488 [3], tendo evoluído para o *standard* ANSI/IEEE 488.1 em 1987 [4].

A familiarização com o software exige a fundamentação teórica e em conjunto com a prática. Para otimização da utilização do software é utilizado o LabVIEW Quick Reference Card, Jun 09, no qual todos os comandos rápidos estão descritos. Os programas em LabVIEW são chamados de instrumentos virtuais (VIs—Virtual Instruments). Os VIs contêm três componentes principais: o painel frontal, o diagrama de bloco e o painel de ícones e conectores [3].

A estrutura dos programas desenvolvidos são personalizados de acordo com as características das medidas a serem realizadas. Na montagem das VI´s, pode se utilizar drivers que consiste num bloco de *software*, o qual controla um instrumento em particular[5]. O LabVIEW possui uma biblioteca de *drivers* bastante grande, com *drivers* para instrumentos de diversas empresas que produzem instrumentos. [5]

Outro fator a ser levado em consideração é a capacidade de reduzir a incerteza de medição do processo de calibração. O objetivo de uma medição é determinar o valor do mensurando, isto é, o valor da grandeza específica a ser medida. Uma medição começa, portanto, com uma especificação apropriada do mensurando, do método de medição e do procedimento de medição [6]. A incerteza do resultado de uma medição reflete a falta de conhecimento exato do valor do mensurando. O resultado de uma medição, após correção dos efeitos sistemáticos reconhecidos, é ainda e tão somente uma estimativa do valor do mensurando oriunda da incerteza proveniente dos efeitos aleatórios e da correção imperfeita do resultado para efeitos sistemáticos [6].

Neste contexto, a automatização do processo de calibração reduz o consumo de energia devido a otimização do processo. Com a flexibilidade do aumento de leituras sem um aumento significativo do tempo de calibração, ocorre também a redução da incerteza de

medição.

3. Desenvolvimento

Com a pesquisa teórica foi possível desenvolver um memorial de calibração padrão para o multímetro de referência FLUKE 8508A baseado no manual de serviço disponibilizado pelo fabricante dos equipamentos. O memorial de calibração padrão fornece todos os pontos de medição e as lacunas para serem preenchidas com as medidas realizadas. Através dos manuais fornecidos pela National Instruments, foi possível a utilização, familiarização e desenvolvimento da programação para a automatização com o LabVIEW. A programação foi facilitada pela quantidade de drivers fornecidos no site da National Instruments. Os drivers funcionam como uma base e a partir deles foram criadas todas as VI´s de testes de medição. Com o memorial de calibração padrão elaborado e as todas as VI´s de testes de medição desenvolvidas, foi criada a State Machine para integração de todos os testes e a canalização da aquisição de dados para o template do memorial. As VI´s tem um sistema de prioridade de configuração inicial para o multímetro de referência, para que ao receber um sinal o mesmo esteja no modo e faixa corretos. Desenvolvido o corpo do programa, iniciou a fase de testes de aceitação, que tinha por finalidade analisar as leituras automatizadas realizadas, o tempo de realização do procedimento de calibração do equipamento e dos erros. Através dos dados fornecidos por esses testes o programa sofreu uma sequência de ajustes para a finalização do projeto. Os ajustes realizados foram: (1) Tempo de estabilização para a realização das leituras – No início do projeto foi definido 15 segundos para estabilização, porém foi verificado que alguns testes não apresentavam as leituras corretas devido ao curto tempo de estabilização. Foi ajustado para 30 segundos de estabilização. (2) Inclusão de mais botões e alertas virtuais de segurança, para evitar erros na realização do procedimento de calibração. (3) Direcionamento das leituras automatizadas para uma parte específica da planilha do memorial de calibração padrão. Esse procedimento foi necessário devido a conversão de escala de medidas. Em uma leitura [100mV] por exemplo, o LabVIEW lança na planilha Excel [0,100], porém a especificação está em [mV].Após os testes e análises dos resultados, a State Machine foi integrada com todas as VI´s programadas em modelo Project, para configuração e desenvolvimento de um programa executável e um instalador de drivers, o que permite a

instalação e a execução do programa automatizado do processo de calibração desenvolvido em uma máquina sem o software LabVIEW instalado rodar o programa automatizado do processo de calibração desenvolvido.

3.1. Método

Figura 1: Roteiro de desenvolvimento do projeto

Montagem da configuração dos equipamentos
Warm-up de calibração
Teste de conectividade – Utilização da comunicação via GPIB
Teste de verificação de tensão contínua (DCV)
Teste de verificação de tensão alternada (ACV)
Teste de verificação de corrente contínua (DCI)
Teste de verificação de corrente alternada (ACI)
Teste de verificação de resistência (OHM)
Teste de verificação de resistência
Desenvolvimento da programação por etapas (Testes) via LabVIEW
Teste de medição e aquisição de dados
Criação da máquina de estado com painel frontal para a integração dos programas
Teste de operacionalidade
Formulação da planilha de cálculo de Incerteza de Medição
Edição e aprovação do certificado de calibração

3.2. Materiais

Figura 2: Equipamentos utilizados

FLUKE 5730A CALIBRATOR
FLUKE 732B DC STANDARD
FLUKE 742A RESISTANCE STANDARD (CONJUNTO)
YEW STANDARD RESISTOR (CONJUNTO)
NOTEBOOK COM SOFTWARE LABVIEW INSTALADO
INTEFACE GPIB STANDARD ANS/IEEE 488.1

Figura 3: Setup de calibração DCV



4. Considerações finais

Um processo de calibração, na área de metrologia elétrica, é responsável por certificar a eficiência operacional de um equipamento elétrico/eletrônico. Ao se tratar de equipamentos utilizados no setor aeroespacial, essa calibração deve seguir, de forma rigorosa, os passos previstos pelo fabricante e pelo cliente (usuário) e apresentar dados confiáveis para que o equipamento possa ser empregado de maneira correta.

Um processo de calibração realizado de forma manual possui maior tendência a erros, devido as limitações humanas e a baixa flexibilização na quantidade de leituras realizadas. O projeto teve como foco desenvolver a automatização do processo para melhorar a qualidade do trabalho realizado pelo Laboratório Central de Calibração da Força Aérea Brasileira.

Foi desenvolvido um programa que reduziu em 30% o tempo de realização do processo de calibração, aumento de 3 para 10 o número de leituras por ponto de medição, padronizou o tempo para aquisição de cada leitura, disponibilizou uma interface gráfica amigável ao usuário e um sistema de avisos e alertas para cada passo a ser realizado, no qual informa o equipamento correto e as saídas e entradas a serem utilizada. Os dados adquiridos são disponibilizados em uma planilha de memorial de calibração onde são comparados com as especificações do equipamento provenientes do manual do fabricante.

A automatização processo de calibração do Multímetro de referência de 8 ½ dígitos FLUKE 8508A disponibilizou a otimização do tempo de realização com aumento do número de leituras por ponto de medição, reduziu os erros e padronizou o tempo de warm-up e aquisição das leituras de cada ponto da verificação de performance do equipamento. A redução da carga horária do processo gera uma economia de energia, consequentemente diminuição dos gastos da União.

BIBLIOGRAFIA

[1] – Inmetro - **Vocabulário Internacional de Metrologia Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM2012)**; - Rio de Janeiro,2012.

[2] - EUGENE FISHER, C.W. JENSEN, **"Pet and the IEEE 488 bus (GPIB)"**, Osborne/McGraw-Hill, 1990.

[3] - **Manual de treinamento do LabVIEW Básico I**, Novembro, 2001.

[4] - National Instruments**, "Catálogo de produtos 1998"**.

[5] - PAULO SILVA, PAULO MENDES, **"Automatização de Laboratórios de Medida de Componentes Ópticos e Electrónicos Através de LabVIEW"** – relatório da disciplina de projecto de 5º Ano da Licenciatura em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, Setembro, 1998.

[6] - Inmetro - **Avaliação de dados de medição GUM 2008** – 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008 - Rio de Janeiro, 2012.

– Inmetro - NBR ISO/IEC 17025 – **Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração** – Rio de Janeiro, 2005.

– SOMPPI,Jack; SWANZY,Joe. **A Case Study In Characterizing & Disciplining Electrical Calibrator Instrumentation to Improve Test Accuracies & Measurement Uncertainties**. Fluke Corporation. Everett, WA – USA. 2007

– FAULKNER, Neil; GUST**. Using Digital Multimeters in Place of Analog Null Meters forMetrological Applications.** Fluke Corporation. Everett, WA – USA.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AVALIAÇÃO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO

Sandi Alves de Souza Pereira[1], Mariana Ferreira Benessiuti Motta[2]
[1,2]Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)

1. Introdução

O pavimento tem a função de melhorar a operacionalidade das vias e do tráfego, pois, cria uma superfície regular, aderente e com menos ruídos. É composto de várias camadas sobrepostas que exercem diferentes funções: revestimento, base, camadas complementares (sub-base, reforço do subleito e camada de regularização), leito e subleito (CNT, 2016).

Assim como todo tipo de material, o pavimento também se desgasta, por isso é necessária manutenção periódica tendo em vista a deterioração gradual ao longo do tempo.

A situação do pavimento atualmente no Brasil compreende a extensão total de estradas em 1.720.756Km, abrangendo toda a malha rodoviária pavimentada (12,3%), não pavimentada (78,6%) e rodovias planejadas (9,1%) do País. Dentro deste contexto, encontra-se o estado do Rio de Janeiro que possui uma área de 43.778 km², frota de 6.285.962 e extensão de estradas pavimentadas de 7.378km (CNT, 2016).

Logo após a construção do pavimento, a sobrecarga variável e repetida imposta pelos veículos produz deformações permanentes. Após este período, o pavimento adquire um comportamento tensão-deformação quase que constante. No entanto, variações da sobrecarga e das condições do pavimento em longo prazo poderão criar outros tipos de defeitos. (DNIT, 2006)

Neste sentido, este projeto tem por objetivo geral determinar parâmetros de análise funcional do pavimento de uma rodovia no estado do Rio de Janeiro, sendo avaliados dois trechos, um na cidade de Nova Iguaçu e o outro na cidade de Porto Real.

2. Tipos e avaliação de defeitos de pavimentos

A manutenção e reabilitação em pavimentos devem ser realizadas de forma contínua devido ao surgimento de vários tipos de defeitos causados pelo ambiente ou pelas sobrecargas impostas pelo volume de tráfego. Esses defeitos manifestam-se de diferentes formas e são avaliados em duas classes:

- **Avaliação estrutural**: "relaciona-se à apreciação da superfície dos pavimentos e como este estado influencia no conforto ao rolamento." (BERNUCCI et al., 2006), e;

- **Avaliação funcional**: "está associada ao conceito de capacidade de carga, que pode ser vinculado diretamente ao projeto do pavimento e ao seu dimensionamento." (BERNUCCI et al., 2006)

Para a avaliação estrutural os principais métodos para realizá-la são o ensaio estrutural destrutivo, semidestrutivo e não destrutivo, Falling Weight Deflectometer (FWD) e Viga Benkelman. E, para a avaliação funcional é a verificação do nível de Serventia, Índice de Gravidade Global (IGG), Irregularidade Longitudinal de Pavimentos (IRI) e Levantamento Visual Contínuo (LVC)

Segundo Solanki e Zaman (2016) nos pavimentos flexíveis ao aplicar a pressão vertical sobre o revestimento a pressão tende a se concentrar mais próximo a área carregada. Estes defeitos são classificados pela norma DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: terminologia, abordados no Quadro 1.

Quadro 1 – Defeitos dos pavimentos

Fenda: é qualquer descontinuidade superficial do pavimento, pode ser classificada como fissura (quando visível a uma distância inferior a 1,5m, a olho nu) ou trinca (abertura superior a da fissura) dividida em trinca isolada (transversal, longitudinal e de retração) ou trinca interligada (tipo "couro de jacaré" e	- Trinca isolada transversal: apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Pode ser uma trinca transversal curta (TTC), ou seja, extensão ≤100 cm ou trinca transversal longa (TTL) >100 cm. - Trinca isolada longitudinal: apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Pode ser uma trinca longitudinal curta (TLC), ou seja, extensão ≤100 cm ou trinca longitudinal longa (TLL), extensão >100 cm. - Trinca isolada de retração: surge devido à retração térmica ou do

tipo "bloco").	material do revestimento ou da base rígida ou semirrígida. - Trinca interligada tipo "couro de jacaré": é semelhante ao couro de jacaré. Podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas. - Trinca interligada tipo "bloco": forma-se blocos com lados bem definidos. Podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.
Corrugações/Ondulações (O)	São deformações transversais, plásticas e permanentes, na superfície do pavimento.
Desgaste (D)	É o desprendimento de agregados da superfície do pavimento.
Exsudação (EX)	É o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento.
Panela/Buraco (P)	É uma cavidade formada no revestimento e que pode alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.
Escorregamento (E)	É decorrente da fluência do revestimento asfáltico.
Remendo (R): São panelas/buracos preenchidos com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de "tapa-buraco".	- Remendo profundo: é a substituição completa do revestimento da área afetada. - Remendo superficial: é a correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.
Afundamento: é oriundo de deformações permanentes do revestimento asfáltico ou de suas camadas subjacentes, para complementar. O afundamento pode vir acompanhando ou não de solevamento. (PINTO e PREUSSLER, 2010) Quando acompanhado de solevamento é denominado afundamento plástico, em caso negativo, é denominado de afundamento por consolidação.	- Afundamento plástico (AP): ocorre devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito. Pode ser afundamento plástico local (ALP), extensão ≤6m, ou afundamento plástico longitudinal da trilha de roda (ATC), extensão >6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda. - Afundamento por consolidação (AC): ocorre devido à consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito. Pode ser afundamento de consolidação local (ALC) quando extensão ≤6m, ou afundamento de consolidação longitudinal da trilha de roda (ATC), extensão >6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda.

Fonte: Adaptado de DNIT 005 (2003)

3. Materiais e Métodos

O trabalho analisou dados referentes a dois trechos de uma rodovia federal do estado do Rio de Janeiro. O primeiro trecho analisado foi o km 179 ao Km 180 em Nova Iguaçu e o segundo trecho foi o Km 298 ao Km 297, em Porto Real.

O trecho de Nova Iguaçu apresenta 77% de veículos pesados, o valor de N (número equivalente de operações de eixo padrão) é igual a $2{,}21x10^8$ e a estrutura do pavimento é composta por 18 centímetros de concreto asfáltico (CA) de revestimento, seguido de 20 centímetros de macadame hidráulico (MH) e 22 centímetros de areia siltosa (ARSI). Neste trecho o volume médio diário (VMD) é de 9.034 veículos e considera-se a vida útil da estrutura do pavimento de 8 anos.

O trecho de Porto Real apresenta 46% de veículos pesados, o valor de N é igual a $2{,}52x10^8$ e a estrutura do pavimento é composta por 20 centímetros de revestimento do tipo CA, seguido de 18 centímetros de MH e 50 centímetros de silte arenoso (SI.A). Neste trecho o volume médio diário é de 10.308 veículos e considera-se a vida útil da estrutura do pavimento de 8 anos.

Após análise dos dados fornecidos pela concessionária administradora da rodovia, foi calculado o valor do IGG conforme previsto na Norma DNIT 006/2003 – PRO, ou seja, a cada 20m é feito a análise de 6m (3m avante e 3m a ré da estação) e os defeitos encontrados são anotados no "Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento" para assim calcular o IGG conforme equação 1 e equação 2.

$$f_r = \frac{f_a}{n} x100 \qquad (1)$$

Sendo:

f_r - Frequência relativa (frequência relativa do defeito ou do tipo)

f_a – Frequência absoluta (número de vezes que o defeito apareceu)

n – número de estações inventariadas no segmento

O cálculo do Índice de gravidade individual (IGI) é dado por:

$$IGI = f_r \times f_p \quad (2)$$

Sendo:

f_r - Frequência relativa

f_p – Fator de ponderação (Valor Normatizado)

O IGG é o somatório do IGI do trecho analisado. Após o resultado do cálculo do IGG pode-se avaliar o pavimento quanto à degradação e lhe atribuir um conceito de ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo também normatizado pela DNIT 006/2003 – PRO.

4. Resultados

Os cálculos do IGG de cada trecho podem ser observados na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Cálculo do IGG do KM 179 ao KM 180 (Concessionária administradora da rodovia)

Tipo	**Natureza do defeito**	**Frequência absoluta**	**Frequência relativa (%)**	**Fator de ponderação**	**Índice de gravidade individual**
1	(FCI) F, TTC, TTL, TLC, TLL, TER	9,00	18,00	0,20	3,60
2	(FCII) J, TB	9,00	18,00	0,50	9,00
3	(FCIII) JE, TBE	0,00	0,00	0,80	0,00
4	ALP, ATP	0,00	0,00	0,90	0,00
5	O, P	0,00	0,00	1,00	0,00
6	E	0,00	0,00	0,50	0,00
7	D	3,00	6,00	0,30	1,80
8	R	1,00	2,00	0,60	1,20
9	F = (TRI + TRE)/2 em mm	4,30			5,74
10	FV = (TRIv + TREv)/2	0,29			0,29

Número de estações inventariadas	50,00	IGI = (F x 4/3) quando F≤30	IGI = FV quando FV≤50
Índice de gravidade global	**21,00**	IGI = 40 quando F>30	IGI = 50 quando FV>50

Fonte: Autora (2017)

Tabela 2 - Cálculo do IGG do KM 298 ao KM 297 (Concessionária administradora da rodovia)

Tipo	**Natureza do defeito**	**Frequência absoluta**	**Frequência relativa (%)**	**Fator de ponderação**	**Índice de gravidade individual**
1	(FCI) F, TTC, TTL, TLC, TLL, TER	7,00	14,00	0,20	2,80
2	(FCII) J, TB	1,00	2,00	0,50	1,00
3	(FCIII) JE, TBE	0,00	0,00	0,80	0,00
4	ALP, ATP	0,00	0,00	0,90	0,00
5	O, P	0,00	0,00	1,00	0,00
6	E	0,00	0,00	0,50	0,00
7	D	1,00	2,00	0,30	0,60
8	R	0,00	0,00	0,60	0,00
9	F = (TRI + TRE)/2 em mm	4,42			5,90
10	FV = (TRIv + TREv)/2	0,12			0,12
Número de estações inventariadas		50,00	IGI = (F x 1/4) quando F≤30		IGI = FV quando FV≤50
Índice de gravidade global		**10,00**	IGI = 40 quando F>30		IGI = 50 quando FV>50

Fonte: Autora (2017)

O defeito mais recorrente nos trechos foi de fissuras I e II. Conforme dados da Norma DNIT 006/2003 – PRO é possível determinar o conceito de degradação do pavimento, sendo

definido neste estudo de caso, para o KM 179-180 um valor de 21 (conceito "bom") e para o KM 298-297 um valor de 10 (conceito "ótimo").

No trecho de Nova Iguaçu o conceito do pavimento determinado pelo IGG foi um pouco pior que o do trecho de Porto Real, mesmo o volume médio diário de veículos (9.034) e o valor de N (2,21x108) sendo menor no primeiro. Porém, pode-se verificar que em Nova Iguaçu, a porcentagem de veículos pesados (77%) é maior, fator agravante para deterioração mais rápida do pavimento. Este trecho tem a maior parte dos defeitos classificados em Fissuras I e II, 18% e 18%, respectivamente.

O trecho de Porto Real, por meio do cálculo do IGG, apresentou o conceito do pavimento como "ótimo". Este trecho apresenta 46% de veículos pesados, índice menor se comparado com o trecho de Nova Iguaçu, mas, volume médio diário de veículos de 10.308 e N igual a $2{,}52x10^{8}$, índices maiores.

A empresa que administra a rodovia após análises optou pelo método da fresagem, ou seja, corte de parte ou todo o revestimento asfáltico de determinado trecho da rodovia, para corrigir os defeitos. No KM 179-180, a fresagem foi de 4cm ou 6cm, conforme necessidade, e em todas as faixas foi utilizado micro revestimento a quente de 2,5cm e para o KM 298-299 somente foi feita a fresagem também de 4cm ou 6cm. E, em todos os trechos, logo após a camada em que foi feita a fresagem é realizada a recomposição com massa asfáltica nova do mesmo tipo de material da camada existente.

5. Conclusão

Conclui-se que o Índice de Gravidade Global (IGG) é um método comum de análise no Brasil, devido ser exigido por norma.

Neste estudo de caso, as fissuras tipo I e II foram os defeitos mais recorrentes, e nos dois casos teve como solução a fresagem do pavimento. Ressalta-se que o pavimento flexível sempre irá apresentar defeitos, a diferença é o nível de severidade e com isso o método que será empregado para correção do defeito. Portanto, verifica-se a necessidade de realizar planos de manutenção preventiva com a finalidade de manter em bom estado as rodovias.

Estes trechos analisados apresentaram conceitos melhores (ótimo e bom), provavelmente, por serem administrados por uma empresa privada, tendo em vista que as rodovias de concessão pública apresentam condições bem inferiores.

Por fim, a conservação do pavimento só tem a favorecer o usuário, pois, traz conforto para trafegabilidade, segurança e economia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. L. B., et al. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros.** 3°ed. Programa Asfalto nas Universidades, Petrobras Distribuidora S.A., 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial.** 20.ed. Brasília, 2016. 399p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003.** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 006/2003.** Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

P. SOLANKI, M. ZAMAN, **Design of semi-rigid type of flexible pavements**, International Journal of Pavement Research and Technology 9, 2016, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.10.004

PINTO, S; PREUSSLER, E. **Pavimentação Rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. Rio de Janeiro, 2010. 220p.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E QUALIDADE DOS SERVIÇOS DA INTERNET BANDA LARGA DE UMA INSTITUIÇÃO SALESIANA

Priscila Dias da Silva, André Pirtouscheg, Warner Brezolin

1. Introdução

A verificação e avaliação foi por meio das ferramentas de qualidade SERVQUAL, medindo os processos e serviços da operação da internet de uma IES. E tendo como base a verificação do nível de atendimento do aluno e aplicação das ferramentas da qualidade, se necessário, na avaliação e análise os dados dos mapeamentos para definição dos indicadores de desempenho. Por fim, com base nos estudos realizados é preciso abordar as melhorias na gestão de recurso da IES e na conscientização dos alunos por meio da matriz proposto.

A qualidade com um resultado positivo é bom, mas um processo sustentável forma um diferencial competitivo (GRONROOS, 2003).

Os Indicadores de análise da gestão interna de uma Instituição de Ensino Superior – IES, tem como critérios de decisão relevante no meio acadêmico e profissional (ROSA, 2012).

As empresas visam uma aproximação no mercado, para disponibilizar o que ela tem de melhor “produto ou serviço” e atingir o seu cliente, porque hoje as empresas de sucesso têm como estratégia atender as decisões do consumidor (GOODMAN, 2012).

A satisfação do cliente e suas conveniências ultrapassa o conceito linear de que só é necessário saber o que ele procura. Hoje é necessário compreender que o cliente não quer só qualidade, mas que ele trás consigo um conhecimento capaz de analisar e comparar aquilo que a empresa oferece, com suas experiências passadas e comunicações diretas e indiretas efetuada pelo mercado, essa visão é capaz de dominar e modificar seu pensamento a respeito dos serviços ou produtos (PARASURAMAN; BERRY, 1997).

Segundo Paladini (2008), “qualidade é um conjunto de características, propriedades, atributos, ou elementos que compõem bens e serviços”.

É importante analisar o processo e recuar no tempo para entender elementos estruturais da satisfação do cliente e levantar um novo aspecto para o crescimento da Instituição de Ensino Superior, em que todos os envolvidos no processo possam auxiliar e ajudar na proposta de uma aplicação de melhoria (BARCELLHOS, 2002).

A qualidade na prestação de serviço nas IES tem sido fatores de consolidação e crescimento no mercado acadêmico, e para que uma instituição possa fazer uma concorrência para outra, ela precisa fazer um trabalho de excelência em função da estratégia em cima de suas boas práticas no mercado de concorrência acirrada (MEYER Jr.; LOPES, 2004).

Dessa forma a qualidade dos serviços se baseia em aspectos intangíveis e nos conhecimentos interativos entre o cliente e a empresa (FITZSIMMONS, 2005).

Qual a avaliação dos alunos em relação a qualidade dos serviços prestado pela IES?

Como melhorar o processo técnico administrativos da IES?

Segundo Kotler & Fox (1994) a concorrência na área educacional está forçado às instituições ter uma visão mais eficaz, buscando a melhoria continua de seus serviços e processos, para sustentar e atrair novos ingressantes. Com base nessa teoria a organização precisa compreender as necessidades, dos clientes (Alunos) e, facilitar a implementações de melhorias nos serviços IES.

Kotler (2011) destaca que uma instituição que satisfaz as necessidades de seus Alunos (Clientes), na maior parte do tempo, é chamada de empresa qualidade.

Por meio desse mapeamento da ferramenta SERVQUAL, na qual servirá de base para tomada de decisão por parte da gestão da IES (MAIOLI, 2013), que busca alcançar o aperfeiçoamento e melhoria de seus processos e aumentar a vantagem competitiva.

Nagano (2014) afirma que a concorrência entre instituições particulares de Ensino Superior no Brasil é tal, que se torna essencial à criação do diferencial por meio dos serviços prestados.

O objetivo do trabalho é propor melhorias na qualidade dos serviços da internet banda larga da Instituição de Ensino Superior (IES) salesiana.

Para cumprimento do objetivo geral, tem-se como objetivos específicos, avaliar os fatores determinantes para qualidade dos serviços prestados pela IES, mapear os serviços da internet utilizando o modelo da escala SERVQUAL e propor melhorias na qualidade do serviço IES.

2. Referencial teórico

Este capítulo fez uma revisão dos conceitos propostos e estudados, para a elaboração e execução da melhoria da qualidade dos serviços da internet e atender o projeto do EAD com qualidade. Aqui são apresentados os conceitos e definições, tais como método de Avaliação da Qualidade do Serviço "SERVQUAL".

2.1. Métodos de avaliação da qualidade do serviço

Segundo Paladini (2006) a definição de qualidade não pode ser definida de qualquer modo, os conceitos apresentados são de forma equivocada na maioria das vezes. Por meio dessa afirmação, ideias ou conceitos de qualidade.

A qualidade envolve muitos aspectos simultaneamente, ou seja, uma multiplicidade de itens. Essa seria a componente "espacial" do conceito. A qualidade sofre alterações conceituais ao longo do tempo, isto é, trata-se de um processo evolutivo. Essa seria a componente "temporal" do conceito (PALADINI, 2006, p.28).

Por meio do componente "Especial", entendemos que a qualidade aponta vários aspectos simultâneos e complexidade, por meio dessa teoria apresentada pelo autor, podemos entender que a qualidade foi definida ou conceituada de varias formas (PALADINI, 2006).

A qualidade para uma empresa não é um diferencial e sim uma necessidade de manter-se no mercado, porque é a partir dela que os desejos e necessidades dos clientes nascem (DEMING, 1990).

2.2. Método Servqual

Segundo Parasuraman (1985) SERVQUAL (Service Quality) tem a percepção de mensurar a qualidade de serviço, por meio da análise de 10 dimensões: tangíveis, confiança, expansividade, comunicação, credibilidade, segurança, competência, cortesia, entender/conhecer o cliente e acesso.

A equação apresentada a seguir ilustra esta técnica de avaliação pelo modelo SERVQUAL:

Exemplo:

$$Qj = Dj - Ej \quad (1)$$

Qj = Cálculo da qualidade do serviço "j";

Dj = Valores ou quantidades de medida de percepção de performance para aspectos "j" do serviço;

Ej = Valores ou quantidades medida da perspectiva de performance para aspectos "j" do serviço.

A proporção SERVQUAL é usada para mensurar a qualidade de serviços diversos (RIBEIRO, 2010).

O desenvolvimento do instrumento de medição é criado 10 (dez) dimensões (acesso, comunicação, competência, cortesia, credibilidade, confiabilidade, presteza, segurança, tangibilidade e compreensão do cliente) e gerados 97 itens (cerca de dez itens por dimensão), segundo Parasuraman, Zeithaml e Berry (1988).

Segundo Ribeiro (2010) define as cinco dimensões da seguinte forma:

Tangibilidade – presença física das instalações, acessórios de comunicação;

Confiabilidade – eficiências em praticar serviço de modo transparente e com certeza;

Presteza – organização para auxiliar os clientes e fornecer com serviço com qualidade e pesteza;

Segurança – discernimento para transmitir um serviço confiável para seus clientes;

Empatia – cuidado em especificar informações que as empresas garantem aos clientes.

A escala da SERVQUAL original utiliza 22 questões para medir as cinco dimensões da qualidade do serviço: tangibilidade, confiabilidade, presteza, garantia, empatia. Essas questões são avaliadas em uma escala de 1 a 5 Ribeiro (2010). Conforme a Tabela 1.

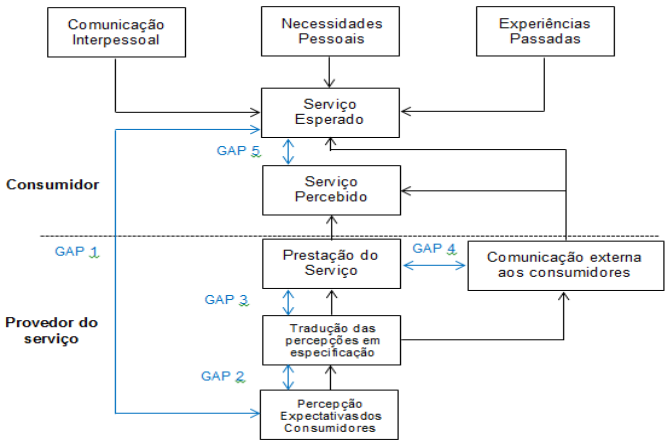
Tabela 1 - Modelo de Qualidade em Serviços

5	4	3	2	1
Muito Bom	Bom	Satisfatório	Fraco	Mediocre

Fonte: Parasuraman, Zeithaml & Berry (1988).

A qualidade dos serviços está intimamente relacionada ao grau de satisfação dos clientes. O instrumento de medição dessa qualidade denominado de Modelo de GAP ou escala SERVQUAL é representado graficamente na Figura 1.

Figura 1 - Modelo de Qualidade em Serviços



Fonte: Parasuraman, Zeithaml & Berry (1988).

Como a percepção de qualidade está na diferença (lacuna, gap) entre as expectativas e percepções dos consumidores, caberia à organização eliminar esta lacuna (expectativa/percepção) que podem ter origem nos outros quatros de avaliação de gaps. A maioria dos fatores que geram os referidos gaps ocorre internamente e, portanto, podem ser controlados por meio da gestão eficaz da organização (COSTA, 2012).

3. Discussão dos resultados

A proposta de melhoria tem como objetivo o desempenho operacional no sinal da Internet no Prédio das Engenharias (CL 01 – CL 29) na instituição UNISAL (Campus São Joaquim). A escolha do projeto deu início por meio do aumento da demanda com adaptação do método em EAD, que a partir do ano de 2018 a IES vai implantar em todos os cursos da Engenharia. E a Internet é a principal ferramenta de trabalho dessa disciplina.

Para o desenvolvimento e análise do processo, segue na figura 2, a descrição do fluxograma para que assim seja possível atingir o objetivo especifico deste estudo de caso.

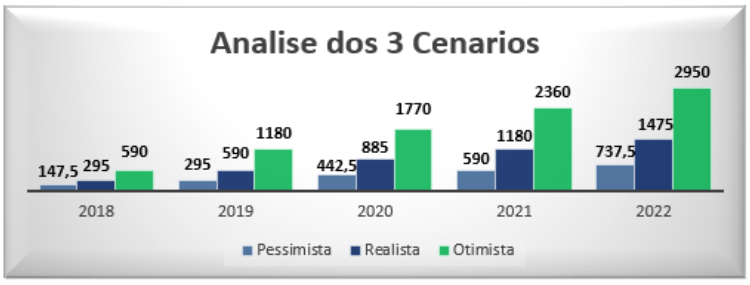
Figura 2 – Fluxogramas do Desenvolvimento de etapas



Fonte: Autor

No gráfico 1, analisamos o cenário otimista, realista e pessimista de acordo com a demanda de novos alunos na matriz EAD (curso de Engenharia), onde a percepção é planejar um ambiente extremamente favorável, um ambiente mais pé no chão para IES e ambiente nas piores situações para IES, essa projeção é referente ao ano de 2018 à 2022.

Gráfico 1 – Fluxogramas do Desenvolvimento de etapas

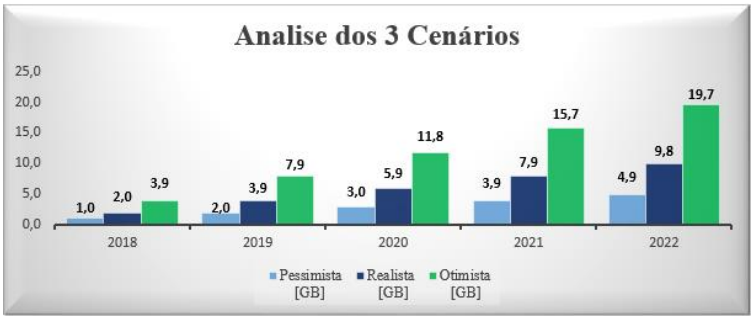


Fonte: Autor

Para analisar o desenvolvimento das melhorias a serem sugeridas no serviço da internet, foi realizado um estudo da demanda de vagas versos a capacidade de atendimento do sinal da internet. No gráfico 2 analisamos o cenário otimista, realista e pessimista onde a percepção é

planejar um ambiente extremamente favorável, um ambiente mais pé no chão para IES e ambiente nas piores situações para IES, essa projeção é referente ao ano de 2018 à 2022, conforme a demanda de pessoas versos a demanda necessária para internet.

Gráfico 2 – Resultado 3 Cenários (Demanda da Internet versos Demanda de Alunos)



Fonte: Autor

A pesquisa foi aplicada entre os alunos das IES do curso de engenharia, e teve o objetivo de analisar a qualidade do serviço da internet, por meio da escala SERVQUAL adaptada às atividades que o serviço oferece.

No Tabela 2, estão apresentadas as questões, as médias e os desvios padrão sobre a pontuação de cada resposta dos questionários aplicados aos alunos das IES.

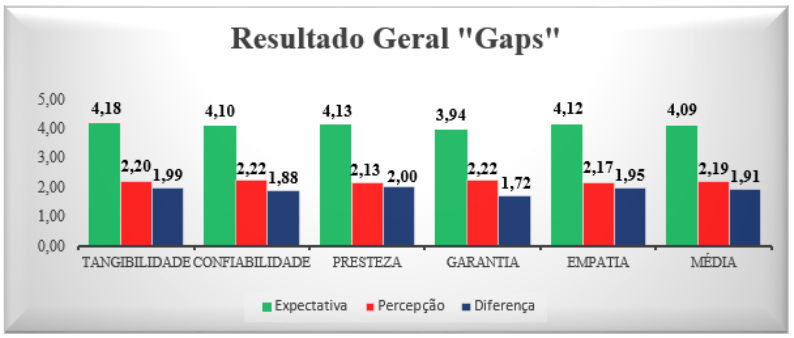
Tabela 2 – Médias e desvios padrão da expectativa (E) e da percepção (P) referentes aos questionários aplicados nos alunos das IES analisadas – Médias e DP (Desvios padrão).

Desempenho e qualidade da velocidade da Internet na Instituição							
Dimensão	Nº	Pergunta da área	Expec.	DP	Perc.	DP	Qual.
Tangibilidade	1	A velocidade de acesso a internet é adequada?	4,40	0,73	1,70	0,91	-2,70
	2	O sinal do wi-fi sofre oscilação durante o horario de aula?	4,20	1,00	2,30	1,25	-1,90
	3	Os equipamentos utilizados para acesso a internet são modernos?	4,10	0,90	2,30	1,20	-1,80
	4	Os equipamentos utilizados tem aparência modernas?	4,00	1,03	2,40	1,35	-1,60
Confiabilidade	5	Os prazos na resolução do problema da internet são cumpridos?	4,20	0,95	2,10	0,98	-2,10
	6	A transmissão de malwares é segura?	4,20	1,03	2,60	1,22	-1,60
	7	A solução do problema de internet é prioritário?	4,20	0,94	2,00	0,98	-2,20
	8	A Instituição mantém registros de tudo que envolve o serviço da internet?	4,00	0,90	2,20	1,05	-1,80
	9	Há um sistema de ocorrencias que o proprio aluno facilite a solução do problema com a intenet?	3,90	0,99	2,20	1,07	-1,70
Presteza	10	O sinal da internet é liberado a após acesso a rede?	4,10	0,92	2,60	1,20	-1,50
	11	É rapido sair do sistema de uma maquina e logar em outra utilizando o mesmo RA?	4,20	0,88	2,30	0,98	-1,90
	12	Os funcionários estão dispostos a auxiliar no uso apropriado da internet?	4,10	0,84	2,00	1,00	-2,10
	13	A velocidade da internet é informado ao aluno?	4,20	1,00	1,60	0,79	-2,50
Garantia	14	A utilização da internet ocorre de forma segura?	3,90	0,98	2,30	1,23	-1,60
	15	Os funcionários da area de TI são corteses e passa segurança em sua informação?	4,00	0,87	2,10	0,82	-1,90
	16	O uso de redes sociais virtuais contribui na velocidade da internet da Instituição?	4,00	0,93	2,50	1,33	-1,50
	17	As sugestões dos alunos relacionadas a infraestrutura da internet são atendidas?	4,00	1,01	2,10	0,80	-1,90
Empatia	18	Os alunos são os clientes prioritários?	4,30	0,83	2,20	1,20	-2,00
	19	As necessidades específicas dos alunos são entendidas pelos funcionários?	4,10	0,84	2,20	1,10	-1,90
	20	O sistema da internet hotspot no login é de facil compreensão para logar?	4,10	0,96	2,60	1,32	-1,50
	21	O recurso da internet é utilizado em sua totalidade?	4,20	0,94	2,30	1,06	-1,90
	22	Os problemas de internet são informados aos alunos?	4,00	1,09	1,60	0,69	-2,40
Média das expectativas			4,1				
Média das percepções			2,2				
Média dos DP das expectativas			0,93				
Médias dos DP das percepções			1,07				
Diferença entre a Média e o DP da Expectativa			3,16				
Diferença entre a Média e o DP da Percepção			1,12				

Fonte: Dados da pesquisa 2017

Conforme o gráfico 3 analisa-se que as proporções das respostas nos questionários sobre “Expectativa” aplicados na Instituição, obtiveram a média de 4,09 pontos, indicando a “Alta” expectativa dos alunos sobre as dimensões avaliadas. As “Percepções” obtiveram a média de 2,19 pontos e foram classificadas como “Inadequadas”. Os “Gaps” das dimensões obtiveram a média de 1,91 pontos negativos “Percepção menor que expectativa”, indicando que os alunos sentem mais expectativa do que percepção sobre a qualidade de serviços.

Gráfico 3 – Resultado Geral dos Gap's



Fonte: Dados da pesquisa 2017

4. Sugestão de melhoria

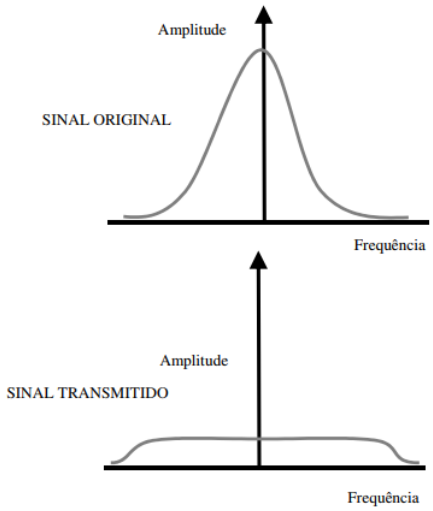
Por meio do resultado obtido, foi desenvolvido um projeto wireless para melhorar e solucionar o problema do sinal e velocidade da internet.

A instituição tem cerca de 100 salas ativas e diversos cursos de graduação. Atualmente o serviço disponível é feito por meio de equipamentos de fabricantes variados, com considerável tempo de uso, não uniformes. Foi constatado que a quantidade de equipamentos existentes não está suportando a demanda cada vez mais crescente e por meio da nova adaptação do EAD em todos os semestres da Engenharia, a partir do ano de 2018, por meio da demanda foi iniciado um estudo de possíveis soluções viáveis a instituição.

No mundo Macintosh a arquitetura IEEE 802.11 é também chama de AirPort. Deixando-se esta questão de nomenclaturas de lado, na prática todos acabam usando os termos "Wifi", "IEEE 802.11", "Sem fio" e "Wireless" como sinônimos (TORRES, 2009).

A tecnologia DSSS funciona de maneira diferente. Nela a faixa de frequência requerida para a transmissão dos dados é aumentada. Na parte superior da figura 3 nós podemos observar como os dados poderiam ser transmitidos, usando-se uma faixa de frequência pequena. No entanto, os dados são alterados para que sejam transmitidos usando-se uma faixa de frequência mais larga, como é mostrado na parte inferior da ilustração.

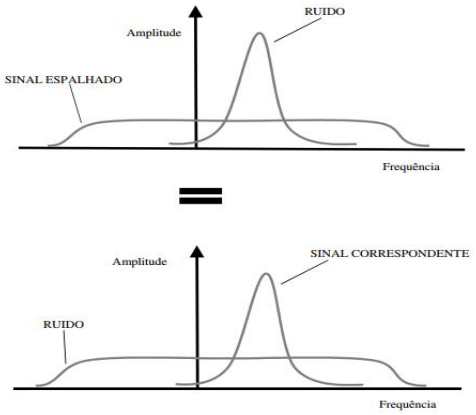
Figura 3: Método DSSS



Fonte: (TORRES, 2009)

A utilização de uma faixa de frequência maior traz duas vantagens básicas. Primeiro, o transmissor pode usar uma potência de transmissão menor (quanto mais espalhada a faixa de frequência for, menos potência de transmissão é requerida) – repare como a amplitude (“altura”) do sinal transmitido é menor do que a amplitude do sinal caso ele fosse transmitido usando uma faixa de frequência mais estreita. Segundo, os dados ficam mais protegidos contra interferências. Esta característica merece uma explicação mais aprofundada. Fontes de interferência normalmente “atacam” somente uma parte restrita do espectro de frequência, ou seja, elas funcionam como o sinal superior da figura 3. Vejamos abaixo na figura 4.

Figura 4: Método DSSS



Fonte: (TORRES, 2009)

O projeto contempla a reestruturação da rede, prevendo a troca de acess points e swiches de forma a cobrir todo o campus da instituição, estabilizando e ampliando a abrangência da conexão sem fio.

Resumo da solução: 01 controller, 124 AP's HP, 08 swiches HP gerenciáveis e com tecnologia PoE, IMC software para gerenciamento.

Na Tabela 3 esta os valores descritos na proposta orçamental.

Tabela 3: Proposta orçamental

Item	Qtd	Descrição	Valor Unitário U$	Valor Total U$
1	8	HP 2920-24G-POE+ Switch	$ 4.349,74	$ 34.797,96
2	8	Brazil - Portuguese localization	$ 0,20	$ 0,20
3	8	HP X121 1G SFP LC LX Transceiver	$ 163,65	$ 1.309,17
4	2	HP 2920 2-port Stacking Module	$ 618,68	$ 1.237,35
5	124	HP MSM460 Dual Radio 802.11n AP (BR)	$ 1.392,35	$ 172.651,36
6	1	HP 850 Unified Wired-WLAN Appliance	$ 9.400,56	$ 9.400,56
7	1	Brazil - Portuguese localization	$ 0,03	$ 0,03
8	1	HP X351 150W AC Power Supply	$ 471,11	$ 471,11
9	1	Brazil - Portuguese localization	$ 0,03	$ 0,03
10	1	HP 2920 3.0m Stacking Cable	$ 451,68	$ 451,68
11	1	HP 10500/7500 Wrd-WLAN Mod 128 AP E-LTU	$ 954,19	$ 954,19
12	1	HP IMC Std SW Plat w/ 50 Nodes E-LTU	$ 1.238,20	$ 1.238,20
13	3	HP IMC WSM 50-Access Point E-LTU	$ 619,10	$ 1.857,29
14	8	HP 3y NBD ProactCare 29xx-24 Switch SVC	$ 619,10	$ 4.952,79
15	124	HP 3y NBD ProactCare MSM46x AP Svc	$ 328,07	$ 40.680,74
16	1	HP 3y24X7HP UNIF WD-WLAN 128 AP FC SVC	$ 3.903,76	$ 3.903,76
17	3	HP 3y 24x7 HPNing Group 145 Lic FC SVC	$ 698,21	$ 2.094,62
18	1	HP 3y 24x7 IMC Std SW Plat ELTU FC SVC	$ 1.533,99	$ 1.533,99
VALOR Total Produtos				$ 277.535,01

Fonte: Rationale

O valor de 277.353,01 (dólar), convertendo para reais R$ 883.310,676, projeção para 36 meses de $28.890,00 e investimento por aluno de $19,26.

5. Conclusão

Nesta seção, estão descritas as conclusões do trabalho, realizado com foco no objetivo geral e nos objetivos específicos. O objetivo geral foi analisar comparativamente a qualidade de serviços da internet de uma instituição de ensino superior por meio da escala SERVQUAL.

Os resultados encontrados evidenciam que a maioria dos alunos possui alta expectativa sobre a qualidade dos serviços da internet prestados pelas IES. E já as percepções sobre a qualidade dos serviços, possuem diferenças relevantes.

Na pesquisa das 22 questões obtiveram sempre a avaliação da percepção menor do que a da expectativa sobre a qualidade dos serviços analisados. Nas 5 dimensões (confiabilidade, receptividade, segurança e empatia) obtiveram a média de seus gaps maiores que 1 ponto negativo. Os resultados desta desse estudo poderão contribuir para entender e aprofundar os estudos sobre a qualidade de serviços da internet, sendo uma ferramenta de alta prioridade a partir do ano de 2018 com a alta das disciplinas em EAD e mostrar sua relação com as IES. Além disso, a organização analisada, com base nos dados apresentados, poderá estabelecer melhores práticas de conscientização aos alunos, para elevar o desempenho da qualidade de seus serviços da internet para os próprios alunos.

REFERÊNCIAS

BORTOLUZZI, Sandro César. Avaliação de Desempenho em Instituições de Ensino Superior: Análise Bibliométrica e Sistêmica de um Portfólio Bibliográfico Nacional por meio do Processo Proknow-C Ludmila Defaci UTFPR ludmiladefaci@ gmail. com.

CHAGAS, Leila Rodrigues; COSTA, Helder Gomes; SANT'ANNA, Annibal Parracho. Adaptação ao modelo HEDPERF para o mapeamento da percepção dos discentes de uma escola de idiomas. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, v. 3, n. 3, p. 242-268, 2011.

CHAVES FILHO, José Geraldo Batista. Melhores práticas para garantia de sustentabilidade de melhorias obtidas através de eventos kaizen. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COUTINHO, Fernando Cesar Coelho. Avaliação da qualidade dos serviços de uma instituição de ensino superior. Acesso em, v. 1, 2015.

DE SOUZA, Tarcita Cabral Ghizoni. et al. Regulação da Avaliação da Educação Superior Brasileira: A Questão dos Instrumentos de Mensuração da Qualidade. 1ª ed. Salvador. ENAPG, 2012.

DIAS, Carlos Manuel Galvão et al. Aplicação da filosofia Lean management: caso de estudo, aplicado à manutenção de edifícios. 2015. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

EBERLE, Luciene. Identificação das dimensões da qualidade em serviços: um estudo aplicado em uma instituição de ensino superior localizada em Caxias do Sul-RS. 2014. Tese de Doutorado.

FORTES, Victória Correa et al. Avaliação da qualidade no Ensino Superior: aplicação do modelo HedPerf em uma IES Privada. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO.

GUIMARÃES, M.A.; ISHISAKI, N. Redução de Desperdícios coma filosofia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria aeronáutica. Revista denAdministração da Fatea, v. 6, n. 6, p. 103-115, jan./jul., 2013.

LAS CASAS, Alexandre Luzzi. Qualidade Total em Serviços. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LAZZARI, Fernanda. Dimensões da qualidade na prestação de serviços: um estudo ambientado nos laboratórios da Universidade de Caxias do Sul. 2014. Tese de Doutorado.

MATTOS, Louisye dos Santos; PEREIRA, Rosenilda da Silva. Avaliação da Qualidade em Serviços. 2016.

MIGUEL, P. A. C. et al Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2ª ed. Rio de Janeiro. Elsevier: ABEPRO, 2012.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PANDOLFI, César; TEN CATEN, Carla Schwengber; RODRIGUES, Cláudia Medianeira Cruz. Análise do instrumento de avaliação de cursos em uma instituição de ensino superior da Serra Gaúcha. Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL, v. 9, n. 2, p. 301-319, 2016.

SOUZA, Elane Karla; MACHADO, Francisco Oliveira. A Gestão da Qualidade e suas Práticas: Estudo de Caso em Caruaru/PE. INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção, v. 3, n. 10, p. 023-034, 2011.

SILVA, A.M.F. Aplicação de técnicas Lean Office nos Serviços Académicos de uma Universidade. Universidade do Minho Escola de Engenharia- Outubro, 2014.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AVALIAÇÃO E MELHORIA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CERVEJARIA HELENITA

Paulo França Barbosa Neto, Lucio Garcia Veraldo Junior, Benedito Manoel de Almeida

1. Introdução

As metodologias baseadas na aprendizagem ativa voltadas para a engenharia são efetivadas de variadas formas. Algumas metodologias priorizam o trabalho a partir de projetos (PLE - Project Led Education), outras ainda, são formas de organizar o processo de aprendizado (Project Work) (FRAZEN et al 2013).

A abordagem PLE tem como objetivo as grandes tarefas, com dificuldades crescentes, soluções abertas e questões desafiadoras, com as quais criam produtos, processos ou sistemas, analisam e aplicam teorias no seu desenvolvimento (GIL, 2006). A abordagem PLE parte da proposição de um tema de projeto, visando o desenvolvimento de um produto, artefato, protótipo, processo ou sistema através do trabalho participativo desenvolvido por uma equipe de alunos, levando-os a coletarem dados e informações (fatos), a gerarem ideias e a identificarem suas necessidades de aprendizagem, num processo onde à busca das respostas (supervisionada pelos professores) lhes possibilitam encontrar na teoria das disciplinas de apoio ao projeto soluções para a concretização do objetivo proposto, como resultado final.

Existem alguns estudos sugerem que a pesquisa operacional é mais efetivamente aplicada quando são estudados modelos mais próximos aos processos operacionais reais que possam ser validados e cujos resultados das análises sejam testados na prática. Dessa maneira, são obtidos feedbacks acerca da qualidade do modelo utilizado e das soluções obtidas dessas análises. Em outras palavras, quando a pesquisa quantitativa teórica é combinada com a pesquisa quantitativa empírica, o que vem sendo observado com mais frequência apenas mais recentemente. Apesar das faltas no passado, o futuro da pesquisa quantitativa em pesquisa operacional é bem promissor, especialmente no tocante a aplicações em gestão de produção e operações. Por exemplo, o interesse crescente de gerentes na gestão de cadeias de suprimento

abriu novas oportunidades para a construção de modelos quantitativos para analisar esses sistemas (MIGUEL, 2012).

Para este artigo utilizaremos uma experiência com pesquisa operacional quantitativa empírica combinada com uma abordagem PLE partindo do processo prático para desenvolver um modelo teórico utilizando processos de experimentação. Além disso, evidenciaremos aplicação de conceitos teóricos de engenharia, desenvolvidos ao longo do curso de Engenharia de Produção, em um processo de fabricação desenvolvendo, assim, não apenas as análises e soluções de problemas, mas também desenvolvendo habilidades necessárias para a carreira de um estudante de engenharia. Adicionalmente a importância acadêmica do trabalho ainda existe a contribuição prática da implantação de projetos de sistemas relacionados à fabricação de cerveja, e que têm influência não apenas na melhoria do processo, mas também influência direta na qualidade do produto. Hoje, sabe-se que os profissionais de engenharia precisam dominar habilidades e competências que vão além do conhecimento técnico, e isso inclui habilidades colaborativas para resolver problemas, desenvolver tecnologia e gerar inovação.

Na atualidade, ainda existem poucos trabalhos científicos referentes à produção de cerveja artesanal e a implantação de seus sistemas, desta forma, o trabalho, além de ter buscado soluções para o processo da cervejaria, pode ser utilizado como instrumento prático de empreendedorismo uma vez que o aumento das cervejas artesanais é exponencial no mercado e uma oportunidade a ser explorada. Em 2012 as cervejarias artesanais representavam 8% do mercado nacional da bebida e encerraram 2014 com uma participação de 11%, segundo o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, que aponta a existência de 300 micro cervejarias no país. A projeção é de que essa cota suba para 20% em 2020 (SINDCERV, 2015). O grande diferencial das micro cervejarias está no fato de sua cerveja ser caracterizada por um sabor mais intenso e um aroma mais encorpado, sendo consumido por pessoas mais exigentes em termos de qualidade sensorial. (ARAÚJO et al., 2003).

Dentro deste cenário, a cervejaria Helenita possuía capacidade de produção de 20lts. Desconsiderando altos investimentos, optou-se, pela análise e evolução técnica das etapas de fabricação de cerveja para conseguir aumentar a capacidade da cervejaria e melhorar a qualidade do produto. Devido a uma limitação de equipamento, quando da criação da

empresa, optou-se pelo o sistema BIAB (Brew In A Bag), onde toda parte quente do processo era realizada em um mesmo equipamento. Além da limitação no equipamento se verificou durante a análise das etapas de fabricação movimentos desnecessários e perda excessiva de água e de combustível.

2. O processo de fabricação de cerveja

A cerveja é uma bebida de ampla produção e consumo no mundo. Ela pode ser definida como uma bebida de baixo teor alcoólico, sendo preparada pela via fermentativa, usando o gênero saccharomyces e o mosto, composto por lúpulo, água e cereais não maltados, tais como trigo e arroz (MEGA e ANDRADE, 2011).

O processo de fabricação artesanal de cervejas segue as etapas de elaboração da receita, moagem do malte, mostura, filtragem, fervura, resfriamento, aeração e inoculação do fermento, fermentação, maturação e engarrafamento (MÜLLER, 2002). A elaboração da cerveja consiste em personalizar e adaptar uma receita base de cerveja artesanal ao paladar desejado, isso significa que a mesma receita base permite derivações na fabricação, ou seja, cada pessoa pode pegar a mesma receita base e tornada própria após adequar os seus padrões, que desde adicionar variados tipos de fruta até modificar o corpo da cerveja.

3. O processo de fabricação da Cervejaria Helenita

No início de sua operação a cervejaria HELENITA possuía capacidade para fabricar apenas vinte litros de cerveja essa era a capacidade máxima que os equipamentos podiam produzir, o sistema de filtragem era realizado utilizando o sistema BIAB (Brew In A Bag), um método muito utilizado pelos homebrewers australianos, que consiste em utilizar um saco de tecido poroso, não tóxico, no lugar de um fundo falso. Os tecidos de voal e musseline 100% atóxicos, resistentes e com capacidade de suportar em torno de 10kg de malte molhado. Utilizando esse processo, além de suas dificuldades inerentes, era necessário realizar o resfriamento do mosto em outro ambiente havendo, assim, a necessidade da movimentação do tanque com a cerveja, atividade que afetava a produtividade da cervejaria.

Moagem dos Grãos- Realizada meio de moedor de disco manual que funciona com um triturador central da quebra os grãos, esse processo manual possuía duração de cerca de 40 minutos para cada receita com aproximadamente 18 quilos de malte.

Mostura – Neste processo era necessário colocar 18 litros de água no tanque e realizar o aquecimento da água até 50ºC para adição do malte, esse processo possuía duração de 50 minutos.

Rampas de Temperaturas – Estas rampas de aquecimento são necessárias para que seja feita toda a conversão do amido em açúcar, e para isso é preciso manter a temperatura inicial de 45ºC por 30 minutos em seguida elevá-la para 50ºC por 20 minutos em seguida eleva-la para 65ºC por mais 30 minutos.

Lavagem dos Grãos - Realizada utilizando uma panela extra para aquecer a agua na mesma temperatura do mostro como o processo utilizava o sistema BIAB fazia-se necessário realizar a lavagem manualmente com uma concha. Esse processo manual possuía duração de aproximadamente 50 minutos.

Fervura - Após o processo de lavagem dos grãos inicia-se o processo de fervura, último processo da parte quente. Nesse processo era necessário elevar a temperatura a 100ºC e mantê-la por aproximadamente 60 minutos para que o lúpulo, adicionado nessa etapa do processo, pudesse liberar todas as suas proteínas.

Resfriamento - Era necessário realizar o resfriamento em outro ambiente, uma vez que não existiam pontos de água disponíveis próximo ao local onde estavam instalados os equipamentos para a produção da cerveja. Desta forma, era necessário realizar um deslocar com o mosto por aproximadamente 5 metros até um taque externo onde estava ligado o chiller e a água utilizada no processo de resfriamento, cerca de 200 litros, era descartada. Esse processo possuía duração de 50 minutos. O processo de resfriamento deve ser realizado o mais rápido possível, pois nessa etapa do processo existe um maior risco de contaminação.

A tabela abaixo resume o processo de cada etapa de fabricação da cerveja e seus respectivos tempos antes da aplicação dos novos procedimentos de fabricação.

Tabela 1 – Tempos do processo da Cervejaria Helenita

Etapa	Processo	Tempo
Moagem	Manual	40 minutos
Mostura	Fogão de cozinha	50 minutos
Rampas de Aquecimento	Fogão de cozinha	20 minutos
Lavagem dos grãos	Concha, (BIAB manual)	50 minutos
Fervura	Fogão de cozinha	60 minutos
Resfriamento	Tanque externo (chiller)	50 minutos

4. Análise do processo de fabricação da Cervejaria Helenita

Conforme mostrado anteriormente o processo de fabricação da cerveja era realizado através do BIAB (Brewin in a bag) o que ocasionava falhas e perdas ao longo do processo de fabricação. Desta forma, utilizando a ideia de que a pesquisa operacional é mais efetivamente aplicada quando são estudados modelos mais próximos aos processos operacionais reais e a experiência do pessoal de operação, além dos conhecimentos técnicos dos cervejeiros e de algumas ferramentas da qualidade, foram definidos alguns conceitos que alterariam o processo de fabricação da cerveja Helenita. Com a definição do novo conceito de fabricação e com o aumento de produção, verificou-se que as atividades complementares, como por exemplo: a moagem, deveriam ter seus processo melhorados, a fim de eliminar gargalhos.

E finalmente, para o atendimento das necessidades dos novos conceitos de produção, definiu-se que o tanto o processo quente quanto o processo frio deveriam ocorrer um mesmo ambiente, e, por último, definiu-se um novo sistema de resfriamento: o sistema HERMS (Heat Exchange Recirculation Mash System). O sistema HERMS tem como base uma tecnologia amplamente conhecida pela comunidade de cervejeiros caseiros para técnicas de brassagem: uma estrutura metálica montada com três níveis interligados por mangueiras e uma bomba que realiza a circulação do liquido para a cerveja e aquece os tanques utilizando um sistema

composto de fogareiros industriais fixos na estrutura metálica. Esta arquitetura é formada por três tanques abertos de tamanhos similares e em níveis. Além dos tanques, são necessárias 2 bombas para transferência entre tanques, uma serpentina de circulação para resfriamento e uma fonte de calor (resistência ou fogo direto) para fervura no tanque 3 e um instrumento de dispersão de água para a etapa de lavagem.

5. O processo de fabricação da Cervejaria Helenita utilizando o sistema HERMS

Com aplicação das ações, o processo de fabricação de cerveja foi reestruturado:

Moagem – Realizada a automação do processo de moagem dos grãos, a qual após a implementação do novo processo passou a ser realizada em 15 minutos.

Mostura - Após a implementação do sistema, o tempo de aquecimento para a temperatura de 50ºC é de apenas 38 minutos.

Rampas de Temperaturas - Com o novo processo com bocas de fogão industrial, tornou-se mais rápido atingir as temperaturas necessárias para a rampa de aquecimento. Agora para elevar a temperatura para 50ºC, e posteriormente, para 65ºC leva-se apenas 13 minutos.

Lavagem dos Grãos - O sistema HERMS modificou a forma de fazer a lavagem dos grãos. A lavagem que era realizada em outro tanque com água aquecida na temperatura do mostro. Após a implementação do novo sistema esta operação é realizada dentro próprio sistema reutilizando a água do processo de troca de calor. A operação passou a ser realizada em 25 minutos.

Fervura - Com o novo sistema para atingir a temperatura ideal de 100ºC precisa-se apenas de 27 minutos.

Resfriamento - O resfriamento passou a ser realizado no mesmo local onde a cerveja é produzida, a mesma bomba utilizada para fazer a circulação do liquido durante o processo de mostura é usada com água fria para o resfriamento. Além disso, passou-se a utilizar uma recipiente com gelo para auxiliar no resfriamento da cerveja. Com isso o processo passou a ter

duração de 22 minutos e agora se consegue reutilizar a água, enviando-a para um tanque de reuso.

Abaixo o quadro mostra um resumo dos novos tempos e os compara com os tempos anteriores:

Tabela 2 – Depois: Tempos do processo.

Etapa	Antes	Depois	Ganho
Moagem	40 minutos	15 minutos	25 minutos
Mostura	50 minutos	38 minutos	12 minutos
Rampas de Aquecimento	20 minutos	13 minutos	7 minutos
Lavagem dos grãos	50 minutos	25 minutos	25 minutos
Fervura	60 minutos	60 minutos	0 minuto
Resfriamento	50 minutos	22 minutos	28 minutos

6. Discussões

Algumas melhorias foram identificadas ao longo do processo de aplicação do conceito de modelagem e simulação e as ações foram aplicadas nos sistemas de moagem, mostagem, lavagem e resfriamento da Cervejaria Helenita. Utilizando os dados desta modelagem e simulação, o processo de fabricação foi alterado: o sistema de moagem foi automatizado e foi construído um novo conceito de fabricação e resfriamento utilizando o Sistema HERMS. Após a instalação do novo sistema, a cervejaria artesanal da pesquisa incrementou sua produção em 4 vezes: passou de uma produção de 20 litros para uma produção de 80 litros por dia, a partir das alterações sugeridas pelas simulações e realizadas pela fábrica. Com relação ao tempo de produção verifica-se ganhos significativos em todas as etapas do processo como fica evidenciado na Tabela 2. Com a melhoria alcançada, como demostrado no trabalho, e a possibilidade de ampliação da Cervejaria Helenita cria-se, também, o atendimento de uma parte do mercado que exige uma atenção e estudo no sentido de padronização e controle de

perdas no processo produtivo e ganhos no quesito sabor e qualidade. A pesquisa demonstrou, também, que a alteração no layout possibilitou uma redução no consumo de água, realizando seu reaproveitamento, e no consumo de energia, possibilitando uma maior competitividade da cerveja, com uma qualidade melhor e um custo reduzido.

Como resultado acadêmico podemos apontar benefícios no processo de aprendizagem, reduzindo a distância entre os conceitos teóricos com as práticas vivenciadas em empresas, mesmo tratando-se de um ambiente virtual. Também é possível observar benefícios nos aspectos de conhecimentos, habilidades e comportamentais, evidenciando, mais uma vez, a sua importância em uma melhor capacitação dos estudantes para o mercado de trabalho. Além disso, este tipo de abordagem pode permitir ao estudante a possibilidade de ingressar no campo profissional não apenas com algum conhecimento prático, mas também com algumas informações que vão além da atuação técnica, como por exemplo, gestão de tempo e de pessoas.

REFERÊNCIAS

L. R. C. Ribeiro and M. G. Mizukami, “An experiment with PBL in higher education as appraised by the teacher and students”. Interface, Botucatu, v. 9, n.17, p. 357-368, mar./ago. 2005.

T. Barrett and S. Moore, “An introduction to problem-based learning”. In: T. Barrett and S. Moore, New approaches to problembased learning: revitalising your practice in higher education. London: Routledge, 2010.

GIL, A. C. “Didática do ensino superior”. São Paulo: Atlas, 2006.

FRANZEN, B. A, et at. ENGENHEIROS: UMA CONSTRUÇÃO DE MÚLTIPLAS IDENTIDADES. XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado, RS, 2013.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. & HYNDMAN, R.J. Forecasting Methods and Applications.. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MIGUEL, P. A. C. et al - Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2ª ed. Rio de Janeiro. Elsevier: ABEPRO, 2012.

POWELL, P.; WEENK, W. Project-led engineering education. Utrecht: Lemma, 2003.

POLUTNIK, J., et al. Interdisciplinary projects—Cooperation of students of different study programs. In: EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Proceedings of the 24th. IEEE, 2013. p. 215-218.

PROTO, L. O. Z.; MESQUITA, M. A Previsão de demanda para planejamento da capacidade de empresa do setor cimenteiro. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., Ouro Preto, 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Fábia de Oliveira Rodrigues Maruco, Gabriel Concentino de Oliveira

Lucio Garcia Veraldo Junior

Resumo: Após a crise enérgica de 2016, advinda da falta de chuvas, o Governo do Estado de São Paulo encomendou estudo detalhado sobre o uso de energias renováveis, sobretudo da energia solar, como forma de economia, desenvolvimento e preservação ambiental das cidades. Todavia, para o sucesso do projeto, necessária a execução de políticas públicas ambientais, especialmente na criação de cidades inteligentes e sustentáveis. Assim, o trabalho versará sobre a análise da viabilidade da Energia Solar Fotovoltaica, em especial para o Estado de São Paulo, como medida de preservação, conservação ambiental e bem-estar da população.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes; Cidades Sustentáveis; Energia Solar Fotovoltaica

Abstract: After the energetic crisis of 2016, due to lack of rainfall, the State Government of São Paulo commissioned a detailed study on the use of renewable energies, especially solar energy, as a form of economy, development and environmental preservation of cities. However, for the success of the project, it is necessary to implement public environmental policies, especially in the creation of smart and sustainable cities. Thus, the work will be about the feasibility analysis of Solar Photovoltaic Energy, especially for the State of São Paulo, as a measure of preservation, environmental conservation and well-being of the population.

Keywords: Smart Cities; Smart Sustentability; Photovoltaic Solar Energy

1. Introdução

O domínio do conhecimento científico no século XXI encontra-se num patamar que permite a busca de soluções racionais para a problemática da geração da energia sustentável e, ao mesmo tempo, atende ao crescimento da demanda de forma economicamente viável. O Brasil, com extensão territorial e localização geográfica privilegiada, tem à sua disposição uma diversidade de fontes de energia consolidadas e outras que despontam como promissoras nos cenários de médio e longo prazo. A energia solar, fonte inesgotável e abundante, merece nossa atenção. Mas, para que haja sucesso deste projeto, necessária se faz a execução de políticas

públicas que estimulem seu uso, proporcionando confiabilidade, segurança, interesse, bem-estar social e proteção ao meio ambiente.

Tecer-se-á neste artigo uma explanação sobre o conceito de cidades inteligentes e sustentáveis e a viabilidade do uso da energia solar por meio de placas fotovoltaicas visando o bem-estar da população dos Municípios do Estado de São Paulo.

2. O surgimento das cidades inteligentes e sustentáveis

O termo cidades 'inteligentes' deriva do inglês '*smart cities'*. '*Smart*' pode ser traduzido como inteligente e também como esperto, perspicaz, certo, excelente. Nesse sentido mais amplo, não é a cidade que é 'inteligente', mas, sim, as pessoas que a projetam, constroem, operam, mantêm e vivem nela. Ela não pode ser 'inteligente' a ponto de nos submeter a algo que não queremos ou não desejamos, fundamentalmente deve trazer consigo a ética de propiciar o maior bem possível a todos.

Já o termo cidades 'sustentáveis' deriva de '*sustainable cities'*. '*Sustainable*' pode ser traduzido como sustentável, mas também como durável, duradouro, viável. Nesse contexto, faz sentido aliar os conceitos de cidades 'inteligentes' e cidades 'sustentáveis', pois ambos podem, sempre que utilizados corretamente, propiciar a preservação dos recursos naturais, melhorando a qualidade de vida e isso pressupõe o uso de novas tecnologias.

A criação das cidades inteligentes e sustentáveis parte da expansão da sociedade e estilos de vida, de acordo com Ermínia Maricato (2000), menos de 5% da população vivia em centros urbanos no início do século XVIII hoje metade da humanidade está nas cidades, formando verdadeiros purgatórios urbanos – em muitos casos, os cidadãos não têm condições mínimas de sobrevivência.

"A necessidade da criação de entidades e conferências preocupadas com o meio ambiente decorreu principalmente no reconhecimento do homem com o meio. [...]. No entanto, mesmo havendo consequências, e estas trazendo malefícios variados para a sociedade, prevenir e evitar as ações antrópicas ainda é motivo de conflitos entre os países, principalmente os que

detêm uma ideologia de desenvolvimento a qualquer custo" (Costa; Damasceno; Santos, 2012).

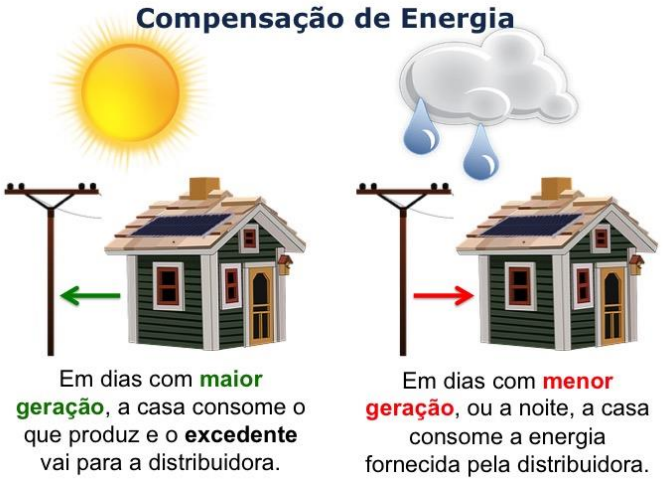
O desenvolvimento de aplicações sustentáveis vem se mostrando promissor cada vez mais. Incentivos governamentais como o sistema de "Compensação de Energia", são atrativos ao consumidor. Nesta situação, todos saem ganhando, o consumidor gastará menos energia elétrica, com isso o custo cairá e a empresa fornecedora precisará produzir menos quantidade de energia, logo o impacto ambiental causado naturalmente será desacelerado.

"A elaboração de regras para um desenvolvimento sustentável tem que reconhecer o fato de que a ciência econômica convencional não considera a base ecológica do sistema econômico dentro de seu arcabouço analítico, levando assim à crença no crescimento ilimitado" (CAVALCANTI, 2001).

Existem diversos modelos de unidades geradoras, painéis solares, ou até mesmo, turbinas que são capazes de transformar a energia mecânica dos ventos em energia elétrica. A energia solar ou fotovoltaica funciona através da incidência de raios solares sob os painéis fotovoltaicos que são instalados nos telhados de residências, com ângulo de inclinação voltado ao ponto onde tenha maior concentração de raios solares durante o ano para que o imóvel consiga gerar energia elétrica de forma autônoma e eficiente.

Podemos dizer que o sistema de compensação energética, em inglês *net metering*, é um método inovador que incentiva o uso de fontes renováveis de energia. De acordo com a Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012, fica definido que cada usuário possuidor de uma unidade geradora em sua residência pode fazer um empréstimo do excedente produzido a empresa fornecedora de energia elétrica, com isso terá um crédito que compensará o consumo ativo (Fig.1).

Figura 1. Compensação de energia



Fonte: Mundo Energia, 2016

Os painéis usam materiais de alta tecnologia para que ocorra o maior aproveitamento energético dos raios solares. Sua eficiência é calculada a partir da relação entre a quantidade de raios solares captada pelo painel e quanto foi aproveitado.

Por sua vez, o Estado de SP vem investindo em pesquisas relacionadas a eficiência solar da região. O levantamento feito em 2013 pela Secretaria de Energia do Estado de São Paulo, mostra que a incidência solar tem potencial energético de 12 TWh/ano, ou seja, suficiente para abastecer 30% do consumo residencial do Estado. (Fig. 2).

“O Estado de São Paulo é referência mundial em produção e utilização de insumos renováveis e possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Enquanto o mundo apresenta aproximadamente 13% da participação de renováveis, o Brasil chega a cerca de 40% e o Estado de São Paulo passa de 50%” (Secretaria de Energia e Mineração, 2017).

Figura 2: Mapa de Incidência Solar no Estado de São Paulo



Fonte: Secretaria de Energia e Mineração, 2013

De acordo com Bueno e Nalon (2016), a demanda energética do Brasil tende a crescer 4,8% em média anual, indo para um consumo de 730,1 mil GWh até 2020. Com isso é necessário fontes alternativas de energias, visto que o cenário atual de combustíveis fósseis não supre a demanda necessária com níveis de poluições aceitáveis. “O homem se multiplicou e dominou o planeta, tirando dele os recursos necessários à sua sobrevivência e à satisfação de suas necessidades e desejos” (Goldemberg; Lucon, 2007).

As cidades ao redor do mundo estão transformando seus espaços, no Brasil temos exemplos da cidade de Florianópolis que adotou o “E-Bus”, criado em parceria entre fabricantes internacionais e Governo Federal. E também o projeto “Smart City Laguna”, que está em construção na cidade São Gonçalo do Amarante, no Ceará e contará com tecnologia sustentável inovadora, vinda da Universidade de Tel Aviv.

“O mundo enfrentará desafios cada vez mais difíceis: aumento da demanda por energia, oferta de energia mais escassa, [...]. As empresas e governos estão desenvolvendo novas formas de olhar para o futuro para decidir como atender às necessidades de energia das pessoas e, ao mesmo tempo, preservando a saúde do planeta” (Shell, 2016)

3. Cidades inteligentes e sustentáveis: parâmetro energético fotovoltaico

Pensar as cidades inteligentes e sustentáveis requer pensar na sua função social, o que implica analisar o bem-estar dos seus habitantes, consciência ecológica e energética. Tal qual a propriedade, a cidade também tem uma função social a ser cumprida dentro da política urbana que lhe foi atribuída. Neste sentido, temos os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelecendo as regras gerais. A regulamentação dessas regras é feita através de normas infraconstitucionais.

Cidades inteligentes e sustentáveis requerem planejamento para que as ações concretas atinjam o seu objetivo. Daí a importância das políticas públicas ambientais, pois elas podem estabelecer alternativas viáveis para o melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. Um exemplo disso é o aproveitamento da luz solar transformada em energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos.

O sistema solar fotovoltaico é o que apresenta maiores condições de expansão no Brasil, em se tratando de um curto espaço de tempo, sendo importante para o desenvolvimento das cidades e para a melhoria da qualidade de vida nesse espaço. Vejamos:

Besides discussing the economics of photovoltaics systems, it is also very important to consider their ecological and environmental aspects. The aim of photovoltaics is to generate electricity without any considerable effect on the environment..[...] (SMETS, Arno H.M.; JÄGER, 2015).

O Governo do Estado de São Paulo realizou recentemente um estudo do levantamento potencial de produção de energia solar onde sistemas fotovoltaicos transformam diretamente energia solar em energia elétrica.

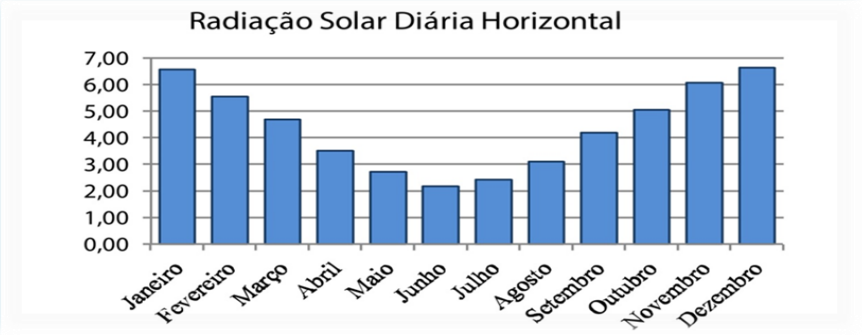
Dentre os principais benefícios gerados pela utilização da energia solar, podem ser destacados:

- Custos de transmissão e distribuição que podem ser reduzidos pela instalação de sistemas nas proximidades ou diretamente no local de consumo final;

- Incentivo a utilização de tecnologias de redes e sistemas de medição de alta tecnologia que possibilitam a introdução de instalações com maior eficiência energética e possibilidade de controle no fluxo da energia;
- Viabilização de vetores de desenvolvimento regional;
- Municípios com perfil mais sustentável com redução das emissões de carbono e da dependência energética.

O gráfico abaixo demonstra os índices de radiação solar no Brasil durante todo o ano e de utilização viável em praticamente todo o território:

Tabela 3: Radiação Solar Diária Horizontal



Fonte: http://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/

Para exemplificar o processo de análise municipal, mostra-se a seguir uma tabela com as características da energia global diária incidente por metro quadrado em alguns Municípios paulistas que representam suas respectivas Regiões Administrativas.

Tabela 4: Radiação solar global média nos Municípios Estado de São Paulo (Kwh/m2.dia)

Município	Anual	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Araçatuba	5,520	6,672	5,970	4,697	4,741
Campinas	5,388	6,347	6,147	4,402	4,658
Santos	4,709	5,747	5,455	3,881	3,753
S. J. Campos	5,053	6,002	5,625	4,227	4,357
São Paulo	4,589	5,251	5,352	3,967	3,784

Fonte: energia.sp.gov.br/energias-renovaveis/solar/potencial-de-energia-solar-paulista/

Além de erradicar a exclusão elétrica, cuja produção fica mais afetada com a falta de chuvas, apostar em fonte renovável de energia significa dar novas chances ao meio ambiente. A meta inicial estabelecida no Plano Paulista de Energia é a da viabilização da introdução, até 2020 no Estado de São Paulo.

4. Conclusão

As cidades inteligentes e sustentáveis devem ser vistas como um organismo vivo e dinâmico. Esse conceito de cidade não estará sendo implementado apenas para nós. Essas cidades devem se mostrar sustentáveis por muitas décadas de evolução, crescimento, desenvolvimento e contínuo investimento.

O aumento no consumo de energia e a preocupação com o meio ambiente fizeram com os estudos das fontes de energias renováveis tornassem necessários para a aplicação em maior escala e consequentemente diversificação da matriz energética no Brasil, em seus Estados, em especial, no Estado de São Paulo, após vivenciar uma crise energética no ano de 2016.

O presente artigo se propôs a demonstrar várias alternativas disponíveis para a utilização de placas fotovoltaicas na produção de energia solar contribuindo para um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sobretudo nas cidades do Estado de São Paulo onde há maior incidência de radiação solar, aliando, para isso, os conceitos de cidades inteligentes e cidades sustentáveis.

Dessa forma conclui-se que o desenvolvimento deste artigo científico foi de suma importância para a formação acadêmica, proporcionando a aplicação prática dos conhecimentos bibliográficos obtidos, e necessários à execução de um futuro projeto visando o bem-estar da população das cidades paulistas.

REFERÊNCIAS

BUENO, Erica; NALON, José Alexandre. **Iluminação pública inteligente utilizando rede mesh**. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 35, 2016.

CAVALCANTI, Clovis et al. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. Cortez, 2001.

COSTA, Letícia Gozzer; DAMASCENO, Marcos Vinícius Nogueira; SANTOS, Roberta de Souza. **A Conferência de Estocolmo e o pensamento ambientalista**: como tudo começou. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XV, n. 105, out 2012. Disponível em: http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=12292. Acesso em maio 2017.

DAMOUS, Wadih. Cidades e sustentabilidade, p.7-9. In: AHMED, Flávio; COUTINHO, Ronaldo. (Coords.).**Cidades sustentáveis no Brasil e sua tutela jurídica**. Rio de Janeiro/RJ: Lumen Juris, 2009.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energias renováveis**: um futuro sustentável. **Revista USP**, n. 72, p. 6-15, 2007

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Energia Solar Paulista**– Levantamento do potencial. Disponível em: www.energia.sp.gov.br >Acesso em Junho de 2017.

PUCCAMP. **Cidades inteligentes e cidades sustentáveis.** Disponível em: http://jornal.puc-campinas.edu.br/cidades-inteligentes-e-cidades-sustentaveis/>Acesso em Agosto de 2017.

REIS, Lineu Belicodos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral. Energia Solar, p.451-490. In: PHILIPPI JR (Coord.). **Energia e sustentabilidade**. Barueri/SP: Manole (coleção ambiental, vol.19), 2016.

SHELL**. Cenários da Shell**: Definindo uma visão de futuro, Shell Brasil, 16 de junho de 2016.Disponível em: http://www.shell.com.br/energia-e-inovacao/futuro-da-energia/shell-cenarios.html. Acesso em Junho de 2017.

SMART CITY LAGUNA. **Empreendimento, Smart City Laguna**, 2016. Disponível em: http://smartcitylaguna.com.br/empreendimento/. Acesso em Junho de 2017.

SMETS, Arno H.M.; JÄGER, Klaus; ISABELLA, Olindo; SWAAIJ, René ACMM van; ZEMAN, Miro. **Solar energy**: the physics and engineering of photovoltaic conversion, Technologies and systems. England: UIT Cambridge, 2015.

UFSC. **Ônibus elétrico**: UFSC adota tecnologia do futuro em sua rotina acadêmica, Notícias da UFSC, 12 de Janeiro de 2017. Disponível em: http://noticias.ufsc.br/2017/01/onibus-eletrico-ufsc-adota-tecnologia-do-futuro-em-sua-rotina-academica/. Acesso em Junho de 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

CISTERNA PARA O APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: USO NÃO POTÁVEL EM AMBIENTE ESCOLAR

Sandra Helena da Silva Rosa[1], Carlos Augusto da Silva Rosa[2]
Eduardo Ferro dos Santos[3], Luiz Tadeu da Silva[4]
José Felipe da Silva Farias[5], Leon Balloni Gomes[6]
[1,2,3,4,5,6]Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo – EEL USP, Lorena - SP

1. Introdução

Na atualidade muito se tem discutido sobre questões ambientais, principalmente em relação à escassez dos recursos hídricos, tendo em vista que a água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade e para todos os seres vivos da Terra.

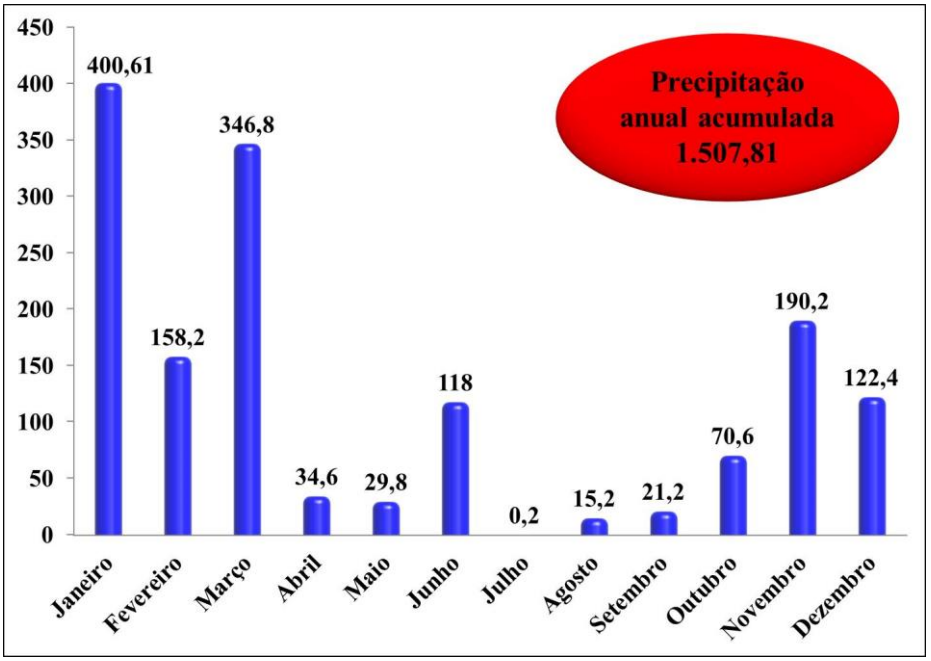
A crise da água ocorrida nos últimos anos na Região Sudeste do Brasil, explicitamente no Estado de São Paulo, foi motivada por fatores naturais (falta de chuvas) e também pela falta de planejamento da gestão pública, mesmo após amplo número de relatórios afirmando o crescente risco de uma crise hídrica.

Tudo o que a humanidade pretende realizar usa-se a água. Este é um recurso natural que é usado sem consciência na higiene pessoal, na limpeza doméstica e de alimentos, ao lavar carros e diversos bens móveis, e principalmente na indústria, na agricultura, na pecuária, etc.

Nas escolas públicas do Estado de São Paulo a água potável é utilizada principalmente para o consumo humano, limpeza das salas de aulas, banheiros, pátios e no preparo de alimentos.

No município de Lorena, localizado no Estado de São Paulo, segundo dados do CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, a precipitação acumulada no ano de 2016 foi de 1.507,81 mm (CEMADEN, 2017) (Figura 1), ou seja, a água dessas chuvas poderia ser bem aproveitada para diversos reuso, com exceção para o consumo humano.

Figura 1 – Precipitação acumulada mensal e anual em mm ocorrida no município de Lorena no ano de 2016



Fonte: CEMADEN (2017)

Assim, os Autores desse trabalho decidiram desenvolver um Projeto para a criação de uma cisterna, em ambiente escolar, para a captação de águas pluviais para fins não potáveis. Investigou-se com a criação desse protótipo, a melhoria do desempenho escolar, promovendo o conhecimento em diferentes áreas do saber, estimulando a investigação científica, a criatividade e a tomada de decisão em situações de problemas reais. Esse trabalho foi desenvolvido com 45 alunos na faixa etária de 15 a 16 anos do 2° ano do Ensino Médio de uma escola pública do interior de São Paulo. A proposta sugerida foi à criação de uma cisterna, um experimento inteligente que trouxe benefícios econômicos, em que os alunos pudessem captar águas pluviais para reuso em ambiente escolar para lavar os banheiros, áreas externas da escola e cuidar dos jardins. Além disso, esses alunos seriam agentes multiplicadores da ideia desse projeto, junto a outras escolas e seus familiares.

Uma das formas mais simples de sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva é por meio dos telhados. A água da chuva cai nos telhados e escoa por condutores verticais e horizontais (calhas) que direcionam a água para um reservatório, ou seja, cisternas (FERNANDES, NETO e MATTOS, 2006). Este experimento realizado foi importante para o

desenvolvimento de aprendizagem dos alunos, com o intuito de introduzir o conceito de consumo, sustentabilidade e meio ambiente, preparando os educandos para enfrentar os problemas reais do cotidiano.

Segundo Monteiro (2002, p.53) "Quanto mais cedo os alunos forem estimulados a participar desse processo de construção de argumentos, mais facilmente eles se engajarão nessa prática e mais significativos serão os resultados". Nas escolas com a instalação de cisternas, os alunos terão a possibilidade de acompanhar e avaliar na prática a gravidade da crise hídrica e formar opiniões expressando sua aceitabilidade na utilização do sistema de captação de água de chuva como alternativa de combate à escassez de água nas escolas, e consequentemente levar seus conhecimentos para a vida (RECKZIEGEL, BENCKE e TAUCHEN, 2010).

Diante do exposto e com a consciência de que a água é um dos bens naturais mais importantes e necessários na vida escolar, este Projeto foi desenvolvido com grande êxito.

2. Objetivos

✓ Elevar o conhecimento científico dos alunos do 2° Ano do Ensino Médio em relação à agua;

✓ Construir um protótipo de engenharia de cisterna; e

✓ Motivar os alunos e auxiliá-los no desenvolvimento de competências e habilidades para enfrentar situações problemas da vida real em relação ao meio ambiente.

3. Metodologia

✓ Etapa I - Introdução à educação ambiental: foi proposto aos alunos para se organizarem em 9 grupos com 5 integrantes cada, com o objetivo de realizar uma pesquisa sobre a água, como recurso utilizado desde a antiguidade até os dias atuais;

✓ Etapa II- Escolha dos recursos materias (tubos de PVC, folhas de zinco e recipiente para armazenamento da elaboração do protótipo pelos grupos de alunos em escala reduzida, para representar uma cisterna;

✓ Etapa III - Construção de pluviômetros com materiais recicláveis, envolvendo a coleta e a análise de dados pluviométricos, bem como a construção de tabelas e gráficos;

✓ Etapa IV - Confecção das maquetes pelos grupos;

✓ Etapa V - exposição e apresentação do protótipo pelos grupos;

✓ Etapa VI - Confecção da cisterna.

4. Resultados

O debate ocorrido em sala de aula, promovido pelos Professores, apresentou questões importantes relacionadas ao meio ambiente. A cisterna foi confeccionada e implantada no espaço que foi destinado à sua construção (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Espaço de Construção da Cisterna



Fonte: Os Autores da Pesquisa

Figura 3 - Cisterna Implantada



Fonte: Os Autores da Pesquisa

Os resultados das observações foram registrados de forma qualitativa por meio de relatórios, cálculos e fotos que foram posteriormente analisados. Essa atividade tornou a aula mais dinâmica, promovendo uma educação holística para a redução do consumo da água como recurso hídrico.

Os alunos passaram a questionar e refletir sobre os conteúdos abordados e os resultados apresentados indicaram que o enfrentamento das questões sócio ambientais na escola, oportunizou o desenvolvimento de projetos da educação ambiental nas diversas áreas do conhecimento.

Além disso, os alunos foram capazes de captar água da chuva por meio da cisterna, para uso não potável e utilizá-la (Figura 4), bem como elaborar hipóteses, interpretar resultados e resolver situações-problemas que envolvem questões do cotidiano de cada um deles e de seus familiares.

Figura 4 - Utilizando a cisterna



Fonte: Os Autores

5. Conclusão

Percebeu-se por meio de pesquisas de autores nacionais e internacionais que trabalhar com recursos naturais não é algo novo, principalmente quando se trata de estar vinculado a um projeto de engenharia, como no caso da criação de uma cisterna para captação de águas pluviais para fins não potáveis.

Concluiu-se que o uso de cisternas em ambiente escolar é viável economicamente, por ser uma alternativa de baixo custo e eficaz na resolução do problema, além de deixar a água potável somente para o consumo humano.

É importante ressaltar que com o desenvolvimento deste Projeto, a conta de água da Escola baixou de R$ 11.000,00 para R$ 6.000,00, proporcionando assim uma economia de R$ 5.000,00, logo uma redução de 45,46% nos gastos hídricos da escola. Além disso, houve grande conscientização por parte dos alunos e familiares ao tratar com respeito o meio ambiente e seus recursos naturais.

REFERÊNCIAS

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Dados de precipitação mensal ocorrida no município de Lorena – SP em 2016.** Dados solicitados e fornecidos pelo CEMADEN em 30.09.2017.

FERNANDES, D. R. M.; NETO, V. B. M.; MATTOS, K. M. C. Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: **Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna na UFRN/RN**. 2007.

MONTEIRO, M.A.A. et al. A influência do discurso do professor na motivação e na interação social em sala de aula. **Ciências e Educação**, v.1 8, n.4, p.997-1010, 2012.

RECKZIEGEL. C. R.; BENCKE. G.M.; TAUCHEN. J. A. **Cisternas para o aproveitamento de água da chuva**: uso não potável em escolas municipais de Horizontina, 2010.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

CONTENÇÃO DE ENCOSTA PELO MÉTODO DO RETALUDAMENTO ESTUDO DE CASO: DESLIZAMENTO DE TERRA NO MUNICÍPIO DE PIQUETE – SP

Leila Maria Ramos[1], Hélio Rodrigues Bassanelli[2]

[1,2] Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)

Resumo: Dentre os fenômenos envolvidos em desastres naturais no Brasil, os escorregamentos têm sido responsáveis por maior número de vítimas fatais e importantes prejuízos materiais. Obras de engenharia buscam minimizar tais desastres e se realizadas de forma eficaz, podem garantir uma maior segurança à população, para tanto é fundamental suceder uma correta avaliação das características do meio físico, deter de um adequado conhecimento geológico do local, conhecer a inclinação da encosta e as características técnicas de cada obra. Esse estudo teve como objetivo descrever os fatores relacionados à contenção de taludes e o método de retaludamento, por meio do estudo de caso do deslizamento de terra ocorrido na área urbana do município de Piquete em 2015, no qual a causa da ruptura ainda é analisada pela prefeitura do município e pela empresa CAB, responsável pelo abastecimento de água e esgoto da cidade. Este trabalho visa apresentar o método utilizado para estabilização do talude analisado, que foi a técnica denominada retaludamento apresentando os estudos preliminares como sondagens de subsolo, caracterização geológica, monitoramento de recalque e retroanálise, bem como as etapas da execução da obra e do sistema de drenagem.

Palavras-chaves: Geologia. Talude. Sondagem. Retaludamento.

1. Introdução

No Brasil existem relatos tratando de escorregamentos nas encostas de Salvador BA, datados do Império (1671). Os movimentos em taludes e encostas tem causado, principalmente nas ultimas duas décadas, acidentes em várias cidades brasileiras, muitas vezes com mais de uma dezena de vítimas fatais (Oliveira e Brito 1998). Foram registrados, durante o período de 1900 a 2016, 221 desastres naturais, afetando cerca de 105 milhões de pessoas, causando 12446 mortes (GUHA-SAPIR R, HOYOIS D, 2016).

Esse estudo teve como objetivo descrever os fatores relacionados à contenção de taludes e o método de retaludamento, por meio do estudo de caso do deslizamento de terra ocorrido na área urbana do município de Piquete em 2015, no qual a causa da ruptura ainda é analisada pela prefeitura do município e pela empresa CAB, responsável pelo abastecimento de água e esgoto da cidade. Este trabalho visa apresentar o método utilizado para estabilização do talude analisado, que foi a técnica denominada retaludamento apresentando os estudos preliminares como sondagens de subsolo, caracterização geológica, monitoramento de recalque e retroanálise, bem como as etapas da execução da obra e do sistema de drenagem.

No município de Piquete existem muitas áreas de ocupação irregular de APP (Áreas de Preservação Permanente), locais estes mais susceptíveis aos deslizamentos de terra. Segundo o IPT - Instituto de Pesquisas tecnológicas (2009), que classifica o grau de risco de um local em: R1 baixo; R2 médio; R3 alto; e R4 muito alto, no município, existem oito áreas que apresentam o grau de risco R4, onde o estado de alerta deve ser constante, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro nos quais ocorrem maiores índices pluviométricos.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

O município de Piquete (Fig.01) está localizado no estado de São Paulo a 860 metros de altitude, com latitude de 22º36’S e longitude de 45º13’W. A pluviometria anual apresenta média em torno de 1672 mm. (IPT, 2009).

Figura 01- Mapa da localização do município de Piquete no estado de São Paulo.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.

No cenário geológico, segundo o IPT (2009), aflora as rochas do embasamento cristalino e apresentam os terrenos um grau médio a muito alto de suscetibilidade natural a processos de movimentos de massa. Esta característica reflete-se em condicionantes geológico-geotécnicos dos materiais inconsolados, como: massa específica seca de campo, grau de umidade, permeabilidade, coesão, que condicionam, por sua vez, a estabilidade dos terrenos naturais quanto à interação destes materiais com as frentes de saturação, provocadas pela infiltração de água proveniente das chuvas, gerando diferentes tipologias de movimentos de massa, correlacionáveis aos perfis de solos sotopostos aos diferentes materiais de origem (rocha mãe). Os solos provenientes da alteração da rocha granito-gnáissica do embasamento cristalino são solos residuais areno-argilosos e areno siltosos, que mantêm no saprolito, a estrutura reliquiar da rocha mãe. Estes solos residuais apresentam perfis de alteração e espessuras variáveis, e condicionam, a grosso modo, processos de escorregamentos.

O relevo do município, de acordo com o IPT (2009), varia de 600 metros de altitude a 2000 metros.

No dia 02 de janeiro de 2015, houve um deslizamento de terra na Praça Pio XII, onde seis casas foram afetadas, estando essas casas impossibilitadas pela defesa civil de Piquete a continuarem sendo habitadas pelos antigos moradores. O deslizamento pode ser observado nas imagens a seguir. (Fig.02 e 03)

Figura 02: Localização do deslizamento de terra ocorrido em Piquete



Fonte: CAB, 2015.

Figura 03: Local do deslizamento de terra.



Fonte: CAB Piquete, 2015.

2.2. Dados utilizados

Para a efetuação deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico a fim de se produzir um sistema conceitual baseado em fundamentações teóricas acerca dos principais conceitos relacionados aos movimentos de massa. Também foram consultados os seguintes documentos de referência: Documentos fornecidos pela CAB, empresa de saneamento básico do município de Piquete: fotos obtidas no local em visita da Muniz & Spada no dia 02/10/2015; boletins de sondagens realizadas pela empresa Barão Estaqueamento e Sondagens, localizada em Jacareí/SP; e relatório de Monitoramento - Pinos de Recalque – Monitoramento de movimento de terra com leitura de pinos de recalque entre 12/01/2015 e 29/01/2015.

Para a realização do presente trabalho, também foram utilizados dados pluviométricos do local de estudo para relacionar o regime de chuva do local com o deslizamento de terra ocorrido.

Foi analisado o relatório do IPT (2009), com o intuito de coletar informações sobre os movimentos de terra no município de Piquete, e também para se obter dados sobre as características geológicas do local. Houve uma pesquisa sobre as normas brasileiras utilizadas na contenção de taludes instáveis.

2.3. Método

A abordagem metodológica de pesquisa utilizada foi um estudo de caso, de natureza aplicada, com forma qualitativa de abordar o problema, com o objetivo descritivo e exploratório.

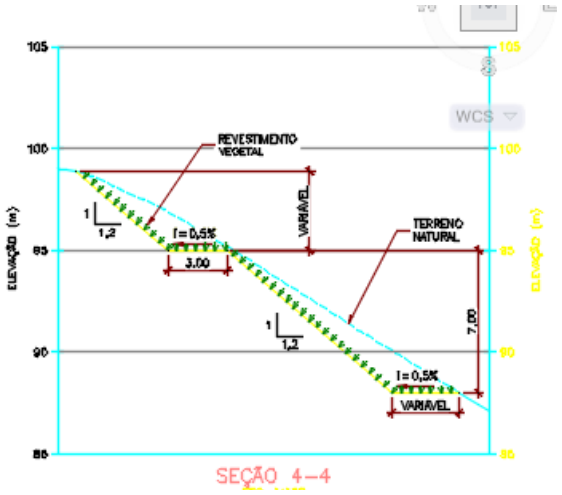
3. Análise de dados

Neste tópico será abordado o processo adotado para executar a obra de retaludamento.

3.1. Obras de contenção

No estudo de caso ocorrido na Praça Pio XII em Piquete, de acordo com Muniz e Spada (2015), a intervenção proposta para a estabilização do talude foi definida a partir de estudos que mostraram que é possível estabilizar o maciço através de um retaludamento do terreno. Para estabilização do talude, na região do evento de deslizamento, foi projetado uma terraplenagem com taludes de 1V:1,2H, segmentado em duas partes, com 7 m de altura e duas bermas de 3 m . (Muniz & Spada, 2015).

Figura 04: Retaludamento da Praça Pio.



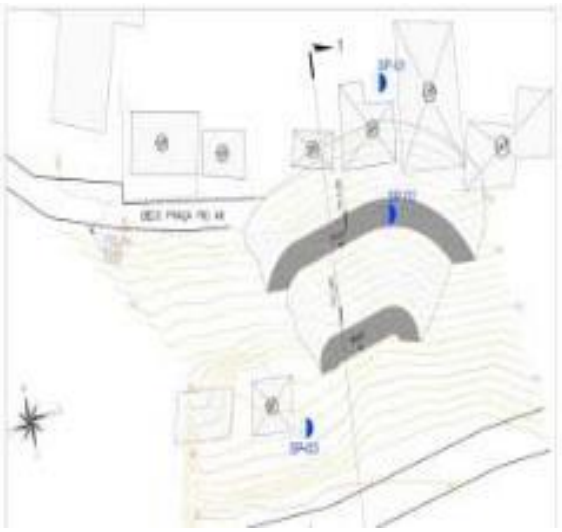
Fonte: Muniz e Spada, 2015

3.2. Estudos de investigação

Neste presente trabalho de estudo de caso, o método de investigação do subsolo utilizado foi o SPT. A sondagem divide-se praticamente em duas etapas distintas: uma de perfuração e outra de amostragem/ensaio. Na primeira etapa é feita a perfuração com trado ou trépano de lavagem com o auxílio de circulação d'água. Na segunda etapa, o amostrador padrão é inserido até o fundo da perfuração. Como resultado da sondagem obtém-se para cada metro sondado um ensaio de penetração dinâmica (ensaio penetrométrico) e uma amostra para identificação das camadas de solo. Também se observa a profundidade onde ocorre o lençol freático do terreno. O resultado do ensaio de penetração é o índice de resistência à penetração (NSPT), ou seja, números de golpes para os 30 cm finais. (BICALHO, 2016)

Com base nas sondagens existentes, na inspeção técnica realizada no local, foram realizadas análises de estabilidade utilizando o programa SLOPE/W da GEO-SLOPE International Ltda.. Para a realização das análises de estabilidade do terreno foi elaborada uma seção geotécnica que está locada na Planta abaixo. (Muniz e Spada, 2015).

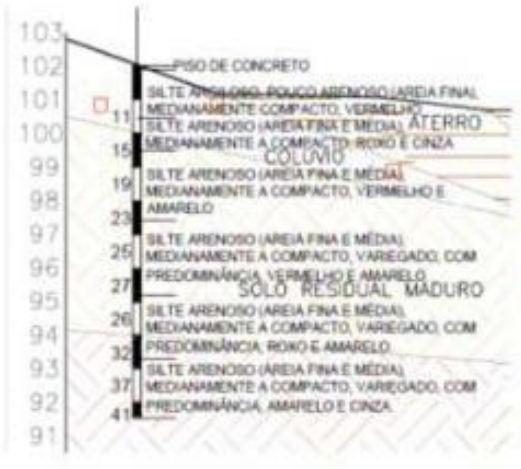
Figura 05: Planta com a locação das sondagens e indicação da seção de estudo.



Fonte: Muniz e Spada, 2015

A sondagem SPT foi realizada pela empresa Barão Estaqueamento localizada em Jacareí, obtendo os resultados a seguir (Fig. 06).

Figura 06: Perfil geológico.



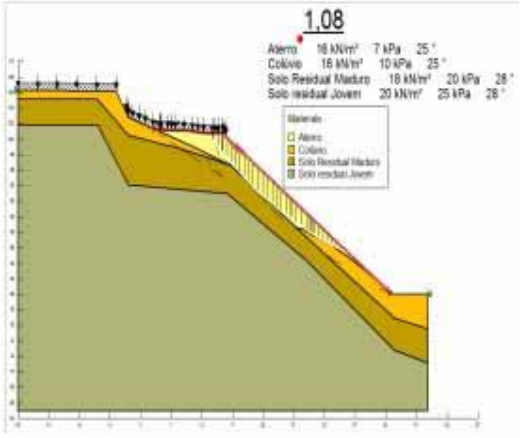
Fonte: Muniz e Spada, 2015

3.3. Retroanalise do local

Na retroanálise são feitos cálculos tentativos do fator de segurança, até ajustar os parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito) à condição de FS= 1.

Com a retroanálise (Fig. 07) de estabilidade de talude realizada se obteve os parâmetros apresentados na Tabela 1.

Figura 07: Retroanálise da seção geotécnica 1 antes do deslizamento.



Fonte: Muniz&Spada,2015.

Tabela 1: Parâmetro do Solo.

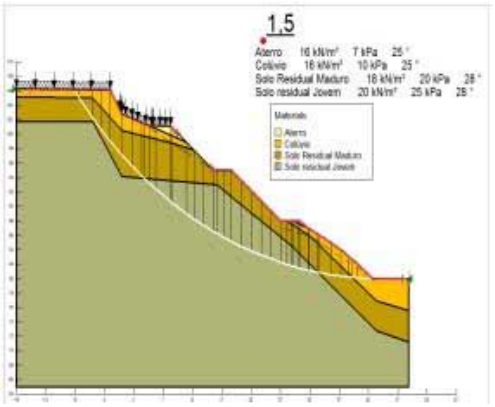
Solo	Aterro	Colúvio	Residual Maduro	Residual Jovem
Ângulo de atrito (°)	25	25	28	28
Coesão (kPa)	7	10	20	25
Peso específico (kN/m³)	16	16	18	20

Fonte: Muniz e Spada, 2015

Foi analisado o talude em uma ruptura global. O fator de segurança passou para 1,5 com o terraplenagem (Fig. 08)

Segundo a NBR 11682 que normatiza a questão da estabilidade de taludes, o fator de segurança é definido como a relação entre os esforços estabilizantes (resistentes) e os esforços instabilizantes (atuantes) para determinado método de cálculo.

Figura 08: Análise de estabilidade da seção geotécnica em uma ruptura global.



Fonte: Muniz&Spada, 2015.

3.4. Sistema de drenagem.

No estudo de caso de retaludamento na cidade de Piquete o sistema de drenagem adotado foi a implantação de DHP (Dreno Horizontal Profundo) que evitam o acúmulo de água dentro do talude, evitando o carreamento de sedimentos do interior do talude evitando assim a

instabilidade da encosta. As imagens a seguir mostram o sistema de drenagem subterrâneo adotado, que foi a utilização de DHP.

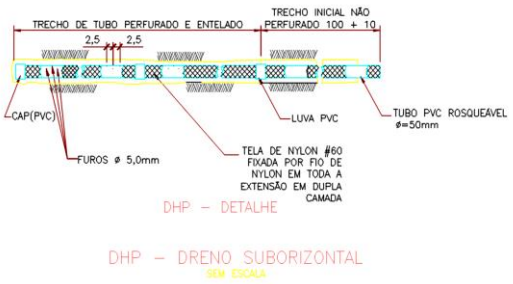
Figura 09: Sistema de Drenagem Subterrânea.



Fonte: CAB Piquete, 2015.

O Dreno Horizontal Profundo utilizado no estudo de caso atende as especificações técnicas do DER (2006), conforme figura 10.

Figura 102: Dreno Horizontal Profundo.



Fonte: Muniz&Spada, 2015.

O sistema de drenagem superficial (Fig. 11) adotado foi de calhas transversais e longitudinais, caixas de passagem e coletores.

Figura 11: Sistema de drenagem superficial.



Fonte: CAB Piquete, 2015.

O sistema de proteção superficial utilizado no deslizamento estudado foi a proteção superficial com gramínea (Fig. 12)

Figura 12: Proteção superficial do talude com gramínea.



Fonte: CAB Piquete, 2015.

Após o escorregamento da encosta, foi contratada uma empresa de topografia para monitoramento da instabilidade do local. Foram implantados quinze pinos de aço nas residenciais adjacentes ao local do incidente. Esse monitoramento foi realizado em três ocasiões, dias 16, 19 e 29 de janeiro. Essa atividade consistia em levantamentos topográficos com Estação Total dos pinos e comparação de suas variações em X, Y e Z. A diferença encontrada foi muito pequena, o que levou os técnicos a decidirem iniciar os projetos de recuperação da área.

Tabela 2: Monitoramento de recalque.

DIFERENÇA ENTRE DIAS 12 e 16

Pontos	X	Y	Z
P1	-0.00700	-0.00900	0.00000
P2	0.00200	-0.00400	0.00100
P3	-0.00800	-0.00700	0.00600
P4	-0.00600	0.00400	0.00800
P5	-0.00300	-0.00900	0.00500
P6	0.00000	0.00900	0.00600
P7	-0.01000	-0.00600	0.00500
P8	0.00300	-0.00800	0.00700
P9	0.00700	-0.00100	0.00600
P10	0.01900	-0.00300	0.00200
P11	-0.01200	-0.00800	0.00100
P12	0.00700	-0.01300	0.00200
P13	0.00000	0.00200	0.00000
P14	0.00500	0.01800	0.00100
P15	-0.02300	0.01700	0.00200

Fonte: CAB Piquete, 2015

4. Conclusão

No estudo do deslizamento do talude da Praça Pio X, pôde-se observar que dependendo do tipo de solo, assim como seu ângulo de atrito e coesão, comporta-se diferentemente de acordo com as solicitações de carga as quais ele está submetido necessitando de obras de contenção especificas.

A obra de contenção utilizada, denominada de retaludamento, foi o método encontrado que atendeu o quesito custo benefício, apresentando adequadas condições de execução, por não necessitar de reforços estruturais, como necessitam as demais obras de contenção como, por exemplo, os muros de gravidade, atirantamentos, aterros reforçados e estabilização de blocos. Outro benefício desse método é a baixa quantidade de materiais da construção civil utilizados, como cimento, areia, aço, brita e blocos de concreto, por se tratar de uma técnica de estabilização realizada apenas com cortes e aterros. Assim tal método de contenção é viável economicamente e ambientalmente.

Os deslizamentos de terra são muito frequentes no Brasil, dessa maneira os conhecimentos geológicos-geotécnicos, de obras de contenção economicamente e ambientalmente viáveis podem servir para ações preventivas que podem evitar perdas materiais e humanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIFULCO, Carlo. **Engenharia natural na reabilitação de taludes e vertentes.** Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Centro de Ecologia Aplicada; Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal. 2013

DER- Departamento de Estradas de Rodagem do estado de São Paulo- **Manual de Geotecnia**- 1991

IPT. Instituto de Pesquisas Técnológicas. **Mapeamento das áreas de risco de escorregamento e plano de macrodrenagem da área urbana do Município de Piquete**. SP, 2009.
NBR 11682: 1991 ABNT/CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:004.07 - Comissão de estudo de estabilidade de taludes.

MUNIZ & SPADA. **Memória de cálculo da Estabilidade de Talude.** Piquete/SP .Relatório. Fevereiro 2015

OLIVEIRA E BRITO **Geologia de engenharia**/ editores Antônio dos Santos Oliveira, Sérgio Nertan Alves de Brito. - São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia-2011.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

DESENVOLVIMENTO DE UM PÊNDULO INVERTIDO EXPERIMENTAL BASEADO EM CONTROLE PID

Alexandre Antonio Rosa

1. Introdução

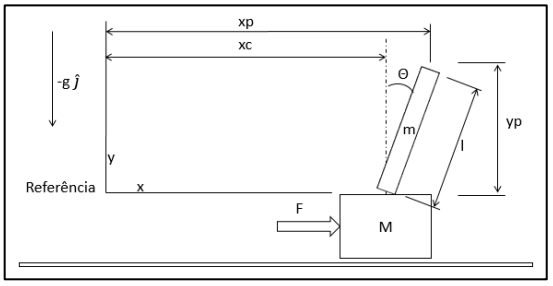
O pêndulo invertido é um excelente dispositivo para a validação de diferentes abordagens de controle e alguns dos seus conceitos tem sido aplicados em várias áreas da indústria e do conhecimento (BOUBAKER, 2013), (SHAM *et al.*, 2015). Veículos de transporte moderno com duas rodas, os diciclos, conhecidos como *Hoverboards* ou *Segways*, também são baseados nos princípios do pêndulo invertido (KIM; PARK, 2016), (CHATURVEDI; TANVEER; MALIK, 2015). A simplicidade da planta, a não linearidade do seu modelo matemático e os seus dois pontos de equilíbrio: um estável, com a haste posicionada verticalmente para baixo e o outro instável, com a haste posicionada verticalmente para cima, fazem do pêndulo invertido um dos experimentos mais estudados na área do controle e da automação (MATHEW; RAO; SIVAKUMARAN, 2013), (DUBAY *et al.*, 2015).

Sendo assim, foi observado que o desenvolvimento de uma planta de um pêndulo invertido à partir de uma impressora à jato de tinta HP810C, além de outros componentes de prototipagem rápida baseados na plataforma Arduino, possibilitaria a implementação de técnicas de controle clássicas, como a PID, e de outras técnicas mais avançadas. Além disso, novas pesquisas na área do controle e da automação poderiam também ser iniciadas.

2. Modelagem matemática

O diagrama esquemático de corpo livre do pêndulo invertido está indicado na Figura 1.

Figura 3 – Diagrama de corpo livre do pêndulo invertido



Fonte: Autor

Neste esquema verifica-se que F é a força responsável pela excitação do carro. M é a massa do carro, m e l são respectivamente a massa e o comprimento da haste do pêndulo. A posição horizontal do carro e a posição horizontal da extremidade da haste à partir da referência são dadas por x_c e x_p. A posição vertical da extremidade da haste à partir da mesma referência citada é dada por y_p e θ é a posição angular da haste em relação ao eixo vertical. A aceleração da gravidade g está orientada verticalmente para baixo. Como x e θ são as coordenadas generalizadas do sistema físico, pois são coordenadas independentes de cada grau de liberdade do sistema, no desenvolvimento do modelo dinâmico as variáveis x_c, x_p e y_p serão devidamente substituídas pelas coordenadas generalizadas citadas.

O modelo matemático do pêndulo invertido foi obtido através da equação de Euler-Lagrange. A equação (1) ilustra a forma geral da equação de Euler-Lagrange

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}}\right) - \frac{\partial L}{\partial q} + \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \dot{q}} = Q \qquad (1)$$

O Lagrangeano L é dado pela diferença entre a energia cinética e a energia potencial gravitacional da seguinte forma:

$$L = E_c - E_p \qquad (2)$$

A identificação dos termos referentes à energia cinética e à energia potencial no diagrama de corpo livre ilustrado na Figura 1, permitiu escrever:

$$L = \frac{1}{2} \cdot M \cdot \dot{x_c}^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot (\dot{x_c}^2 + 2 \cdot \dot{x_c} \cdot l \cdot \cos\theta \cdot \dot{\theta} + l^2 \cdot \dot{\theta}^2) + mgl\cos\theta \quad (3)$$

As forças dissipativas atuantes no sistema do pêndulo invertido podem ser modeladas da seguinte forma (S. NISE, 2011):

$$\mathcal{F}_c = \frac{1}{2} \cdot b_c \cdot \dot{x_c}^2 \quad (4)$$

$$\mathcal{F}_p = \frac{1}{2} \cdot b_p \cdot \dot{\theta}^2 \quad (5)$$

b_c, b_p – são os coeficientes de atrito viscoso do trilho do carro e do eixo do pêndulo.

A introdução das expressões (3), (4) e (5) na equação (1) e a realização de manipulações algébricas para o isolamento da derivada de maior ordem em cada uma das equações obtidas produziu o conjunto de equações apresentado abaixo:

$$\ddot{x} = \frac{l \cdot m \cdot sen\theta \cdot \dot{\theta}^2}{(M + m - m \cdot cos\theta^2)} + \frac{bp \cdot cos\theta \cdot \dot{\theta}}{l \cdot (M + m - m \cdot cos\theta^2)} - \frac{bc \cdot \dot{x}}{(M + m - m \cdot cos\theta^2)} - \frac{cos\theta \cdot m \cdot g \cdot sen\theta}{(M + m - m \cdot cos\theta^2)} + \frac{F}{(M + m - m \cdot cos\theta^2)} \quad (6)$$

$$\ddot{\theta} = \frac{bc \cdot cos\theta \cdot \dot{x}}{l \cdot (M + m - m \cdot cos\theta^2)} - \frac{m \cdot cos\theta \cdot sen\theta \cdot \dot{\theta}^2}{(M + m - m \cdot cos\theta^2)} - \frac{bp \cdot (M + m) \cdot \dot{\theta}}{m \cdot l^2 \cdot (M + m - m \cdot cos\theta^2)} + \frac{g \cdot (M + m) \cdot sen\theta}{l \cdot (M + m - m \cdot cos\theta^2)} - \frac{F \cdot cos\theta}{l \cdot (M + m - m \cdot cos\theta^2)} \quad (7)$$

Em que F é a força generalizada aplicada à planta.

As equações acima definem o modelo dinâmico não linear no domínio do tempo do pêndulo invertido.

A linearização das expressões (6) e (7) através do método de Taylor em torno do ponto de operação $\theta = 0$ conduziu a:

$$\ddot{x} = \frac{bp \cdot \dot{\theta}}{l \cdot M} - \frac{bc \cdot \dot{x}}{M} - \frac{m \cdot g \cdot \theta}{M} + \frac{F}{M} \tag{8}$$

$$\ddot{\theta} = \frac{bc \cdot \dot{x}}{l \cdot M} - \frac{bp \cdot (M+m) \cdot \dot{\theta}}{m \cdot l^2 \cdot M} + \frac{g \cdot (M+m) \cdot \theta}{l \cdot M} - \frac{F}{l \cdot M} \tag{9}$$

Para a determinação das expressões (8) e (9) foram considerados os termos:

$\operatorname{sen}\theta = \theta; \cos\theta = 1; \dot{\theta}^2 = 0$

A linearização do sistema foi realizada em torno do ponto de operação $\theta = 0$ devido a esse ponto apresentar equilíbrio estável. Isso significa que todas as raízes do denominador da função de transferência do sistema se localizam à esquerda do gráfico do lugar das raízes.

2.1. Controlador PID

Para que se pudesse efetuar o controle da planta experimental desenvolvida, foi utilizada a técnica de controle clássica PID. Essa técnica além de ser de uma abordagem simples, é muito utilizada como uma técnica de referência para a validação de outras técnicas de controle (PONCE, 2014), (SONONE; PATEL, 2015), (VENDRAMINI; SILVA, 2010), (KAUR; KAUR, 2016). Para a identificação dos parâmetros deste controlador (k_p, k_i, k_d), foi utilizada a abordagem analítica de Ziegler-Nichols. De acordo com (SELVI SOWMYA, S. PRIYADHARSHINI, R. PRIYADHARSHINI, 2014), (SHAHROKHI; ZOMORRODI, 2002) existem inúmeras abordagens analíticas que permitem identificar os parâmetros do referido controlador, porém a metodologia de Ziegler-Nichols é uma das que permite alcançar bons resultados com um esforço matemático relativamente simples.

Uma desvantagem do PID é que o mesmo se aplica somente a sistemas SISO (*Simple Input Simple Output*). A planta do pêndulo invertido é um sistema SIMO (*Simple Input Multiple Output*), sendo assim foi utilizado um controlador para cada malha do sistema (pêndulo e carro).

A expressão (10) ilustra o modelo matemático do controlador PID utilizado para o controle.

$$C(s) = kp \cdot \left(1 + \frac{k_i}{kp \cdot s} + \frac{k_d}{kp} \cdot s\right) \cdot E(s) \quad (10)$$

Os valores dos parâmetros da planta do pêndulo invertido estão indicados na Tabela 1 abaixo:

Tabela 2 – Parâmetros do sistema

Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Massa do carro	M	0.19800	kg
Massa do pêndulo	m	0.01632	kg
Comprimento da haste	l	0.5	m
Aceleração da gravidade	g	10.0	$\frac{m}{s^2}$
Coeficiente de atrito viscoso do carro	b_c	0.3	$\left[\frac{N \cdot s}{m}\right]$
Coeficiente de atrito viscoso do eixo do pêndulo	b_p	0.0019153	$[N \cdot m \cdot s]$

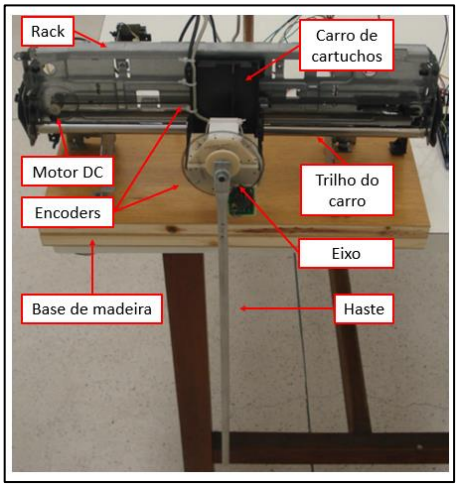
Fonte: Autor

2.2. Pêndulo invertido

A planta do pêndulo invertido foi desenvolvida à partir de componentes extraídos de uma impressora de jato de tinta HP 810C obsoleta. Os componentes utilizados foram: o motor DC, o carro dos cartuchos de tinta, os encoders (translação e rotação) e o trilho do carro de cartuchos.

A planta física do pêndulo invertido está indicada na Figura 2.

Figura 4 – Pêndulo invertido



Fonte: Autor

O projeto para a construção da planta experimental do pêndulo invertido levou em consideração a utilização de componentes de baixo custo encontrados facilmente no mercado. Nesse sentido fez-se o uso de parafusos, arruelas, rolamentos, fita abraçadeira, cola epóxi além dos componentes extraídos da impressora HP810C, os quais já foram citados anteriormente.

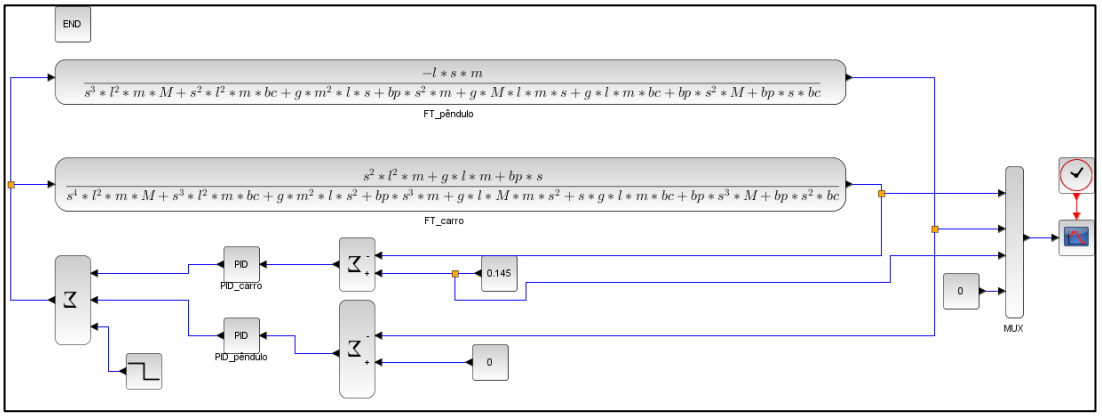
O tratamento dos sinais obtidos dos encoders instalados na planta foi realizado por uma placa de aquisição de dados Arduino Mega 2560, na qual foi implementado um algoritmo de controle.

A lógica de controle foi implementada através de linguagem C, a qual considerou o fato dos controladores PID serem aplicados a sistemas do tipo SISO. Nesse sentido, a disposição dos controladores na lógica de programação foi realizada em forma de cascata (BLITZER, 1965). Nesta configuração a saída de um dos controladores foi utilizada como um sinal de entrada do outro controlador.

3. Resultados

A malha de controle utilizada para a simulação no software Scilab está indicada na Figura 3.

Figura 5 – Malha de controle da planta do pêndulo invertido



Fonte: Autor

Na malha indicada na figura acima, considerou-se as funções de transferência formadas pela aplicação da Transformada de Laplace nas expressões (8) e (9) apresentadas anteriormente.

Após alguns ajustes dos parâmetros dos controladores PIDs identificados pelo método de Ziegler-Nichols através da simulação, foi identificado o seguinte conjunto de valores:

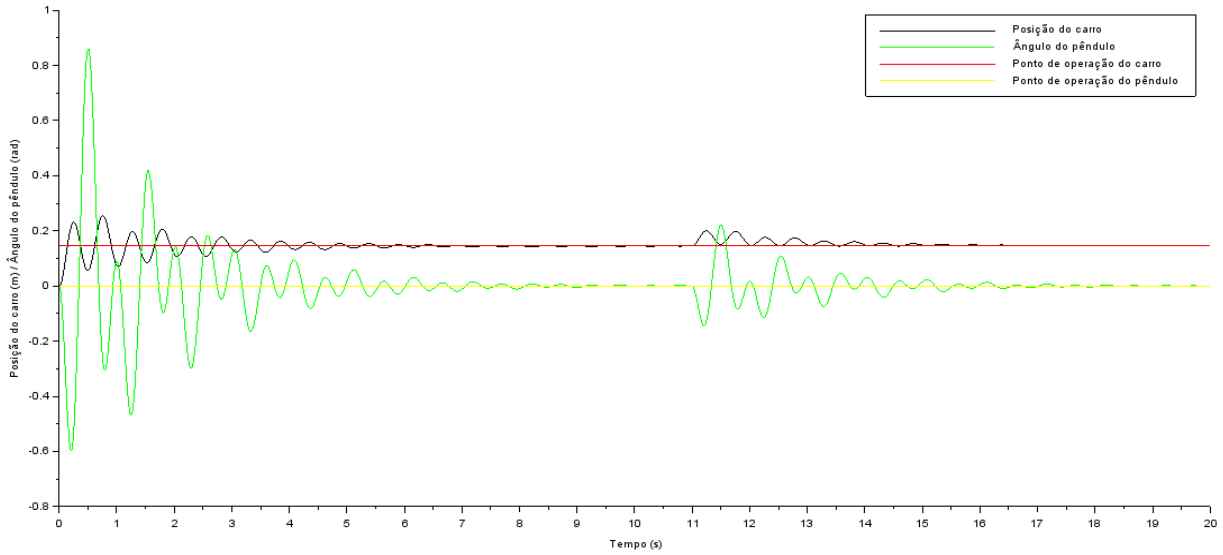
Tabela 3 - Parâmetros dos controladores

Controlador	Parâmetros
PID carro	$k_{pc} = 27.00$
	$k_{ic} = 15.00$
	$k_{dc} = 1.00$
PID pêndulo	$k_{pp} = 0.03$
	$k_{ip} = 0.10$
	$k_{dp} = 0.20$

Fonte: Autor

Para a avaliação do sistema na presença de distúrbios externos, foi utilizado um sinal do tipo degrau durante a simulação. Verifica-se na Figura 4 que a estabilidade do sistema foi alcançada após a introdução do distúrbio no tempo de 11 segundos após o início da simulação.

Figura 6 - Resultados obtidos por simulação



Fonte: Autor

O conjunto de valores utilizados na prática encontra-se na Tabela 3.

Tabela 4 – Parâmetros dos controladores PID na planta real.

Controlador	Parâmetros
PID carro	$k_{pc} = 1.10$
	$k_{ic} = 0.30$
	$k_{dc} = 0.02$
PID pêndulo	$k_{pp} = 0.80$
	$k_{ip} = 21.90$
	$k_{dp} = 0.005$

Fonte: Autor

Esses valores foram obtidos por tentativa e erro à partir dos valores dos parâmetros indicados na Tabela 2.

4. Conclusões

A abordagem matemática utilizada para a obtenção dos modelos analíticos da planta e do controlador PID mostrou-se adequada para o projeto, mesmo tendo-se verificado durante o

desenvolvimento uma divergência entre os valores obtidos por simulação e os valores que de fato foram implementados no controlador da planta física. Essa divergência poderia ser explicada em função de dissipações de energia da planta que não foram adequadamente representadas, ou também pelo fato de que no modelo dinâmico da planta do pêndulo invertido não foi considerado o modelo dinâmico do motor DC.

REFERÊNCIAS

BLITZER, Leon. Inverted Pendulum. *American Journal of Physics*, v. 33, n. 12, p. 1076–1078, 1965. Disponível em: <http://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1971158>.

BOUBAKER, Olfa. The Inverted Pendulum Benchmark in Nonlinear Control Theory : A Survey. *International Journal of Advanced Robotic*, v. 10, 2013.

CHATURVEDI, D. K.; TANVEER, Qamar; MALIK, O. P. Quantum Inspired GA based Neural Control of Inverted Pendulum. *International Journal of Computer Applications*, v. 122, n. 23, p. 46–52, 2015. Disponível em: <http://research.ijcaonline.org/volume122/number23/pxc3905210.pdf>.

DUBAY, R *et al.* Close-Loop Control Identification of an Inverted Pendulum Based on Parameter Linear Regressor and Generalised Predictive Control + Integral Compensator. 2015, [S.l: s.n.], 2015.

KAUR, Amrit; KAUR, Ranjit. COMPARISON OF SIMULINK BASED FOPID AND PID. *International Journal of Engineering Sciences*, v. 17, n. January 2016, p. 97–111, 2016.

KIM, Byung Woo; PARK, Bong Seok. Robust Control for the Segway with Unknown Control Coefficient and Model Uncertainties. *Sensors*, p. 1–11, 2016.

MATHEW, Navin John; RAO, K. Koteswara; SIVAKUMARAN, N. Swing up and stabilization control of a rotary inverted pendulum. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, v. 10, n. PART 1, p. 654–659, 2013.

PONCE. a Review of Intelligent Control Systems Applied To the Inverted-Pendulum Problem. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, v. 7, n. 2, p. 194–240, 2014. Disponível em: <http://thescipub.com/abstract/10.3844/ajeassp.2014.194.240>.

S. NISE, Norman. *Engenharia de Sistemas de Controle*. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

SELVI SOWMYA, S. PRIYADHARSHINI, R. PRIYADHARSHINI, P.Aravind. Application of various PID Controller Tuning Techniques for a Temperature System. *International Journal of Computer Applications*, v. 103, n. 4, p. 32–34, 2014. Disponível em: <http://research.ijcaonline.org/volume103/number14/pxc3899394.pdf>.

SHAHROKHI, Mohammad; ZOMORRODI, Alireza. Comparison of PID Controller Tuning Methods. *Proc. of the 8th National Iranian Chemical Engineering Congress*, p. 1–12, 2002.

SHAM, J S *et al.* Modelling and Simulation of an Inverted Pendulum System : Comparison Between Experiment and Cad Physical Model. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, v. 10, n. 20, p. 9752–9757, 2015.

SONONE, Shireen S; PATEL, N V. LQR Controller Design for Stabilization of Cart Model Inverted Pendulum. *International Journal of Science and Research*, v. 4, n. 7, p. 1172–1176, 2015.

VENDRAMINI, Gabriel; SILVA, Paulo Sérgio. Controle de um Pêndulo Invertido Sobre uma Plataforma Móvel Utilizando PID E MFAC (Model-Free Adaptive Control). *DINCON 2010: 9th Brazilian Conference on Dynamics, Control and Their Applications*, n. July, p. 405–414, 2010.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM CASAS POPULARES E PRÉDIOS PÚBLICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO A PARTIR DO USO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Fábia de Oliveira Rodrigues Maruco, Gabriel Concentino de Oliveira
Lucio Garcia Veraldo Júnior

Resumo: O Governo do Estado de São Paulo, após a crise energética de 2016 decorrente da falta de chuvas, intensificou estudos quanto ao potencial energético paulista, sobretudo relacionado com as energias renováveis dentre as quais destaca-se a energia solar convertida em energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas. O presente trabalho versará sobre o uso dessa modalidade de energia nos prédios públicos e casas populares do sistema CDHU como medida de desenvolvimento sustentável, de economia e de vida digna à população do Estado de São Paulo.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Energia Solar Fotovoltaica; Prédios Públicos.

Abstract: The Government of the State of São Paulo, following the 2016 energy crisis due to the lack of rainfall, intensified studies on the energy potential of São Paulo, mainly related to renewable energy, among which stands out the solar energy converted into electricity through Photovoltaic panels. The present work will deal with the use of this modality of energy in public buildings and popular houses of the CDHU system as a measure of sustainable development, economy and dignified life for the population of the State of São Paulo.

Keywords: Sustainability; Photovoltaic Solar Energy; Public buildings

1. Introdução

A importância da energia pode ser entendida a partir da constatação do papel que ela exerce em todas as atividades humanas. Atualmente há duas visões existentes sobre o sistema energético: na primeira, o sistema e visto como elemento do sistema físico, constituindo domínio dos profissionais das áreas de física e de engenharia; em uma segunda abordagem, a energia é observada como componente de um sistema econômico e social, constituindo o campo do economista, do sociólogo e do cientista político. A energia representa um bem que pode concorrer, em combinação com outros bens e serviços, para as necessidades do ser humano que vive em sociedade. No Brasil, apesar de haver um potencial considerável para o

aproveitamento de energia solar fotovoltaica, tal potencial tem sido aplicado quase que exclusivamente em sistema autônomos, constituindo, ainda modalidade inexpressiva.

Após a crise energética ocorrida no ano de 2016 no Estado de São Paulo, intensificaram-se os estudos de implantação de modalidades de energia sustentáveis para a geração de energia elétrica, dentre as quais destacamos o uso da energia solar por placas fotovoltaicas em prédios públicos, em especial nas escolas da rede pública de ensino, presídios paulistas e em casas populares do sistema CDHU, como forma de redução de gastos com a energia elétrica convencional. O presente artigo baseado em levantamento bibliográfico pretende demonstrar que efeito fotovoltaico permite a conversão direta da radiação solar em eletricidade, que ocorre quando a luz do Sol incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas, representando uma economia, preservação ambiental, dignidade e qualidade de vida.

2. Energias sustentáveis no planejamento de casas populares do CDHU

A empresa CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, foi fundada em 1949 com o objetivo de fornecer moradia e garantir soluções dignas que promovam a qualidade de vida. De acordo com dados:

> "Desde que iniciou suas atividades, construiu e comercializou por volta 514 mil novas unidades habitacionais, número que compõe cerca de 3.400 conjuntos habitacionais em 626 municípios (97%), de um total de 645 em todo o Estado (dados de 2016). Nessas casas moram cerca de 2,2 milhões de pessoas, número superior à população da grande maioria dos municípios brasileiros"(CDHU, 2016).

Em uma residência padrão, o utensilio que oferece maior consumo de energia elétrica é o chuveiro, por estilo de funcionamento e tempo diário de uso. Com isso os projetos atuais buscam alternativas sustentáveis para que ocorra a redução de despesas.

Tabela 1: Custo mensal de chuveiro elétrico

$\frac{Potência\ (W)\ \times Tempo\ de\ uso\ (H) \times Dias\ de\ uso}{1000} \times Custo\ kWh/mês$
$\frac{5500\ \times 1\ hora \times 31}{1000} = 165\ kWh/mês\ \times\ 0{,}21\ = R\$\ 34{,}65$

Fonte: Elaborada pelo autor de acordo com a Resolução Homologatória Nº 2263, da ANEEL, 2017

O conjunto de aquecimento solar é instalado nos telhados das residências (Fig. 1) e proporcionam água aquecida aos moradores com uma grande redução na conta de energia elétrica, pois irá fazer uso dos raios solares captados durante o dia, e quando necessário um sistema auxiliar será ativado. Mas de acordo com o EcoCasa (2014), O Brasil possui 75% de eficiência energética durante o ano, ou seja, o sistema auxiliar será usado raramente.

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade do CDHU (2016):

> Atualmente, todos os empreendimentos unifamiliares e parte dos empreendimentos multifamiliares são implantados com instalação de sistema de energia solar. Além de reduzir o impacto ambiental dos empreendimentos, isso possibilitará a implantação de um banco de dados para subsidiar a definição de indicadores de eficiência e qualidade, de acordo com as várias regiões e tipologias habitacionais, a fim de orientar a continuidade desse trabalho.

Segundo Goldemberg e Lucon (2007) as energias renováveis evitam os problemas de custo elevado com energia elétrica, além reduzir a emissão de poluentes locais, além de gerar empregos para profissionais da área.

Figura 1: CDHU orienta mutuários sobre aquecedor solar



Fonte: Prefeitura de Osvaldo Cruz, 2011

Além de trazer economia para o morador, as placas fotovoltaicas podem ser usadas para alimentar o sistema elétrico completo de uma casa. E com sua unidade geradora produzindo além do necessário, terá o excedente de energia gerada devolvida a rede elétrica, com isso o consumidor ficará com saldo positivo na empresa fornecedora de energia elétrica, este processo é chamado de compensação energética.

O Brasil possui excelente localização geográfica, onde recebe radiação solar que permite alto aproveitamento durante o ano todo, em especial o Estado de São Paulo:

> "O Estado de São Paulo é referência mundial em produção e utilização de insumos renováveis e possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Enquanto o mundo apresenta aproximadamente 13% da participação de renováveis, o Brasil chega a cerca de 40% e o Estado de São Paulo passa de 50%" (Secretaria de Energia e Mineração, 2017).

Para que exista melhor aproveitamento desta fonte sustentável de energia, é necessário incentivar projetos voltados a área. Como instalação de placas fotovoltaicas, lâmpadas com menor consumo e maior durabilidade e conscientização da população em relação à economia de energia e alternativas energéticas.

3. O uso de placas solares nas escolas públicas e no sistema penitenciário do Estado de São Paulo

Tramita na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo o Projeto de Lei nº 94/2017, dispondo sobre o aproveitamento da energia solar e instalação de painéis fotovoltaicos para diminuição de gastos públicos junto às escolas estaduais e outros. O objetivo é a redução de custos e inserir o conceito de sustentabilidade desde cedo. A justificação está no sucesso da implantação do sistema em outros Estados brasileiros, em especial Santa Catarina, pioneira, Paraná e Alagoas. Essa iniciativa representa um passo primordial, produzindo energia limpa, renovável e a economia com os curtos com energia tradicional, poderia ser usada em diversos outros projetos.



Fonte: http://blog.bluesol.com.br/uso-da-energia-solar-em-escolas/

A SAP – Secretaria Estadual de Administração Penitenciária do Estado de São Paulo estuda a possibilidade de geração de energia solar nas penitenciárias do Estado.

Os presídios paulistas estão localizados em áreas de boa irradiação solar e contam com grandes áreas nos tetos das construções, que são perfeitos para a instalação de placas solares.

O sistema prisional paulista conta atualmente com 168 unidades, entre centros de progressão penitenciária, de detenção provisória, de ressocialização, hospitais e 84 penitenciárias.

No ano de 2016 o sistema atendeu uma população prisional de 228.815 pessoas e consumiu 129.523 MWh, a um custo de mais de R$ 59.000.000,00. Há um esforço grande por parte do

governo paulista em diminuir esse consumo, por meio de investimentos em novas tecnologias de eficientização.

Levantamento feito pela SAP, aproximadamente 60% do consumo de energia elétrica das penitenciárias paulistas é feito pelos refletores de iluminação aérea compostas por lâmpadas de vapor de sódio e que estão sendo substituídas por lâmpadas de LED, proporcionando uma economia de 17%.

O mapeamento dos níveis e faixas de irradiação mostra a viabilidade técnica e econômica para a geração de energia fotovoltaica entre as faixas de radiação anual de 5,61 e 5,70 kWh/m²/dia, considerando a melhor faixa de aproveitamento, correspondente a 0,3% do território paulista.

Além da redução dos custos com energia elétrica, a implantação de energia solar por meio de placas fotovoltaicas permitirá que presos possam tomar banho quente no inverno, o que atualmente só é possível nas enfermarias e hospitais penitenciários, evitando a proliferação de doenças respiratórias, como a tuberculose, doenças de pele, dentre outras, proporcionando dignidade ao encarcerado.



Fonte: http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/detentos-instalam-aquecedores-em-celas-em-projeto-no-presidio-de-alfenas.ghtml

Finalmente, a exemplo do sistema carcerário de Alfenas, Estado de Minas Gerais, o preso poderá aprender como funciona a instalação das placas fotovoltaicas e sua manutenção, o que

representaria não só uma forma de ressocialização como também redução dos custos na manutenção do sistema.

4. Conclusão

O aumento no consumo de energia e a preocupação com o meio ambiente fizeram com os estudos das fontes de energias renováveis tornassem necessários para a aplicação em maior escala e consequentemente diversificação da matriz energética no Estado de São Paulo, após vivenciar uma crise energética no ano de 2016.

O presente artigo se propôs a demonstrar várias alternativas disponíveis para a utilização de placas fotovoltaicas na produção de energia solar contribuindo para uma economia em relação ao uso da energia elétrica convencional e sobretudo, para o uso em prédios públicos paulistas, em especial, nas escolas da rede pública estadual, nos presídios paulistas e nos projetos de construção de casas populares do CDHU.

Dessa forma conclui-se que o desenvolvimento deste artigo científico foi de suma importância para a formação acadêmica, proporcionando a aplicação prática dos conhecimentos bibliográficos obtidos, e necessários à execução de um futuro projeto visando o bem-estar da população e dignidade ao encarcerado do sistema prisional paulista.

REFERÊNCIAS

BORGES NETO, Manuel Rangel; CARVALHO, Paulo. **Geração de energia elétrica:** fundamentos. 1.ed. São Paulo: Erica, 2012

CDHU. **Relatório de Sustentabilidade.** CDHU SP, 2016. Disponível em: http://www.cdhu.sp.gov.br/a_empresa/escala-atuacao-cdhu.asp. Acesso em: Agosto de 2017.

CRUZ, Prefeitura de Osvaldo. **Orientações foram repassadas durante reunião para reta final de entrega das 102 casas**. Osvaldo Cruz, 2011. Disponível em: <http://www.osvaldocruz.sp.gov.br/noticias/habitacao/cdhu-orienta-mutuarios-sobre-aquecedor-solar/>. Acesso em Agosto de 2017.

ECOCASA. **10 dúvidas esclarecidas sobre aquecimento solar**. 2014. Disponível em: <http://www.ecocasa.com.br/10-duvidas-esclarecidas-sobre-aquecedor-solar>. Acesso em Agosto de 2017.

ELETROPAULO, AES. **Tarifas para o fornecimento de energia elétrica. Resolução nº 2263.** ANEEL de 04/07/2017. Disponível em: <https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica>. Acesso em: Agosto de 2017.

FONTES, Rui. **Brasil avança no uso da energia Solar em escolas públicas e privadas.** Disponível em: http://blog.bluesol.com.br/uso-da-energia-solar-em-escolas/>. Acesso em Agosto de 2017.

GLOBO.COM. **Detentos instalam aquecedores em celas em projeto no Presídio de Alfenas.** Disponível em: www.globo.com/g1> Acesso em Julho de 2017.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energias renováveis: um futuro sustentável**. Revista USP, n. 72, p. 6-15, 2007.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Energia Solar Paulista**– Levantamento do potencial. Disponível em: www.energia.sp.gov.br >Acesso em Junho de 2017.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. Governo de São Paulo estuda a introdução de energia solar nos presídios paulistas. Disponível em: www.energia.sp.gov.br> Acesso em Julho de 2017.

VILLALVA, Marcelo Gradella. **Energia Solar Fotovoltaica:** conceitos e aplicações. 2. ed. ver.e atual. São Paulo: Érica, 2015.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

EFEITOS DO ERP NO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Henrique Martins Galvão, **Wendell André Ribeiro,**
Epaminondas Soares Rodrigues Junior, Wagner Augusto Lemos de Santana

Resumo: Este estudo analisa a relação de influencia dos sistemas ERP para a eficiência dos sistemas de produção. A fim de avaliar as potencialidades de otimização das ferramentas de gestão DPS - *Detailed Plannig and Scheduling* (SAP) e Logix (TOTVS), foi realizada uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório-descritivo em duas empresas, respectivamente do setor químico e metalúrgico. Como resultados, observou-se que a aplicação das ferramentas DPS e Logix proporcionam ganhos de produtividade e eficiência no uso de recursos, levando-se em conta as diferenças entre os sistemas de produção empurrada e puxada. Contudo, constatou-se que ambos os casos analisados existem lacunas quanto à exploração dos recursos oferecidos pelos softwares de gestão, visando proporcionar ganhos de produtividade.

Palavras-chave: Planejamento da Produção; Sistema de Gestão; Sistemas de Produção.

1. Introdução

As diversas atividades desenvolvidas por uma empresa envolvem inúmeras decisões que visam atender aos objetivos de negócio, tanto de curto, médio e de longo prazos. Dentre as atividades se destacam aquelas voltadas para transformar os insumos em produtos acabados e que são inter-relacionadas, pois envolvem decisões que implicam em definir o que, onde, como, quanto e quando fabricar, comprar e entregar. Tais decisões se encontram abrangidas pelo Planejamento, Programação e Controle da Produção – PPCP (SLACK, 2008; TUBINO, 2007; MARTINS e LAUGENI, 2006). De acordo com esses autores, o PPCP é uma área essencial para contribuir com a competitividade empresarial, mas que depende de uma série de informações que irão auxiliar nos processos de planejamento, programação e controle da produção por meio de hardwares e softwares especialmente desenvolvidos para atender as

finalidades dos sistemas de produção. Desse modo, os sistemas de gestão empresarial *Enterprise Resource Planning - ERP* auxiliam tomadas de decisões no âmbito da produção e controle. Assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar as contribuições da utilização dos sistemas ERP DPS - *Detailed Plannig and Scheduling* e Logix na área de produção. Como objetivos secundários, o estudo busca diagnosticar a eficiência atual em duas linhas de produção, apontando comparações das desvantagens e vantagens, seja pela subutilização ou pelo máximo aproveitamento das potencialidades dos softwares. Para atingir aos objetivos, foi realizada pesquisa exploratória-descritiva do tipo qualitativa focalizando os sistemas de produção puxada e empurrada, respectivamente em duas empresas, química e metalúrgica, localizadas no Vale do Paraíba, no estado de São Paulo.

2. Revisão da Literatura

2.1. Sistema de produção – necessidades de planejamento e controle

A necessidade de monitorar a cadeia de suprimentos e planejar os recursos na produção torna-se crítica diante da crescente escassez de recursos. Essa percepção leva à necessidade de implementar maior controle sobre o processo de fabricação, evitando com isso incertezas que possam afetar a produtividade da empresa. Martins e Laugeni (2006) e Moreira (2012) relatam a existência de diversos fatores que afetam a produtividade como as condições econômicas gerais, a competição, o nível de investimento em máquinas, equipamentos e instalações, a inovação tecnológica, capacidade da mão de obra, restrições legais e a qualidade de vida que reflete a cultura da empresa e fatores gerenciais relacionados com a capacidade dos administradores realizarem programas de melhorias. Tanto fatores ambientais externos e internos afetam a produtividade da empresa. Segundo Martins e Laugeni (2006), do lado externo se têm os *inputs* relacionados com mão de obra, capital, energia, matérias primas e outros insumos, cujas entradas irão suprir as funções de transformações para suprir as demandas por meio dos outputs, ou seja, as saídas de produtos e serviços para os clientes. Esses elementos estão organizados na forma de um sistema de produção e o modo como esses elementos são organizados afetam a eficiência e a eficácia. Logo, a produtividade no sistema

de produção é uma forma de avaliação da eficácia do emprego de um sistema de gestão que propicie a criação de valor resultante das atividades desenvolvidas (BOER e FUSCO, 2008)

Moreira (2012) observa que o sistema de produção deve se preocupar com o planejamento, organização, direção e o controle das operações produtivas: **Planejamento** – abrange todas as atividades gerenciais necessárias de elaboração de planos de ações que precisam ser concretizados para o atendimento dos objetivos previa determinados; **Organização** – se refere ao processo de combinar os recursos produtivos que são essenciais para a realização das atividades planejadas; **Direção** – visa converter os planos por meio do esforço de coordenação e articulação de indivíduos e equipes para realização de tarefas e cumprimento de responsabilidades; e, **Controle** – abrange procedimentos de definição de instrumentos de análise e avaliação de desempenho de funcionários.

As diversas atividades são inerentes a diferentes tipos de sistemas de produção, os quais são classificados em função do fluxo do produto e abrangerá uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção (HAX e CANDEA, 1984). Assim, dependendo do fluxo de produção, os sistemas de produção podem ser tradicionalmente classificados três categorias: sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha, sistemas de produção por lotes ou por encomendas (fluxo intermitente) e sistemas de produção para grandes projetos sem repetição (MOREIRA, 2012; HAX e CANDEA, 1984). Conforme visto, independente do sistema de produção, a função de planejamento e controle da produção torna-se claro o envolvimento de um conjunto de atividades e tomadas de decisões sobre o melhor uso dos recursos. No entanto, a dinâmica entre fornecedor e cliente pode influenciar o tipo de sistema de produção. Para tanto, implica na escolha do método de produção empurrada ou puxada que orienta o modo como os produtos são fabricados e entregues aos clientes.

Conforme Slack (2008), o planejamento e controle da produção num sistema empurrado tem a finalidade de antecipação, ou seja, as atividades de fabricação são programadas e completadas em linha, cujas instruções são “empurradas” a partir de um sistema central (planejamento e controle) que direcionam ordens de produção (programação) e orientam ordens de compra. Por outro lado, no sistema de produção puxado o planejamento, programação e controle da produção inicia o processo de fabricação baseado no pedido do cliente. Nesse caso, o sistema

tem que ser dotado de agilidade e rapidez, cada setor ou estação de trabalho tem que atuar em sintonia (TUBINO, 2007; SLACK, 2008).

Verifica-se que, independente do sistema de produção, existem implicações do fluxo de informações para as atividades do PCP, envolvendo decisões sobre o que produzir, como produzir e quando produzir. Nesse caso, a utilização de sistemas de informações baseado em softwares são úteis para manter e comunicar equipes sobre os acontecimentos no chão de fabrica, sistemas informatizados auxiliam na priorização das ordens de fabricação, situação dos estoques, incluindo os estoques em processo, informações a respeito das saídas de produção e controle de capacidade, auxilia na mensuração de eficiência, além de paradas para manutenção, planejamento e sincronização da linha de produção.

2.2. Sistemas de informação - ferramenta ERP

O *Enterprise Resource Planning* - ERP consiste num sistema gerencial que integra todas as áreas da organização de forma que elas possam ser coordenadas e compartilhar informação. O ERP é visto ainda como um sistema integrado de gestão que tem como objetivo agregar e estabelecer relações de informação entre todas as áreas de uma empresa. O ERP foi o principal passo para automação da década de 80, utilização da unificação dos setores que eram como “ilhas”, separados uns dos outros. ERP veio para unir e agilizar os conhecidos modelos de gestão (LAUDON e LAUDON, 2015), na década de 90, por conta da evolução das redes de comunicação sendo um grande avanço para o setor industrial. O conceito de sistema integrado de gestão estendeu-se às várias áreas de atuação, deixando unicamente de se focalizar na melhoria e controle das atividades produtivas para oferecer informações com flexibilidade para todos os níveis organizacionais. O ERP permite uma estrutura que orienta os processos onde a transferência de informações de maneira integrada e rápida no momento desejado. Destaca-se que os ERPs surgem massivamente com a globalização e competição internacional, e que as empresas veem como alternativa de minimizar seus custos de manufaturas, passando a adotar procedimentos que não eram utilizados, informatizando e automatizando seus processos. Embora o ERP seja considerado o sistema de gestão mais

avançado, verificam-se no ambiente da manufatura duas filosofias ou práticas que foram bastante difundidas nos processos produtivos, o MRP I e o MRP II e que passaram pelo processo de evolução como sistemas de planejamento e controle da produção.

O MRP como se conhece atualmente sofreu aperfeiçoamentos com o advento dos computadores, que passaram a incorporar softwares cada vez mais sofisticados, facilitando o dimensionamento de um produto em todos os seus componentes a um nível significativo de detalhe técnico, incluindo a informação da disponibilidade de estoques e lista de itens faltantes (LOPES, SILVA e ROCHA, 2012; MARTINS e LAUGENI, 2006). Com a evolução da capacidade dos computadores, o conceito de MRP foi expandido e amplamente utilizado nos sistemas de produção. Assim, além da necessidade planejamento de materiais as empresas passaram a perceber a necessidade de planejamento dos recursos de manufatura ou *manufacturing resources planning* (MRP II). Trata-se de um sistema de apoio que considera também outros insumos, como as restrições de mão de obra e equipamentos, pedidos de compra, ordens de fabricação, espaços físicos disponíveis para estocagem, instalações, dentre outros (MARTINS e LAUGENI, 2006).

3. Metodologia da Pesquisa

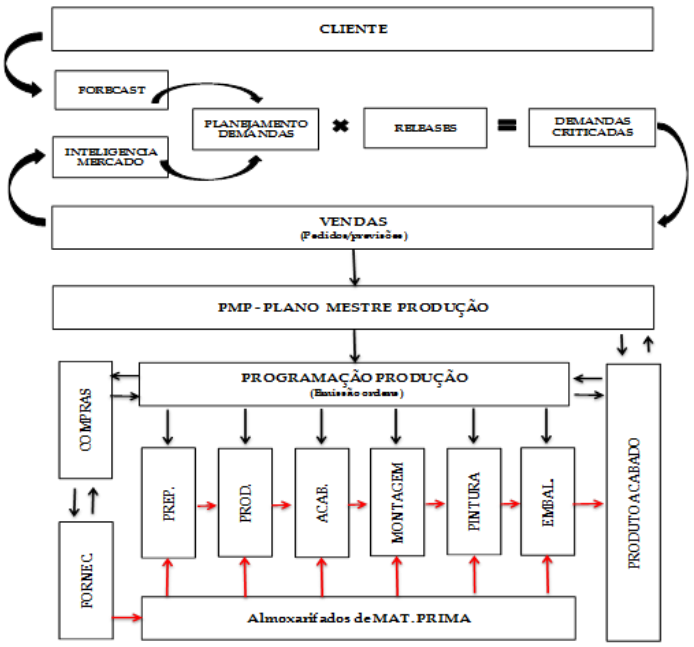
A metodologia da pesquisa adotada nesse estudo se caracteriza como sendo a do tipo exploratória. Conforme Gil (2009), a pesquisa exploratória é bastante útil para trabalhos científicos, uma vez que além de contribuir para que o pesquisador adquira familiaridades sobre um determinado assunto, também facilita a construção de hipóteses, a delimitação de tema, a definição e objetivos e aumenta a compreensão sobre o problema. O desenvolvimento do estudo foi alicerçado por pesquisa de levantamento bibliográfico (GIL, 2009). No presente estudo, se busca averiguar o uso das ferramentas de sequenciamento do planejamento e controle da produção dentro do ERP. Para tanto, o estudo focou no levantamento de informações sobre os sistemas ERP Logix e DPS com as gerências das áreas de produção em duas empresas de grande porte, sendo uma do setor químico e outra do setor metalúrgico,

respectivamente nacional e multinacional, bem como em analisar resultados da aplicação das ferramentas DPS e Logix na melhoria do processo de produção.

4. Sistema Logix – aplicação e resultados parciais

Dentre os sistemas de gestão integrada o Logix é um sistema inicialmente desenvolvido pela empresa Magnus que posteriormente foi incorporada pela empresa Totvs. O Logix se constitui como um sistema de gestão empresarial com o objetivo de monitorar o andamento da produção e o acompanhamento dos processos de fabricação, além de possibilitar a identificação de eventuais problemas e fornecer informações para a tomada de decisões. Cabe destacar que o Logix avalia situações do chão de fábrica por meio de relatórios que exibem a produção efetuada, os defeitos encontrados e as paradas ocorridas. Em relação à ferramenta Logix aplicada na produção, foi considerada a observação da inclusão conforme planejamento de produção em uma indústria metalúrgica. Na Figura 1 pode-se observar como o processo de produção encontra-se estruturado:

Figura 1 – Programação, planejamento e controle da produção



Fonte: dados da pesquisa

A empresa faz uso do ERP Logix, o qual é adequado ao sistema de produção da empresa, tendo como característica a produção empurrada. No sistema de produção atual o analista é aquele responsável pelo plano mestre de produção (PMP), cujas análises são realizadas manualmente prevendo carga/máquina *versus* recursos de materiais. Nesse caso, no sistema de produção empurrado o ERP Logix ao atender uma produção de 5000 toneladas com carga de 2.000 horas/mês tem flexibilidade para apoiar a funcionalidade de informações para o planejamento da produção, mas para um volume mínimo de produção em 40%. Ou seja, o ERP Logix faz o balanceamento dos recursos e da carga hora máquina gerando todas as informações necessárias para o plano de mestre de produção, mas até o mínimo de 30%, e por essa razão o sistema gera superprodução.

Conforme exposto, destaca-se que o analista de produção ao se deparar com pedidos de clientes a um nível inferior a 30% tem que realizar o procedimento de cálculos de programação em planilhas Excel, pois o sistema ERP Logix é limitado para realizar a programação da produção em tempo real, uma vez que exige dos operadores a programação manual máquinas para os lotes de produção e que irão alimentar o sistema. Para algumas das máquinas com leitor de código de barra não existe essa restrição e o ERP Logix consegue realizar o acompanhamento. Diante disso, um dos pontos críticos se relaciona com a programação semanal dos *set-ups*, ou seja, a manutenção preventiva ou corretiva que são realizadas manualmente no sistema.

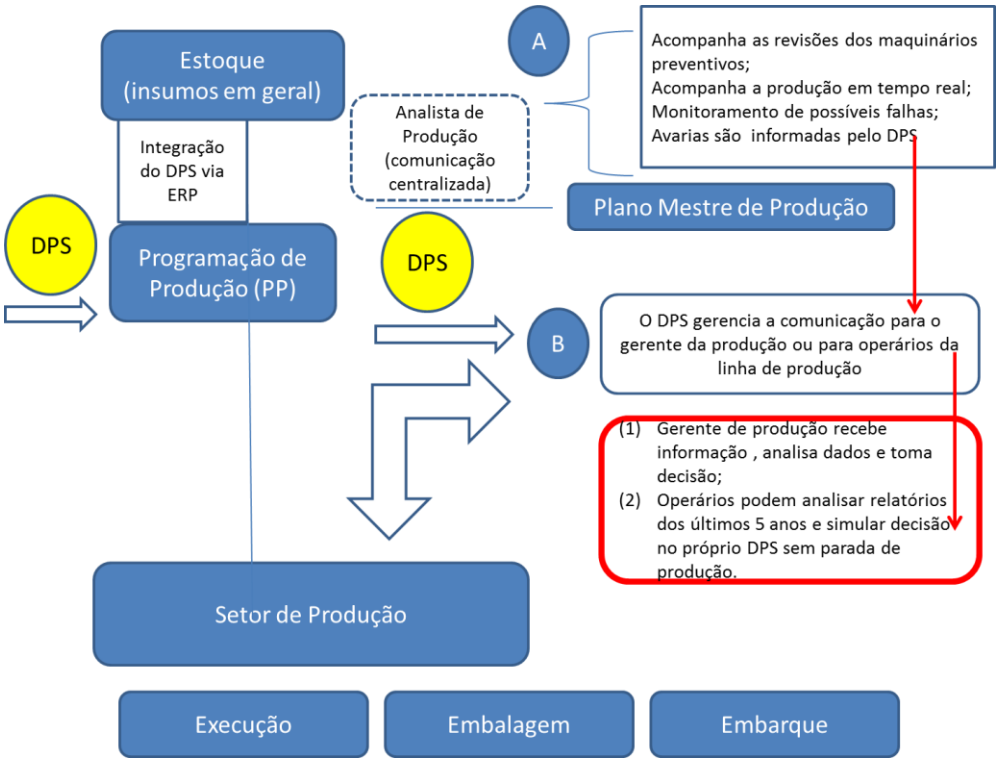
Desse modo, no sistema de produção da empresa verificam-se algumas vulnerabilidades, uma vez que as quantidades de materiais e componentes que entram na linha de produção não correspondem com a quantidade de produtos que saem da linha, ou seja, ocorrem excessos de produção que elevam os estoques de produtos acabados.

5. Sistema Detailed Planning and Schedulin (DPS) – aplicação e resultados parciais

O sistema de gestão Advaris DPS foi desenvolvido pela SAP, empresa alemã criada em 1972, desenvolvendo soluções em software com aplicação empresarial, se tornou líder mundial em software de gestão integrada. O Advaris DPS é um sistema de planejamento e programação

avançada da produção como um processo de otimização em regras que monitora os critérios alvos, encontro de prazos e minimização de configuração no quadro das restrições especificas. Os analistas que regimentam o sistema de planejamento são apoiados pelos gráficos gerados que mostram alternativas técnicas de fabricação e especificação, bem como prazo e interface ergonômica para adaptação ou defeitos no processo de fabricação dos produtos para os clientes. Como resultado parcial, foi analisada a aplicação da ferramenta DPS numa empresa de grande porte do setor químico. As etapas de produção relacionadas com a ferramenta DPS encontram-se demonstradas na Figura 2, a seguir:

Figura 2 – Aplicação do DPS no Planejamento de Produção



Fonte: autores (dados da pesquisa)

De acordo com a Ilustração 1, o processo de planejamento de produção (PP) DPS desenvolve acompanhamento em tempo real a todo ciclo de produção, facilitando a tomada de decisões de acordo com os procedimentos (histórico), já realizados nos últimos 5 anos. Dessa maneira, a equipe, gerência e, principalmente os operadores podem deixar de desenvolver procedimentos sem prejuízos de tempo e de recursos da manufatura, bem como evitar avarias

e retrabalhos desnecessários. Verifica-se que a ferramenta DPS oferece *feedback* do processo aos envolvidos e de modo sistêmico, bem como para cada etapa do processo de produção desde o inicio até o término que é o embarque. No entanto, o desconhecimento das potencialidades dessa ferramenta pode gerar centralização por parte dos gestores e parada da produção por decisão incorreta, sobrecarregando a equipe, aumento de procedimentos desnecessários e alto valor em treinamento. A aplicação desta ferramenta implica em altos investimentos para empresas de pequeno porte.

6. Considerações finais

No presente estudo, foram considerados dois sistemas de produção, puxado e empurrado. Nos casos apresentados foram descritos o sequenciamento da fabricação, analisou-se os processos de planejamento da produção e as desvantagens em face à subutilização do sistema ERP. Posteriormente, verificou-se que intensificações do uso das ferramentas ERP contribuem para maior eficiência dos processos. No estudo, duas ferramentas foram consideradas, o DPS e o Logix. Os resultados preliminares apontaram que para diferentes sistemas de produção as ferramentas propiciam benefícios de ganhos de produtividade como redução do tempo total da produção, prevenção de paradas desnecessárias e proximidade dos operadores no processo decisório. Dessa forma, considera-se que os objetivos de estudos foram atingidos, mas constatou-se que as empresas precisam avançar na melhoria contínua dos seus processos de produção, buscando aprofundar seus conhecimentos a respeito dos softwares de maneira que possam contribuir para o aprimoramento dos seus sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

ADVARIS – DPS. Disponível em: http://www.advaris.de/en/solutions/mes-manufacturing-execution/detailed-planning-scheduling. Acessado em 15 de jun de 2017.

BOER, W.; FUSCO, J. P. A. Produtividade x valor agregado na manufatura: Uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 1, 2008.

HAX, A. C.; CANDEA, D. **Production and inventory management**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984
GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2009.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de Informação gerenciais**. 11ª. Edição. São Paulo: Pearson, 2015.

LOPES, C. B; SILVA, R. H; ROCHA, W. A; DUARTE, J. A. **Sistemas de produção MRP & MRP II.** II Congresso de Pesquisa Cientifica, Marilia SP, Brasil, 2012.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2008.

TOTVS – **Logix** – Integração. Disponível em: http://tdn.totvs.com/pages/releaseview.action?pageId=273988941. Acessado em: 14/04/2017.

TOTVS – **Logix**: planejamento da produção. Disponível em: https:\\cms.totvs/mkfiles/tdiportais/helponlinelogix/docs/chf/chf_index.html. Acessado em: 26/04/2017.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CONDICIONAMENTO DE AR NO UNISAL LORENA/SP

Daniel Nunes Domingues, Thiago Averaldo Bimestre

1. Introdução

Na década de 90, face ao aumento de emissões de gases do efeito estufa, sobretudo o dióxido de carbono – CO2, um dos assuntos mais discutidos é a questão da eficiência energética. Concomitantemente há um grande incremento no consumo de energia, principalmente de países desenvolvidos e em muitos países em desenvolvimento. Vale salientar que o Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar, sendo que as usinas hidrelétricas são responsáveis por 75% da geração de eletricidade do Brasil (PORTAL BRASIL, 2014).

Devido a essa crescente demanda da sociedade no consumo energético, seja pelo aumento da população, pelos hábitos de consumo, ou mesmo pelas necessidades tecnológicas atuais, provocando um prejuízo ambiental, sendo pela utilização de recursos naturais, que vão se esgotando, ou pelos impactos ambientais e sociais causados desde a produção da eletricidade até o seu uso final. Sendo assim compete a população uma conscientização do uso racional e eficiente da energia.

Uma forma de se encontrar os desperdícios e, assim, propor novas oportunidades de melhoria, é através de uma auditoria energética. A auditoria energética é uma metodologia usada para entender o desempenho energético de instalações, sendo possível detectar problemas operacionais, propor um consumo mais racional da energia e aumentar o conforto dos usuários (ALAJMI, 2012).

2. Oportunidades de Eficientização Energética no sistema de ar condicionado

Segundo Lamberts o consumo de energia elétrica no Brasil, corresponde aproximadamente 20% do setor terciário, um resultado expressivo quanto ao ponto de vista econômico. (LAMBERTS, LOMARDO, AGUIAR, & THOMÉ, 2006) Por esse motivo, a busca de oportunidades de economia de energia neste setor é essencial, devido a equipamentos que são utilizados de informa incorreta e/ou inadequada, ou mesmo mal dimensionados e a falta de manutenção efetivos e regulares (BIMESTRE, 2015).

Uma forma de eficiência energética é através de estudos segundo alguns procedimentos básicos, que Bhatt adotou, na fase do projeto ou operação de um sistema de ar condicionado como, por exemplo: manter as portas e janelas bem fechadas; instalar os aparelhos de ar condicionado a uma altura de 2,30m de altura do piso, protegido contra incidência de raios solares; inspecionar equipamentos antigos a fim de adaptá-los aos padrões de eficiência energética e as normas técnicas vigentes; realizar o cálculo de carga térmica do ambiente, com o auxílio de softwares; elaborar planos de manutenção para os aparelhos de ar condicionado, contribuindo para a redução do consumo de energia e impedindo-o de paradas não desejadas; adquirir equipamentos mais eficientes, classificados pelo programa de etiquetagem vigente. (BHATT, 2000)

Um dos principais objetivos da implantação de um sistema de eficiência energética em condicionadores de ar é reduzir o consumo de energia através da redução da potência dissipada, substituindo os equipamentos existentes por outros mais eficientes e com vida útil elevada. Para se conseguir a excelência em um projeto deve se levar em conta que os equipamentos devem ser dimensionados corretamente, sendo isto possível através do cálculo da carga térmica do ambiente. Para se calcular a carga térmica de um ambiente devem-se levar em conta alguns fatores, como a área do local, a região em que o mesmo se encontra o tipo de cobertura (entre andares, laje descoberta, telhado com forro), os números de pessoas presentes no local, tipo de material do piso, quantidade de equipamentos, área e quantidade de portas e janelas, isolação térmica, entre outros.

3. Desempenho Térmico de Edificações

A NBR 15220, regida pela ABNT, tem como objetivo "estabelecer procedimentos para o cálculo das propriedades térmicas (resistência, transmitância e capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar) de elementos e componentes de edificações". (NBR 15220, 2003)

Além disso, demonstra como se realizam os cálculos e a caracterização da edificação na visão de zoneamento bioclimático brasileiro, "assim como estratégias para condicionamento de ar

de diferentes localidades e informações técnico-construtivas para otimização do desempenho térmico de edificações através de melhor adequação climática".

3.1. Conforto Térmico

Atualmente as edificações comerciais e institucionais, principalmente as de grande porte, apresentam cargas térmicas elevadas, não só pelo seu grande número de usuário, ambiente bem iluminado e variedades de equipamentos, mas também, pela influência do meio externo. Todos esses elementos influenciam diretamente na temperatura interna do ambiente, pois todos os corpos e equipamentos possuem energia interna, ou seja, cria mecanismos para dissipar essa energia no ambiente. Por esse motivo deve se levar em conta a importância de um projeto de condicionamento de ar bem elaborado.

Podemos avaliar o conforto térmico em ambientes climatizados ou não, através da norma americana ASHRAE Standard 55 (American Society Of Heating Refrigeranting and Air Conditioning Engieneers). (ASHRAE., 2009)

4. Metodologia

Para se realizar uma auditoria energética em um prédio administrativo devem-se realizar diferentes tipos de tarefas, as quais dependem do tipo e tamanho da edificação em que se deseja realizar, onde as mesmas podem ser repetidas várias vezes ou eliminadas, portanto muitas vezes o processo de uma auditoria energética pode ser considerado linear e iterativo

(BENAVIDES, 2014) (KRATI, 2011).

A auditoria energética aplicada a este trabalho se dá, primeiramente, pelo levantamento dos dados - primeira etapa - que seria o estudo dos equipamentos presentes; consumo de energia de cada um deles; infraestrutura; tarifas correspondentes. Conhecendo os dados apurados, realiza-se um estudo comparativo entre os dados obtidos e os de melhor desempenho (mais adequados), a fim de analisar a redução de custo e uso final de energia.

Por fim, coletado, analisado, comparado, calculado a perda, estudado técnica e economicamente, realiza-se as recomendações de melhoria.

5. Resultados

Para o estudo dos sistemas de ar condicionado da instituição Salesiana de São Paulo, foi avaliado apenas o prédio "Padre Antônio da Silva Ferreira" (térreo e piso superior) da instituição, sendo apenas uma parte da mesma. Para cada bloco analisado será apresentado o estado atual da estrutura energética para ar condicionado e a proposta de um novo sistema, utilizando novos aparelhos de ar condicionado, de acordo com carga térmica calculada para o setor em análise, bem como os cálculos de pay-back composto e porcentagem de redução do consumo de energia para cada setor.

5.1. Bloco E.

O sistema de ar condicionado atual está devidamente indicado na tabela 1.

Tabela 1 – Sistema de ar condicionado do Bloco E- atual

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA						
SALA	SETOR	QTE.	AR CONDICIONADO ATUAL			TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]
			CARGA TÉRMICA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	CONSUMO [KWh/mês]	
E5	Bloco E	1	48.000	5,144	905,344	8
E4		1	48.000	5,144	905,344	8
E3		1	48.000	5,144	905,344	8
E2		1	48.000	5,144	905,344	8
E1		1	48.000	5,144	905,344	8
				TOTAL	4526,72	

Foi realizado então, o dimensionamento e a análise crítica, utilizando como auxílio a ferramenta online, Termo Simulador – Carrier, como podem comprovar na tabela 2.

Tabela 2 – Sistema de ar condicionado do Bloco E- proposto

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA								
			AR CONDICIONADO PROPOSTO					
SALA	SETOR	TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]	CARGA TÉRMICA NECESSÁRIA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	PREÇO [R$]	CONSUMO [KWh/mês]	RETORNO COMPOSTO [anos]	ECONOMIA [KWh/mês]
E5	Bloco E	8	30.000	3,100	R$ 4.179,05	546	2,36	360
E4		8	30.000	3,100	R$ 4.179,05	546	2,36	360
E3		8	30.000	3,100	R$ 4.179,05	546	2,36	360
E2		8	30.000	3,100	R$ 4.179,05	546	2,36	360
E1		8	30.000	3,100	R$ 4.179,05	546	2,36	360
				TOTAL	R$ 20.895,25	2728	2,36	1.799

Para o cálculo do pay-back composto, considerou-se taxa de juros de 12% ao ano, 22 dias de funcionamento e utilização dos aparelhos em 9 meses do ano. O valor do pay-back composto calculado para o sistema de ar condicionado do bloco E foi de 2,36 anos com uma redução no consumo de energia mensal de 39,74%.

5.2. Bloco C

O sistema de ar condicionado atual está devidamente indicado na tabela 3.

Tabela 3 – Sistema de ar condicionado do Bloco C- atual

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA						
			AR CONDICIONADO ATUAL			
SALA	SETOR	QTE.	CARGA TÉRMICA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	CONSUMO [KWh/mês]	TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]
C4	Bloco C - Superior	1	60.000	6,100	1342	10
C3		1	60.000	6,100	1342	10
C2 - Sala do curso de Pedagogia		1	55.000	5,674	1248,28	10
CST - GESTÃO RH		1	60.000	6,100	1073,6	8
				TOTAL	5005,88	
Pastoral Universitária	Bloco C - Inferior	-	-	-	-	8
Lab Autocad		1	60.000	5,864	1172,8	10
Diretor Geral		-	-	-	-	8
Sala dos Professores		-	-	-	-	8
				TOTAL	1172,8	

Foi realizado, então o dimensionamento e a análise crítica, utilizando como auxílio a ferramenta online, Termo Simulador – Carrier, como podem comprovar na tabela 4.

Tabela 4 – Sistema de ar condicionado do Bloco C- proposto

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA								
SALA	SETOR	TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]	AR CONDICIONADO PROPOSTO				RETORNO COMPOSTO [anos]	ECONOMIA [KWh/mês]
			CARGA TÉRMICA NECESSÁRIA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	PREÇO [R$]	CONSUMO [KWh/mês]		
C4	Bloco C - Superior	10	48.000	4,640	R$ 6.259,00	1.021	4,40	321
C3		10	48.000	4,640	R$ 6.259,00	1.021	4,40	321
C2 - Sala do curso de Pedagogia		10	48.000	4,640	R$ 6.259,00	1.021	7,09	227
CST - GESTÃO RH		8	48.000	4,640	R$ 6.259,00	817	5,94	257
				TOTAL	R$ 25.036,00	3879,04	5,23	1.127
Pastoral Universitária	Bloco C - Inferior	8	-	-	-	-	-	-
Lab Autocad		10	48.000	4,640	R$ 6.259,00	928	6,38	245
Diretor Geral		8	-	-	-	-	-	-
Sala dos Professores		8	-	-	-	-	-	-
				TOTAL	R$ 6.259,00	928	6,38	245

Para o cálculo do pay-back composto, considerou-se taxa de juros de 12% ao ano, 22 dias de funcionamento, para o piso superior e 20 dias para o piso inferior (onde apenas o Laboratório de Autocad contém ar condicionado), e utilização dos aparelhos em 9 meses do ano. O valor do pay-back composto calculado para o sistema de ar condicionado do bloco C foi de 5,23 anos para o piso superior e 6,38 anos para o piso inferior, com uma redução no consumo de energia mensal de 22,51% e 20,87%, nesta sequência.

5.3. Secretaria

O sistema de ar condicionado atual está devidamente indicado na tabela 5.

Tabela 5 – Sistema de ar condicionado da Secretaria- atual

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA						
SALA	SETOR	QTE.	AR CONDICIONADO ATUAL			TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]
			CARGA TÉRMICA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	CONSUMO [KWh/mês]	
Atendimento	SECRETARIA	1	58.000	6,128	1838,4	12
Financeiro		2	58.000	6,128	3676,8	12
Secretaria Acadêmica		2	58.000	6,128	3676,8	12
Serviço Social		-	-	-	-	12
Arquivo		-	-	-	-	24
				TOTAL	9192	

Foi realizado, então o dimensionamento e a análise crítica, utilizando como auxílio a ferramenta online, Termo Simulador – Carrier, como podem comprovar na tabela 6.

Tabela 6 – Sistema de ar condicionado da Secretaria- proposto

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA								
SALA	SETOR	TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]	AR CONDICIONADO PROPOSTO				RETORNO COMPOSTO [anos]	ECONOMIA [KWh/mês]
			CARGA TÉRMICA NECESSÁRIA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	PREÇO [R$]	CONSUMO [KWh/mês]		
Atendimento	SECRETARIA	12	30.000	3,100	R$ 4.179,05	930	0,71	908
Financeiro		12	48.000	4,640	R$ 6.259,00	2.784	1,08	893
Secretaria Acadêmica		12	48.000	4,640	R$ 6.259,00	2.784	1,08	893
Serviço Social		12	-	-	-	-	-	-
Arquivo		24	-	-	-	-	-	-
				TOTAL	R$ 16.697,05	6498	0,95	2.694

Para o cálculo do pay-back composto, considerou-se taxa de juros de 12% ao ano, 25 dias de funcionamento, e utilização dos aparelhos em 11 meses do ano. O valor do pay-back composto calculado para o sistema de ar condicionado da secretaria foi de 0,95 anos, com uma redução no consumo de energia mensal de 29,31%.

5.4. Bloco D

O sistema de ar condicionado atual está devidamente indicado na tabela 7.

Tabela 7 – Sistema de ar condicionado do Bloco D- atual

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA						
SALA	SETOR	QTE.	AR CONDICIONADO ATUAL			TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]
			CARGA TÉRMICA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	CONSUMO [KWh/mês]	
Departamento Pessoal	Bloco D	1	34.000	3,550	624,8	8
RH		1	24.000	2,340	411,84	8
Diretoria Operacional		-	-	-	-	8
Sala Padre Mário		-	-	-	-	8
Sala visita		-	-	-	-	8
Coordenação Informática		1	30.000	3,150	554,4	8
Lab de Informática		1	55.000	5,674	1702,2	12
Capela São Joaquim		2	48.000	4,628	740,48	4
Lab de Física		-	-	-	-	8
Lab de Química		-	-	-	-	8
Portaria		-	-	-	-	8
				TOTAL	4033,72	

Foi realizado, então o dimensionamento e a análise crítica, utilizando como auxílio a ferramenta online, Termo Simulador – Carrier, como podem comprovar na tabela 8.

Tabela 8 – Sistema de ar condicionado do Bloco D- proposto

PRÉDIO PADRE ANTÔNIO DA SILVA FERREIRA										
				AR CONDICIONADO PROPOSTO						
SALA	SETOR	QTE.	TEMPO DE UTILIZAÇÃO [h]	CARGA TÉRMICA NECESSÁRIA [BTU/h]	POTÊNCIA [KW]	PREÇO [R$]	CONSUMO [KWh/mês]	RETORNO COMPOSTO [anos]	ECONOMIA [KWh/mês]
Departamento Pessoal	Bloco D	1	8	22.000	1,900	R$ 3.169,00	334	1,94	290
RH		1	8	18.000	1,600	R$ 2.397,00	282	3,58	130
Diretoria Operacional		-	8	-	-	-	-	-	-
Sala Padre Mário		-	8	-	-	-	-	-	-
Sala visita		-	8	-	-	-	-	-	-
Coordenação Informática		1	8	22.000	1,900	R$ 3.169,00	334	2,68	220
Lab de Informática		1	12	48.000	4,640	R$ 6.259,00	1.392	4,00	310
Capela São Joaquim		2	4	99.000	4,640	R$ 12.518,00	742	-	2
Lab de Física		-	8	-	-	-	-	-	-
Lab de Química		-	8	-	-	-	-	-	-
Portaria		-	8	-	-	-	-	-	-
					TOTAL	R$ 27.512,00	3084,8	6,53	953

Para o cálculo do pay-back composto, considerou-se taxa de juros de 12% ao ano, 22 dias de funcionamento, e utilização dos aparelhos em 10 meses do ano. O valor do pay-back composto calculado para o sistema de ar condicionado da secretaria foi de 6,53 anos, com uma redução no consumo de energia mensal de 23,52%.

6. Conclusões e comentários

Este trabalho demonstrou a viabilidade de implantação de um sistema de condicionamento de ar capaz de ser mais eficiente e econômico perante ao ambiente estudado, além de obedecer às normas técnicas vigentes. Podemos notar que a eficiência energética dos equipamentos de ar condicionado tem impacto direto no consumo de energia elétrica, pois com o estudo notou-se uma economia, em média de 27,59% no consumo mensal de energia, assim como um custo não tão elevado, uma vez que o retorno do investimento foi de aproximadamente 4,77 anos, considerando juros de 12% ao ano.

REFERÊNCIAS

ALAJMI, A. (2012). **Energy and buildings** (Vol. 47). Elsevier.

ASHRAE. (2009). **ASHRAE Fundamentals handbook** . New York: American Society of heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

BENAVIDES, J. R. (27 de 05 de 2014). **A auditoria energética como ferramente para o aproveitamento do potencial de conservação da energia: o caso das edificações do setor**

educaional. São Paulo, SP, Brasil: USP.

BHATT, M. S. (2000 **). Energy audit case studies II Air conditioning (cooling) systems.** Trivandrum, India: Applied Thermal Engineering.

BIMESTRE, T. A. (2015). **proposta de metodologia para aplicação de eficiência energética em uma Usina Hidrelétrica** . - Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia Campus de Guaratinguetá), 140. Guaratinguetá, SP, Brasil: UNESP - Universidade Estadual Paulista.

LAMBERTS, R., LOMARDO, L. L., AGUIAR, J. C., & THOMÉ, M. R. (03 de 2006 **). Eficiência Energética em Edificações: estado da arte** .

NBR 15220. (2003). **Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro.

KRATI, M. (2011). **Energy audit of building systems: an engineerring approach.** USA: CRC press.

PORTAL BRASIL. (28 de 07 de 2014). **Matriz energética** . Acesso em 22 de 02 de 2017, disponível em Portal Brasil: http:// www.brasil. gov. br/meio -ambiente/2010/11/matriz-energetica

SAUER, I. (2012). **Notas de Classe: Disciplina Usos Finais e Demanda de Energia** . Instituto de Energia e Ambiente - USP.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ESTUDO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA SEU MELHOR ENTENDIMENTO

Rodrigo de Carvalho Ferreira, Matheus Moura Luz, Diego Augusto Gonçalves
Dr. Rodrigo Antônio Faciolli
Faculdade Barretos. Barretos, SP

1. Introdução

A tecnologia *blockchain*, apesar de revolucionária, é pouco divulgada e utilizada no desenvolvimento de aplicações e soluções. Ao aprofundarmos nossos estudos com intuito de conhecermos melhor suas funcionalidades e conceitos, passamos a imaginar a variedade de ideias que podem despontar em todos os segmentos da sociedade.

Segundo Pagliery (2015) com relação aos investimentos, existe um considerável interesse de empresas do setor financeiro em projetos envolvendo *blockchain*, estimando-se um mercado de aproximadamente US$ 1 bilhão. Com *blockchain*, por se tratar de uma tecnologia *open-source*, ou seja, um código aberto a todos, a gama de aplicações que podemos atingir a partir desse conceito é inimaginável. Desta forma tem-se um mercado ainda mais amplo.

Para Rodrigues (2016) o significado de *blockchain*: estruturas de dados em que um bloco de dados “aponta” (possui um ponteiro) para o bloco anterior, “seu bloco pai”, formando uma cadeia de blocos. Dá-se o nome a essa estrutura de lista encadeada. Celes (2012) simplifica em dizer que uma lista encadeada é representada por: uma lista vazia ou um elemento seguido de uma (sub) lista.

Segundo Kurose (2013) desde o surgimento da Internet, foram criadas numerosas aplicações uteis e divertidas. Elas têm sido a forca motriz por trás do sucesso da Internet, motivando pessoas em lares, escolas, governos e empresas a tornarem a rede uma parte integral de suas atividades diárias.

Trazer para o centro das discussões o conceito de *blockchain*, mostrando como a tecnologia pode ser utilizada não apenas para transações com moedas digitais e buscar projetos ou ideias que tenham fundamento em tal, podem ser passos decisivos para que o *blockchain* comece ser abordado em enumeras aplicações.

A partir dessa visão, torna-se importante discutir o impacto que essas novas aplicações podem causar em uma sociedade, uma cultura, um governo, uma economia ou a um país inteiro. Em contrapartida, a não continuidade de pesquisas desse nível, poderia nos trazer um grande atraso tecnológico.

Como a produção de artigos científicos tem como objetivo apropriar-se da realidade para melhor analisar, entender e, posteriormente, produzir transformações, a discussão sobre *blockchain*, das suas possíveis utilizações, vantagens e desvantagens e sua escalabilidade, além do aspecto prático muito relevante, reveste-se de importância para o meio acadêmico.

Tendo em vista esse conceito, a maior produção de estudos e conteúdos sobre o tema pode ser um passo para transformação que começa na academia e estende seus reflexos para a realidade tecnológica, social, econômica e governamental.

2. Objetivos gerais

Apresentar os conceitos envolvidos na tecnologia *blockchain*, enfatizar as vantagens de sua utilização, salientar os problemas que desenvolvedores apontam e perscrutar as possíveis soluções para os problemas levantados.

3. Objetivos específicos

Abordar de forma ampla todos os conceitos envolvidos no desenvolvimento de aplicações utilizando a tecnologia *blockchain*, tais como:

• Redes *peer-to-peer* (P2P);

• Sistemas de banco de dados distribuídos;

• Sistemas distribuídos;

• Listas encadeadas;

• Segurança da informação;

• Velocidade de transações.

3.1. Justificativa

Blockchain é uma nova plataforma tecnológica, que funciona em milhões de dispositivos e aberta a qualquer pessoa, onde não apenas informações, mas qualquer coisa de valor - dinheiro, títulos e ações, mas também música, arte, descobertas científicas e outras propriedades intelectuais - podem ser movidas e armazenados de forma segura e privada, onde a confiança não é estabelecida por intermediários poderosos como estúdios de cinema, serviços de *streaming*, bancos ou outras empresas, mas sim através de colaboração em massa e código inteligente. (TAPSCOTT, 2017).

A partir da ideia de Tapscott justifica-se a relevância da pesquisa pela utilização em maior escala desse conceito. Para que passemos a programar em nossos projetos de desenvolvimento de sistemas, precisamos entender melhor seu funcionamento.

Para Steler (2017) a primeira vista não parece simples entender o conceito de *blockchain*, porém há décadas atrás também não era de fácil compreensão o funcionamento da internet (e para a maioria das pessoas continua não sendo). Os conceitos de *big data* e *cloud computing*, por exemplo, são utilizados em larga em diversas aplicações cotidianas e mesmo assim, muitos não entendem seu conceito ou sequer sabem nos dizer o que é.

Com relação ao *blockchain*, não será diferente. Estudos surgirão ao seu respeito, aplicações serão desenvolvidas a partir da ideia e, mesmo sem estar ciente sobre isso, o estaremos utilizando.

3.2. Metodologia

Esse estudo torna-se uma pesquisa explicativa sobre o tema *blockchain*.

A pesquisa explicativa registra fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas. Essa prática visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar e definir modelos teóricos, relacionar hipóteses em uma visão mais unitária do universo ou âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução lógica (MARCONI, 2011).

Todo o material referencial foi obtido através de pesquisa bibliográfica, sendo que todas as bibliografias foram obtidas após analise de autores, citações em outros artigos pesquisados e conteúdo de suas obras.

Como a pesquisa bibliográfica tem sido um procedimento bastante utilizado nos trabalhos de caráter exploratório-descritivo, reafirma-se a importância de definir e de expor com clareza o método e os procedimentos metodológicos (tipo de pesquisa, universo delimitado, instrumento de coleta de dados) que envolverão a sua execução, detalhando as fontes, de modo a apresentar as lentes que guiaram todo o processo de investigação e de análise da proposta. (MIOTO, 2007).

3.3. Conceitos do *blockchain*

Blockchain nada mais é do que um grande banco de dados distribuído, onde seus dados são processados em forma de blocos e cada bloco de informação é registrado com uma ligação ao bloco anterior, ou seja, uma cadeia de blocos, do inglês *blockchain*.

Todos esses dados são compartilhados com os participantes da rede, tornando-se publico a todos, porém não podem ser apagados ou alterados. Novos registros só podem ser inseridos mediante validação pela maioria da rede.

Por se tratar de um sistema distribuído, a cada alteração na cadeia de blocos, os participantes da rede, também chamados de nós, recebem uma cópia desse bloco.

As transações, em qualquer que seja a finalidade do uso do *blockchain*, se dão através de um sistema de rede *peer-to-peer* (P2P).

3.4. Sistemas distribuídos e bancos de dados distribuídos

Existe na literatura uma considerável confusão entre uma rede de computadores e um sistema distribuído. A principal diferença entre eles é que, em um sistema distribuído, um conjunto de computadores independentes parece ser, para seus usuários, um único sistema coerente. (TANENBAUM, 2011).

Para entendermos o conceito de sistemas distribuídos é necessário compreender que este consiste em uma série de elementos de processamento, que podem ou não serem homogêneos conectados por uma rede e cooperam para a realização de tarefas a eles atribuídas.

A tecnologia de banco de dados distribuídos é o resultado de uma fusão de duas tecnologias: tecnologia de banco de dados e tecnologia de rede e comunicação de dados. (ELMASRI 2011).

Entre as vantagens de se utilizar a tecnologia de sistemas distribuídos e banco de dados distribuídos podemos destacar:

• Maior facilidade e flexibilidade de desenvolvimento da aplicação;

• Confiabilidade e disponibilidade;

• Maior desempenho;

• Expansão mais fácil;

• Utilização por múltiplos usuários ao mesmo tempo.

Os desafios advindos da construção de sistemas distribuídos são a heterogeneidade de seus componentes, ser um sistema aberto, o que permite que componentes sejam adicionados ou substituídos, a segurança, a escalabilidade (a capacidade de funcionar bem quando o número de usuários aumenta), o tratamento de falhas, a concorrência de componentes e a transparência. (COULOURIS, 2012).

3.5. Redes *peer-to-peer* (P2P)

Outra característica a ser ressaltada para obtermos um conhecimento mais aprofundado do *blockchain* é o conceito de redes *peer-to-peer* (conhecidas também por P2P).

Seu ápice foi atingido por volta dos anos 2000, sendo puxado pelo surgimento do Napster em janeiro de 1999.

Os sistemas *peer-to-peer* representam um paradigma para a construção de sistemas e de aplicativos distribuídos onde dados e recursos são provenientes da colaboração de muitos hosts na internet de maneira uniforme. (COULOURIS, 2012).

Segundo Kurose (2013) em uma arquitetura *peer-to-peer* não se torna necessário ter uma confiança nos servidores centrais de dados, logo se utiliza a comunicação direta entre os participantes, denominados pares. Esses pares não são de propriedade de um provedor ou de uma instituição dedicada a este serviço, mas sim de pessoas na outra ponta da rede.

Aplicações com arquitetura P2P apresentam algumas vantagens sobre as aplicações de arquitetura cliente-servidor. A principal vantagem das aplicações *peer-to-peer* é sua autoescalabilidade. Atribui-se essa escalabilidade por consequência de pares serem também retransmissores de *bits*.

Por termos pares passando a ser redistribuidores de *bits*, o problema da escalabilidade da rede resolve-se na arquitetura P2P, pois cada par pode auxiliar o servidor na distribuição.

Entretanto, a escalabilidade em si não é uma meta a ser atingida, mas sim um alvo em movimento, um problema recorrente. Pois, satisfazendo-se determinadas métricas, novas surgirão inovadoras aplicações serão inventadas, novas demandas serão criadas e logo um novo problema de escalabilidade virá à tona, exigindo um aumento no limite da capacidade atual. A história da Internet é um ótimo exemplo disso. (RODRIGUES, 2016).

3.6. Lista encadeada

O conceito de lista encadeada foi incorporado ao *blockchain* por Satoshi Nakamoto (pseudônimo dado ao criador, ou criadores, do Bitcoin) para se evitar o problema do gasto

duplo. Como as transações Bitcoin são totalmente digitais, seria impossível ter o controle das mesmas sem um sistema de controle.

Para isso, Nakamoto (2008) sugeriu que as transações fossem processadas e gravadas em blocos transacionados na rede a cada 10 minutos. Esse conjunto de blocos traria uma referencia ao bloco anterior, para que fosse possível para qualquer participante da rede, em qualquer momento visualizar as transações anteriores a esta.

Seria muito mais fácil utilizar vetor para termos um acesso randômico e mais rápido a qualquer elemento, porém não é o mais viável por ser uma estrutura não muito flexível uma vez que precisamos dimensiona-lo com um numero máximo de elementos. Assim encontramos dois principais problemas:

• Uma vez criado um vetor de dimensão X ao excedermos seu tamanho, as soluções computacionais não são simples, muito menos baratas para a resolução do problema com o sistema operando;

• Se o numero de elementos que precisamos gravar for menor que o espaço alocado, subutilizará assim espaço em memória.

A solução nesses casos consiste em utilizar estruturas de dados que cresçam conforme precisarmos armazenar novos elementos (e diminuam conforme precisarmos retirar elementos armazenados anteriormente). Essas estruturas são chamadas dinâmicas e armazenam cada um dos seus elementos por alocação dinâmica. (CELES, 2012).

Em uma estrutura de lista encadeada cada elemento ocupa o tamanho proporcional de memória para seu armazenamento, mas não podemos garantir que os elementos ocuparão um espaço determinado, para isso devemos encadear com ponteiros, apontando para a próxima cadeia de elementos, no caso do *blockchain*, para a próxima cadeia de blocos.

3.7. Vantagens da utilização

A tecnologia *blockchain* ainda é pouco utilizada em desenvolvimento de aplicações, mas seus benefícios e vantagens são vistos com bons olhos por seus utilizadores e apoiadores.

Entre as vantagens que o *blockchain* apresenta podemos destacar:

• Um banco de dados distribuído praticamente imutável e com maior escalabilidade;

• Rede de comunicação que, ao contrário do modelo cliente-servidor, conforme sua utilização aumenta, sua estimativa de tempo de distribuição de arquivo diminui;

• Informações com maior nível de veracidade, uma vez que para sua informação ser adicionada ao bloco, precisa ter o consenso da maioria da rede dos participantes;

• Descentralização das informações;

• No âmbito de serviços financeiros, podemos ter a oportunidade de eliminar a necessidade de um terceiro, neste caso um banco ou uma instituição financeira, para as transações.

4. Resultados esperados

Espera-se com esse trabalho que novas aplicações sejam desenvolvidas a partir do conceito do *blockchain*, além de novas pesquisas para apresentar propostas para resolução de problemas acima mencionados, como por exemplo, estudo do caso da escalabilidade do *blockchain* para utilização constante em serviços financeiros.

5. Conclusão

Ao final deste artigo, conclui-se que apesar da falta de bibliografia para o tema e sua baixa utilização no desenvolvimento de aplicações, a tecnologia *blockchain* pode e deve ser utilizada em maior escala dentro de alguns anos. Estudos como este surgirão cada vez mais, para explanar sobre o tema, não só para a comunidade cientifica, mas sim para que todos possam entendê-la melhor.

REFERÊNCIAS

CELES, Waldemar; CERQUEIRA, Renato; RANGEL, José Lucas. Introdução à estrutura de dados com técnicas de programação em C. 4ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

COULOURIS, George et al. Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projetos. 5ª ed. Inglaterra: Pearson Education Limited, 2012.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant. Sistemas de Banco de Dados. 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

KUROSE, Jim; ROSS, Keith. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down. 6ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

LIMA, Telma Cristiane Sasso; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802007000300004. Acesso em 10 mai. 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia Científica. 6ª ed. São Paulo: Atlas S.A, 2011.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitocoin: A Peer-to-Peer Eletronic Cash System. Disponível em: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf. Acesso em 02 mai. 2017.

NUMATA, Cesar Apolo. Banco de Dados Distribuídos. 2012. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Processamento de Dados) - FATEC, Faculdade de tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2012.

PAGLIERY, J. Record $1 billion invested in Bitcoin firms so far. 2015. Disponível em: http://money.cnn.com/2015/11/02/technology/bitcoin-1-billion invested. Acesso em: 02 mai. 2017.

RODRIGUES, Elias Italiano. Estudo sobre o Bitcoin: escalabilidade da *blockchain*. 2016. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

STELER, Fernando Wosniak; CERQUEIRA, Aurimar Harry. Tudo o que você queria saber sobre *blockchain* e tinha receio de perguntar. Disponível em: http://computerworld.com.br/tudo-o-que-voce-queria-saber-sobre-*blockchain*-e-tinha-receio-de-perguntar. Acesso em 09 mai. 2017.

TANEMBAUM, Andrew; WETHERALL, David. Redes de Computadores. 5ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. *Blockchain* Could Help Artists Profit More from Their Creative Works. Disponível em: https://hbr.org/2017/03/*blockchain*-could-help-artists-profit-more-from-their-creative-works. Acesso em 07 mai. 2017.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. *Blockchain* Revolution: como a tecnologia por trás do Bitcoin está mudando o dinheiro, os negócios e o mundo. São Paulo: SENAI-SP editora, 2016.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ESTUDO DAS CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E AÇÕES DE CONVIVÊNCIA COM A SECA E COM A ESCASSEZ DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL

Luiza Campos Coelho, João Paulo Santos Mantovani, Amanda Alves de Brito Minella Alves Martins

1. Introdução

As condições mais críticas em relação à demanda/disponibilidade no Brasil ocorrem na região Atlântico Nordeste Oriental, pois a demanda total de água é de 179,17 m³/s, ou seja, 11% da demanda do país, da qual 53% (95,24 m³/s) correspondem ao uso para irrigação (Ministério do Meio Ambiente-MMA, 2006). Esses valores contrastam fortemente com a disponibilidade hídrica regional, que representa 0,43% do total nacional, ou seja, segundo o Ministério do Meio Ambiente, a região tem comprometimento de 100% da disponibilidade (MMA, 2006).

Dentre os anos de 1559 a 2013 foram registradas 73 secas no Nordeste brasileiro, com duração de um ou mais anos. Isso dá a média de uma seca para cada 6,22 anos, ao longo desse período (ANA, 2012). Nos anos de 1877 a 1879, houve no Nordeste uma grande seca que resultou em mais de 500 mil mortes, sendo a sua maioria de cearenses. Este evento deu origem as primeiras medidas políticas de combate à escassez hídrica na região (MMA, 2006).

Desta forma, o presente trabalho expõe o desafio regional do Atlântico Nordeste Oriental que é suprir o déficit hídrico diante de um cenário de escassez causado pelas secas cíclicas, anuais e plurianuais, bem como as políticas públicas e as ações não governamentais planejadas e executadas ou não, e as consequências econômicas, políticas, culturais, ambientais e sociais das secas na região.

2. Área de Estudo

A área da Bacia Do Atlântico Nordeste Oriental engloba uma pequena parte do Piauí, quase toda a região do estado do Ceará, todo Rio Grande do Norte e Paraíba, boa parte de Pernambuco e Alagoas, como mostra a figura 1.

Figura 1. Localização da Bacia do Atlântico Nordeste Oriental



Fonte: ANA.

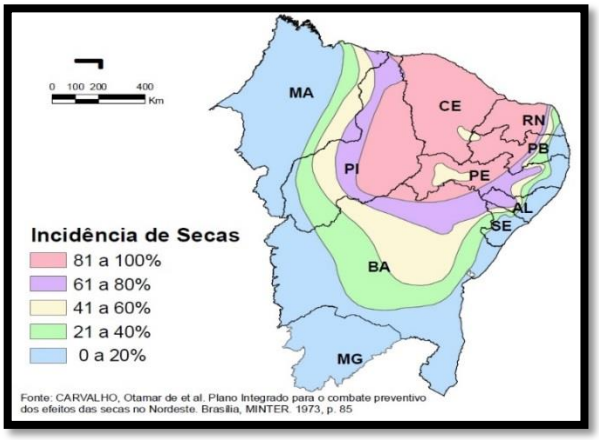
3. Panorama socioeconômico e climatológico da Região

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, a região tem os piores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), muito por conta do clima, mas fortemente impactada pelas políticas públicas praticadas por seus governantes ao longo destes anos.

No estado de Alagoas, em 2014 a economia possuía um PIB per capita de R$ 18.205.44, já o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 encontrava-se um valor numérico de 0,721 (IBGE, 2014). No Ceará a renda per capita de 2014 foi de R$ 22.057,20 e o IDHM teve como resultado o valor de 0,754 em dados colhidos em 2010 (IBGE, 2014). Na Paraíba encontra-se uma renda per capita de R$ 22.366,71, com IDHM no valor de 0,763 no ano de 2010 (IBGE, 2014). Em Pernambuco o PIB per capita teve como resultado um valor de R$ 31.513,07 e o Índice de Desenvolvimento Humano de 2010 num valor de 0,772 (IBGE, 2014. No Rio Grande do Norte O PIB per capita de 2014 foi de R$ 22.128,84, a renda média mensal das famílias é de R$ 1.203,00 reais, a maior parte da população reside em áreas urbanas (77,8%) e o IDH em 2010 resultou em 0,763 (IBGE, 2014).

De fenômeno importante, as Secas cederam espaço para outras formas de eventos extremos, como as Mudanças Climáticas e a Desertificação (CARVALHO, 2014). A figura 2 abaixo, mostra os locais da região nordeste com maior incidência de secas e pode-se observar que se localiza exatamente na região estudada, a Bacia Atlântico Nordeste Oriental.

Figura 2 – Incidência de secas.



Fonte: CARVALHO, 1973.

Pela Figura 2 pode-se observar que a região de abrangência da Bacia do Atlântico Nordeste Oriental apresenta em sua maior parte incidência de secas maior que 80%. Isso implica em problemas sociais, ambientais e econômicos para a região. Conforme Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos, é a Bacia com maior escassez hídrica dentre as demais, e os motivos pode-se citar:

3.1. Baixa precipitação na região

Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), a região da Bacia Hidrográfica do Atlântico do Nordeste Oriental é uma das menores em ocorrência de precipitação, ficando com quantidades abaixo de 600 mm no ano de 2016, e 250 e 750 mm no referencial de 1961 a 2010.

3.2. Irregularidade das precipitações em períodos mensais

Além de possuir uma quantidade pequena de precipitação histórica na região (em torno de 600 mm), as mesmas ocorrem de forma irregular, geralmente em períodos máximos de 3 a 4 meses, conforme Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, prejudicando a reposição de aquíferos.

Conforme o mapa do Brasil de precipitação acumulada nos últimos 90 dias, na região da bacia, varia de 150 mm na região semiárida, 200mm mais próximo ao litoral, no litoral chega a 400mm e em uma pequena parte chega a 600mm. (INMET, 2017)

3.3. Abastecimento Urbano de Água

Segundo Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, realizado pela Agência Nacional das Águas em 2010, a região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental possui Vazão média de 774 m³/s, enquanto a Demanda Urbana Máxima em 2005 foi de 130 m³/s, ou seja, 16,80 %. Entretanto, estimasse que a Demanda Urbana Máxima em 2025 na região será de 170 m³/s, um aumento de 30,77%.

4. Métodos e Dados

A metodologia deste estudo baseou-se em pesquisa bibliográfica em dados governamentais e compilação de artigos de diversos temas, onde foram extraídas estatísticas, características, problemas e soluções para conflitos de uso da água na região da Bacia Atlântico Nordeste Oriental.

5. Discussões e conflitos

O maior conflito pelo uso de água é a escassez e a distribuição deste recurso para a indústria, agropecuário e o consumo humano.

Segundo Carvalho (2012), pode-se classificar os principais impactos causados pela escassez de recursos hídricos em impactos econômicos, sociais e ambientais. Além desses, pode-se incluir, segundo Silva (2006) os impactos políticos e culturais:

5.1. Impactos Econômicos

Os impactos econômicos compreendem as perdas econômicas ocasionadas na pecuária (com a diminuição da produtividade de laticínios e carne), na agricultura (com a diminuição ou danos na colheita), perdas na produção de madeira, perdas ou diminuição à produção de pesca, e assim por diante. E sendo a economia um ciclo, estes setores produtivos afetados, terão efeitos em sua cadeia de fornecedores e clientes, refletindo as perdas de receita para os governos

estaduais e municipais (redução de impostos básicos e taxas de licenciamento para caça, pesca, etc.)

O monitoramento cimático atual apresenta limitações no que tange à falta de avaliação quantitativa dos impactos de uma seca, em particular, como por exemplo, qual a queda de produtividade agrícola esperada se um determinado cenário de seca ocorrer (MARTINS, 2017, p. 3). A questão se torna mais complexa, pois na região semiárida da bacia ocorre um panorama de estagnação econômica e permanência de indicadores sociais abaixo das medias nacional e regional (SILVA, 2006).

5.2. Impactos ambientais

Os impactos ambientais compreendem em perdas / diminuição de espécies de animais, danos a espécies de peixe, danos a espécies de plantas, efeitos sobre a qualidade da água e assoreamento dos rios da bacia.

5.3. Impactos sociais

Os impactos sociais compreendem na incerteza e intranquilidade pela carência de água para consumo humano, para os animais e para a produção agrícola; busca de oportunidades de trabalho remunerado em outras áreas, em razão da desorganização das atividades econômicas conduzidas nas áreas de secas e escassez de recursos hídricos, maior probabilidade de doenças causadas pela nutrição deficiente ou pelo consumo de água contaminada, desagregação familiar em consequência da migração forçada para outras áreas (dentro ou fora do semiárido), por parte dos chefes de família, e escassez de alimentos básicos nas áreas mais afetadas (MEDEIROS et al., 2013).

5.4. Impactos políticos

Conflitos de interesses políticos e sociais, gerando uma perda para a população mais carente. Esses conflitos de interesse são evidenciados quando se vê vereadores e deputados que representam o povo nordestino e possuem empresas de distribuição de água, que geram recursos financeiros próprios.

A miséria e a pobreza da população gera uma relação de clientelismo político mantendo o poder das elites socioeconômicas (SILVA, 2006)

5.5. Impactos culturais

O autoritarismo e a ausência de sensibilidade social e humana dos gestores têm sido abomináveis e discriminatórios. Além de uma total falta de criatividade e espírito de inovações técnicas, socioeconômicas e socioculturais em relação aos brios culturais da gente sertaneja (AB'SÁBER, 2006)

A perda na educação, no incentivo cultural, no acesso a internet, no convívio com outras culturas da população isolada pela seca, e a destruição cultural causada pela imagem historicamente construída sobre uma terra considerada imprópria ao desenvolvimento, condenada à miséria e à dependência dos socorros emergenciais (SILVA, 2006).

6. Ações de convivência e combate à seca

Em vista da situação crítica no semiárido brasileiro, que engloba grande parte da Bacia Atlântico nordeste oriental, deu-se início as ações, governamentais ou não, de combate e convivência com a seca, como iremos abordar neste tópico.

Como o estudado por SILVA (2006), as ações de combate a seca estão dando lugar as ações de convivência com a seca, pois as ações de combate a seca promovem degradação do meio ambiente, não tendo condições de se produzir e se sustentar ao longo do tempo, já as ações de convivência com a seca são uma expressão cultural e política de um novo modelo de desenvolvimento sustentável.

6.1. Politicas públicas de convivência e combate à seca

Em 1997, depois de cerca de dez anos tramitando, o parlamento brasileiro aprovou a lei que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que, entre outros objetivos, estabeleceu a prevenção aos eventos hidrológicos críticos de origem natural. Na esteira desse fato, os Estados nordestinos aprovaram as suas próprias leis de recursos hídricos, espelhando-se no paradigma nacional. Estavam dadas, assim, melhores perspectivas para a gestão integrada dos recursos hídricos aplicada às condições do semiárido. Entretanto, com a honrosa exceção do

Estado do Ceará, que tem sido capaz de criar capacidades técnicas e institucionais sólidas, nos demais Estados, com pequenas diferenciações, essa gestão teima em se manter muito abaixo das expectativas e necessidades (Parcerias Estratégicas, 2015, vol 20, n 41,p 89).

Em 2003, foi lançado o *Programa Conviver: Desenvolvimento Sustentável no semiárido*, como prioridade para o Governo Federal, proporcionando a convergência territorial de ações voltadas de melhoria pra vida dos agricultores familiares da região. De suma importância para assegurar o uso de água por todos os moradores da região, porém, atualmente (2006) o *Programa Conviver* está sob a coordenação do Ministério de Integração Nacional, com foco em projetos de recursos hídricos, indicando uma regressão na proposta integrada de ações (SILVA 2006).

O Governo Federal anunciou no dia 27 de dezembro de 2016 investimentos em ações para obras hídricas em estados afetados pela estiagem, principalmente no Semiárido brasileiro. Ao todo, serão liberados R$ 1 bilhão no combate à seca no País.

Entre as medidas estão previstos R$ 755 milhões, do Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário (MDSA), para a construção de 130 mil cisternas, micro açudes e programas de acesso à agua em 15 estados do Semiárido, da Amazônia e de áreas atingidas sistematicamente pela seca.

A perspectiva histórica revela que os governos brasileiros sucessivamente enfrentaram as crises de seca com medidas pontuais e medidas permanentes, mas sempre sob a lógica da resposta emergencial. (Parcerias Estratégicas, 2015 vol 20).

"A transposição é a chave. Sozinha não resolve o problema do estado como um todo, mas dá a garantia de não haver um colapso. É preciso também ver uma maneira de pensar o futuro das águas no estado. Não dá para ter uma política de instalar várias indústrias que vão consumir muita água. Na crise também é preciso pensar no pós-crise, para que outras mais graves não aconteçam", conclui o professor Nilson Campos, de pós-graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal do Ceará (UFC) e membro da Academia Cearense de Ciências.

A integração desses dois tipos de iniciativas, reativas e proativas, constitui o cerne das Políticas Nacionais de Seca, como as que são postas em prática por países como a Austrália e, de certo modo, os Estados Unidos (CARVALHO, 2014).

6.2. Ações não governamentais de convivência e combate à seca

Um conjunto de organizações não-governamentais (ONGs) que atuam no semiárido e algumas instituições públicas de pesquisa e extensão rural, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater), passaram a desenvolver propostas e a experimentar alternativas baseadas na ideia de que é possível e necessário *conviver com a seca e o semiárido*. [...](Silva, 2003, vol 18)

Dentre as ações civis mais importantes de convivência com a seca, está o programa *Um milhão de Cisternas,* idealizado e desenvolvido pela organização não governamental (ONG) *ASA- Articulação do Semiárido Brasileiro,* que até o dia 23 de agosto de 17 já construiu 605.134 cisternas rurais, segundo o informado pelo site da ONG (ASA, 2017).

7. Considerações Finais

As ações de políticas públicas e não governamentais são fundamentais para amenizar o problema de escassez de recursos hídricos na região da Bacia do Atlântico Nordeste Oriental, mas talvez seus resultados não sejam, de fato, efetivos e duradouros sejam apenas políticas públicas emergenciais (reativas) e de combate à seca, sem o foco em ações integradas nas diversas dimensões (ambiental, econômica, politica, social e cultural), diante de um cenário de interesse político na escassez hídrica da bacia.

Com o passar do tempo a visão social das outras regiões brasileira tende a mudar em relação ao nordeste, pois a falta de chuvas tem atingido não só a região semiárida, mas também a região sudeste do país, como o ocorrido nos anos de 2013 e 2014, que segundo Madeiro (2016) deixou um prejuízo de 32,5 bilhões (Os dados de pesquisa foram tirados do site do CNM- Confederação Nacional dos Municípios) somente nos estados da região sudeste, servindo para ajudar a desenvolver tecnologias e métodos que diminuam os impactos da escassez hídrica.

Em síntese, faz-se necessário integrar todos os tipos de iniciativas que visem melhorar a vida da população atingida pela seca, de forma viável e sustentável que seja possível ser mantida e sem detrimento ambiental. A fim de desenvolver a economia local, a inclusão social, a cultura, a educação, o saneamento básico e recuperar o meio ambiente degradado.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz. **A Transposição de águas do rio São Francisco: Análise crítica.** N. 70 São Paulo, 2006.
AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS**. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília, 2010.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos.**Brasília, 2016.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Um Milhão de Cisternas.** Disponível em :< http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc> . Acessado em : 24 de agosto de 17.

CARVALHO, José Otamar de. **A Questão da Água no Nordeste -Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas.** – Brasília, DF: CGEE, 2012.

CARVALHO, Otamar de. **A seca nordestina de 2012 – 1013: Dimensões ecológicas, Humanas e Socioeconômicas.** 2014.

CENTRO DE GESTÃO E RECURSOS ESTRATÉGICOS. **Parcerias Estratégicas.** V. 20, n. 41, dezembro de 2015. Brasília-DF.

COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Relatório de contas de Gestão.** Ceará, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados.** Disponível em: https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/scaf/download-de-documentos/dados-de-precipitacao/dados.zip/view. Acessado em 22 de Abril de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua.** Brasília, 20016.

_____.Semiárido Brasileiro. Malha Municipal Digital. Base Cartográfica Digital Integrada -15.000.000. 2005. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4> Acesso em 24 de agosto de 17.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climas.** Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/webService. Acessado em 22 de Maio de 2017.

LEIVAS, Janice, et al. **Monitoramento da seca ocorrida em 2012 no Nordeste Brasileiro a partir dos dados SPOT-Vegetation e TRMM.** 2017.

MARINS, Rozane Valente; FILHO, Francisco José de Paula; ROCHA, Carlos Artur Sobreira. **Geoquímica de fósforo como indicadora de qualidade ambiental e dos processos estuarinos do rio Jaguaribe – Costa Nordeste Oriental Brasileira.** Ceará, 2007, 6p.

MADEIRO, Carlos. **Em 3 anos, seca severa no Nordeste causa prejuízo de R$ 103,5 bilhões.** Disponível em : < https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2016/11/23/em-3-anos-seca-severa-no-nordeste-causa-prejuizo-de-r-1035-bilhoes.htm> . Acessado em : 25 de agosto de 17.

MEDEIROS, S.S.; MARIN, A.M.P.; REIS, C.F.; SORIANO, J.J.; SANTOS, D.B.; PEREIRA, D.D. Estiagem e seca no semiárido brasileiro. **Folheto Informativo n. 1**. INSA. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.** 2 ed., Brasília, 2006, 104p.

PORTAL BRASIL. **Governo anuncia Investimentos para combater a seca.** Disponível em: http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/12/governo-anuncia-investimentos-para-combater-a-seca. Acessado em 10 de Março de 2017.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate a seca e a convivência com o semiárido: Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento.** Brasília – DF, 2006.

_____. **Entre dois paradigmas combate à seca e convivência com o semiárido.** Brasilia – DF, 2003.

SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. **A distribuição espacial das reservas hídricas subterrâneas do nordeste e a transposição do rio São Francisco.** 2000.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ESTUDO DO MÉTODO KANO

João Pedro Nunes Molina[1], Isabella de Arruda Ikeda[2]

[1,2]Centro Universitário Salesiano de São Paulo – UNISAL Lorena

Resumo: Atualmente, há na economia uma necessidade constante de requintamento dos produtos e da prestação de serviços, portanto, sucintamente prolifera-se o uso e estudo de formas de gerências. O artigo tem como intuito principal, averiguar e evidenciar os métodos, meios, benefícios e consequências da aplicação do método Kano, por meio de pesquisa. Para isso, conta com a análise do processo em si, e ainda possíveis formas de aperfeiçoar o modelo, como a melhor forma de promover um questionário que seja apto a de fato diminuir as margens de erro, e assim, gerar melhorias significativas na satisfação dos clientes e, conforme possível, otimizar o setor da produção na relação custo benefício.

Palavras-chave: Pesquisa, Kano

Abstract: Nowadays, there is in economy a constant need of products and the provision of services refinement, therefore, succinctly the use and study of management forms is proliferated. The article has main purpose, to ascertain and to demonstrate the methods, means, benefits and consequences of the application of the Kano method, through research. For this, it counts on the analysis of the process itself, and also possible ways of perfecting the model, as the best way to promote a questionnaire that is apt to actually narrow the margins of error, and thus generate significant improvements in customer satisfaction and Optimize the production sector in the cost-benefit ratio.

Key words: Research, Kano

1. Introdução

O altíssimo índice de competitividade da mercancia faz com que quem se acomode, seja deixado para trás, assim, há uma busca incessante por um diferencial. Além disso, o advento da internet se configurou como uma ferramenta que mudou drasticamente o cenário comercial. A velocidade das interações e número de possibilidades que podem ser alcançadas é inacreditável.

Falhas na composição de um sistema podem ser catastróficas, e geram caos e prejuízos. Os lapsos de uma constituição levaram a necessidade de buscar por meios e métodos de detecção,

previsão e prevenção das falhas. Acima da urgência de se preparar para lidar com problemas, está em evitar ter problemas, assim, a maioria dos investidores procuram obter e associar aos seus negócios métodos cada vez mais eficazes gestões.

Os métodos de gestão são, por sua vez, uma pesquisa profunda e detalhada sobre o produto ou o serviço o oferecido, a partir da visão do cliente e assim, o método Kano passou a ser dissimulado. O modo em questão divide-se em três ramificações, e baseia-se em um questionário extenso. a primeira das ramificações relaciona-se com os serviços de base prestados, aquilo que é considerado essencial, e que se não atingir as expectativas, causará um grande desconforto do cliente. A segunda qualifica-se sobre a performance, como o ofício foi realizado e apresentada. A terceira, trata-se do que é considerado um atrativo, aquilo pelo que o cliente não espera, e não causa insatisfação quando não lhe é concedido, mas que provê satisfação quando é.

A interação que a internet tinha com a sociedade atual, deixou de ser apenas uma interação há muito tempo. Atualmente, a conexão online está presente em todos os setores de uma comunidade. As consequências que foram estabelecidas com essas mudanças, mudaram a forma como a população interage e compra. O marketing, ganhou uma ferramenta de auxílio, mas também um objeto de crítica muito poderoso, e devido a isso, a qualidade do serviço entregue e o atendimento oferecido ao cliente passou a ter vital importância. A satisfação do cliente é o instrumento mais poderoso de marketing, e é considerada vantagem competitiva.

2. Fundamentação teórica

O mercado atual constitui uma rede comercial complexa e vinculada a tecnologia, por isso, está constantemente em mudança. O capitalismo estipula a necessidade de evolução progressiva de tudo o que existe, assim, as empresas investem cada vez mais na melhoria de seus produtos, concomitante a busca pelo barateamento dos meios de produção. Os investidores, procuram diminuir os riscos da melhor forma concebível, e para isso fazem uso de diversas formas de pesquisas, de maneira a garantir o sucesso do produto no mercado.

É possível perceber mudanças evolutivas nas formas de organização comercial, e consequentemente, evoluem também os métodos de gestão, tornando se ambos, a medida do tempo, cada vez mais complexos e profundos, como o que será apresentado neste artigo. Desta forma, apresentemos agora, sucintamente, outro modelo de gestão de importante peso acadêmico, para um conhecimento mais amplo do assunto, o Método de Herzberg. Frederick Herzberg é criador da "Teoria dos dois fatores" que procurar caracterizar a motivação e satisfação dentro do mercado consumidor. Para isso, como o próprio nome já diz, os divide em duas categorias, a primeira, denominada "Fatores Higiênicos" são aqueles considerados básicos, e justamente por isso, são aqueles que podem levar a insatisfação. A segunda categoria é conhecida como "Fatores motivacionais", ou seja, aquilo que resulta na satisfação do cliente, é também considerado um fator adicional do processo de qualidade, considerado como um diferencial.

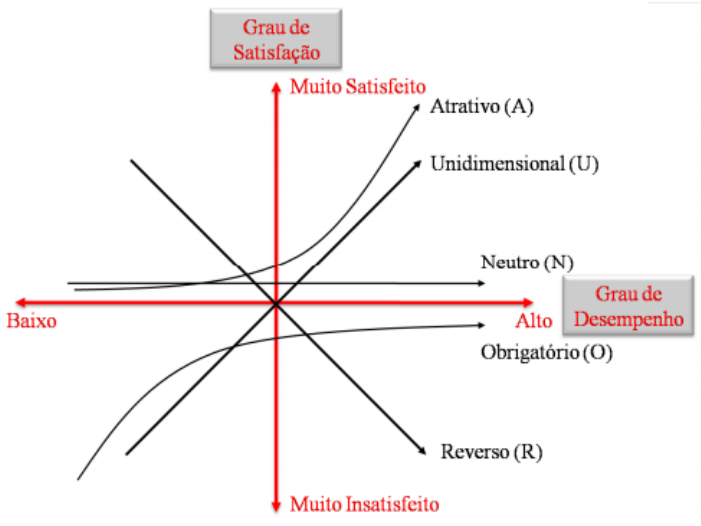
"Dr. Noriaki Kano, um dos gerenciadores especialistas de qualidade, propôs um modelo que é usado atualmente na maioria dos padrões de satisfação dos clientes. De acordo com os estudos realizados em 1986 sobre a classificação das necessidades dos consumidores em 3 categorias: Básica, Performance e Entusiasmo (Sadeghi et al, 2013). Vazifedoost e Farikhan utilizaram do modelo Kano em uma pesquisa para expressar a satisfação dos clientes no design de produção da empresa Sanseven. Nessa pesquisa por 7 hipóteses a relação entre a operação de produtos (básico, operacional, qualidade motivacional) e valor do cliente (valores esperados e inesperados) e sua satisfação e lealdade é estudada como um resultado Qualidade de desempenho no design do produto com valor esperado (Vazifedoost e Farikhan, 2010). Similarmente na pesquisa, pelo pequeno número de classificação das necessidades dos clientes e analisar seu comportamento, através da utilização do modelo kano e associação de práticas, em ordem. Os resultados dessa pesquisa mostram que as propriedades demográficas dos clientes influenciam no timo de suas necessidades. (Sahin, & Salehzade, 2012)"

[2] "Kano Model: o modelo Kano foi desenvolvido para avaliação do produto baseada na comparação entre expectativas e o desempenho percebido que em troca determina a satisfação. Os atributos dos clientes são classificados em três diferentes categorias: (1) obrigatório, (2) dimensão e (3) atrativo.A qualidade (1 Obrigatório) deve ser consiste em

atributos que são esperados e concedidos quando cumpridos. Consequentemente, não há muitos ganhos em satisfação quando os fatores "devem ser" são conhecidos. Entretanto, consumidores estarão altamente insatisfeitos quando esses fatores são desconhecidos. As categorias do "deve ser" são difíceis de se identificar porque sua natureza é esperada, consequentemente é difícil para consumidores citar atributos em que eles não refletiram muito sobre. (2) A "dimensão" da qualidade resulta em satisfação quando é cumprida, e insatisfação quando não é. (3) As qualidades do Atrativo (“quanto mais, melhor”) provém boas satisfações quando cumpridas mas não desapontam quando não cumpridas, portanto, nesse sentido, podem ser consideradas como “indiferente”. Esses são os atributos que não são esperados e usualmente ocorrem quando o atributo é altamente inovador, criativo e prático. As qualidades atrativas não são esperadas, portando esses atributos são frequentemente não mencionados e difíceis de identificar.

[3]

Figura 1: Gráfico de Satisfação x Desempenho



Fonte: Revista Produção Online, v. 9, n. 3, 2009.

“Nesse sentido, o modelo Kano de Qualidade Atrativa e Obrigatória (KANO, 1984) foi inspirado na noção trazida por Hezberg (1959) tratando a satisfação como um constructo bidimensional. Bidimensional significa que os fatores podem causar satisfação ou insatisfação independentemente, ou seja, um atributo pode causar satisfação quando atendido e não

necessariamente causar insatisfação quando não atendido ou causar insatisfação quando não atendido e não causar necessariamente satisfação quando atendido, assim como os fatores higiênicos citados por Hezberg (1959).”

O método Kano, consiste em uma pesquisa profunda e detalhada de todas as variáveis que um produto ou serviço oferecido podem causar no consumidor, desde o que é esperado, ao que seria de alguma forma superior, como uma cortesia, ou o que seria considerado decepcionante. Em suma, o modelo Kano foi criado para que se pudesse estudar e entender as necessidades de seus clientes e oportunidades de melhorias nos respectivos estabelecimentos.

Há ainda, estudos e pesquisam que visam aprofundar ademais o modelo do Método Kano vigente, como o referido por Bu e Park: “Esse estudo propõe adotar ao modelo impreciso do Kano, para minimizar o principal efeito da categoria de preferência “Indiferença”. Os consumidores em uma cultura coletivista frequentemente tendem a mostrar seus modos de prevenção de escolher o meio termo das escalas dos questionários. Para fazer o modelo impreciso do Kano se adequar melhor aos dados experimentais, esse estudo sugere incluir questões diretas aos entrevistados. O modelo “DAQ” (directly-asked-question/perguntas-diretas) é uma simples abordagem para encontrar maior precisão na categoria em questão. Ao usar as respostas dos consumidores para 13 programas de aulas de esportes populares na Coréia, esse estudo tenta mostrar o ajuste dos pontos de corte em típicas matrizes 4x4 no modelo Kano e no modelo impreciso do Kano. Esse novo modelo propõe elevar a precisão do modelo impreciso, especialmente na classificação por consumidores coletivistas.”

3. Metodologia

Por se tratar de um estudo de caso, configura-se como pesquisa e assim, foram utilizadas diferentes metodologias de pesquisas de forma a se abranger e adequar o assunto tratado em todos os âmbitos pertinentes da Método Kano, como pode ser visto abaixo.

[4]“Esse trabalho é classificado segundo Silva & Menezes (2001) da seguinte forma: Do ponto de vista de sua natureza, é classificado como uma pesquisa aplicada, pois visa a gerar conhecimentos para a aplicação prática da escala adequada para alcançar resultados mais

confiáveis, com menores índices de dispersão. Envolve verdades e interesses locais. Do ponto de vista da abordagem do problema, é classificado como pesquisa quantitativa, pois considera que tudo pode ser quantificado, o que significa que se pode traduzir em números as respostas dos usuários contidas nos questionários para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas. Esse trabalho é também classificado como qualitativo, pois a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. A biblioteca é a fonte direta para coleta de dados e a interpretação dos resultados será realizada pelos pesquisadores. Do ponto de vista de seus objetivos (GIL, 2008), esse trabalho é classificado como descritivo, a partir do momento em que será descrito o perfil dos usuários, utilizando-se o questionário de respostas fechadas como técnica padronizada para a coleta de dados, assumindo-se assim a forma de Levantamento. Também é classificado como exploratório, porque visa a proporcionar maior compreensão do problema tendo em vista construir hipóteses."

4. Conclusão

O modelo Kano foi criado para que se pudesse estudar e entender as necessidades de seus clientes e oportunidades de melhorias nos respectivos estabelecimentos. Esse novo modelo propõe elevar a precisão do modelo impreciso, especialmente na classificação por consumidores coletivistas. O modelo de Kano pode ser integrado com questionário de satisfação do trabalho para categorizar atributos e identificar particularidades que têm maiores impactos no contentamento da profissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BU, Kyunghee; PARK, Seong Yong. Are consumers in collectivist culture mostly indifferent to sports lesson programs?: A DAQ simulation on the Kano fuzzy model. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 5, p. 1656-1660, 2016.

[2] LOW, Samuel et al. A proposed Kano-inspired framework applied to job satisfaction for mature Singaporeans. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 4892-4899, 2015.

[4] MARTINS, Larissa Rodrigues Barcellos et al. Estudo sobre escala mais adequada em questionários: um experimento com o modelo de Kano. **Vértices**, v. 13, n. 1, p. 73-100, 2011.

NUNES, Bruno Hebert de Almeida. Atributos que impactam na satisfação de clientes de serviço técnico de concessionárias de veículos em Brasília. 2013

PAKIZEHKAR, Hosna et al. The Application of Integration of Kano's Model, AHP Technique and QFD Matrix in Prioritizing the Bank's Substructions. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 230, p. 159-166, 2016.

[3] ROOS, Cristiano; SARTORI, Simone; GODOY, Leoni Pentiado. Modelo de Kano para a identificação de atributos capazes de superar as expectativas do cliente. **Revista Produção Online**, v. 9, n. 3, 2009.

MARTINS, Larissa Rodrigues Barcellos et al. Estudo sobre escala mais adequada em questionários: um experimento com o modelo de Kano. Vértices, v. 13, n. 1, p. 73-100, 2011.

Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 1, p. 75-103 jan./abr. 2011 Larissa Rodrigues Barcellos Martins et al.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

FATORES CRÍTICOS NA PARTICIPAÇÃO DA AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL EM UMA UNIVERSIDADE SALESIANA

Paula de Faria Pereira

1. Introdução

Para que a universidade esteja na frente em relação as outras precisa-se de algumas melhorias que validem essa busca na competitividade e existe algumas avaliações que mostram isso. (SCAGLIONE *et al*.,2011)

Por meio da avaliação interna consegue-se monitorar um ensino de qualidade, pois analisam o que os alunos precisam, para conseguir interligar o que as instituições têm que fazer para que ambos tenham sucesso naquilo que almejam. (SANTOS, 2015)

Essa avaliação é uma busca da melhoria continua, ela não consegue sozinha fazer a instituição ser reconhecida por ter o melhor padrão, porém ajuda a ter um planejamento de quais pontos frágeis existem nas IES onde consigam melhorar e oferecer o melhor serviço para os alunos adquirindo um reconhecimento importante na sociedade. (MAINARDES *et al*.,2009)

A pesquisa irá descobrir o porquê da baixa procura dos alunos de fazer a avaliação, se é devido o questionário, a falta de divulgação da avaliação, não têm o feedback, se sabem a importância da avaliação. (VIEIRA e FREITAS, 2010)

Por isso também a avaliação interna tem uma grande importância, pois conseguimos identificar os problemas e obter melhorias. Por isso temos que entender as falhas que ocorrem nas avaliações para conseguirmos obter respostas imparciais onde possamos fazer melhorias tanto para a instituição quanto para os alunos.

Diante deste cenário, o presente projeto de pesquisa busca responder a seguinte questão de pesquisa:

Q1. Como aumentar o índice de participação com respostas qualificadas?

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise dos fatores ligados a baixa participação e qualidade a avaliação institucional.

Para alcançar o que foi proposto no objetivo geral do trabalho, foram determinados alguns objetivos específicos, sendo eles:

- Identificar as variáveis que influenciam no processo da avaliação institucional
- Ordenar as variáveis por meio do método de ordenação das variáveis
- Agrupar em fatores subjacentes comuns por meio de analise fatorial

2. Revisão da literatura

2.1. Avaliação Institucional

Com o aumento das IES houve um declínio no sistema educacional, fez com que a qualidade diminuísse e uma das causas é a competitividade (Consoni e Henrique, 2011).

As IES (Instituições de Ensino Superior) são prestadoras de serviço e precisam saber como está a qualidade de ensino para os alunos, porém não é uma qualidade tangível como de alguns produtos que são avaliados através do uso, a qualidade no ensino é algo abstrato (SCAGLIONE e COSTA,2011).

Como numa indústria a IES precisa de uma gestão na qualidade, onde deverá ser analisado um relatório feito pela CPA o que acontece na instituição considerando todas as particularidades envolvidas.

2.3. Comissão Própria de Avaliação

A função da CPA numa instituição é de coordenar, planejar e articular os processos avaliativos conforma o SINAES. Foi criado uma lei sobre a implementação da CPA nas universidades Lei nº 10.861/2004.

A atuação da CPA é de implementar a avaliação interna de forma contínua e sistemática. A comissão é avaliada antes pelo MEC, INEP e CONAES para estar assumindo a função.

Para colocar em prática os deveres da CPA é preciso que a comissão faça reuniões com a parte administrativa da instituição e com a comunidade acadêmica, onde será analisado o que é preciso para melhorar a qualidade da instituição e o curso.

Avaliação interna e a análise do resultado da avaliação aplicada nas instituições são analisados pela CPA. A mesma desenvolve um processo avaliativo, formativo e reflexivo que tem estimulado o desenvolvimento da instituição de forma clara e consistente em todas as suas instâncias administrativas, pedagógicas, científica e tecnológicas. (SECREMIN e DALLACORT,2014)

2.4. Avaliação institucional interna

A avaliação interna consegue organizar o que a instituição precisa melhorar e que precisa mudar, com ela fica mais clara as informações da IES na visão de todos as partes. (LEITE, 2008)

Na avaliação institucional o resultado é visto por dois pontos, positivo e negativo, no ponto positivo pode ser um diferencial em relação a outra universidade e o negativo onde temos que buscar melhorias para ambos envolvidos.

Alguns estudiosos afirmam que deixar de fazer essa avaliação institucional é um erro, pois não consegue melhorar a qualidade de uma instituição só pela prova externa e com a avaliação interna pode-se fazer melhorias antes do resultado da avaliação externa. (LEITE,2008)

2.5. Método para ordenação de variáveis quanto à sua importância

É aplicado um questionário aberto com intenção de identificar as variáveis. Depois de identificado, será feito o segundo questionário nesse as questões serão fechadas e os indivíduos irão classificar as mais e menos importantes. (FARIA, FARIA NETO, 2015)

Uma quantidade *x* de pessoa é chamada para classificar a variáveis *y* de acordo com o grau de importância de cada uma delas. As respostas são subjetivas então a ordenação de cada resposta vão diferentes, apesar que as classificações coincidentes sejam possíveis. (FARIA, FARIA NETO, 2015)

Cada indivíduo deve atribuir o valor de 1 a *y* para cada variável de acordo com o grau de importância dela. Atribui o valor de 1 para a variável que é considera a mais importante e *y* para a menos importante. (FARIA, FARIA NETO, 2015)

3. Considerações finais

Neste capítulo mostra a realização dos objetivos da pesquisa realizada e melhorias para o trabalho proposto.

3.1. Resultado da pesquisa

As variáveis apontadas no questionário são analisadas por meio das respostas dos ingressantes e de acordo com literatura.Com as variáveis identificadas na pesquisa de campo e apontadas na pesquisa bibliográfica consegue-se observar quais variáveis constam na literatura e não tem na pesquisa de campo ou tem na pesquisa de campo e não tem na literatura. Conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Relação das variáveis por meio de pesquisa de campo e literatura

VARIAVEIS	*VIEIRA E FREITAS*	*TABAJARA VIANNA*	*BERTELLI E EYNG*	*PESQUISA DE CAMPO*
COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS	X			X
BENEFICIOS DA AVALIAÇÃO PARA A UNIVERSIDADE	X		X	X
DIVULGAÇÃO DA CAMPANHA DA AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL				X
CULTURA DA AVALIAÇÃO	X	X		X
QUESTIONÁRIO EXTENSO				X
GESTÃO DO PROCESSO	X			X
DESMOTIVAÇÃO DOS DISCENTES				X

Fonte: Própria

A identificação das variáveis auxilia a entender e responder por que a baixa adesão na avaliação institucional. A partir do conceito e entendimento de cada uma das variáveis, entende-se o motivo da baixa adesão.

Depois de identificadas as variáveis que influenciam na baixa adesão na participação da avaliação institucional, seguimos para o próximo objetivo, consiste e ordená-las por ordem de importância.

Para a concretização do trabalho de ordenação das variáveis por grau de importância, foi feita uma carta de apresentação expondo o porquê da pesquisa e os dados informativos do pesquisador e o instrumento para a coleta dos dados, que representa uma folha contendo instruções para preenchimento, conforme a percepção de cada um em uma tabela com a descrição das variáveis.

Resultado da ordenação das variáveis em relação à importância organizando as em 7 variáveis (colunas) e suas classificações, segundo a opinião dos ingressantes (linhas). A classificação das 7 variáveis foi concretizada pelos 163 respondentes que fizeram parte desta etapa da pesquisa.

A matriz de correlação entre as variáveis apresenta um número significativo de valores em módulos superiores a 0,30, é provável que a análise fatorial colabore para sintetizar as variáveis em fatores subjacentes comuns as variáveis. Caso essa situação não aconteça pode-se concluir que não é possível a aplicação de método fatoriais (FAVERO; BELFIORE; NELO, 2007). A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis.

Tabela 2: Matriz de correlação

	Benefícios	Comunicação	Cultura	Desmotivação	Divulgação	Gestão	Questionário
Benefícios	1,00						
Comunicação	-0,01	1,00					
Cultura	-0,10	-0,21	1,00				
Desmotivação	-0,13	-0,23	-0,28	1,00			
Divulgação	-0,08	-0,26	-0,02	-0,29	1,00		
Gestão	-0,31	-0,20	-0,17	-0,09	-0,04	1,00	
Questionário	-0,29	-0,09	-0,17	-0,02	-0,35	-0,03	1,00

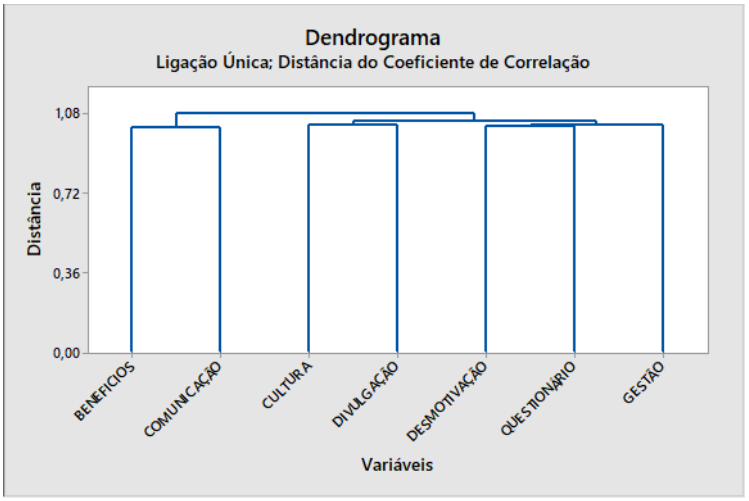
Fonte: Própria do Autor

Observando a Tabela 2, pode-se observar que as variáveis são francamente correlacionadas pois a maioria dos valores em módulos são menores que 0,3 indicando que a matriz não é adequada para tratamentos fatoriais (FAVERO; BELFIORE; NELO, 2007).

Outra possibilidade para agrupar as variáveis, a mais frequente das técnicas de classificação é denominada agrupamento sequencial aglomerativa, ou seja, agrupar amostras em sequência formando grupos.

Para melhorar a análise dos resultados e a sua interpretação pode-se utilizar técnicas de agrupamento para construir um dendograma retratado na Figura 1 em que se pode ver a o arranjo de grupos entre as variáveis em função da distância de fragmentação entre elas.

Figura 4: Dendograma para agrupamento das variáveis



Fonte: Própria do Autor

O método começa com o posicionamento de grupos entre as variáveis próximas, depois as variáveis vão se agrupando aos outros grupos, ou novos grupos que vão se estabelecendo. Por meio dos passos de amalgamação é possível analisar que quando menor a distância entre as variáveis mais próximas estão e que maior o nível de similaridade mais correlacionadas as variáveis estão em cada agrupamento.

A Tabela 3 as variáveis foram ordenadas de acordo com a sua importância atribuído pelos respondentes de acordo com o método proposto por Faria Neto e Faria (2015). O método proposto tem como princípio de que haverá sete postos de importância, sendo que são sete as variáveis a serem ordenadas, e baseia-se em colocar as sete variáveis em cada uma desses sete postos de importância, podendo ocorrer que alguns postos não sejam ocupados e outros que sejam ocupados por mais de uma variável.

Tabela 7: Matriz de distância entre as variáveis e os postos de importância

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Posto 1	43.98	31.94	47.19	49.97	55.19	44.82	43.38
Posto 2	33.53	26.12	36.81	39.76	44.41	33.90	33.65
Posto 3	25.26	25.85	28.41	31.45	34.96	24.76	26.57
Posto 4	21.82	31.27	24.14	26.85	28.21	20.02	24.58
Posto 5	25.26	40.15	26.13	27.87	26.34	22.65	28.74
Posto 6	33.53	50.70	33.27	34.01	30.27	30.81	37.04
Posto 7	43.98	62.06	43.07	43.14	38.24	41.34	47.35

Fonte: Própria do Autor

Na Tabela 3 também é possível analisar que as variáveis se agrupam em torno de 3 postos de importância, os postos 3,4 e 5. As variáveis V2 está mais próxima do posto 3 do que as outras variáveis e a variável V5 é que está mais próxima do posto 5. Está é a análise que pode ser feita na Tabela 4.

Tabela 4: Agrupamento das variáveis por grau de importância

CLASSIFICAÇÃO	POSTO DE IMPORTÂNCIA	AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS
	POSTO 1	
	POSTO 2	
1	POSTO 3	V2
2	POSTO 4	V1,V3,V4,V6,V7
3	POSTO 5	V5
	POSTO 6	
	POSTO 7	

Fonte: Própria do Autor

Percebe-se na Tabela 4 que a variável que está mais próxima do posto 1 é a variável V2(Comunicação dos resultados), segundo a opinião dos entrevistados ela é de maior importância. Já as outras variáveis ocupam os postos mais distantes do posto 1 que significa que as outras variáveis são relativamente menos importantes.

Podemos analisar que o posto 4 têm mais de uma variável que são V1, V3, V4, V6 e V7, nesses casos não têm como definir qual das variáveis é mais importante consideramos que elas têm o mesmo grau de importância.

Já a variável V5 (Divulgação) ocupa o posto 5 que na opinião dos ingressantes é de menor importância em relação as outras variáveis no aspecto da baixa adesão na avaliação institucional pois está mais próxima do posto 7.

A ordenação das variáveis de acordo com os ingressantes de todos os anos, é que a variável V1 é a mais importante e variável V5 é de menor importância.

3.2. Verificação dos objetivos

Por meio da revisão da literatura foi identificada quatro variáveis que mostram a baixa adesão na avaliação institucional benefício da avaliação institucional para universidade, comunicação, cultura, gestão.

Com a pesquisa qualitativa foi possível identificar três variáveis novas que são desmotivação, divulgação e questionário extenso, e teve a confirmação das quatros variáveis. Portanto, nesta etapa da pesquisa foi possível identificar novas variáveis e a confirmação de variáveis já conhecidas.

Depois da análise qualitativa, a pesquisa teve foco quantitativo na ordenação das variáveis por importância, de acordo com a opinião dos ingressantes.

A pesquisa teve como base o método de estudo de caso que possibilitou a coleta de dados que foram utilizadas para a identificação, agrupamento das variáveis e depois a ordenação. Com as ferramentas foi possível verificar a ordenação das variáveis de acordo com o grau de importância informado pelos ingressantes sobre a baixa adesão dos alunos na avaliação institucional. O trabalho contribuiu para identificação de novas variáveis sobre a baixa adesão na avaliação institucional, como a ordem de importância. Esta ordenação poderá ajudar a IES entender o problema e propor soluções para melhoria.

De acordo com a ordenação mostrou que nenhuma variável teve grande destaque elas ficaram muito próximas para dizer que é a causa. A que teve maior relevância em todos os anos foi a variável de Comunicação dos Resultados.

Como as variáveis ficaram em torno da mediana dos postos, não podemos ter uma convicção em relação a importância distintivas das variáveis, por isso todas as variáveis são consideradas

importantes. Executou-se uma matriz de correlação onde as variáveis são fracamente correlacionadas. A afinidade das variáveis encontradas e apontadas na literatura, permitiu-se destacar a variável de comunicação dos resultados como o principal fator da baixa adesão.

Para sugestão para trabalhos futuros é a implementação das melhorias para a IES, como mostrar o Feedback para os alunos, com cartazes, ou mostrar as melhorias que estão planejadas o tempo em que vão ser concretizados. Assim as IES podem ter mais participação dos alunos para melhorar a qualidade das IES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

CONSONI, F.; Henriques F. **Formação de Recursos Humanos e educação superior: O papel do Conhecimento como Estratégia de Desenvolvimento no Estado de São Paulo**, 2011.

FARIA NETO, A.; FARIA. G. **Proposta de um método para ordenação de variáveis quanto à sua importância.** Revista Ciências Exatas, v. 21, n. 1, 2015

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P.; NELO, A. M. **Formação de conglomerados no setor de lojas de departamento e eletrodomésticos no Brasil: uma aplicação de análise multivariada em indicadores econômico-financeiros**. Gestão e Regionalidade, v. 23, n. 66, p. 6-16, 2007.

LEITE, Denise. **AMEAÇAS PÓS-RANKINGS SOBREVIVÊNCIA DAS CPAS E DA AUTO-AVALIAÇÃO**. 2008

MAINARDES, E. W.; DOMINGUES, M. J. C.S.; DESCHAMPS, M. **Avaliação da qualidade nos serviços educacionais das instituições de ensino superior em Joinville/SC**. REGE Revista de Gestão, v. 16, n. 1, p. 17-32, 2009.

SANTOS, Cintia Cândida, OLIVEIRA, Eliezer Carneiro, CIOCCARI, Lauricio Antônio. 2015- **Resultados do auto avaliação interna à luz das dimensões institucionais pelos SINAES: Estudo de caso em uma faculdade privada**.Departamento de Ciências Sociais, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras do Alto São Francisco. 2 Programa de Pós-graduação Lato Sensu à distância em Gestão Estratégica do Ensino Superior. Universidade de Santo Amaro. Polo Educacional de Luz – MG

SCAGLIONE, Vera Lucia Telles, COSTA, Marcello Nitz. 2011- **Avaliação da educação superior e a gestão universitária: Padrões de qualidade definidas pelas instituições de ensino superior, pelo MEC e pela sociedade, incluindo ENADE, IDD, CPC e IGC**. II Congresso Internacional IGLU

SCREMIN, Greice; DALLACORT, Marisa Diniz. **A CPA no Processo de Autoavaliação Institucional: Avanços e Desafios nos 10 Anos do SINAES**. Revista Meta: Avaliação, v. 6, n. 18, p. 240-262, 2015.

VIERA, Regina Lucia Bastos, FREITAS, Kátia Siqueira- 2010- **O SINAES na universidade pública estadual: análise do processo de construção da avaliação na Universidade do Estado da Bahia (UNEB)**. (UNEB)

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

FLUIDOS, SISTEMAS TÉRMICOS E SUA APLICAÇÃO A METODOLOGIA DO ENSINO ACADEMICO

Rafael Duarte Ferreira Rezende, **Isabela Lima da Silva**, **Marilia Rios de Paula, Rubens Alves Dias, Washington de Macedo Lemos**

1. Introdução

Este artigo tem como objetivo apresentar uma alternativa para as aulas de cálculo diferencial e integral dos cursos de engenharia mecânica. Observando a importância e a dificuldade dos alunos em interpretar problemas físicos durante toda a graduação, foi realizada uma pesquisa nas disciplinas do curso visando encontrar uma relação com o cálculo. Dentre as encontradas, foi observada a contextualização do cálculo nas disciplinas como fenômenos de transportes e mecânica dos fluidos. Perante o exposto, este artigo apresenta a contextualização dos assuntos de cálculo diferencial e integral I e II que juntos facilitam a definição da equação básica da estática dos fluidos.

2. Fundamentação teórica

Com o objetivo de embasar os conteúdos adquiridos nas disciplinas mencionadas nesse artigo, foi necessário elaborar pequenas observações a respeito de temas como a definição de fluidos, sistemas térmicos, temperatura e escalas.

2.1. Definição de fluidos

O significado mais comum de fluido é aquele feito com a comparação com um sólido. A teoria clássica afirma que *"fluido é uma substancia que não tem uma própria forma, assume o formato do recipiente"* (BRUNETTI, 2008, p.1). Os fluidos são, dessa maneira, os líquidos e gases. No entanto, líquidos e gases se diferenciam pelo fato de líquidos apresentarem uma superfície livre, enquanto gases ocupam todo o recipiente.

Ainda segundo Brunetti, no entanto, a definição de fluidos pode ser feita de uma maneira mais complexa, tida pelo método da "Experiência das Duas Placas". Esse experimento consiste em afirmar que o fluido se deforma invariavelmente e não alcança uma posição de equilíbrio estático, como um sólido. Logo, fluido é todo elemento que não atinge uma nova configuração de equilíbrio estático quando submetido a uma força tangencial constante.

Existem duas classificações importantes para fluidos:

a) Fluido compressível: quando submetido a pressão, o volume do fluido sofre uma variação. É o caso dos gases.

b) Fluido incompressível: quando submetido a pressão, o volume do fluido praticamente não sofre variação. É o caso dos líquidos, sendo o mais comum a água.

2.2. Tipos de sistemas termodinâmicos

Segundo Afonso (2012) a separação entre sistema e meio externo se dá através de uma superfície, seja ela imaginária ou não, conhecida como fronteira. É através da fronteira que ocorre fluxo de massa, calor e/ou trabalho. Pode-se classificar um sistema devido ao tipo de transferência que pode ocorrer por meio da fronteira. Ainda segundo Afonso, esta classificação se dá em três tipos: sistemas isolados, sistemas fechados e sistemas abertos segundo.

a) Sistemas isolados: são sistemas em que não há passagem de massa e nem de energia através da fronteira. Na prática, é muito difícil manter um sistema desse tipo.

b) Sistemas fechados: são sistemas em que não existem transferência de massa por meio da fronteira. Há troca de calor e/ou trabalho entre sistema e meio externo.

c) Sistemas abertos: são sistemas em que há passagem de massa, calor e/ou trabalho através da fronteira. É comum referir-se à fronteira como volume de controle.

2.3. Temperaturas e escalas

É muito comum confundir calor e temperatura no início do estudo de termodinâmica. Com um conhecimento mais aprofundado sobre o tema, pode-se discernir que calor é a transferência de energia entre sistema e vizinha e a temperatura é uma propriedade da matéria que se relaciona com as percepções sensoriais de quente ou frio.

. A escala do Sistema Internacional é o Celsius, sendo sua unidade o grau Celsius (ºC). Baseada na escala Celsius, foi criada a escala Kelvin, onde a temperatura mínima é de 0 K. (AFONSO, 2012). Ambas escalas auxiliam a medida de agitação molecular.

3. Equação básica da estática para fluidos

Para dar início à demonstração da equação básica da estática para fluidos, objeto de estudo da pesquisa, é preciso analisar a variação de ρ e ter em mente que, para gases, a massa específica do ar não é constante. Segundo Wylen (2003) a expressão dos gases ideais é dada abaixo na Equação (1):

$$P = \rho \times R \times T \tag{1}$$

Onde:

P = pressão

ρ = massa específica

R = constante dos gases

T = temperatura

A equação para gases ideais pode ser escrita conforme se mostra na Equação (2):

$$\rho = \frac{P}{R \times T} \tag{2}$$

Pode-se assumir como premissa que a temperatura se altera de acordo com a elevação z de modo linear e inversamente proporcional (por exemplo, a temperatura em função da altitude na atmosfera). Desta forma, pode-se escrever a Equação (3):

Então,

$$T\text{-}T_0=\alpha(z\text{-}z_0) \tag{3}$$

Onde:

T = Temperatura

α = taxa de declínio da temperatura em função da altura

z = altura em determinado ponto

Admitindo que $z_0 = 0$ na Equação (4):

$$T=T_0\text{-}\alpha\times z \tag{4}$$

A partir do princípio da equação hidrostática e da aplicação do conceito de derivada de uma função, chega-se a Equação (5):

$$\frac{dP}{dz} = -\rho \times g \tag{5}$$

E substituindo na Equação (1), é mostrado na Equação (6) que:

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{\rho\times g}{R\times(T_0\text{-}\alpha\times z)}$$

$$dP=-\frac{\rho\times g}{R\times(T_0\text{-}\alpha\times z)}dz \tag{6}$$

Aplicando o conceito de integral, chega-se na Equação (7):

$$\int_{p_0}^{p}\frac{dP}{P}=-\frac{g}{R}\int_{z_0}^{z}\frac{dz}{T_0\text{-}\alpha\times z}$$

$$ln|P|_{P_0}^{P}=\frac{g}{R\times\alpha}ln(T_0 - \alpha\times z)|_{z_0}^{z}$$

$$\ln P - \ln P_0 = \frac{g}{R \times \alpha} \times \left[\ln (T_0 - \alpha \times z) - \ln T_0\right]$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = \frac{g}{R \times \alpha} \times \ln \left(\frac{T_0 - \alpha \times z}{T_0}\right)$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = \ln \left(\frac{T_0 - \alpha \times z}{T_0}\right)^{\frac{g}{R x \alpha}}$$

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{T_0 - \alpha \times z}{T_0}\right)^{\frac{g}{R x \alpha}} \quad (7)$$

Por fim, conforme exposto na Equação (4), pode-se fazer a substituição, obtendo o que se expressa em (8):

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{g}{R \times \alpha}}$$

$$\boxed{P = P_0 \times \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{g}{R \times \alpha}}} \quad (8)$$

Mediante o desenvolvimento da equação acima, nota-se que as descrições de linearidade e de equação da reta, conhecimento das propriedades logarítmicas e a solução de uma equação diferencial ordinária separável tornaram possível chegar a uma expressão que calcula a variação de pressão em um gás cuja temperatura varia linearmente com a elevação.

Deve ser enfatizado que este estudo mostra que a aplicação de uma EDO - Equação Diferencial Ordinária -, proveniente do cálculo e aprendida de sua forma mais pura nas aulas de cálculo II, é fundamental na resolução de problemas de disciplinas características do curso.

4. Considerações finais

Analisando as informações expressadas anteriormente, fica evidente, por fim, que o cálculo é a ferramenta decisiva para a dedução de fórmulas que facilitam o aprendizado de disciplinas que exigem a dedicação dos estudantes de engenharia. Esses conteúdos permitem que o aluno possa se tornar um profissional mais capacitado e disciplinado para o mercado de trabalho, à medida que consegue fazer analogias e generalizações em distintas áreas a partir de um mesmo recurso: as equações diferencias.

Fica claro que é possível utilizar a disciplina de cálculo I para introduzir conceitos teóricos que serão utilizados em outras disciplinas da engenharia evidenciando um grande potencial de interdisciplinaridade.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Clito. **Termodinâmica para Engenharia.** Porto: FEUP, v.1, n.1, p. 55-86, 2012.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos fluidos / Franco Brunetti**. – 2.ed.rev. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, p.1 e 2, 2008.

WYLEN, Van; SONNTAG, Borgnakke. **Fundamentos da termodinâmica**. Ed. Blücher, p. 28, 2003.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

FORÇA DE EMPUXO EM UM BALÃO DE AR QUENTE

Italo Nogueira Morais, Lucas de Césares Oliveira Martins

1. Introdução

As moléculas encontram-se em constantes movimentos na natureza, as manifestações desses deslocamentos moleculares é o que chamamos de propriedades do sistema. Tais aspectos são aquelas grandezas (físico-químicas, como temperatura, pressão etc.) que permanecem constantes no sistema sempre que o sistema se encontrar no mesmo estado. Considera-se também, que as propriedades do sistema serão permanentes ao longo de todo o volume de interesse, pois a matéria está uniformemente distribuída (meio contínuo). Com a finalidade de melhor compreender o comportamento dos fluidos ao alterar propriedades de um conjunto denominado sistema, foi realizado um estudo onde procurou se observar o comportamento ar na determinação da força de empuxo no sistema balão de ar quente.

2. Revisão sistemática da literatura

2.1. Estática dos fluidos

De acordo com Fox, McDonald e Pritchard (2014) a pressão gerada no interior de um fluido estático é um fenômeno importante em muitas situações práticas, pois ao utilizar princípios da hidrostática, é possível calcular forças sobre objetos submersos, desenvolver instrumentos para medir pressões e deduzir propriedades da atmosfera e dos oceanos. Fox, McDonald e Pritchard (2014) afirma também que, os princípios da hidrostática podem ser usados para determinar forças desenvolvidas por sistemas hidráulicos em aplicações como prensas industriais ou freios automotivos.

Segundo Fox, McDonald e Pritchard (2014) em um fluido homogêneo e estático, ou em movimento de corpo rígido, uma partícula fluida mantém sua identidade por todo o tempo, e

os elementos do fluido não se deformam. Nós podemos aplicar a segunda lei de Newton do movimento para avaliar as forças agindo sobre a partícula do fluido.

2.2. Gases

"Em muitos problemas práticos de engenharia, a massa específica varia consideravelmente com a altitude, e resultados precisos requerem que essa variação seja levada em consideração. Uma equação de estado ou uma informação de propriedades pode ser usada para a obtenção da correlação requerida para a massa específica. Diversos tipos de variação de propriedades podem ser analisados. A massa específica de gases depende geralmente da pressão e da temperatura." (FOX, MCDONALD E PRITCHARD 2014)

A equação de estado de gás ideal é dada por,

$$p = \rho RT \tag{1}$$

em que R é a constante universal dos gases e T a temperatura absoluta, modela com exatidão o comportamento de grande parte dos gases em condições usadas em engenharia. Entretanto, o uso da Eq. 1 introduz a temperatura do gás como uma variável adicional. Então, uma hipótese adicional deve ser feita sobre a variação da temperatura.

2.3. Empuxo e estabilidade

Segundo Fox, McDonald e Pritchard (2014) se um objeto estiver imerso em um líquido, ou flutuando em sua superfície, a força líquida vertical agindo sobre ele devido à pressão do líquido é denominada empuxo.

Seguindo o raciocínio de Arquimedes ao determinar o teor de ouro na coroa do Rei Hiero II no ano de 220 a.C. podemos concluir que para um corpo submerso, a força de empuxo do fluido é igual ao peso do fluido deslocado.

$$F_{Empuxo} = \rho g V \tag{2}$$

3. Como funciona a decolagem de um balão de ar quente

Segundo a revista Super Interessante (2005) o processo de decolagem do balão ocorre da seguinte forma, no local da decolagem, o balão é inflado com ar ambiente por uma ventoinha movida à gasolina. Após o ar ocupar cerca de 60% do volume do envelope, acende-se o maçarico. Dessa forma, o maçarico aquece o ar do envelope, que se expande e fica menos denso que o ar fora do balão. A decolagem ocorre quando esse ar supera em cerca de 60ºC a temperatura externa. É como se o balão de ar quente (menos denso) boiasse no ar frio (mais denso), do mesmo modo que um navio flutua na água.

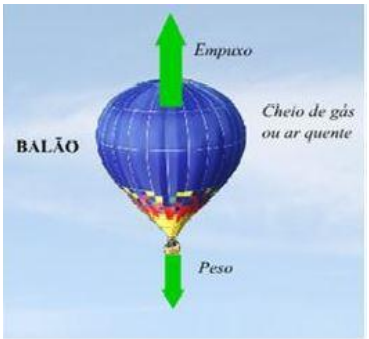
Figura 1 – Envelope do balão sendo inflado



Fonte: Revista Superinteressante, 2005

4. Forças atuantes em um balão de ar quente

Figura 2 – Forças atuantes em um balão de ar quente



Fonte: Nascidos para voar, 2016

Sabendo que pressão em um fluido a uma profundidade h é dada pela equação:

$$p = p_0 + \rho g h \tag{3}$$

Temos que, a força fluida vertical atuante sobre o elemento,

$$dF_z = (p_0 + \rho g h_2)\, dA - (p_0 + \rho g h_1)\, dA$$

$$dF_z = \rho g\, (h_2 - h_1)\, dA$$

Como $(h_2 - h_1)\, dA = dV$

$$\int dF_Z = \int_0^V \rho g\, dV$$

$$F_z = \rho g V$$

$$F_{Empuxo} = \rho g V$$

5. Especificações levantadas para o sistema balão de ar quente

Tabela 1 – Especificações do ar

Temperatura	21°C – Temperatura ambiente
Densidade atm	1,227 Kg/m³

Fonte: Introdução à Mecânica dos Fluídos - Fox - McDonald – Pritchard, 2014

Tabela 2 – Especificações do balão

Volume balão	5000 m³
Massa equipamento	670 Kg
Massa carga	1000 kg

Fonte: Revista superinteressante, 2005

6. Determinando a densidade do ar quente

$$F_y = F_{empuxo} - W_{ar\ quente} - W_{carga}$$

$$\rho_{atm} gV - \rho_{ar\ quente} gV - W_{carga} = 0$$

$$-\rho_{ar\ quente} gV = -\rho_{atm} gV + W_{carga}$$

$$\rho_{ar\ quente} = \frac{-\rho_{atm} gV + W_{carga}}{-gV}$$

$$\rho_{ar\ quente} = \rho_{atm} - \frac{W_{carga}}{gV} \quad (4)$$

Substituindo os dados das Tabelas 1 e 2 na Equação 4, temos que:

$$\rho_{ar\ quente} = \rho_{atm} - \frac{W_{carga}}{gV}$$

$$\rho_{ar\ quente} = 1{,}227 - 6 \times \frac{(670 + 1000)}{(9{,}81 \times 5000)}$$

$$\rho_{ar\ quente} = 1{,}227 - 0{,}204$$

$$\rho_{ar\ quente} = 1{,}023\ Kg/m^3$$

7. Determinando a temperatura de ar quente necessária para o balão decolar

Tomando como consideração um gás ideal e Patm, temos:

$$\rho_{ar\ quente} \times R \times T_{ar\ quente} = \rho_{atm} \times R \times T_{atm}$$

$$T_{ar\ quente} = \frac{T_{atm} \times \rho_{atm} \times R}{\rho_{ar\ quente} \times R}$$

$$T_{ar\ quente} = \frac{T_{atm} \times \rho_{atm}}{\rho_{ar\ quente}} \quad (5)$$

Substituindo os dados da Tabela 1 e densidade do ar quente encontrada anteriormente, na Equação 5, temos que:

$$T_{ar\ quente} = \frac{T_{atm} \times \rho_{atm}}{\rho_{ar\ quente}}$$

$$T_{ar\ quente} = \frac{529{,}47 \times 1{,}227}{1{,}023}$$

$$T_{ar\ quente} = 635{,}05°R$$

$$T_{ar\ quente} = 79{,}65°\text{C}$$

8. Determinando o erro relativo

$$\Delta T = Ti - Te$$

$$\Delta T = 79{,}65 - 21$$

$$\Delta T = 58{,}65$$

$$Erro_{relativo} = \frac{T_{medido} - T_{calculado}}{T_{calculado}} \times 100$$

$$Erro_{relativo} = \frac{60-58{,}65}{58{,}65} \times 100$$

$$Erro_{relativo} = 2{,}30\%$$

9. Conclusão

Conforme visto no decorrer do estudo, a partir do momento que o ar no interior do balão é aquecido pela chama proveniente de um bico de gás, ocorre uma dilatação do gás, onde parte dele escapa e o restante que permanece dentro do balão tem sua densidade reduzida. Dessa forma, como o ar no exterior do balão é mais denso que o ar em seu interior, o empuxo que age sobre o balão é maior que a ação da força peso, fazendo com que ele suba. Através da memória de cálculo comprovamos aspectos importantes quanto ao comportamento do fluido (ar) relacionado a força de empuxo e a temperatura necessária para realizar a decolagem do balão. O baixo valor do erro relativo, cerca de 2%, entre a temperatura real do ar quente e a temperatura calculada necessária para o balão de ar quente decolar, demonstra a validação do trabalho realizado.

REFERÊNCIAS

FOX, Robert W.; McDONALD, A. T; PRITCHARD, J.C**. Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

NASIDOS PARA VOAR. Aeróstatos. Disponível em: < https://nascidosparavoar.wordpress.com/2016/06/>. Acesso em 12 de Outubro de 2017.

REVISTA SUPER INTERESSANTE. Como funciona um balão? Disponível em: <https://super.abril.com.br/ideias/como-funciona-um-balao/>. Acesso em 12 de Outubro de 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

GEO-ENGENHARIA ESPACIAL NO CONTROLE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Francisco Javier Tipan Salazar, Othon Cabo Winter

1. Abstract

If it were to become evident that dangerous changes in global climate were inevitable, despite reducing green-house gas emissions, active strategies to avoid climate change in the Earth on an emergency basis might be useful. Several space-based methods to date regarding the reduction of solar insolation, including shading the Earth with a particle ring, or shading the Earth with solid reflectors or refractors, have been considered to reduce the solar radiation and the warming in case emissions controls are not enough. In this study, two methods of geo-engineering are proposed to intervene on Earth's climate, involving Sun-pointing elliptical Earth ring comprised of dust grains, and clouds of dust placed in the vicinity of the L1 point, such that a set of orbits around the Earth and near L1 shall be characterized to prevent future natural climate variability, and producing a modest global temperature decrease. In the firrst scenario around the Earth, families of non-Keplerian periodic orbits will be explored, taking into account the effects of solar radiation pressure and the Earth's J2 oblateness perturbation. Analytical and numerical models will be considered to predict the orbit evolution of the dust ring due to solar radiation pressure and the J2 effect. In the second scenario around L1, the dust cloud will be assumed to be moving under the influence of the gravitational forces due to the Sun and the Earth. In addition, because of the small scale of the dust particles considered in this scenario, solar radiation pressure, Poynting-Robertson effect, interactions with the solar wind and the Lorentz force will be taken into account.

2. Introduction

Recently, schemes to intentionally modify climate have been proposed as either cheaper methods to counteract inadvertent climatic modifications than conventional mitigation

techniques such as greenhouse gas controls or to switch to alternative means of economic sustenance (TELLER et al. 1997). It might be accomplished by a variety of alternative ways to mitigate global climatic change, using terrestrial or space systems, known as geo-engineering schemes (KEITH 2000, 2001). Salter et al. (2008) proposed to manipulate the atmosphere-ocean interface by wind-driven spray vessels that will provide many new cloud condensation nuclei, increasing the cloud albedo to reflect solar energy back out to space (SALTER et al. 2008). Another geo-engineering scheme was elaborated on by modeling of the marine aerosol injections to enhance cloud albedo (LATHAM et al. 2008). Caldeira and Wood (2008) proposed reducing incoming solar radiation (insolation) with stratospheric dust injections that carefully designed could eliminate much of the warming. However, since global air temperature is determined not only by greenhouse effect due to atmospheric greenhouse gases concentration, but also by the amount of solar radiation reaching the Earth, others broad-scale geo-engineering approaches have put forward for consideration. In this manner, building on the work of Early (1989), Angel (2006) proposes a transparent sunshade to defect the sunlight, rather than to absorb it to minimize the shift in balance out from L1 caused by radiation pressure. The project involves launching a constellation of trillions of small free-flying spacecraft far above Earth into a periodic orbit around L1 aligned with the Sun. Another set of extremely large-scale proposals is the construction of a space-based solar power system (HOFFERT et al. 2002), idea among others as ways to not only reduce energy consumption but also to provide non-carbon-emitting forms of energy and thus help stop the increase of atmospheric carbon dioxide. Table 1 summarizes some proposals for climate control and their parameters (PEARSON et al. 2006) (see Appendix). They are grouped into Earth-based systems, Earth-orbit systems, and solar-orbit systems at the Earth-Sun L1 Lagrangian point.

In this study, we focus on a specific technology involving the placement of sunshades in space to defect the solar radiation involving to the Earth. The methods either use a cloud of dust (PEARSON et al. 2006, STRUCK 2007) or solid reflectors or refractors (ANGEL 2006, PEARSON et al. 2006, MCINNES 2010) which have been designed to reduce the level of solar insolation. These geo-engineering schemes that control atmospheric temperature as a

countermeasure to climate change are gradually attracting attention (KEITH 2000, 2001), because of growing concerns that global action to mitigate greenhouse gases emissions presently seems not to be enough to prevent climate change. The most substantial barrier to implementing these technologies, including the shape of the sunshades, or the design of a control system for maintaining the position of the sunshades, is the excessive cost of launching the materials (KOSUGI 2010). Table 2 shows the scheme used and the required mass of the different geo-engineering methods proposed in literature (BEWICK et al. 2013) (see Appendix). Note that in the Earth orbit position, the required mass by the dust rings is order of magnitudes higher than used by solid reflector/refractors. However, the material for the dust clouds can be readily produced with little processing, even it could be obtained from an asteroid (BEWICK et al. 2010.), whereas solid reflectors must either be manufactured terrestrially, and then launched into position, or manufactured in the space. In the case of Sun-Earth L1 position, dust clouds use the least mass.

Previous space-based geo-engineering concepts have suggested the use of dust sourced from the Earth, Moon, asteroids and comets (PEARSON et al. 2006, STRUCK 2007, BEWICK et al. 2012). It has been shown that the amount of asteroid material that can be captured into a weakly bound Earth orbit with a threshold velocity lower than All methods presented in Table 2, it is necessary to determine in more detail orbits for a modest cooling.

Since dust clouds are not controlled and only need to be placed with suitable initial conditions, reducing the engineering complexity of the system, in this study two geo-engineering scenarios will be considered: 1) Sun-pointing (heliotropic) elliptical Earth ring comprised of dust grains, and 2) clouds of dust placed in the vicinity of the L1 point, to produce modest heating as an alternative to the use of a cloud of small spacecraft, though comparatively low in mass, clearly has possible side effects including an increased danger to Earth orbiting satellites. The idea is to make a reduction at different levels of solar insolation to mitigate the effects of future natural climate variability (future planetary climate engineering).

3. Methods and analysis

3.1. Heliotropic dust rings

In this firrst scenario, a first analytical approach can be adopted, defining a Hamiltonian for planar orbits under the effects of solar radiation pressure and the Earth's oblateness. Considering an Earth-centered synodic reference frame to describe the dynamics of the rings, the dust grain orbits will be assumed lying on a planar orbit. Additionally, the equatorial plane will be in the ecliptic. This simplifying assumption provides a description of the evolution of the dust, while allowing an analytical description of the underlying dynamics of a dust ring, as was shown by (BEWICK et al. 2013).

In the next analysis, the simplified planar assumption to be used in the first approximation will be removed. The actual evolution of dust particles differs from the one predicted by the Hamiltonian model (BEWICK et al. 2013). As a consequence, a numerical approach will be necessary to describe the evolution of the rings since a dust ring initially positioned on the ecliptic plane will be subject to a nodal drift, due to the effect of oblateness perturbation and solar radiation pressure and out of plane oscillations under solar radiation pressure.

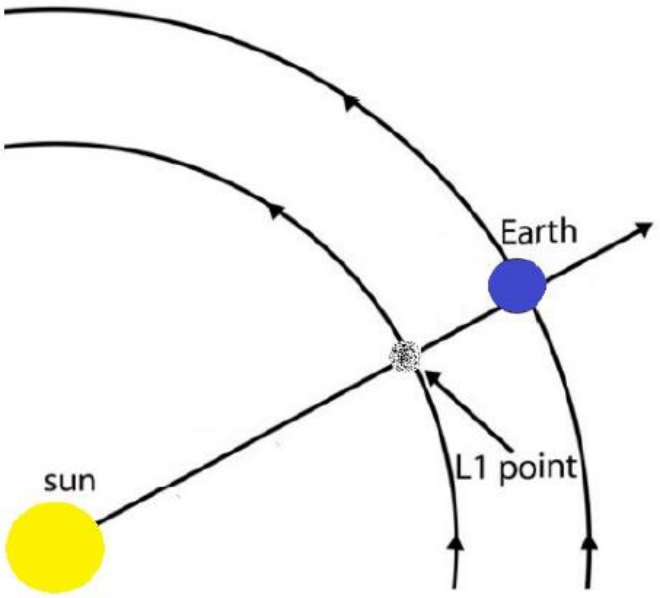
Finally, the material for the dust source could be continuously extracted from an asteroid captured into a weakly bound Earth orbit (SANCHEZ AND MCINNES 2011). The milled dust could be assumed following a log-normally distribution. To determine the attenuation coefficient, firstly, a two dimensional model of the ring will be constructed, using the analytical approach described before. Since it reproduces well the dynamical behavior of the ring, the attenuation coefficient can be then calculated for this in-plane evolution of the dust rings. Then the inclination of the orbital plane will be changed with respect to the ecliptic plane. Thus, a third dimension will be added by approximating the out of plane evolution with a change of plane.

3.2. Dust cloud at the Sun-Earth L1 Lagrange point

In this second scenario, the cloud will be assumed to be moving in a system where the gravitational forces due to the Sun and the Earth are considered. Circular and elliptical restricted three-body problem models are good approximations that capture the basic

dynamics of a real three body problem, thus they shall be used to describe the motion of the dust particles in the cloud. Fig. 1 illustrates an L1 positioned dust cloud for space-based geo-engineering.

Figure 1 – Illustration of the cloud of dust near L1, as suggested by Bewick et al. (2013)



Since L1 libration point is unstable and therefore a control strategy would be necessary to avoid that particles would naturally drift away, thus to predict the motion of dust particles relative to the L1 point, the method adopted in this study for determining the motion of a large group of particles will be to generate the transition matrix, which describes the motion of the cloud as a whole, not considering each dust particle within the cloud individually. This method predicts efficiently the motion of large groups of particles for small time periods with good accuracy (BEWICK et al. 2012). Finally, the solar radiation model will be used to determine the reduction in insolation due to the presence of the dust cloud. The basic principle of the model used in this scenario is that the path length through the cloud can be found for a line connecting a point on the Sun's surface to a point on the Earth's surface (BEWICK et al. 2012). This path length will be then used to calculate the fractional intensity reduction caused by the passage through the cloud (BEWICK et al. 2012).

REFERÊNCIAS

Angel, R. **Feasibility of cooling the Earth with a cloud of small spacecraft near the inner Lagrange point (L1)**. Proc. Natl Acad. Sci. USA. 103, 17 184-17 189, 2006. doi:10.1073/pnas.0608163103.

Bewick, R., Lücking, C., Colombo, C., Sanchez, J.P., McInnes, C.R. **Heliotropic dust rings for Earth climate engineering**. Adv. Space Res., 51 (7), 1132-1144, 2013. doi:10.1016/j.asr.2012.10.024.

Bewick, R., Sanchez, J., McInnes, C.R. **An L1 positioned dust cloud as an effective method of space-based geo-engineering**. in: International Astronautical Congress. Prague: IAC-10.D11.11.17, 2010.

Bewick, R., Sanchez, J.P., McInnes, C.R. **The feasibility of using an L1 positioned dust cloud as a method of space-based geoengineering**. Adv. Space Res., 49 (7), 1212-1228, 2012. doi:10.1016/j.asr.2012.01.010.

Caldeira, K., Wood, L. **Global and Arctic climate engineering: numerical model studies**. Phil. Trans. R. Soc. A. 366, 4039-4056, 2008. doi:10.1098/rsta.2008.0132.

Early, J.T. **Space-based solar shield to offset greenhouse effect**. Journal of the British Interplanetary Society, 42, 567-569, 1989.

Hoffert, M.I., et al. **Advanced technology paths to global climate stability: energy for a greenhouse planet**. Science. 298, 981-987, 2002. doi:10.1126/science.1072357

Keith, D.W., **Geoengineering the climate: history and prospect**. Annu. Rev. Energy Environ., 25 (2000), 245-284, 2000 Kosugi, T. **Role of sunshades in space as a climate control option**. Acta Astronaut., 67 (1-2), 241-253, 2010. doi:10.1016/j.actaastro.2010.02.009

Latham, J., Rasch, P., Chen C.C.J., et al. **Global temperature stabilization via controlled albedo enhancement of low-level maritime clouds**. Phil. Trans. R. Soc. A. 366, 3969-3987, 2008. doi:10.1098/rsta.2008.0137

McInnes, C.R. **Space-based geoengineering: challenges and requirements**. P. I. Mech. Eng. C-J Mech., 224 (3), 571-580, 2010. doi: 10.1243/09544062JMES1439

Pearson, J., Oldson, J., Levin, E. **Earth rings for planetary environment control**. Acta Astronaut., 58 (2006), 44-57, 2006 Salter, S., Sortino, G., Latham, J. **Sea-going hardware for the cloud albedo method of reversing global warming**. Phil. Trans. R. Soc. A. 366, 3989-4006, 2008. doi:10.1098/rsta.2008.0136.

Sanchez, J.P., McInnes, C.R. **Asteroid resource map for near-Earth space**. J. Spacecraft Rockets, 48 (1), 153-165, 2011. doi: 10.2514/1.49851

Struck, C., **The feasibility of shading the greenhouse with dust clouds at the stable lunar Lagrange points**. JBIS, 60 (2007), 82-89, 2007

Teller, E., Wood, E., Hyde, R.**Global warming and ice ages: I. Prospects for physics-based modulation of global change**, 22nd International Seminar on Planetary Emergencies, Sicily, Italy, August 1997, Lawrence Livermore National Laboratory preprint UCRL-JC-128715, August 15, 1997

APPENDIX

Tab. 1: Summary of climate control method* [16]

Author	Description	Requirements	Mass (kg)	Maintenance
Earth-atmosphere methods				
Dyson and Marland [17]	SO2 from coal-fired plants	Smokestack additives		Exhaust control required
Brady [18]	Al from rockets	Rocket design		Rocket control
Teller et al. [3]	H2-filled Al balloons 'anti-greenhouses'	0.02 μm walls	10^8	Replenish as necessary
Earth orbit systems				
Mautner [19]	Saturn-like particle rings	$R = 1.2 - 1.5\ R_E$	3.4×10^{11}	Replenish as
Pearson et al. [20]		$R = 1.3 - 1.6\ R_E$	2.1×10^{14} 2.3×10^{12}	necessary
NAS [13]	Orbiting mirrors in random LEO orbits	55,000 mirrors $A = 100$ km^2		Uncontrolled; collisions, debris
Pearson et al. [20]	Controlled spacecraft	50,000 to 5 million spacecraft	5×10^9	Active control
Solar orbit systems				
Early [13] Mautner [19]	L1 lunar glass from mass driver	$D = 2{,}000$ km $T = 10\ \mu$m	10^{11}	Active control
Mautner and Parks [21]	L1 thin-films	31,000 solar sails, 3×10^{12} m^2 each	5×10^{14}	Active control
Hudson [22]	L1 parasol			Active control
Teller et al. [3]	L1 metallic scattering	$D = 638$ km $T = 600$ Å	3.4×10^6	Active control
McInnes [23]	L1 metallic reflector	$D = 3648$ km	4×10^{11}	Active control

*SO2 = Sulfur dioxide, Al = aluminum, H2 = hydrogen, R = rings radius, R_E = Earth's radius, A = area, D = diameter, T = thicknesses

Table 1 - Summary of climate control method* (PEARSON et al. 2006)

Table 2 - Key properties of the different geo-engineering methods proposed in literature (BEWICK et al. 2013)

Tab. 2: Key properties of the different geoengineering methods proposed in literature [30]

Position	Method	Required Mass (kg)	Refs.
Earth orbit	Dust ring	2.3×10^{12}	Pearson et al. (2006) [16]
Earth orbit	Dust ring	2.0×10^{12}	Bewick et al. (2013) [30]
Earth orbit	Solar reflector	5.0×10^{9}	Pearson et al. (2006) [16]
Earth-Moon L4/L5	Dust Cloud	2.1×10^{14}	Struck (2007) [25]
Sun-Earth L1	Solar Reflector	2.6×10^{11}	McInnes (2010) [26]
Sun-Earth L1	Solar Refractor	2.0×10^{10}	Angel (2006) [14]
Sun-Earth L1	Dust Cloud	1.9×10^{10}	Bewick et al. (2012) [31]

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

GERENCIAMENTO WEB PARA IMOBILIÁRIAS

Felipe de Sousa Mendes

1. Introdução

Atualmente um dos sistemas online mais complexos é o portal imobiliário. Pois existem vários tipos diferentes no mercado atual, e muitas das imobiliárias não utilizam da tecnologia da informação em seus negócios, que nos dias atuais vem a ser algo primordial para o crescimento da empresa. A tecnologia também favorece a comunicação, e tem papel importantíssimo, facilitando o processo interno necessário para uma boa gestão, O'BRIEN (2004) afirma que a tecnologia da informação é fundamental para proporcionar melhorias importantes nos processos empresarias. Os processos operacionais podem se tornar mais eficientes, e os processos gerenciais da empresa mais eficazes. Com essas melhorias nos processos a empresa pode reduzir custos, melhorar a qualidade e o atendimento ao cliente e criar novos produtos e serviços. Pensando nisso este trabalho têm como objetivo desenvolver um sistema de gerenciamento imobiliário a fim de gerenciar e administrar os negócios imobiliários para pequenas e médias empresas. Para o uso deste sistema é necessário apenas o uso do browser para ser executado, não requer instalação de software e podendo assim rodar em qualquer plataforma, tanto em desktop ou em dispositivos móveis. Exigindo assim pouca necessidade de processamento do sistema, não exigindo do cliente uma máquina ou equipamento de alto desempenho para poder ser executado o sistema, facilitando e diminuindo os gastos com hardware e software. O sistema para gerenciamento imobiliário online tem como vantagens para a empresa a praticidade de ter seus cadastros sempre atualizados e o acesso 24 horas, além de proporcionar ao cliente mais segurança e agilidade nas negociações. As funcionalidades do sistema possibilitam ao cliente o cadastramento dos seus dados, a criação de seus anúncios além da realização de compras, vendas e locações de imóveis.

1.1. Descrições do problema

O uso da tecnologia da informação nos negócios está cada vez mais presente nos dias atuais, e todo pequeno ou grande negócio de sucesso tem que possuir desta tecnologia, e no setor imobiliário não vem a ser diferente, pois muitas imobiliárias ainda utilizam arquivos e documentos físicos, além de anúncios de divulgação através de panfletos e jornais impressos. Esses métodos não são muito seguros e eficazes, pois não se possui uma garantia de que todos os dados e informações da empresa são guardados com segurança e divulgados da devida forma desejada para os clientes.

1.2. Objetivos gerais

O principal objetivo do trabalho é desenvolver um sistema web para gerenciamento de imobiliárias, com a função de gerenciar cadastros e consultas de dados de forma ágil e dinâmica, utilizando uma interface leve, intuitiva, segura e de fácil entendimento para o cliente. Assim atendendo todas as necessidades para a realização deste serviço.

1.3. Objetivos específicos

- Propor melhorias para o gerenciamento administrativo para uma imobiliária.
- Elaborar e disponibilizar uma interface web de gerenciamento administrativo para o usuário que administrara a imobiliária.
- Elaborar e disponibilizar uma interface web para o cliente da imobiliária, que poderá se cadastrar, anunciar imóveis e avaliar e listar imóveis já cadastrados.
- Elaborar e disponibilizar uma interface web de compra e vendas para o usuário.
- Elaborar relatórios de cadastros, compras, vendas e alugueis.
- Elaborar cadastros de anúncios ativos, pendentes, aprovados e finalizados.
- Enviar e receber e-mails de clientes cadastrados.
- Realizações de aprovações de pagamentos.

2. Revisão Sistemática da Literatura

No ano de 1994, Rasmus Lerdof desenvolveu uma série de ferramentas que são utilizadas como mecanismos colaboradores para interpretar alguns macros. Era mecanismos simples como um contador, livro de visitas e alguns elementos de home Page, e esses itens eram interessantes, pois a web ainda estava em seu começo. Ele então combinou todas essas ferramentas com um pacote de formulário de interpretação que escreveu, adicionou alguns suportes a banco de dados, e então lançou e ficou conhecido como PHP Form Interpretation(PHP/FI). Em 1997 mais de 50.000 sites já estavam utilizando o PHP/FI para desempenhar diversas tarefas. Como resultados dinâmicos entre outras. Com a assistência fundamental dos desenvolvedores Zeev Suraski e Andi Gutmans, foi criada a versão 3.0, tendo então o lançamento oficial do PHP3 no ano de 1998, incluindo então suporte a múltiplas plataformas, não sendo mais destinada apenas ao Linux Meloni (2000).

2.1. Jquery

Outra biblioteca que será utilizado neste projeto e o jQquery, uma biblioteca do Java script que é bastante simples de se usar, leve e prática. Ela torna o uso do javascript bem mais fácil na aplicação, assim podendo utilizar a manipulação e métodos de eventos do HTML, CSS e alguns efeitos e animações que viram a ser bem úteis no sistema.

jQuery é uma biblioteca JavaScript criada por John Resig e disponibilizada como software livre e aberto, ou seja, de emprego e uso regido segundo licença conforme as regras estabelecidas pelo MIT(Massachusetts Institute of Technology) e pelo GPL (GNU General Public License). Isto, resumidamente, significa que você pode usar a biblioteca gratuitamente tanto para desenvolver projetos pessoais como comerciais Samy (2013, p.25)

O que vem a ser uma parte fundamental, pois quanto mais intuitivo e dinâmico for o sistema, mais chamará a atenção do cliente.

Outro ponto extremamente positivo de se utilizar jQuery, e justamente a sua compatibilidade entre os browsers, pois ele funcionará perfeitamente nos principais browsers.

"O foco principal da biblioteca jQuery é a simplicidade. Por que submeter os desenvolvedores ao martírio de escrever longos e complexos códigos para criar simples efeitos?" Samy (2013).

3. Contribuições sócio-ambientais

Grande parte das imobiliárias possui uma vasta quantidade de arquivos e portfólios de imóveis e clientes, além é claro dos anúncios que são feitos através de panfletos, jornais e informativos impressos. Com a implementação deste sistema podemos dizer ecologicamente que o projeto não vem a agredir ao meio ambiente, pois todos os processos e anúncios vêm a ser realizados por meios tecnológicos e divulgação digital.

4. Visões gerais do sistema

O sistema de gerenciamento para imobiliária online possui dois níveis diferentes de acesso: administrador e acesso do cliente. O nível de acesso administrativo tem a função de gerenciar os processos da imobiliária, que são o cadastramento de clientes, cadastramento de imóveis, pode também publicar e divulgar anúncios dos imóveis para seus clientes e também administrá-los em diferentes estágios, que são:

- Anúncios ativos.
- Anúncios pendentes.
- Anúncios desativados.
- Anúncios finalizados.

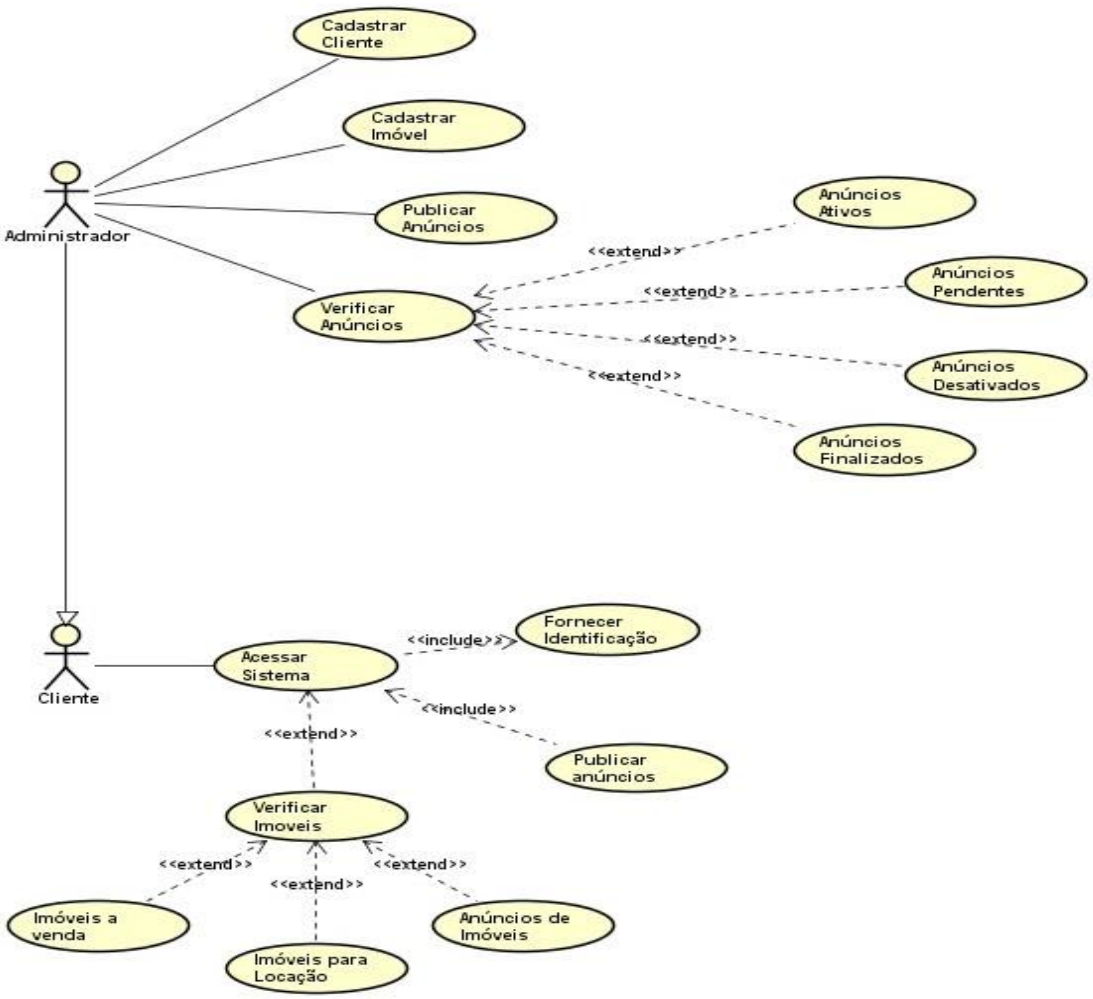
Já o outro nível, o de Já o nível de acesso ao cliente possibilita este usuário acesso ao sistema, cadastro e fornecimento de suas informações, publicações de anúncios e também verificar imóveis que estão à venda e locação.

Caso o usuário interesse por um imóvel, ele deve certificar-se de que o imóvel esteja com o status disponível e que sua conta esteja devidamente cadastrada. Caso todos estes requisitos estejam atendidos, o cliente poderá realizar a compra ou realizar a locação do imóvel na imobiliária.

Se o cliente quiser vender ou anunciar seu imóvel, ele deve certificar-se de estar em dia com os pagamentos das mensalidades para poder divulgar, se estiver em dia basta cadastrar todas as informações referentes ao imóvel incluindo localidade, fotos, preço e etc.

Para ilustrar estas operações, a Figura 1 apresenta um caso de uso deste sistema:

Figura 1: Caso de Uso



Fonte: Autor

5. Tecnologia da Informação na Gestão Imobiliária

Nos dias atuais com o mercado está cada vez mais competitivo, as empresas dependem cada vez mais do que os sistemas de informação pode fornecer, como por exemplo, velocidade e visão geral do negócio, assim facilitando e acelerando a tomada de decisões.

Sistema de Informação é um conjunto organizado de pessoas, hardware, software, redes de computadores e recursos de dados, que coleta, transforma e dissemina informações em uma organização. (O´BRIEN, 2002 apud MENDONÇA, 2012, p.119).

A tecnologia da informação é utilizada para melhorar o desempenho das atividades das empresas. As vantagens de se utilizar tecnologia da informação são:

- Melhorias na estrutura organizacional.
- Melhorias na produtividade.
- Fluidez nos processos.
- Acesso rápido e preciso as informações.
- Melhoria na tomada de decisão.
- Melhoria nos serviços realizados e oferecidos.

6. CRM Imobiliário

“Customer Relationship Managmente (CRM) é um termo usado para o gerenciamento do relacionamento com o cliente ou ainda um sistema integrado de gestão com foco no cliente, que reúne vários processos de uma forma organizada e integrada.” Wenningkamp (2009)

De acordo com Wenningkamp (2009) Um dos principais objetivos do CRM são fidelizar os clientes, mesmo se tratando de um assunto complexo, a fidelização é buscar a satisfação total do cliente, atendendo a suas necessidades e desejos. Isto é baseado nas informações colhidas, tecnicamente CRM abrange três áreas que são elas:

- Automação de gestão do marketing.

- Gestão comercial.
- Gestão de serviços.

A gestão imobiliária justamente por envolver diversos clientes, imóveis, atendimentos entre outras informações, passa a ser uma atividade bastante complexa. Por esse motivo um sistema que utiliza de CRM, trará uma significativa melhora, simplificando esses processos para os usuários do ramo imobiliário. As principais vantagens que o cliente tem em usar CRM são:

- Aumento de vendas.
- Melhora na produtividade da equipe.
- Melhora no relacionamento com os clientes.
- Melhor planejamento de vendas.
- Evolução Tecnológica.

7. Considerações finais

Este projeto tem como seu objetivo principal analisar e desenvolver um sistema web para gerenciar e administrar uma imobiliária. Com a implementação deste sistema é esperado uma melhora significativa nos processos e desempenho de gestão da empresa que vier a utilizar deste sistema, tanto nas divulgações de marketing quanto no gerenciamento. Tendo assim um melhor controle, relacionamento e comunicação com os clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MELONI, Julie C.. **Fundamentos de PHP.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

MENDONÇA, Cláudio Márcio Campos de. **Gestão da tecnologia da informação:** Sistemas de informação e a gestão da tecnologia da informação. 2012. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Ppga/ufrn, Natal, 2012.

NIEDERAUER, Juliano (Ed.). **Desenvolvendo Websites com PHP.** 3. ed. São Paulo: Novatec, 2016. 320 f.

O'BRIEN, J. A**. Sistemas de informações e as decisões gerenciais na era da internet**. 9.ed. São Paulo:Saraiva, 2004. P. 3 -187

SILVA, Maurício Samy. Oque e jQuery. In: SILVA, Maurício Samy. **JQuery:** A Biblioteca do Programador Javascript. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2013. Cap. 1. p. 25-40.

WENNINGKAMP, Anderson. **CRM: o que é CRM e como funciona?** 2009. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/crm-o-que-e-crm-e-como-funciona/34063/>. Acesso em: 23 de Maio. 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

GESTÃO DE QUALIDADE PELO MÉTODO SIPOC NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

Larissa Mayara Freire[1], Luiz Cláudio Moreira Junior[2], Benedito Manoel de Almeida[3]

[1,2,3]Centro Universidade Salesiano de São Paulo (UNISAL) - Engenharia de Produção

Resumo: Com a compreensão do método SIPOC do Six Sigma, conceito de controle de defeitos e qualidade de processos, através de artigos similares é possível analisar as variáveis envolvidas na produção. O objetivo deste artigo é obter dados que permitam avaliar o grau de eficiência do processo de produção que está sendo aplicado e o que pode ser melhorado na organização, analisar e corrigir possíveis falhas no processo de produção, reorganizando a partir de planejamento e controle de qualidade com a aplicação do método SIPOC. Em conjunto com o estudo científico, o resultado obtido poderá agregar valores qualitativos para a empresa, contribuindo em seu desenvolvimento.

Palavras-chave: SIPOC; qualidade; organização; planejamento; ferramenta.

Abstract: With the understanding of SIPOC method of Six Sigma concept of defects and quality control processes, through similar articles it is possible to analyze the variables involved in the production. The purpose of this article is to obtain data to assess the degree of efficiency of the production process being applied and what can be improved in the organization, analyze and correct possible flaws in the production process, reorganizing from planning and quality control the application of SIPOC method. Together with the scientific study, the result will add qualitative value to the company, contributing to its development.

Keywords: SIPOC; quality; organization; planning; tool

1. Introdução

Com o passar dos anos, a ideia de gestão empresarial foi passando de um conhecimento obtido pela prática para um alvo de estudos científicos com o desenvolvimento de teorias e ferramentas, visando a análise de forma efetiva de cada etapa do processo, com possíveis aplicações em diversas áreas de empresas com fins financeiros ou não.

Essas ferramentas são utilizadas como métodos de gestão da qualidade, que tem a função de auxiliar na busca por possíveis falhas, e assim corrigi-las, sendo Segundo Aparecida e Martins (2014) “uma metodologia empregada para definir, analisar e gerenciar as melhorias no

desempenho dos processos da empresa, com a finalidade de atingir as condições ótimas para o cliente."

Após a revisão bibliográfica, foi notada a falta de adaptação de métodos de gestão de qualidade para pequenos negócios, revelando que mesmo sendo um recurso indispensável para uma empresa competitiva no mercado atual, existindo ainda pouca exploração em empresas de pequeno porte, fazendo de cada tipo de empresa um possível objeto de estudo. Sendo o objeto de estudo uma cervejaria artesanal, seria possível uma aplicação efetiva de um método qualitativo?

Segundo Klein et al. (2011) "as empresas para continuarem vivas no mercado devem administrar de forma eficaz seus recursos, buscando a manutenção de sua posição no mercado e tomando ações estratégicas que possibilitem uma melhoria de performance", sendo a principal dificuldade para conseguir atingir essa administração eficaz é a visualização das falhas e análise do modo como elas prejudicam todo o processo, sendo necessário um estudo cientifico que torne visível e permita corrigir esses defeitos, possibilitando uma diminuição de gastos; aumento na qualidade do produto entre outros benefícios.

Hoje com a grande quantidade de opções que existem de um mesmo produto, o mercado se torna cada vez mais competitivo, e conquistar a fidelidade do cliente é algo essencial, e para isso um produto de qualidade é primordial, com a melhoria do processo como um todo a qualidade do produto também se beneficia, conforme Quitto e Segato (2014) "um aumento da fidelidade do cliente em 5% pode aumentar os lucros de um negócio em 100%, visto que clientes satisfeitos compram os produtos de uma empresa mais frequentemente e em maior quantidade."

Este artigo tem como objetivo geral utilizar ferramentas compreendidas no método SIPOC, com intuito de corrigir possíveis falhas no processo de produção, neste caso o de uma cervejaria artesanal, visando melhorias em um novo setor. A partir de estudos complexos sobre a metodologia empregada neste artigo, o intuito principal é compreender os fatores contribuintes para a aplicação de uma metodologia, visando a avaliação do grau de eficiência

do processo e o modo como poderão ser realizadas futuras mudanças para o desenvolvimento dessa organização.

Como ramificações específicas no objetivo geral, estão:

- Realizar um levantamento de dados sobre o desenvolvimento do processo, fornecimento e feedback;
- Identificar possíveis falhas que estão atingindo diretamente ou indiretamente o processo de produção;
- Corrigir as falhas encontradas e buscar por meio da aplicação do SIPOC solucioná-las;
- O desenvolvimento prático será realizado por meio do estudo de caso.

Indiretamente, toda a comunidade pode se beneficiar com a aplicação de um método de gestão já antigo em uma área nova, na área acadêmica ele pode animar pesquisadores a explorar o tema de outras formas, em pequenos ou médios negócios de diferentes áreas, e para os proprietários um crescimento da empresa.

2. Fundamentação teórica

Um processo de produção eficiente dentro de uma empresa é um fator de grande importância para a sobrevivência de qualquer empreendimento, pois é neste setor que há a minimização do desperdício e otimização do lucro da empresa.

Em pequenas e médias empresas que possuem recursos mais limitados há mais casos de desperdício de material, falhas no processo, defeitos no produto, e a aplicação de métodos para aprimorá-las são pouco utilizados.

> “A análise dos processos com o uso de mapas ajuda a melhorar a satisfação dos clientes com a identificação de ações para reduzir o ciclo de produção, eliminar defeitos, reduzir custos, eliminar passos que não agregam valor e incrementar a produtividade’. Lobato e Lima (2010).

Esse mapeamento consegue demonstrar tudo o que deve ser mantido dentro da empresa, e eventualmente melhorado, além dos fatores que devem ser revistos e se preciso substituídos por outros que possam contribuir na evolução da empresa.

Para este projeto, a aplicação das ferramentas de mapeamento é uma prática bastante difundida e utilizada em meios empresariais, quando é necessário criar mapas e fluxogramas de processos, uma das mais comuns é o SIPOC por permitir a visualização detalhada de cada etapa.

Para a avaliação de processos é entender como eles são classificados, de acordo com Fonseca et al. (2016) os processos podem ser classificados como: Macroprocesso; Processo: Subprocesso, e Atividade.

Todas essas etapas contribuem para o conhecimento desde a parte inicial do processo, até o feedback, sendo representado por organogramas e fluxogramas.

3. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada no ano de 2016, utilizando métodos qualitativos iniciados pela revisão bibliográfica, com a finalidade de estudar outras aplicações do SIPOC e compreender melhor o método. Dando sequência, poderá ser realizada uma visita a empresa e efetivando um questionário e uma entrevista com o proprietário da cervejaria, com o objetivo de entender todo o processo na visão macro, e por consequência poder separá-lo para um estudo mais detalhado, confirmando elementos importantes previamente encontrados e possibilitando a visão de outros.

Com a capacidade de separar e analisar o processo foi possível realizar o seu mapeamento, utilizando o mapa de processo e o mapa fluxograma, sendo o primeiro a fim de conectar a passagem de etapas do macroprocesso e o segundo para verificar se existe cruzamento desnecessário do fluxo.

Mediante ao estudo realizado através de artigos relacionados com o tema proposto, pode-se analisar que o método SIPOC seria adequado como aplicação em uma empresa de pequeno

porte, colaborando com o dono da empresa sobre o processo e todos aqueles que estão trabalhando nele, para que definam os limites do processo no qual eles irão trabalhar.

Definisse-se a ferramenta SIPOC como sendo: S-Supplier, I-Input, P-Process, O-Output, C-Customer. Segundo Uilamar (2016) "é utilizada para demonstrar claramente as entradas e saídas do processo, seus fornecedores e clientes", sendo uma ferramenta essencial para o controle e análise da situação da empresa, em todos os seus setores.

Com a utilização dessa ferramenta será possível considerar fatores importantes que integram essa empresa, visando a melhoria contínua através do conhecimento adquirido, auxiliando no desenvolvimento e controle de qualidade desse empreendimento.

4. Resultados esperados

Com este estudo, pretende-se aumentar o campo de estudo na aplicação de métodos de mapeamento, não se limitando a grandes negócios que já normalmente procuram aplicar por conta própria.

Espera-se o aumento do interesse dos pesquisadores em levar o tema para novos objetos de estudo, tanto o ramo cientifico ira ser beneficiado pelo aumento de conteúdo bibliográfico disponível, quanto a comunidade com o aumento da empresa.

5. Tabelas e figuras

A tabela 1, apresenta um modelo de planejamento para o processo desde o setor primário.

Tabela 1: Modelo de planejamento

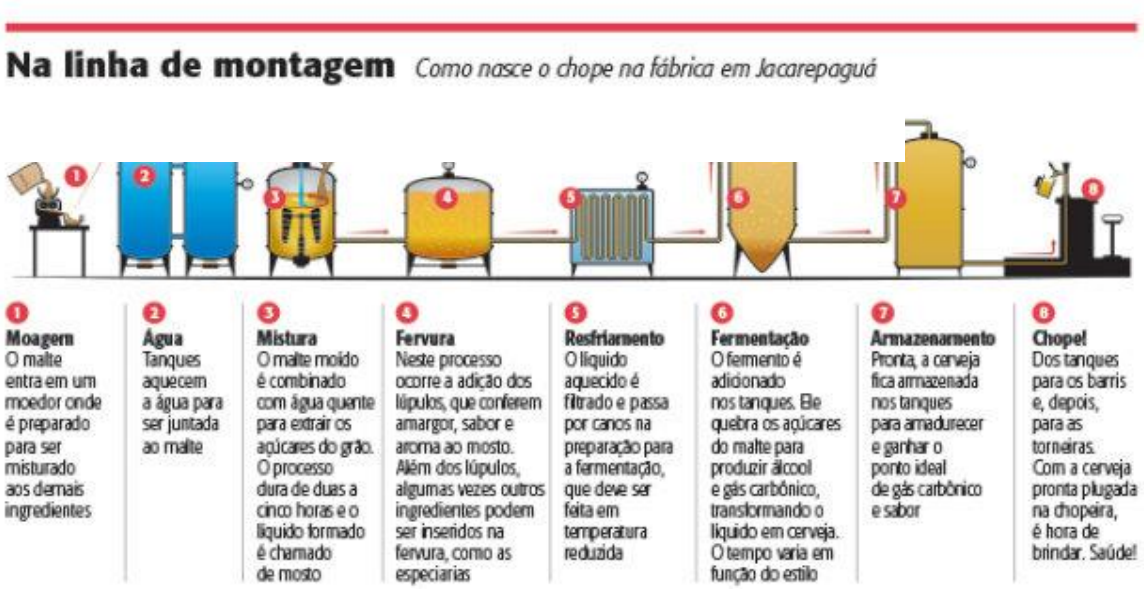
Modelo de planejamento				
FAZER AQUISIÇÃO DOS INGREDIENTES	PREPARAR A CERVEJA	REALIZAR O PROCESSO DE QUALIDADE	ANALISAR OS RESULTADOS	PREENCHER O RELATÓRIO

Fonte: Os autores.

Essa tabela foi elaborada como exemplificação de como poderia ser a ordem de planejamento na empresa.

A Figura 1, apresenta um modelo de processo de produção artesanal da cerveja.

Figura 1: Modelo de processo de fabricação da cerveja.



Fonte:http://cervejariahocuspocus.com.br/portfolio/conheca-a-allegra-o-bercario-das-cervejas-cariocas/?age-verified=edca6b6f27

6. Conclusão

Com a realização do estudo, concluímos que o mapeamento de processos como ferramenta gerencial que permite a visualização dos procedimentos relacionados a fabricação da cerveja artesanal, desde a escala macro até a mais detalhada, do mesmo modo com o entendimento entre as atividades envolvidas. Através das diferentes escalas de visão sobre o processo e os diagnósticos, ficará evidentes as atividades que não agregam valor a empresa, possibilitando a análise sobre possíveis atividades que poderiam ser eliminadas, simplificadas ou ajustadas, a fim de ficarem mais visíveis para a gerência de produção. Para que se possa realizar a aplicação dessa ferramenta, será necessário que a empresa esteja aberta a consultorias e

compreensão do método SIPOC e todos os benefícios que podem colaborar para melhorias no processo, permitindo assim, o maior conhecimento sobre a gestão de qualidade de um empreendimento artesanal, de maneira que, esse estudo e o desenvolvimento do método poderá concluir se o SIPOC é o melhor método para alcançar uma aplicação efetiva. O trabalho proposto, permitiu o amplo conhecimento de um método pouco utilizado em pequenos empreendimentos, agregando valores para futuras pesquisas sobre os métodos que fazem parte do processo de gestão de qualidade, e assim, desenvolver novos projetos para uma aplicação real ou consultoria em empresas artesanais.

REFERÊNCIAS

CUNHA, Alex Uilamar do Nascimento. **Mapeamento de processos organizacionais na UnB: Caso Centro de Documentação da UnB - CEDOC.** 2012.Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4191/1/2012_AlexUilamardoNascimentoCunha.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

FONSECA, Emmily Caroline Cabral da et al. **Proposta de mapa de processos de logística reversa de pós-consumo sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos.** 2016. Disponível em: <revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/download/1601/757>. Acesso em: 17 nov. 2016.

KLEIN, Magnos R. et al. **Utilização do QFD como ferramenta para hierarquizar requisitos de projeto.** Disponível em: <http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2011_Utilizacao_QFD_ ferramenta_hierarquizar_ requisitos_projeto.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

LOBATO, Kelly Carla Dias; LIMA, Josiane Palma. **Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento.** 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000400007>. Acesso em: 21 nov. 2016.

PAULA, Marciléia Aparecida de; VALLS, Valéria Martin. **Metodologias para o mapeamento de processos em bibliotecas.** 2013. Disponível em: <https://www.bu.ufmg.br/snbu2014/wp-content/uploads/trabalhos/126-2384.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2016.

QUITTO, Gustavo; SEGATO, Naiara Barboza. **Marketing: As estratégicas usadas para fidelizar clientes de um supermercado de Pato Branco-PR.** 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/gustavoquitto1/marketing-as-estratgias-usadas-para-fidelizar-clientes-de-um-supermercado-de-pato-branco-pr>. Acesso em: 25 out. 2016.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

INCUBADORAS E ACELERADORAS DE EMPRESAS NA PROMOÇÃO DO EMPREENDEDORISMO E DA INOVAÇÃO

Marcelo Martins de Alvarenga[4], Henrique Martins Galvão[5]

Resumo: O presente artigo tem como objetivo abordar o papel do empreendedorismo, a sua importância para o processo de inovação visando o desenvolvimento econômico e social. Além disso, o estudo discute a respeito dos desafios que afetam o sucesso dos empreendimentos e, nesse caso, explora a influência das incubadoras e aceleradoras de empresas. Embora as incubadoras e aceleradoras tenha processos diferentes para diferentes tipos de negócio, respectivamente aqueles de maturação ou graduação mais lenta e aqueles com maturação acelerada, mas com potencial, se verificam que semelhanças quanto a natureza de ambas. Dessa forma, o estudo traz como contribuição adicional a apresentação dos aspectos: aprender, criar, crescer e conectar. O estudo conclui que esses aspectos encontram-se relacionados para incubadoras e aceleradoras de empresas para o fortalecimento e aprimoramento de novos negócios de modo a repercutir eficazmente no mercado.

Palavras-chave: Empreendedorismo; Inovação; Incubadoras de empresas; Aceleradoras de Empresas; Startups.

1. Introdução

O desenvolvimento com qualidade de vida é um dos principais desafios do ser humano. Historicamente, a sociedade tem sido movida por ações de indivíduos dotados de características que os diferenciam dos demais, sejam nas artes, na política, na literatura, nas ciências sociais e aplicadas, e que contribuíram para a transformação e mudança. Com o advento do capitalismo, a sociedade adentra novo caminho de desenvolvimento, as inovações tecnológicas estão no centro do processo. No entanto, nesse processo destaca-se a figura do empresário, aquele busca auferir maiores retornos por meio da busca de fontes de recursos, transformação e comercialização. Conforme Schumpeter (VIEIRA, 2010), o empreender é aquele dotado de disposição para identificar oportunidades de negócio e inovar em produtos e

[4] Mestrado em Design, Tecnologia e Inovação pelo Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA
[5] Doutorado em Administração e docente no Programa de Pós-Graduação em Design, Tecnologia e Inovação – PPG-DTI - Centro Universitário Teresa D´Ávila – UNIFATEA.

processos orientados para o mercado. Ressalta-se que os empreendedores possuem capacidades e habilidades, e muitos são movidos por diferentes necessidades como, por exemplo, as de sobrevivência, reconhecimento, poder, descoberta de algo relevante para o mercado. Empreendedores podem ter traços de personalidade, receber influencia da família ou a formação acadêmica (TIDD e BESSANT, 2009; LONGENECKER et al (2007). No entanto, o empreendedorismo pode ser aprendido e aperfeiçoado e em muitos casos, os empreendedores precisam de preparação para reduzir os riscos de insucesso no mercado.

A partir desses aspectos insere-se o movimento de incubadoras e aceleradoras de empresas em vários países, inclusive no Brasil que visam promover o desenvolvimento de novos negócios. Incubadoras e aceleradoras tem processos diferentes, mas desempenham importante função para o aprendizado do empreendedor, assim como na criação de valor, no crescimento e fortalecimento e a conexão do negócio com o mercado. Assim, o presente estudo tem como principal objetivo situar o empreendedor como sujeito de mudança e relacionar as incubadoras e aceleradoras como agentes que oferecem infraestrutura e gama de serviços que agreguem valor ao negócio e ao mercado. Para atingir aos objetivos propostos, o estudo utiliza a metodologia de pesquisa de natureza exploratória e quanto aos meios a pesquisa é do tipo bibliográfica.

2. Empreendedorismo e inovação

O empreendedorismo se revela como sendo um importante fenômeno social de desenvolvimento econômico e, desse modo, visto como de estudo interdisciplinar e multidisciplinar. Ou seja, o empreendedorismo tem sido campo de pesquisa na engenharia, sociologia, antropologia, economia, administração, dentre outras áreas, e que buscam compreender não somente o empreendedorismo como fenômeno social, mas também o papel e características do empreendedor (FILION, 1999). Inicialmente os primeiros estudos a certa do empreendedorismo foram tratados pelo economista irlandês Richard Cantillon (1680 – 1734) e por Jean-Baptiste Say (1767-1832), economista francês. Cantillon era o típico empreendedor que buscava oportunidades de investimentos e que poderia obter rendimentos

pelo capital investido. Filion (1999) explica que Cantillon era capaz de "analisar uma operação identificando nela aqueles elementos que já eram lucrativos e os que poderiam vir a ser ainda mais", visto hoje como um capitalista de risco. Os escritos de Cantillon apontam para oportunidades de negócio, revelando preocupação com a acurácia e importância da assertividade nas escolhas dos negócios pretendidos e gerenciamento. Para Cantillon, o empreendedor era visto como aquele adquiriam matérias primas, faziam o processamento e as revendiam, aproveitando as oportunidades de lucro. Por outro lado, Say fazia distinção entre empreendedores e capitalistas. Para Say os empreendedores eram associados com a inovação e, portanto, agentes de mudança, assim como Joseph Alois Schumpeter (1883 – 1950), faria décadas depois com a obra "Teoria do Desenvolvimento Econômico" em 1911 (FILION, 1999; COSTA, 2006). Desta forma, o Say é visto como o "pai do empreendedorismo", pois foi o primeiro a demarcar o que é ser empreendedor na forma como é entendida atualmente.

No entanto, encontrar uma definição universal para o termo empreendedorismo tem sido uma tarefa árdua, diversos autores, dependendo da área de conhecimento, trazem definições distintas, com diferentes visões do campo de atuação. Shapero (1975) define empreendedor como aquele que toma iniciativa, organiza alguns mecanismos sociais e econômicos, e também corre riscos de fracasso. Drucker (1998) analisa que os empreendedores têm como características a capacidade de definir e assumir os riscos e tentam minimizá-los, analisando sistematicamente as fontes de oportunidades. Nesse caso, Drucker associa capacidades e habilidades dos empreendedores na busca de oportunidades inovadoras a serem exploradas. Na linha de pensamento a ação empreendedora se relaciona com inovação. De acordo com Possas (1997), Schumpeter atribui ao empresário àquele que inicia a mudança econômica. Dessa maneira, a produção significa combinar materiais e recursos de modo diferente, mas novas combinações podem surgir de coisas já existentes (processos, métodos ou posição) e a partir de ajustes contínuos também se alcança mudanças e possível crescimento. No entanto, na visão de Schumpeter, o desenvolvimento ocorre essencialmente por meio de um processo de descontinuação. Então, nessa perspectiva, considera-se que "a mudança tecnológica é o motor do desenvolvimento capitalista sendo a firma o *locus* de atuação do empresário inovador e de desenvolvimento das inovações" (VIEIRA, 2010). Com base nessa premissa, o

empreendedor pode ser definido como um inovador e desenvolve tecnologia que ainda não foi testada.

Outros autores além de atribuírem a capacidade inovadora do empreendedor, também consideram as características comportamentais, histórico religioso e familiar; educação formal e experiência, e perfil psicológico (SHAPIRO, 1975; TIDD e BESSANT, 2009). O tipo ideal de empreendedorismo não é um simples traço inerente e pode ser adquirido e aprimorado para interagir com o contexto e oportunidades. Longenecker et al (2007) conceituam o empreendedor como "aqueles que descobrem as necessidades de mercado e abrem novas empresas para satisfazer essas necessidades". Também relacionam as características de assumir riscos e estimular mudanças, inovação e progresso. O *Global Entrepreneurship Monitor* – GEM realiza desde 1999 a mais abrangente pesquisa anual sobre atividade empreendedora no mundo. De acordo com dados da pesquisa para o ano de 2014, no quesito do empreendedorismo relacionado com a inovação, o Brasil está bem abaixo quando comparado com Alemanha, China, EUA, Índia e México (GEM, 2014). Conforme Tabela 1, os empreendimentos iniciais brasileiros têm baixo potencial inovador, em 78,1% dos casos ninguém considera novo o produto ou serviço e em 95,2% deles a tecnologia existe há mais de cinco anos.

Tabela 1 – Empreendedorismo relacionado com inovação

Inovação	Brasil	Países selecionados				
		Alemanha	China	EUA	Índia	México
Conhecimento dos produtos ou serviços						
Novo para todos	2,5	12,9	8,7	18,0	23,4	18,2
Novo para alguns	19,4	24,4	52,0	30,4	34,1	28,2
Ninguém considera novo	78,1	62,7	39,3	51,5	42,5	53,7

Fonte: GEM (2014). Adaptado pelos autores

Outro dado divulgado pelo GEM (2014) mostra que o Brasil juntamente com outros países do BRICS, como Rússia, China e África do Sul, exceto a Índia, são países impulsionados pela eficiência, ou seja, são caracterizados pelo avanço da industrialização e ganhos em escala, com predominância de organizações intensivas em capital. No caso da Índia, está inclusa no grupo de países impulsionados por fatores de produção, prevalecendo empreendedorismo nas atividades com forte dependência dos fatores trabalho e recursos naturais. Diferentemente,

tem-se o grupo de países impulsionados pela inovação, como os Estados Unidos, Austrália, Canadá, Cingapura, Reino Unido, Portugal, Espanha, França, Alemanha e Itália, dentre outros, a Coreia do Sul não participou da pesquisa no ano de 2014, certamente estaria no grupo de empreendedorismo inovador. Em paralelo com a capacidade de inovação dos negócios formais, tem-se uma preocupação com a taxa de sobrevivência dos empreendimentos. De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa – SEBRAE (2016), a taxa de sobrevivência de empresas com até dois anos saltou em 2008 de 54,2% para 76,6% em 2012. O cenário de estabilidade da economia neste período contribuiu para o resultado favorável, o que não se confirmou a partir da crise iniciada no ano de 2014. Por outro lado, existem outros fatores além do econômico que causam a mortalidade de empresas, tais como: a) o tipo de ocupação dos empresários antes da abertura (se desempregado ou não); b) a experiência/o conhecimento do empresário anterior no ramo; c) a motivação para a abertura do negócio; d) o planejamento adequado do negócio antes da abertura; e) a qualidade da gestão do negócio; e f) a capacitação dos donos em gestão empresarial (SEBRAE, 2016).

De modo geral, diferentes aspectos motivadores levam empreendedores iniciar um negócio e que podem variar por razões visando para o modo de vida - independência financeira, crescimento - tornar-se influente, social - fins sociais ou de inovação – quando se deseja de criar ou modificar algo novo. Além desses, cabe destacar dois termos comumente utilizados para se referir a empreendedorismo, o empreendedorismo tecnológico e startups, e os quais se relacionam. O primeiro refere-se ao empreendedor que cria novas empresas baseadas na interação entre habilidades e características de mercado e tecnológicas, baseado na exploração ou nas descobertas tecnológicas (BESSANT e TIDD, 2009). O segundo, as startups, se refere à uma empresa nova, até mesmo embrionária ou ainda em fase de constituição, que conta com projetos promissores, ligados à pesquisa, investigação e desenvolvimento de ideias inovadoras. Mas, de acordo com o Sebrae (2016), as startups normalmente tem a característica serem de base tecnológica, por isso envolvem projetos promissores voltados à pesquisa, investigação e desenvolvimento de ideias inovadoras e com alto potencial de crescimento no curto prazo, como exemplos, Google, Yahoo e Ebay. No entanto, os casos de

empreendedorismo envolvem riscos, e independentemente dos diferentes motivos e de modo geral, os empreendedores podem minimizar riscos de mortalidade ou mesmo fortalecer as inovações pretendidas ao buscar o apoio das incubadoras de empresas ou das aceleradoras de empresas.

3. Incubadoras de Empresas

De modo geral, os empreendedores que almejam iniciar um negócio têm consigo inúmeras dúvidas desde a formalização da empresa, sistema de tributação, processos de gestão até operações e comercialização. Dessa forma, as incubadoras de empresas vêm preencher uma importante lacuna com a finalidade de fortalecer os negócios em estágios iniciais e contribuir para crescimento econômico. De acordo com a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC, 2016), a origem do conceito de incubadoras de empresas surgiu da experiência de Nova Iorque (EUA), em 1959. No Brasil, o movimento das incubadoras foi iniciado na década de 80, e atualmente existem cerca de 369 incubadoras de empresas, reunindo aproximadamente 2.310 empresas incubadas e 2.815 empresas graduadas (ANPROTEC, 2016). As incubadoras de empresas apresentam estrutura dedicada para criação, desenvolvimento, abrigar e apoiar que têm a inovação como um de seus principais diferenciais, ou seja, orientadas para geração de valor e contribuição ao desenvolvimento local. Incubadoras de empresas são espaços físicos, que têm ambientes separados por empresa, como, também, ambientes compartilhados, com recepção, auditório, oficinas, refeitórios e outros; lideradas por gestores, que trabalham em conjunto com conselhos consultivos (ANPROTEC, 2016). As incubadoras buscam através de um plano de negócios, organizarem suas metas e objetivos, utilizando-se, desse, para definir os critérios de avaliação das empresas, que desejam se incubar. O plano de negócios, por sua vez "aumenta as chances do empreendimento, fornece reflexão e compreensão das necessidades, cria bases sólidas para o monitoramento do modelo e da estratégia de negócio" (BERNARDI, 2014).

Em geral as incubadoras, promovem um aperfeiçoamento das vocações regionais, ou seja, regiões tecnológicas, turísticas ou mesmo educacionais, têm nestes aspectos a principal fonte

de inspiração na criação de uma incubadora local. A incubadora promoverá, ainda, a inovação de seu ambiente estabelecendo regras para o fomento, concepção e desenvolvimento de projetos em parceria e para seleção de empresas que pretendam ingressar em seu meio. Podendo a incubadora ser de base tecnológica, tradicional ou mista. As incubadoras de base tecnológica abrigam empresas cujos produtos, processos ou serviços são gerados a partir de resultados de pesquisas aplicadas e nos quais a tecnologia representa alto valor agregado. As incubadoras tradicionais abrigam empresas dos setores tradicionais da economia, mas com incremento tecnológico. As incubadoras mistas abrigam tanto empreendimentos de base tecnológica como as de setores tradicionais. Também cabe destacar as incubadoras de projetos, concebido para abrigar empreendedores com projetos/ideias nascentes e inovadoras, e seu principal objetivo é estimular a criação e desenvolvimento de projetos que ofereçam produtos e serviços inovadores (SEBRAE, 2017). Os empreendedores podem se candidatar a uma vaga, mediante edital, para iniciar a maturação do negócio.

Figura 1 - principais processos de uma incubadora de empresas



Fonte: Caulliraux (2001). Adaptado pelos autores

Assim, a incubadora é um ambiente inovador, controlado e propício ao desenvolvimento das empresas incubadas, fornecendo proteção e apoio logístico, alterando a maturação de um negócio, bem como, sua curva de crescimento, o que leva a um impacto econômico positivo no desenvolvimento econômico e gerencial da micro e pequena empresa, favorecendo o desenvolvimento socioeconômico local (ANPROTEC, 2016; SEBRAE, 2017).

4. Aceleradoras de empresas

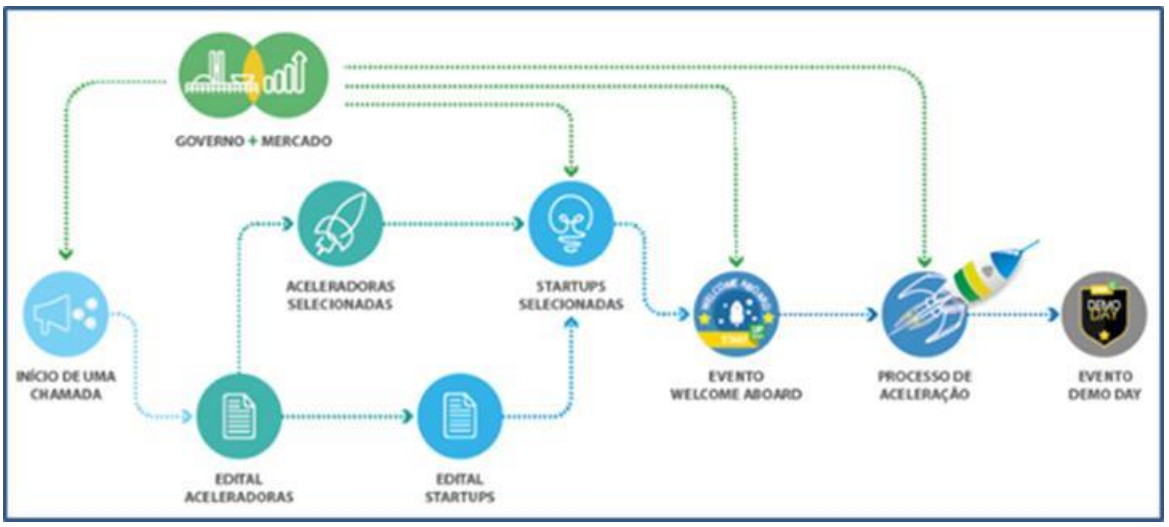
Assim como as incubadoras, as aceleradoras buscam o aperfeiçoamento e crescimento de empresas. Entretanto, algumas características às diferem. Uma aceleradora pode ser liderada por empreendedores ou investidores, normalmente utilizam de capital privado e não necessitam diretamente de um plano de negócios. Nesse caso, os investidores podem simplesmente gostar da ideia e aportar capital na empresa. O que leva a uma maior mobilidade e celeridade nas aplicações, entretanto, tais aportes são considerados como investimentos de risco (MOREIRA, 2011). Tais investimentos possuem diferenças nominativas e de valores, quais sejam: o investidor anjo, procura empresas nascentes, e realiza aportes de R$50 mil até R$500 mil; o *"seed capital"* procura empresas que já estão no mercado, mas precisam de investimentos para expandirem, e realizam aportes de R$500 mil a R$2 milhões; o *"venture capital"*, investe em empresas que já tenham certo tempo de mercado, e realizam aportes de R$2 milhões até R$10 milhões, o *"private equity"*, investe em empresas de grande porte consolidadas no mercado, podendo aportar quantias maiores do que R$10 milhões. MOREIRA, (2011).

Diferentemente das incubadoras, as aceleradoras priorizam startups com retorno alto e rápido do capital investido, ou seja, direcionados para uma demanda elevada. Nas aceleradoras, o plano de negócio não é a prioridade, mas o modelo de negócio (como a proposta de negócio está estruturada para gerar valor para o mercado), ou seja, uma boa ideia que gere lucro e que tenha uma boa equipe capacitada para o desenvolvimento, olhando menos para o seu plano de desenvolvimento de longo prazo. Para tanto, as aceleradoras oferecem networking, sessões de *mentoring* (reuniões de acompanhamento e orientação) e palestras com os empreendedores.

No Brasil, o governo federal lançou o Start-Up Brasil, Programa Nacional de Aceleração de Startups, é uma iniciativa do governo federal, criado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), em parceria com aceleradoras, para apoiar as empresas nascentes de base tecnológica, as startups. Destaca-se que as startups cumprem com a função de continuamente revitalizar o mercado, mas precisam de um ambiente propício para que se desenvolvam e tenham sucesso. Dessa forma, a figura da aceleradora surge nesse contexto como um agente fortemente orientado ao mercado, geralmente de origem privada e com

capacidade de investimento financeiro, que tem a função de direcionar e potencializar o desenvolvimento das startups (BRASIL, 2017). O Programa Start-Up Brasil está presente em 17 estados brasileiros, conta 17 aceleradoras e apoia 183 startups e, além disso, conta com 2.855 inscrições. O programa funciona por edições com duração de um ano. Em cada edição são lançadas até duas chamadas públicas, uma para qualificar e habilitar aceleradoras e outra para a seleção de startups, com rodadas semestrais.

Figura 2 – Funcionamento do Programa Start-Up Brasil



Fonte: Startup Brasil (2017)

5. Análises e Considerações Finais

O fortalecimento e a formação de empreendedores e seus empreendimentos são fundamentais para o desenvolvimento econômico. Por meio dos empreendedores o mercado tende a ser influenciado por mudanças tecnológicas, as quais podem ser alimentadas pelas inovações. Para Schumpeter (COSTA, 2006; VIEIRA, 2010), o empresário é o indivíduo que toma iniciativa, tem capacidade de realizar coisas novas, especialmente combinando fatores de produção para produzir produtos novos ou de maneira diferente, se referindo a: 1) Introdução de um novo bem – um produto que os consumidores ainda não estejam familiarizados; 2) Introdução de novo método de fabricação – processo de produção que ainda não tenha sido testado não setor de atuação, também pode envolver um novo método de comercialização; 3)

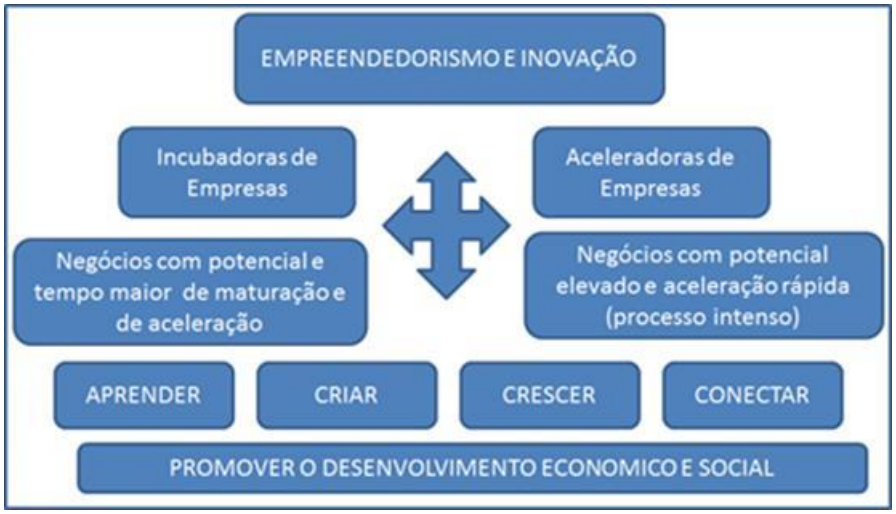
Abertura de um novo mercado – implica em explorar um novo mercado, podendo ainda ser um mercado existente que a indústria ainda não tenha entrado; 4) Novas fontes de matéria primas – conquistar fontes de suprimentos existentes ou não; 5) Organização de posição – nova forma de composição em qualquer setor, como uma posição de monopólio ou a fragmentação dessa posição.

As experiências e habilidades técnicas do empreendedor não necessariamente são suficientes para garantir a inovação ou propriamente o sucesso do seu empreendimento. Os riscos sempre existirão, mas nesses casos, as incubadoras e as aceleradoras de empresas fornecem os respaldos para o empreendedor desenvolver capacidades e estratégias do negócio. Como visto as incubadoras de empresas fornecem uma gama de serviços de apoio à gestão, assessoria, treinamento, suporte às ações de marketing, finanças, operações e comercialização e infraestrutura às iniciativas empreendedoras, as incubadoras oferecem uma gama de serviços diferenciados, assessorias. Assim, de acordo com o ANPROTEC (2016), as incubadoras funcionam como mecanismos de aceleração do desenvolvimento de empreendimentos. Por outro lado, as incubadoras evoluíram, a primeira geração focava basicamente na oferta de espaço físico, serviços e recursos compartilhados, serviços de logística, bem como assistência financeira e gestão de negócios. A segunda geração aumenta a variedade da infraestrutura e serviços oferecidos como, por exemplo, acrescenta mentorias, *coaching* e serviços de desenvolvimento empresarial, influenciando o crescimento mais rápido das empresas. Atualmente, as incubadoras se encontram na terceira geração, oferecendo todos os serviços das gerações anteriores, mas acrescenta a disponibilidade de acesso à uma ampla rede de recursos e conhecimento, sintonizando a incubadora ao ecossistema de inovação.

No caso das aceleradoras de empresas, essas oferecem suporte para empreendimentos em estágios iniciais, são orientadas para o crescimento através da educação, orientação e financiamento. Além disso, as startups permanecem nas aceleradoras por um período determinado e a experiência da aceleradora é um processo de educação intensa, rápida e imersiva destinada a acelerar o ciclo de vida das novas empresas inovadoras, reduzindo anos de aprendizado em poucos meses. Destaca-se que as aceleradoras auxiliam o empreendedor na elaboração do modelo de negócio, auxiliam no estágio de risco, mentorias e na busca de

investidor anjo (HATHAWAY, 2016). Como resultado da pesquisa bibliográfica, pôde-se observar que embora as incubadoras e aceleradoras tenham processos diferentes, apresentam características semelhantes quanto à natureza em termos de aprender, criar, crescer e conectar.

Ilustração 1 – Natureza da incubadoras e aceleradoras de empresas



Fonte: elaborada pelos autores

A Ilustração 1 traz os quatro aspectos identificados como aprender, criar, crescer e conectar, se referindo quanto a natureza fundamental das incubadoras e aceleradoras, uma vez que visam aprimorar, fortalecer e atingir os resultados no mercado, promovem o aprendizado ou conhecimento do negócio, propiciam criação de valor por meio de planos e modelos de negócios e crescimento por meio da assistência e a conexão com o mercado.

Aprender: Estrutura com centro de capacitação;

Criar: Sala de coworking, laboratório compartilhado, área administrativa e pré-incubação/ startups e lean startups. experiências empreendedoras. Provoca o aprimoramento progressivo de um modelo de negócio, estratégias e avaliação.

Crescer: Incubadora, aceleradora (atividades chaves), recursos complementares, abertura da empresa. Priorizar o acompanhamento e suportes necessários para o desenvolvimento do negócio, atuando com foco no equilíbrio financeiro (custos/receitas): revisão e fortalecimento dos pontos do Canvas, estabelece estratégias (agregar valor para o cliente e negócio).

Conectar: concretização do negócio e conecta-se com o mercado. Consolidação do desenvolvimento do negócio; a empresa legalmente constituída; compartilhar conhecimento e experiências para gerar resultados econômicos e sociais.

Nesse estudo buscou-se apresentar a relevância do papel do empreendedor no processo de desenvolvimento econômico. Diante dos riscos existentes, grau de conhecimento do empreendedor, mudanças no ambiente de negócios, alta concorrência, as incubadoras e aceleradoras de empresas buscam contribuir para reduzir os riscos e aumentar o grau de sucesso dos empreendimentos e repercutir suas inovações para o mercado. O grau de sucesso das empresas também pode ser traduzido pelos seus efeitos sociais e econômicos no nível local (município) e regional e nacional e que proporcionem melhoria da qualidade de vida e bem estar. Espera-se que esse estudo possibilite estimular empreendedores, governos e instituições públicas e privadas para o fortalecimento do empreendedorismo e inovação, assim como influenciando estudos e pesquisa sobre os temas.

REFERÊNCIAS

ANRPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores. Estudo de impacto econômico: segmento de incubadoras de empresas do Brasil / Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores. – Brasília, DF: ANPROTEC: SEBRAE, 2016.

BERNARDI, L. A. Manual de plano de negócios: fundamentos, processos e estruturação. 2ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2014.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Startup Brasil. Disponível em: http://www.startupbrasil.org.br/

CAULLIRAUX, H. M. Modelo de gestão para incubadora de empresas: uma estrutura de indicadores de desempenho. Rio de Janeiro: Rede de Incubadoras do Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, A B. DA. O desenvolvimento econômico na visão de Joseph Schumpeter. Cadernos IHU Ideias. Ano 4, nº. 47, 2006.

DORNELAS, J. C. A. Planejando incubadoras de empresas. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 14.

DRUCKER, P. F. The discipline of innovation. Harvard Business Review, Nov-Dez, 1998.

FILION, L. J. Empreendedorismo: empreendedores e proprietários-gerentes de pequenos negócios. Revista de Administração, São Paulo, v.34, n.2, p.05-28, abril/junho 1999.

GEM – Global Entrepreneurship Monitor. Empreendedorismo Brasil 2014. http://www.ibqp.org.br/gem

HATHAWAY, I. Entrepreneurship - What Startup Accelerators Really Do. Harvard Business Review, march, 2016. Disponível em: Fonte: https://hbr.org/2016/03/what-startup-accelerators-really-do. Acessado em: 20 set 2017.

LONGENECKER, J. G.; MOORE, C. W.; PALICH, L. E. Administração de pequenas empresas.13ª.ed. São Paulo: Thomson Learining, 2007.

MOREIRA, D. Qual a diferença entre investidor anjo, seed e venture capital. Exame.com. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/pme/qual-a-diferenca-entre-investidor-anjo-seed-e-venture-capital/>. Acesso em 17 jun. 2017.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do desenvolvimento econômico. Tradução de Maria da Silvia Possas, São Paulo: Nova Cultural, 1997. (Coleção – os economistas).
SEBRAE – O que é startup. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Henrique/Downloads/O+que+%C3%A9+uma+empresa+startup%20(1).pdf

SEBRAE. O que é a Incubadora de Projetos Escola de Negócios Sebrae SP? 2017. Disponível em: http://www.escolasebraesp.com.br/incubadora.

SEBRAE. Quais os tipos de incubadoras existentes. Disponível em: http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4827&%5E%5E.

SEBRAE. Sobrevivência das empresas no Brasil. / Marco Aurélio Bedê (Coord.) – Brasília : Sebrae, 2016.

SHAPERO, Albert. Entrepreneurship and economic development, 1975, p. 187.

TIDD, J.; BESSANT, J. Inovação e empreendedorismo. Porto Alegre: Bookman, 2009

VIEIRA, Rosele Marques. Teoria da Firma e Inovação : um enfoque neo-schumpeteriano. Unochapecó, cadernos de Economia, v. 14, n. 27: Jul./Dez. 2010

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

INDÚSTRIA 4.0. CONCEITOS, ASPECTOS E IMPACTOS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Dener Samuel Pena Souza, Fernando C. Barros, Igor Alexandre Fioravante Rosenil Melo, Welyson Oliveira, Wilton Machado Júnior

1. Introdução

Desde os princípios da humanidade o homem busca desenvolver métodos e tecnologias para melhorar seu modo de sobreviver e facilitar o seu trabalho.

De acordo com Venturelli (2016), a história da evolução industrial passa por períodos de Revolução, onde advém da mecanização da produção com uso da água e do vapor para produção em massa, linhas de montagem e uso da eletricidade, seguindo para a Revolução digital, era dos eletrônicos, tecnologia da informação e automação industrial até a 4º Revolução Industrial, também denominada de Indústria 4.0, onde conta com a integração das tecnologias, sistemas físicos informatizados e integrados.

Pode-se dizer que, nesse novo contexto, tudo que está presente em uma indústria e em seu modelo operacional é conectado digitalmente. Onde as pessoas participam apenas realizando a supervisão do trabalho feito pelas máquinas. Proporcionando, assim, uma cadeia de valor altamente integrada. Nota-se que, como as revoluções anteriores se destacaram pelas inovações tecnológicas, a grande inovação da quarta revolução é a interconectividade (SILVA, 2016).

A Internet Industrial une máquinas inteligentes, na busca por uma indústria perfeita e bem consolidada, com o objetivo de manter seu alto nível frente aos seus concorrentes, buscando praticidade, além de métodos e técnicas que aumentem seu lucro, reduzindo seus gastos, contribuindo para o aumento da sua produtividade e consequentemente as tornando mais competitivas.

Este trabalho visa abordar uma nova tendência que vem sendo popularizada em todo o mundo: a Indústria 4.0. A nova revolução industrial é impulsionada pelo uso da internet das coisas, big data, entre outros requisitos, essas tecnologias não são utilizadas para criar novos itens, mas sim para exercer funções que antes eram executadas por humanos de forma manual, promovendo uma interconexão entre células de produção, os sistemas passam a trocar informações entre si, de forma autônoma, tomando decisões de produção, custo, contingência, segurança, através de um modelo de inteligência artificial.

2. Referencial teórico

2.1. Conceitos e princípios das revoluções industriais

Ao longo dos séculos o modo de produzir foi evoluindo a cada criação e utilização adequada da matéria prima que foram incorporadas no sistema de produção. Com essa série de novas tecnologias que mudaram de forma veloz a vida do homem e o processo produtivo, pode-se chamá-la de Revolução Industrial. Na Figura 1 a seguir demonstra-se de maneira sucinta as evoluções da 1ª à 4ª, também apontada como Indústria 4.0.

Figura 1: Evolução das revoluções industriais



Fonte: Grilleti, 2017

A quarta revolução industrial é a evolução das outras três anteriores, isso é proporcionado pelo fato dos grandes avanços tecnológicos que ocorreram em um espaço de tempo muito curto e isso faz que o desenvolvimento se estenda e gere cada vez mais novidades e mudanças na tecnologia.

Buscando recuperar a participação no valor agregado da indústria global, em 2011 na Feira de Hannover (Alemanha), um novo conceito surgiu, como parte da estratégia do governo alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia para a manufatura do país. Nasceu assim o termo Indústria 4.0, do alemão *Industrie* 4.0 (FIRJAN, 2016).

Segundo a chanceler da Alemanha, Angela Merkel da European Parliament (2015), o conceito da Indústria 4.0 pode ser definido como "a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional".

Apesar da origem alemã, o conceito se expandiu para outros países do mundo sob diversas iniciativas de governos como uma tendência tecnológica mundial.

O termo Indústria 4.0 vem sendo disseminado mundialmente. Também conhecida como a 4ª Revolução Industrial, já que, assim como as três primeiras revoluções na manufatura mundial, é marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto. O 4.0 deriva da quarta versão, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet.

Em outras palavras, "tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada" (EUROPEAN PARLIAMENT, 2015).

2.2 Componentes-chaves da indústria 4.0

Segundo Hermann, Pentek & Otto (2015), existem quatro componentes-chave (esboçados no Quadro 1) para a formação da Indústria 4.0:

Quadro 1: Componentes-chave da indústria 4.0

I) Cyber Physical Systems - CPS São sistemas que permitem a conexão de operações reais com infraestruturas e computação e comunicação automatizada.17 Em outras palavras, são sistemas que permitem a fusão dos mundos físico e virtual, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas. Compõem os CPS: uma unidade de controle, que comanda os sensores e atuadores (responsáveis pela interação com o mundo físico) tecnologias de identificação (ex. identificação por radiofrequência – RFID18), mecanismos de armazenamento e análise de dados.
II) Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) É a rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos. Permite que as "coisas19 interajam umas com outras e que tomada de decisões sejam feitas. A internet das coisas é a base da Indústria 4.0.
III) Internet of Services (IoS) Quando a rede da IoT funciona perfeitamente, os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. Novos serviços serão introduzidos ou existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor. Quando integrados, serão mais fáceis e simples de serem entendidos, já que a experiência como um todo se torna mais tangível. Quando isolados, serão mais complexos e mais difíceis de serem tangibilizados. Presume-se que, com o desenvolvimento da Indústria 4.0 este conceito será expandido de uma única fábrica para toda a sua rede de produção e consumo.

IV) Fábricas Inteligentes (Smart Factories) Nas fábricas inteligentes, os CPS serão empregados nos sistemas produtivos gerando significativos ganhos de eficiência, tempo, recursos e custos, se comparado às fábricas tradicionais.20 Os produtos, máquinas e linhas de montagem comunicarão entre si, trabalharão em conjunto e se monitorarão, independente do local, com informações trocadas de forma instantânea. É necessário um alto nível de automação.21

Como exemplo: fábricas inteligentes, sem barulho e nem faíscas, braços mecânicos levantam peças de forma sincronizada e encaixam cada uma no seu exato lugar (Figura 2). Boa parte dos funcionários acompanha tudo à distância, por telas de computadores. A harmoniosa interação dos seres humanos com robôs, a chamada indústria 4.0, começa a dar forma a uma nova era no mundo.

Conforme é informado por Colossi e Hangai (2015), na cidade alemã de Wolfsburg (a 180 quilômetros a oeste de Berlim), que abriga a maior fábrica de automóveis da Europa, é possível constatar como será o futuro das linhas de produção inteligentes. A sede mundial da Volkswagen tem mais de 50 mil funcionários em um complexo gigantesco, onde são produzidos dois carros por minuto.

Figura 2: Exemplo de fábrica inteligente



Fonte: Colussi e Hangai, 2015

2.3 Impactos da indústria 4.0

Nesse novo modelo de indústria falar de impactos é o mesmo que falar em mudança, melhorias, deve ser considerado como alto a descentralização que esse modelo irá causar. Segundo Silveira ([2016?]). Os trabalhos manuais e repetitivos estão sendo escassos, porém com o desenvolvimento nas pesquisas e muitas demandas, surgiram oportunidades para funcionários tecnicamente capacitados, para trabalhar com as variedades que compõem uma fabrica Inteligente (Figura 3).

Figura 3: Adaptação da mão de obra humana aos avanços da Indústria 4.0



Fonte: Silva, 2017

Outro ponto que será abalado pela quarta revolução industrial será a pesquisa e desenvolvimento nos campos de segurança em T.I. Confiabilidade da produção e interação máquina-máquina (SILVEIRA, [2016?]).

As máquinas vão conseguir corrigir seus defeitos através de informações obtidas por si mesmas, isso irá ajudar na maior produtividade e se tornarão mais eficazes e eficientes, recursos como algo central para a produtividade terão uma maior eficiência. Flexibilidade que tende a acontecer com as linhas de produção também é algo muito notável.

Os impactos irão muito além de ganhos na produção e diminuição dos desperdícios, a produtividade no "chão de fábrica" será algo impressionante nunca visto antes. Sabendo-se que no mercado a rapidez é algo essencial, a indústria 4.0 vem desenvolvendo soluções e aprimoramentos para que novos produtos estejam disponíveis no mercado com um menor prazo.

Um dos maiores impactos causados pela indústria 4.0 será uma mudança que afetará o mercado como um todo. Consiste na criação de novos modelos de negócios.

Em um mercado cada vez mais exigente, muitas empresas já procuram integrar ao produto necessidades e preferências específicas de cada cliente (SILVEIRA, [2016?]).

O mundo está sempre em constante mudança, novas ideias, e técnicas, porém com a capacidade de integrar-se em cadeias globais de valor que difundem uma melhor comunicação, podendo ser da relação com os clientes, fornecedores, ciclo de produção e a distribuição do produto final.

3. Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo bibliográfico, uma vez que tem como objetivo predominante à compreensão da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), explorando e aprofundando o conhecimento sobre o tema a partir de publicações acadêmicas e de aplicações práticas do modelo. Todavia, também tem características descritivas, o artigo foi construído em pesquisas baseadas no levantamento e coleta de dados, revisões bibliográficas e autores da área.

4. Resultados e discussão

O caminho para a Indústria 4.0 consiste em um processo evolutivo que apresenta diversos desafios, onde a questão do desenvolvimento tecnológico é o aspecto que requer uma maior atenção e discussão para o alcance desta realidade industrial vislumbrada.

Esse novo conceito de fábrica tem um enorme potencial. Atualmente ela lidera a tendência de desenvolvimento das indústrias em direção ao futuro e tem o compromisso de enfrentar os desafios que o mundo vive atualmente, como a escassez e eficiência dos recursos de energia. Os desperdícios evidenciados nas indústrias atualmente, como por exemplo, as paradas nos finais de semana e feriados, poderão ser evitadas neste conceito de fábricas inteligentes uma vez que as máquinas podem trabalhar por si só, controladas remotamente.

A Indústria 4.0, ainda é mais um conceito do que uma realidade, mas está sendo motivada por três grandes mudanças no mundo industrial produtivo:

- Avanço exponencial da capacidade dos computadores;
- Imensa quantidade de informação digitalizada;

- Novas estratégias de inovação (pessoas, pesquisa e tecnologia).

Ainda pode-se listar alguns benefícios previstos devido a evolução dos sistemas produtivos industriais que envolvem a Industria 4.0:

Redução de custos, economia de energia, aumento da segurança, conservação ambiental, redução de erros, fim do desperdício, transparência nos negócios, aumento da qualidade de vida e personalização e escala sem precedentes.

5. Conclusão

Esse fenômeno trará consigo grandes benefícios para a realidade industrial. Dentre os já citados, ainda estão o aumento nas demandas de pesquisa e desenvolvimento e oportunidades de formação multidisciplinar. Além da possibilidade de aperfeiçoamento dos processos produtivos. Tudo por meio do uso de tecnologias avançadas e com um grau maior de complexidade e sofisticação.

Conclui-se que a Indústria 4.0 é um novo conceito que seguramente será uma realidade, mudará a forma como se é tratado hoje com a produção de bens de consumo e materiais, tendo uma melhor distribuição de riquezas e um planeta mais sustentável.

REFERÊNCIAS

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B**. Design Principles for Industrie 4.0** Scenarios: A Literature Review. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

COLUSSI, Joana; HANGAI, Luís. **Homens e máquinas, lado a lado, em fábricas inteligentes:** Interação de seres humanos com robôs nas linhas de montagem começa a dar forma à nova era produtiva no mundo. ZH Notícias, [S.l.], 02 maio. 2016.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0** Digitalisation for productivity and growth. Setembro de 2015. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

FIRJAN. Panorama de Inovação. **Indústria 4.0: Internet das coisas**. Disponível em <http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0.htmIndústria 4.0: Internet das coisa>. Acesso em 15 de set. 2017.

GRILLETI, Laís**. Internet das coisas, manufatura aditiva, produção autônoma: tudo isso deixou de ser tendência do futuro para se tornar diferencial dos negócios**. Conheça as oportunidades da Indústria 4.0. Endevor Brasil. Disponível em: < https://endeavor.org.br/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>. Acesso em 20 de set. 2017.

SILVA, Débora. Indústria 4.0: **A revolução dos dados na sua indústria**. Logique Inteligência em Sistemas. Disponível em: < http://www.logiquesistemas.com.br/blog/industria-4-0/>. Acesso em 18 de set. 2017.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo.** Citi systems. Sorocaba, [2016?]. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0>. Acessado em: 08 nov. 2016.

VENTURELLI, Márcio. **Indústria 4.0: uma Visão da Automação Industrial**. Automação industrial, [S.l., 2016?],disponível em: <http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-daautomacaoindustrial/>. Acesso em: 07 ago. 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

O USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO DE FÍSICA APLICADO A ENGENHARIA

Giulliano Assis Sodero Boaventura

1. Introdução

Esse trabalho de pesquisa está relacionado com a utilização das novas tecnologias no ensino de Ciências, mais especificamente no ensino de Física para Engenharia.

A área de Ciências é constituída por uma diversidade de saberes que promovem a compreensão e o estudo dos mais variados fenômenos da natureza em relação ao homem, sejam biológicos, físicos ou químicos.

Na atualidade, é fundamental que se compreenda que a ementa de Física e de outras áreas das Ciências requerem a preocupação com o desenvolvimento de novas estratégias de ensino e de apresentação do conhecimento científico clássico em uma visão contextualizada, que busca não apenas o aprendizado de conceitos, como sua aplicabilidade. E para isto, a contribuição das novas tecnologias é de grande valia, pois amplia a experimentação e a observação, procedimentos indispensáveis ao método científico.

Esta investigação tem foco nas novas tecnologias no ensino presencial de Física, a partir das tecnologias em desktop e mobile-learnig, ou seja, mediante o uso dos recursos da computação em desktop e móvel, tais como: computadores, palmtops, celulares e tablets, que podem acessar livros eletrônicos, vídeos-aula, simulações e animações em qualquer lugar e a qualquer momento.

Portanto, as questões que movem esta pesquisa são a importância do uso das novas tecnologias educacionais, indagação das tecnologias disponíveis em desktop e mobile – learning mais usuais no ensino presencial de Física e como podem ser utilizadas pelos professores e alunos para que o processo de ensino-aprendizagem possam ser, de fato, significativos.

Os dados desta investigação serão coletados através de revisão bibliográfica sobre a importância das novas tecnologias no ensino de Ciências, precisamente em Física, além de pesquisas na internet, buscando referências em sites de simulações e interações e também de aplicativos disponibilizados em tecnologia mobile-learning, estudando a melhor forma, segundo os próprios criadores de tais dispositivos, de aplicação em sala de aula ou a distância.

O uso de diferentes recursos de multimídia que propiciam animações de fenômenos naturais, simulações de experiências e modelização de exercícios e teorias, tem sido recomendados por diferentes pesquisadores de ensino de Ciências (CARVALHO E GIL PÉREZ, 1995).

Nessa mesma direção, Krasilchick (1996), afirma que as atividades que envolvem o computador no contexto de sala de aula devem envolver os estudantes em situações problemáticas, incentivando-os a tomar decisões e prever suas consequências.

Contudo, apesar de ferramentas tecnológicas já serem utilizadas no ensino há algum tempo, recentemente é sabido do grande desenvolvimento de aplicações de novas tecnologias a partir do advento da Web (MOHER, *et.al*., 2005).

Visando combinar os recursos do ensino a distância com os da computação móvel, a aprendizagem móvel ou o mobile-learning (MILRAD, 2006 e MITCHELL, *et.al*. 2007) promete disponibilizar inúmeras ferramentas didáticas e paradidáticas, democratizando o acesso ao conhecimento, haja vista a utilização de dispositivos eletrônicos pequenos e autônomos, como palmtops, celulares e tablets, que podem acessar livros, vídeos, simulações e animações em qualquer lugar e a qualquer momento (HALL & BANNON, 2005 ; SHARPLES, 2007).

Dessa forma, julga-se necessário, fazer um levantamento das possíveis tecnologias existentes em ensino de física, disponibilizados, inclusive, pelas tecnologias desktop e mobile-learning, como também analisar as diferentes maneiras que estes recursos podem ser utilizados para, de fato, ser significativa para a aprendizagem dos alunos.

2. A importância do uso de novas tecnologias na relação ensino-aprendizagem e o ensino de física

O conhecimento disponível, proveniente de pesquisas e educação em ensino de Ciências prevê a necessidade de mudanças na atuação do professor desta área em todos os níveis de ensino.

Portanto, é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo, a fim de que o aluno possa perceber e compreender o que está sendo ensinado no momento em que aprende e não em um momento posterior ao aprendizado.

Krasilchik (2012) refere que a maior parte dos professores de disciplinas científicas limita-se à escolha de um livro-texto, sendo necessário que novas estratégias de ensino sejam apresentadas aos docentes.

De acordo com Delizoicov (2002) o livro didático ainda é o principal instrumento usado pelos professores para o ensino das Ciências na maior parte das salas de aula, a principal referência da maioria dos docentes, sendo ou não usado pelos alunos. Contudo, pesquisas que advém desde a década de 70 apontam suas deficiências, que levam a afirmar-se que o professor não pode deter-se nesta única fonte. Materiais como revistas, suplementos de jornais, CD-ROMs, TVs educativas e rede *web* precisam estar presentes e de modo sistemático no espaço acadêmico.

Para o autor, faz parte do ofício de professor a organização de estratégias e materiais que facilitam e conduzam a aprendizagem, que se faz a partir da ação, que por sua vez, possibilita que os conceitos sejam aprendidos. Formas como simulação e jogos interativos, são simulacros de realidades virtuais que ganham sentido por serem possibilidades de atuação diante do tipo de conhecimento que se quer explorar, sendo imprescindível a delimitação do papel que o recurso utilizado terá no momento da aprendizagem.

Segundo Kenski (2013), as velozes transformações tecnológicas trazem novos ritmos e dimensões à tarefa de ensinar e aprender, sendo necessário estar constantemente em estado de aprendizagem e de adaptação ao novo, observando como as tecnologias podem transformar o modo como as pessoas compreendem e representam o tempo e o espaço à sua volta,

oferecendo novos espaços e tempos de interação com a informação e a comunicação entre docentes e discentes.

Moran (2013) refere que o avanço das tecnologias traz inúmeras possibilidades e as instituições escolares ficam em dúvida sobre o que devem manter, o que alterar e o que adotar, não sendo possível respostas e soluções completas que garantam a aprendizagem. Contudo, o apoio de tecnologias móveis e digitais pode tornar o processo de ensino-aprendizagem muito mais flexível, integrado, empreendedor e inovador, facilitando a pesquisa, a comunicação e a divulgação em rede, sendo que é possível que o aluno seja protagonista de seu processo de aprendizagem.

Para Pais (2010), o sucesso do uso do computador na educação pode favorecer a expansão da inteligência, dependendo da relação entre o usuário e as informações contidas no programa por ele utilizado, sendo que a relação deve ser sempre interativa para que haja enriquecimento da elaboração do saber.

Diante destas informações, acredita-se que a utilização das novas tecnologias no ensino de Física pode ser feito como ferramenta auxiliar, sendo um recurso a mais no processo de ensino-aprendizagem, não devendo ser uma forma única, mas aliada aos demais recursos existentes, sendo que ao professor cabe a responsabilidade de delimitar seus objetivos enquanto da utilização e a criação de um ambiente propício à reflexão, debates e pesquisas em que tanto ele quanto o aprendiz sintam-se responsáveis pelo processo ensino/aprendizagem. (CLEBSCH & MORS (2004)

3. Tecnologias disponíveis

Procuro citar aqui três tecnologias disponíveis ao aluno.

A primeira requer como recurso um desktop, mas por ser uma ferramenta poderosa, não poderia deixar de citá-la. Trata-se dos simuladores do PHET, disponíveis em https://phet.colorado.edu/pt_BR/, com simulações na área de física, química e matemática.

Figura 1 – Plataforma dos simuladores Phet



Essas simulações são divertidas e interativas, de fenômenos físicos que servem para aperfeiçoar o entendimento dos conteúdos ministrados de uma forma prática, facilitando assim o aprendizado do aluno e absorção dos conteúdos. A utilização desse software é simples, basta apenas um computador com acesso à internet e com o acessório Java Flash instalado. Assim os simuladores poderão ser usados sem qualquer dificuldade. A partir de 2016, foi desenvolvido aplicativos em Android e IOS para os simuladores do Phet, possibilitando ainda mais a mobilidade e a aplicação em sala de aula, uma vez que a maioria ou todos os alunos possuem celular.

Outra tecnologia importante são os aplicativos disponíveis para Android e IOS. Alguns aplicativos funcionam como formulários e propiciam ao aluno consultas rápidas e bem motivadoras no momento de resolver algum exercício. Como exemplo temos o aplicativo Fórmulas de Física, disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=mobi.universo.android.u373964&hl=pt_BR. (acesso em 02/08/2014).

Outro aplicativo que contribui de forma bastante significativa é o Aprender Física. Este é um aplicativo que ajuda a compreender a física de forma fácil e rápida com tutoriais, conceito central, calculadora de fórmulas e problemas. O aplicativo possui uma lista abrangente de fórmulas para os tópicos de física, cada um com uma calculadora fórmula inteligente que permite que você resolva qualquer variável dentro da fórmula. Além disso, proporciona uma interação com o aluno por meio de quis (perguntas e respostas) e pode ser acessado em qualquer lugar, bastando apenas uma conexão. O aplicativo pode ser baixado em https://play.google.com/store/apps/details?id=com.iphonedevro.learnphysics&hl=pt_BR (acesso em 02/08/2014).

Tem-se também o Sci2mobile , desenvolvido pelo ITA, que constitui-se num microportal (baseado em Mobile -Learning) que tem como principal característica, o suporte a inúmeros tipos de objetos de aprendizagem e que pode ser aplicado em qualquer área das ciências exatas. O Sci2mobile na versão atual, foi customizado para rodar em Smartphones e PDAs que possuem acesso à internet. Todo o desenvolvimento do portal foi feito em softwares livres, tais como: PHP, MySQL e CSS. A parte relacionada às simulações foram desenvolvidas em Flash, que é uma ferramenta interessante devido aos seus muitos recursos gráficos e seu suporte para rodar em ambientes de internet. No portal Sci2mobile, os objetos de aprendizagem estão organizados e classificados de forma a simplificar seu uso tanto em salas de aulas, quanto fora delas. Para cada conteúdo de uma determinada disciplina que pode ser oferecida dentro do portal, existem até o presente momento, cinco itens com os mais variados tipos de objetos de aprendizagem. Dentro desses itens, podemos citar: conteúdo programático, simulação computacionais, vídeos ilustrativos, avaliação baseada em perguntas objetivas, entre outros.

4. Considerações Finais

Na atualidade, saber ensinar é fazer com que o aluno faça a reconstrução do conhecimento historicamente construído, de forma reflexiva e contextualizada a fim de que se construa como ser humano, cidadão e também como futuro profissional de um mundo globalizado e

que passa por velozes transformações. Portanto, a disciplina Física também deve se ater a essa reconstrução, formando um aluno crítico, criativo e inteirado do mundo tecnológico que está a sua volta.

Ressalta-se também que as rápidas transformações e inovações tecnológicas, incluindo tecnologias desktop e mobile-learning, trazem novos ritmos e dimensões ao processo de ensino-aprendizagem, sendo necessário que o docente esteja sempre disposto à aprendizagem e à adaptação ao novo, o que leva a concluir que é preciso observar como as tecnologias podem transformar, aprimorar o modo como as pessoas compreendem e representam o tempo e o espaço à sua volta, propiciando novos espaços e tempos de interação com a informação e a comunicação entre os participantes do processo .

Assim, também no ensino de Física, as tecnologias móveis propõem o desafio das instituições de ensino saírem do modelo tradicional de ensino em que conceitos importantes desta disciplina são ensinados desvinculados da visão prática em que acontecem. Tais aparatos, se bem utilizados, tornam a aprendizagem mais participativa e integrada, sendo possível que os alunos tenham acesso ao que está sendo ensinado não somente no momento presente, mas em qualquer lugar e tempo desejados.

Possibilidades e grandes desafios são propostos na relação de ensino-aprendizagem com as tecnologias móveis, facilitando pesquisas, comunicação, divulgação em rede e principalmente compreensão de um conhecimento por muitas vezes abstrato ao aluno, como é o caso da disciplina de Física.

Neste sentido, o papel do professor também sofre alterações, pois a ele cabe uma formação continuada que priorize sua melhor formação e interação para com tais tecnologias, não deixando de lado a essencialidade de seu papel na mediação da construção do conhecimento.

Portanto, a partir deste trabalho, propõe-se que sejam realizadas outras investigações a respeito da utilização de novas tecnologias, incluindo desktop e mobile-learning, no ensino de Física, contribuindo para que seu ensino permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, devendo incorporar-se à cultura e integrar-se como instrumento tecnológico, o que é primordial para a formação da cidadania contemporânea.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A.M.P.& GIL PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências.** Cortêz Editora, 1995.

CLEBSCH, A.B. & MORS, P.M. **Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: Uma experiência no ensino de Fluidos**. Rev. Bras. Ens. Fís., v. 26, n. 4, p. 323 - 333, 2004.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J.A. e PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo, Cortez Editora, 4ª ED, p.33 , 2002.

HALL, T.; BANNON, L. **Designing ubiquitous computing to enhance children's interactions in museums**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE FOR INTERACTION DESIGN AND CHILDREN - IDC, 4., 2005, Boulder. Proceedings**...** Boulder, 2005. CD-ROM

KENSKI, V.M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância.** Prática Pedagógica. São Paulo. Papirus, 9ª Ed, 2013.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** Temas básicos de educação e ensino. São Paulo. E.P.U., 2012.

MILRAD, M. **How should learning activities using mobile technologies be designed to support innovative educational practices?** In: SHARPLES, M. (Ed.). **Big issues in mobile learning: report of a workshop by the kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative**. Nottingham: University of Nottingham, 2006.

MOHER, T.; HUSSAIN, S.; HALTER, T.; AND KILB, D. **RoomQuake: embedding dynamic phenomena within the physical space of an elementary school classroom**. **Conference on human factors in computing systems**.New York: ACM Press. p.1655–1668, 2005.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem Inovadores com apoio de tecnologias**.** *In:* MORAN, J.M, MASETTO, M.T. e BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. São Paulo, 2013.

PAIS, L.C. **Educação escolar e as tecnologias da informática.** Belo Horizonte. Autêntica, 2010.

SHARPLES, M. (Ed.). **Big issues in mobile learning**. Nottingham: University of Nottingham, 2007

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

PROCONVE-7 ASPECTOS E CONCEITOS NO CONTROLE DA POLUIÇÃO GERADAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES

Igor Alexandre Fioravante, Aracelli M. Freitas Fioravante
Wilton Machado Júnior, Rosenil Melo

1. Introdução

A preocupação com a deterioração da qualidade do ar do país levou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a criar, em 1986, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). Instituído pela Resolução nº 18/86, o PROCONVE tem por objetivo reduzir as emissões de poluentes de veículos novos, por meio da implantação progressiva de fases que, gradativamente, obrigam a indústria automobilística a reduzir as emissões de poluentes nos veículos que serão colocados no mercado.

A fase do PROCONVE P7 (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores) entrou em vigor em janeiro de 2012. É uma legislação similar à européia EURO 5. Para serem atendidos, os novos limites de emissões dessa fase P7 exigem, além de modificações nos motores, novos sistemas de pós-tratamento dos gases de escapamento e diesel com reduzido teor e enxofre (ANFAVEA, 2012).

A fase P7 do PROCONVE e o impacto no Setor de Transporte é fruto de um trabalho que busca disseminar informações sobre as novas metas de emissões de poluentes para ônibus e caminhões. A nova legislação P7 traz redução ainda maiores de óxido de nitrogênio (NOx) e das emissões de material particulado (MP) em relação à fase anterior P5, tendo em vista que a P6 não vigorou.

A Poluição Atmosférica é causada devido a um desequilíbrio provido de causas artificiais decorrentes da ação do homem que polui o ar mediante a liberação de vários tipos de poluentes como a queima de combustíveis por veículos a motor. A redução de emissão desses poluentes na atmosfera traz ganhos significativos para o meio ambiente, inclusive para a

saúde humana, pois o ar puro é indispensável à vida humana, além do qual se este estiver poluído causa danos à flora e à fauna e ao meio ambiente em geral (MURASSAWA, 2011).

O presente artigo trata dos objetivos do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e de que forma ele vem ajustado na legislação ambiental, assim como a eficácia dessa proposta de consolidar economia e ecologia.

2. Breve histórico do Proconve

Segundo Miranda (2011), em meados da década de 1970, os caminhões e ônibus no Brasil passaram a usar massiçamente o Diesel como combustível ao invés da gasolina, uma vez que as necessidades de torque e potência são muito diferentes para veículos de carga e automóveis de passeio. Nesta época, as montadoras utilizavam os limites de emissão de poluentes de seus países de origem, já que não havia este tipo de legislação em nosso país.

Para combater essa situação, em 1986, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), criou o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, que tinha por objetivo implantar uma série de leis reguladoras e metas para montadoras automotivas com o intuito de reduzir as emissões de poluentes pelos automóveis, e consequentemente, minimizar os impactos ambientais, por eles causados (SCHOLL, 2009).

Para veículos pesados, que de acordo com o próprio CONAMA são aqueles que possuem PBT (peso bruto total) superior a 3.587 kg, a primeira restrição surgiu em 1987, com a fase um do programa, atingindo apenas os ônibus urbanos e, no ano seguinte, a frota total Nesta fase, os limites eram relativamente altos, já que os modelos a venda no Brasil ainda eram ineficientes, fato piorado pelo combustível de baixa qualidade e com alto teor de enxofre, que acabou por dificultar ainda mais a tarefa de enquadrar os motores nesta legislação (MIRANDA, 2011).

Ainda de acordo com o autor citado acima, as fases seguintes também foram implantadas de maneira gradual, obviamente valendo somente para a frota nova e, a cada versão, os limites ficam menores, obrigando a adoção de soluções tecnológicas diferentes pelas montadoras.

A partir de 1º de janeiro de 2012, entrou em vigor a fase 7 do PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), o P-7, uma norma ambiental aprovada pela resolução 403 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Por força de lei, fabricantes de caminhões e ônibus são obrigados a instalar sistemas que reduzam a emissão de poluentes em seus veículos.

2.1. Limites de poluentes

Miranda (2011) esclarece que, a combustão do Diesel resulta, além de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC), presentes na queima de qualquer combustível derivado de petróleo, o material particulado (MP), também chamado de fuligem que é basicamente carbono puro resultante da falta de oxigênio suficiente para reagir na mistura com o combustível. Este particulado tende a ficar suspenso no ar e ser inspirado pelos seres humanos e outros animais durante a respiração.

Na tabela 1 abaixo, é possível visualizar quais os limites de emissão de cada uma das fases do programa, sendo possível perceber que o limite de emissão de CO foi de 11,2 g/kWh no PROCONVE 2 (P2) para 1,5 g/kWh no P7, enquanto o limite de MP foi reduzido de 0,7 no P2 para 0,02 g/kWh no P7.

Tabela 1: Limites de Poluentes

LIMITES DAS EMISSÕES PARA VEÍCULOS PESADOS A DIESEL (g/kW.h)								
PROCONVE	EURO	CO	HC	NOx	MP	Vigência	NORMA (Conama)	Teor de Enxofre
Fase I (P1)	Sem espec.	14,00*	3,50*	18,00*	-	1989 a 1993	Res.18/86	-
Fase II (P2)	Euro 0	11,20	2,45	14,40	0,60*	1994 a 1995	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase III (P3)	Euro 1	4,90	1,23	9,00	0,40 ou 0,70(1)	1996 a 1999	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase IV (P4)	Euro 2	4,00	1,10	7,00	0,15	2000 a 2005	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase V (P5)	Euro 3	2,10	0,66	5,00	0,10 ou 0,13(2)	2006 a 2008	Res. 315/02	500 a 2.000 ppm
Fase VI (P6)	Euro 4	1,50	0,46	3,50	0,02	2009 a 2012(3)	Res. 315/02	50 ppm
Fase VII (P7)	Euro 5	1,50	0,46	2,00	0,02	a partir de 2012	Res. 403/08	10 ppm

Fonte: Confederação Nacional do Transporte, (2011)

2.2 Tecnologias aplicadas

Waddington (2010), explica a diferença das duas opções de sistemas de póstratamento: o SCR e o EGR.

- O SRC, sigla de *Seletive Catalitic Reduction*, ou redução catalítica seletiva, exige um segundo componente na equação, o ARLA 32, que age no tratamento dos gases de escape. Funciona da seguinte maneira: a substância é injetada no escapamento do veículo e, ao reagir com o óxido de nitrogênio, resulta na emissão de água em forma de vapor e nitrogênio em estado gasoso. Além de reduzir as emissões de NOx em 60%, assegura a redução de 80% nas emissões de material particulado.

- O EGR, *Exhaust Gases Recirculation*, ou sistema de recirculação de gases de exaustão, por sua vez, dispensa o uso do aditivo ARLA 32. Mas, em contrapartida, exige maior capacidade de resfriamento dos gases liberados pelo sistema de escape. Ou seja: um sistema de arrefecimento mais eficiente e, portanto, maior e mais caro. As duas tecnologias apresentam vantagens, dependendo da aplicação do veículo. Cada fabricante selecionou a mais adequada para seus produtos e definiu sua estratégia levando em conta, principalmente, os custos e as condições operacionais dos veículos (ANFAVEA, 2012).

2.3 Combustível como fator decisivo

Para atender aos novos limites de emissões, são utilizados sistemas de pós-tratamento sensíveis ao enxofre. Portanto, se faz necessária a utilização de diesel com menor teor de enxofre, inicialmente quando o programa começou a vigorar a ANFAVEA permitiu o abastecimento com o Diesel S50 (50 partes por milhão – ppm) e, posteriormente, a partir de 2013, o S10 (ANFAVEA, 2012).

O novo diesel com baixo teor de enxofre pode ser usado nos veículos mais antigo e também com vantagens, tais como: redução das emissões de material particulado, menor desgaste dos anéis e cilindros, com aumento da vida útil, e menor deterioração do óleo lubrificante. Ainda de acordo com a ANFAVEA (2012), um veículo p7 deve ser devidamente abastecido

com diesel S10, caso contrário provocará aumento das emissões, entupimento do catalisador e filtro, formação de depósitos, carbonização do motor, aumento do consumo de combustível, redução da vida útil do veículo, entre outros problemas. Apenas em situações de emergência, e raras, os motores P7 podem funcionar com o diesel antigo, mas isso deve ser evitado ao máximo e o veículo deve ser reabastecido com o diesel novo (S10) o mais rápido possível. Segundo a Webtranspo (2012), desde 1º de janeiro de 2012, a venda do diesel S50 que possui um menor teor de enxofre, tornou-se obrigatória no território nacional e, esse teor de enxofre foi aceito devido ao período de transição, porém, somente a partir de 2013 o diesel S10 pôde ser comercializado, a Petrobrás diz que, não só atendeu ao Programa, como também se antecipou na substituição do S50 para o S10.

No início quando a fase do PROCONVE P7 entrou em vigor de todas as regiões, a que mais possuía postos com ofertas deste combustível era a Nordeste, porém, a Petrobrás afirma que hoje a disponibilidade do diesel S10 e do S-500 se dá em todos os postos de abastecimento.

2.4 Arla 32

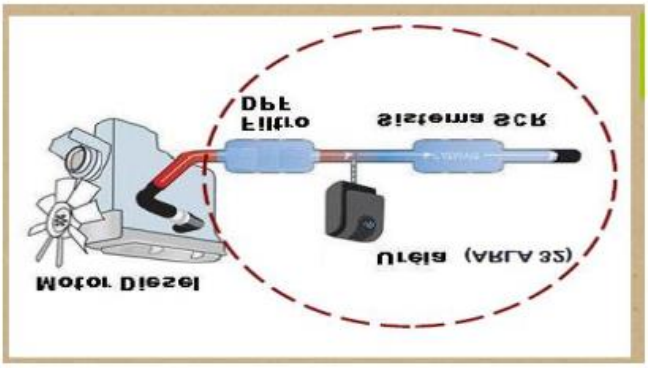
De acordo com a CNT (Confederação Nacional do Transporte) os veículos da fase P7 que forem equipados com motores diesel com SCR necessariamente utilizarão o ARLA 32, que é a abreviação de Agente Redutor Líquido de óxidos de nitrogênio (NOx) Automotivo, o número 32 refere-se à concentração da solução (32,5%). Trata-se de um produto químico à base de uréia, não tóxico e extremamente seguro para manuseio e transporte. O produto não entra em contato direto com o combustível, ficando em recipiente próprio, no cofre do motor, ou em suporte externo fixado ao chassi. Após a combustão, utilizando-se do gerenciamento eletrônico do motor, a solução de uréia é pulverizada junto aos gases de escape e se combina quimicamente com o NOx para formar os não tóxicos N2 e O2.

O ARLA 32 é uma solução aquosa de uréia técnica, que faz o papel de tratar os gases no momento do escape. Essa solução é inofensiva ao meio ambiente, não é tóxica e está classificada na categoria dos fluidos transportáveis de baixo risco. O ARLA 32 tem um reservatório especial no veículo como demonstra a figura 1 abaixo, que deve ser abastecido

periodicamente. O ARLA 32 pode ser encontrado em postos de combustível e revendedores especializados (MERCEDES BENZ, 2012).

Ainda Segundo a explicação da Mercedes Bens (2012) a ação conjunta do SCR e do ARLA 32 irá assegurar a redução de 80% nas emissões de material particulado e de 60% nas emissões de NOx, atendendo à legislação de emissões Conama P7.

Figura 1: Sistema de Pós-Tratamento



Fonte: Confederação Nacional do Transporte, (2011).

3. Metodologia

Demo (1996, p.34) insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um "questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático".

Para Gil (1999, p.42), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um "processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos". Para a elaboração do presente artigo foi realizada a Pesquisa Bibliográfica, elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet.

4. Resultados e Discussão

O Brasil é o único país não titulado de país desenvolvido que tem o programa de controle de emissão de poluentes por veículos, o que denota uma preocupação com as questões ambientais, especialmente em relação às emissões de gases poluentes da atmosfera. Mesmo depois do insucesso da fase 6 do Proconve, a expectativa continua grande quanto à fase 7. Percebe-se que essa fase está amparada e monitorada pelos órgãos competentes, acompanhando desde a aplicação da norma, disponibilização dos produtos até a fiscalização do não cumprimento da resolução, essa fiscalização, infelizmente é fato, que vêm atuando para combater à adulteração do ARLA-32, inclusive fabricações caseiras. Outro fator que nos chama a atenção são os profissionais mal-intencionados que também são alvos de fiscalização, pois já é possível encontrar no mercado, profissionais que burlam o sistema ODB.

Pode-se afirmar que o sucesso do Proconve P-7 não depende somente dos responsáveis pela fabricação dos veículos e do reagente utilizado na tecnologia SCR, mas os ganhos tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente dependem também, muito dos condutores, donos das frotas e dos donos dos postos de combustíveis, que tem que agir com consciência e muita responsabilidade.

A CNT (2011) ressalta que, os ganhos ambientais e para a saúde humana mostraram-se bastante significativos desde a criação do PROCONVE, em 1986, tanto em relação às emissões de veículos leves quanto para as emissões de pesados. Comparando-se os limites de emissão estipulados nas fases P2, a primeira a ser compulsória, e P7, observa-se redução de 87% nos limites de CO, 81% nos limites de HC e 86% nos limites toleráveis de NOx. Ademais, os avanços provocados nas tecnologias incorporadas aos veículos foram também significativos, importantes inclusive para a abertura à exportação da produção de veículos montados no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2011. **Cartilha Proconve.** Diesel e emissões a nova legislação 2012. Disponível em <http://www.anfavea.com.br/>. Acesso em: 17 de ago. 2017.

CNT. **A fase P7 do Proconve e o impacto no setor de transporte.** – Brasília: CNT: Sest/Senat, 2011. Disponível em <www.cnt.org.br>. Acesso em: 20 ago. 2017.

DEMO, Pedro**. Pesquisa e construção de conhecimento**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

MERCEDES-BENS. 2012. Disponível em <http://blogcaminhao.mercedesbenz.com.br/index.php/tag/proconve-p-7/>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MIRANDA, M. O que muda com a chegada do Proconve 7. 2011**. Oficina Brasil.** Disponível em <http://www.oficinabrasil.com.br/index.php/reparador-diesel/1743-o-que-muda-com-achegada-do-proconve-7>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MURASSAWA, M. T. M. Aquecimento Global **- Ficção x Realidade**. 2011. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos_urbano/aquecimento_global_ficcao_ x realidade.html>. Acesso em: 10 jun. 2017.

SCHOLL E., OLIVEIRA F. C., SCHMITT E. G., PEROTTONI B. I. 2009. **Emissão de poluentes por automóveis.** Disponível em <www.ftec.com.br/empresajr/revista/autor/pdf/ivanilde.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

WADDINGTON, C. 2010. Edição 27. **Sem fumaça**. Disponível em <http://www.autodata.com.br/modules/transpodata.php?m=reportagens&recid=5397>>. Acesso em: 28 de jul. 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL EMPREENDEDORISMO ACADÊMICO

Leticia Pontes Salles das Costa, Paulo França Barbosa Neto

1. Introdução

O mercado cervejeiro brasileiro movimenta R$ 74 bilhões, respondendo por 1,6% do PIB nacional e 14% da indústria de transformação. Os dados são de uma pesquisa feita pela Fundação Getulio Vargas para a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (Cerv Brasil) – qdo? - e mostra as oportunidades desde mercado. O mercado de cervejas artesanais no Brasil vem apresentando crescimento anual entre 30% e 40%.

A produção artesanal hoje representa 1% do setor cervejeiro nacional, mas, de acordo com a Associação Brasileira de Bebidas (Abrabe), a tendência no crescimento deve levar o país a atingir 2% da fatia do mercado de cervejas em dez anos. No segundo trimestre de 2016 o número de cervejarias registradas no ministério da Agricultura passou de 320 para 397, o que possibilita fazer negócios, não apenas abre porta para o surgimento de novas cervejarias e técnicas de produção, mas também cria oportunidades voltadas ao oferecimento da matéria-prima e equipamentos. A prática de produção de cervejas artesanais não só abre a porta ao surgimento de novas cervejarias, mas também cria oportunidades de negócio para empresas relacionadas à oferta de matéria prima e equipamentos, promovendo, assim, o empreendedorismo entre os estudantes (Barbosa Neto et al, 2017).

2. Desenvolvimento do Projeto

Atualmente muito se fala sobre empreendedorismo, teorias e conceitos são envoltos do significado do termo empreendedorismo. O termo “empreendedorismo” foi registrado pela primeira vez por Richard Catillon, em 1755, para explicar a receptividade ao risco de comprar algo por um determinado preço e vende-lo em um regime de incerteza. Em 1803, Jean Baptiste Say ampliou a definição, para ele, empreendedorismo está relacionado àquele que

transfere recursos econômicos de um setor de produtividade mais baixa para um setor de produtividade mais elevada e de maior rendimento, ficando assim, convencionado que quem abre seu próprio negócio é um empreendedor.

Segundo HASHIMOTO et. al. (2014), o caminho de estabelecer um negócio próprio dá uma nova perspectiva de carreira na qual o empreendedor detém o controle do negócio desde o início e que o seu poder vai aumentando na medida em que a empresa vai crescendo.

2.1. Definição do produto

O presente projeto de iniciação científica propôs mostrar que é possível desenvolver e fabricar uma cerveja artesanal de qualidade utilizando o mínimo de equipamentos e insumos alcançando bons níveis de qualidade e possibilitando, utilizando um plano de negócios, em um futuro próximo, comercializa a cerveja artesanal elaborada. A primeira receita proposta para elaboração foi de uma cerveja estilo Weiss que se trata de uma cerveja de espuma cremosa, amargor suave e aromas de cravo e banana. Geralmente é um tipo de cerveja que não passa pelo processo de filtração, pois parte do seu fermento permanece depositado no fundo da garrafa, conferindo ao tipo um aspecto turvo quando servida. Para o desenvolvimento do trabalho foi desenvolvido realizando as atividades desenvolvidas no pequeno roteiro abaixo:

a) Estudar e conhecer o nicho de cervejas artesanais

b) Conhecer os processos de produção de cerveja artesanal

c) Conhecer os diversos tipos de cervejas e suas respectivas características

d) Produzir cerveja artesanal de qualidade

e) Avaliar no final, quais as etapas e processos que podem ser melhorados para obtenção do objetivo final.

3. Definição do Método de Fabricação (BIAB)

O método **BIAB** sigla que significa em inglês **Brew in a Bag** surgiu na Austrália, trata-se de um método fácil para produção de cerveja artesanal, pois requer poucos equipamentos para seu uso. O método baseia-se na utilização de um saco , em que o grão moído ou em pó é adicionado, este saco então é imerso na panela cervejeira contendo água quente para a etapa de mosturação da cerveja.

Depois que o processo de mosturação, onde os compostos do malte são extraídos, o saco é retirado, o mosto que permanece na panela após a mosturação já está clarificado pois o saco atua a função de um filtro, impossibilitando a passagem de partículas grandes do malte.

Em um processo tradicional para fabricação de cerveja artesanal são necessárias três panelas cervejeiras, no caso da utilização do método BIAB é necessário apenas uma panela cervejeira, daí sua praticidade, ao mesmo sendo econômico.

Uma das maiores desvantagens do BIAB é a eficiência, em comparação com outros métodos de produção. Não é raro ter eficiências na casa dos 50% a 60%. Porém, com algumas técnicas é possível conseguir eficiências comparáveis às formas mais tradicionais de brassagem, entre 70% e 80%. As fotos a seguir mostram a primeira brasagem realizada em 21/092017:

Figura 1 – Fotos da 1º Brassagem – 1) Grãos de malte sendo moídos no moinho tipo Guzzo, 2) Início da brassagem, método BIAB – Brew in a bag, 3) Fervura do mosto e 4) Processo de Fermentação.



Durante o processo de fermentação, as leveduras irão consumir os açúcares fermentáveis do mosto gerando o álcool e o CO2, os aromas e sabores, e também a redução o pH da cerveja. Após a etapa de fermentação, o mosto foi transferido para o tanque de maturação, onde permaneceu por 5 dias com temperatura controlada. Uma boa maturação é importante para o amadurecimento da cerveja. Durante a maturação as leveduras ainda atuam, neste caso não gerando mais álcool ou CO2, mas reabsorvendo certos compostos sulfurosos, tornando a cerveja mais limpa. Após as etapas de fermentação e maturação foi realizado o priming. Este processo consiste, basicamente, em adicionar uma quantidade extra de açúcares fermentáveis na cerveja para que as leveduras residuais iniciem uma refermentação na garrafa, gerando CO2 e a consequente carbonatação da cerveja. E finalizando o processo, após o priming, foi efetuado o envase em garrafas de 600 ml. Neste processo o controle de processo, especialmente a sanitização dos de equipamentos e garrafas são muito importantes para o sucesso do produto acabado (Barbosa Neto et al., 2017).

4. Discussões

Ao final do projeto de pesquisa, ter disponibilizado ao curso de Engenharia de Produção, um processo de fabricação de cerveja artesanal robusto, com programação e controle de processos claros em cada etapa da produção e uma possível alternativa de equipamentos para o ingresso no mercado de cerveja artesanal. Espera-se com os resultados finais que a cerveja artesanal elaborada possa ser comercializada futuramente.

Sabe-se que uma das maiores desvantagens do método BIAB é a eficiência, se comparado com outros métodos de produção. Sua eficiência fica na casa dos 50% a 60%. Porém, com algumas técnicas é possível conseguir eficiências comparáveis às formas mais tradicionais de brassagem, entre 70% e 80%, este é sem dúvidas um dos pontos cruciais que foi discutido, para a próxima brassagem será adotado o processo mais efetivo para a lavagem dos grãos, e por fim, será adotado uma maneira mais efetiva para sanitização das garrafas para o envase, haja visto que possivelmente este fator tenha influenciado na carbonatação final da cerveja. Por fim, busca-se contribuir com a ciência, no sentido de potencializar a formação acadêmica, avivando o interesse pela pesquisa, contribuindo com a expansão do conhecimento.

REFERÊNCIAS

BARBOSA NETO, P. F.; VERALDO JUNIOR, L. G.; PIRTOUSCHEG, A. L. O.; FELIPE da SILVA, HUMBERTO. Development of an Interdisciplinary Project in Industrial Engineering Course: Homemade Beer Production In: 13th International CDIO Conference, 2017, Calgary. CDIO PROJECT IN PROGRESS CONTRIBUTIONS. , 2017.

MORADO, Ronaldo. Larousse da Cerveja . São Paulo. Larousse do Brasil. 2009.

GREENHALGH, Trisha. Como ler artigos científicos. Fundamentos da medicina baseado em evidencias. 2001

AQUARONE, E.; LIMA, U.A; BORZANI, W. - BIOTECNOLOGIA Alimentos e bebidas produzidos por fermentação Ed. EDGARD BLUCHER Ltda. São Paulo, Vol. 5, 1983.

HASHIMOTO, Marcos. Espírito Empreendedor nas Organizações. 3ª ed. Saraiva, 2013.
http://www.brejas.com.br/blog/05-01-2012/cerveja-pura-por-lei-11278/. Acessado em: 24/09/2016 às 21h50min.
FERREIRA, Rubens Hermógenes. ***Inovação em cervejas especiais na região metropolitana de Belo Horizonte*.** Diss. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Administração-Faculdades Integradas Leopoldo, 2010. – Acessado em 01/jun/2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

PROPOSIÇÃO DE INOVAÇÃO NO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS) NA PERSPECTIVA DO DESEIGN THINKING

Luiz Claudio de Moura[6], Henrique Martins Galvão[7]

Resumo: Esse estudo discute os desafios dos serviços públicos de saúde enfrentados pelos governos e sociedade. Embora a Constituição Federal tenha instituído o direito universal dos cidadãos à saúde, na prática observam-se enormes entraves para cumprimento dos preceitos constituições, tanto nas esferas federal e estadual quanto na esfera municipal. A participação do orçamento público federal para promover a saúde tem decaído ao longo dos anos. Em face às dimensões territoriais e as disparidades socioeconômicas, o serviço de saúde nos municípios brasileiros têm níveis baixos de recursos, estruturas e capacidades para atender demandas de média e de alta complexidade. Diante dos desafios levantados na revisão da literatura, o presente estudo propõe a metodologia do design thinking como ferramenta de gestão capaz de inspirar agentes públicos no aprimoramento e inovações nas políticas e nos serviços públicos de saúde. Sobretudo, a metodologia design thinking permite aos gestores dos serviços públicos enfrentarem desafios e restrições econômicas e sociais com inovação.

Palavras-chave: Serviço Único de Saúde. Inovação. Design Thinking.

1. Introdução

A Constituição Federal do Brasil expressa de forma clara e inequívoca o direito a todo e qualquer brasileiro acesso ao sistema de saúde público. Serviço este que conforme pesquisa realizada em 2010 pelo IPEA já demonstrava problemas em sua estrutura, atendimento, insatisfação pelos usuários; e com a crise econômica que assola o país tende a ser agravada, uma vez que o crescimento do número dos desempregados migrados da rede privada passará a utilizar do serviço público de saúde. Sendo o serviço de saúde ofertado pelo governo brasileiro de forma universal, tal como é em outros países como Reino Unido, França, Portugal, Cuba; a sua continuidade depende de fatores politico, social e econômico e com o percentual destinado à saúde em níveis baixos e o aumento de pessoas desempregadas a tendência é agravar os problemas levantados em pesquisa. Com a utilização da metodologia

[6] Mestrando em Design, Tecnologia e Inovação no Unifatea / Lorena – SP
[7] Docente no Programa de Mestrado em Design, Tecnologia e Inovação no Unifatea / Lorena – SP

do *design thinking* tem-se possibilidade de se encontrar e entender de forma mais profunda os problemas que não só os usuários apontam como também as demais pessoas envolvidas nos processos dos diversos setores do serviço público. Sobretudo, a inovação no serviço de saúde público vem sendo discutido cada vez mais na literatura e avançado em diversos países. Nesse caso, a metodologia do *design thiking* tem potencial para provocar aprimoramentos significativos e inovações nos processos e serviços públicos de saúde, como no caso especial do Serviço Único de Saúde – SUS. O estudo discorre a respeito dos direitos cidadãos e os desafios dos deveres do Estado para com a oferta de serviços públicos da saúde e tem como objetivo apresentar modelo do *design thinking* aplicado para a inovação no setor público. Para atingir o objetivo, adota-se a metodologia de pesquisa exploratória e bibliográfica (GIL, 2002) sobre administração da saúde pública e metodologia *design thinking*.

2. Administração pública na saúde – efetividade do SUS

Encontra-se expresso na Seção II da Constituição Federal do Brasil, promulgada em 1988, conjunto de artigos que tratam dos direitos dos cidadãos ao acesso integral à saúde e o dever do Estado em garantir os serviços de saúde a todos os brasileiros. Mais precisamente no Art. 196º., o Estado, por meio de políticas sociais e econômicas deve visar a "redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção" (BRASIL, 1988). Observa-se, ainda, na Seção II a instituição do serviço único da saúde – SUS e de modo descentralizado, ou seja, para prover a prestação de serviço público de saúde tem-se a participação da União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

Conforme parágrafo primeiro do Art. 198º. o sistema de saúde pública deve ser totalmente custeado pelos recursos públicos, oriundos de toda a sociedade. Para tanto, os recursos serão financiados mediante orçamentos com as priorizações estabelecidas na lei de diretrizes orçamentárias (BRASIL, 1988). Para Piola et al (2013), o dispêndio público e privado total com a saúde equivale atualmente a 8,8% do PIB, equivalente aos países da Comunidade Europeia. Para os autores "o Brasil é o único país com sistema universal de saúde onde o gasto privado supera o público". Ou seja, do lado do governo tem-se que o financiamento

público da saúde é uma das formas de garantir o acesso aos serviços de saúde à população, seja para SUS, propriamente, planos e seguros privados, assistência a servidores públicos e privados autônomos. De acordo com Piola et al (2013), no setor público o acesso à saúde pelos servidores públicos ocorre de forma direta. No setor privado, o financiamento ocorre de forma indireta, por meio de renúncias fiscais, que inclui ressarcimento de planos e seguros de saúde e de outros mecanismos de incentivos públicos ao setor privado. Nesse caso, as renúncias fiscais incluem isenções concedidas às instituições sem fins lucrativos, as deduções do imposto de renda concedidas às pessoas físicas e jurídicas devido a gastos com médicos, dentistas, laboratórios, hospitais e planos de saúde e a desoneração tributária de determinados medicamentos.

Estima-se que no ano de 2013, a renúncia fiscal foi da ordem de R$ 21 bilhões, devido às isenções, deduções e desonerações na área de saúde, bem superior ao do ano de 2010, no montante de R$ 16,1 bilhões (PIOLA, et al 2013). Também se verifica que para cobrir os gastos com a saúde os governos nas três esferas dependem o volume de arrecadações provenientes dos tributos, federais, estaduais e municipais. Nesse caso, a Carga Tributária Bruta consiste na razão entre o volume de impostos (taxas e contribuições sociais, que são usadas no financiamento das políticas públicas) e o PIB (PIOLA et al 2013). Desse modo, os recursos públicos sofrem o viés do volume de arrecadação, os quais têm sofrido reduções drásticas ao longo dos anos com reflexos no volume de recursos que são destinados à saúde. Verifica-se que a partir de 2014 o PIB apresenta recuo acentuado da atividade econômica, uma vez que o Brasil tem passado por turbulências tanto políticas quanto econômicas.

De acordo com pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017), a realidade da crise tem sido agravada, verificando-se no segundo trimestre 2016 a existência de 13,5 milhões, o equivalente a 10,8%, e em maio de 2017 houve um aumento desta taxa de desempregados atingindo o percentual de 13,7%, o equivalente a 14,2 milhões de pessoas desempregadas, sendo uma marca histórica. Em razão do baixo crescimento do PIB, observa-se que a participação do governo federal no financiamento da saúde diminuiu drasticamente, 20% a menos em relação ao início da última década, se anteriormente o governo federal participava com 60% do financiamento, atualmente são 40% do total

investido no SUS (SIMERS, 2015). Nessa situação, o SUS pode colapsar, em parte pela redução dos recursos financeiros e parte pelo aumento da demanda de novos usuários migrados da rede privada de saúde. Em pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2010) mostra que filas nos hospitais e postos de saúde, demora entre o agendamento e a realização de consulta e exames, falta de médicos são alguns dos problemas que a população usuária do sistema de saúde já encontrava, comprometendo o sistema de saúde. Alarmante se torna a situação, uma vez que com os índices de desempregados batendo recordes a cada pesquisa realizada, fatalmente se agravará, pois não vislumbramos mudanças nesta estrutura. Ao observarmos a distribuição dos recursos orçamentários divulgados nos últimos 4 anos, facilmente observamos um percentual médio na ordem de 4,00%; e com o agravamento desta crise econômica pela qual estamos vivendo, obviamente os recursos destinados a saúde sofrerá impacto de forma negativa. Cabe ressaltar, conforme verificado no Quadro 1, que a legislação brasileira regula a distribuição de recursos com base na Lei Orçamentária Anual – LOA. A referida Lei elaborada e instituída pelo Poder Executivo, estabelece as despesas e receitas que serão realizadas no próximo ano, e devendo ser votada e aprovada até o final de cada ano. (Constituição Federal do Brasil, 1988).

Quadro 1 – Orçamento Geral da União

Setor/ Função	**2014** **R$ 2,168 Tri**	**2015** **R$ 2,268 Tri**	**2016** **R$ 2,572 Tri**	**2017** **R$ 3,399 Tri**
Saúde	3,98%	4,14%	3,90%	3,16%
Trabalho	3,21%	2,88%	2,72%	2,20%
Educação	3,73%	3,91%	3,70%	3,26%
Previdência	21,76%	22,69%	22,54%	19,13%
Juros	45,11%	42,43%	43,94%	50,66%

Fonte: adaptado pelo autor (BRASIL, 2013 a 2016)

Governos de todo o mundo estão sob permanente pressão da sociedade para responder às demandas dos cidadãos e também à crescente complexidade de seus ambientes institucionais; a insatisfação com os serviços públicos prestados e para os que prestam o serviço a falta de

oportunidade de realização profissional. A globalização, o combate à desigualdade, o respeito à diversidade e a busca pela boa governança e por uma gestão pública eficiente são alguns dos desafios a ser enfrentado pelos governos no século XXI que exige criatividade e abordagens inovadoras. As questões envolvendo a saúde pública envolvem políticas públicas não somente em países em desenvolvimento, mas também em países desenvolvidos (CAVALHEIRO, 1999). Segundo o Ministro da Saúde do Reino Unido, quando se é preciso tratar alguma doença, estrangeiros, imigrantes ilegais, ricos e pobres buscam o mesmo serviço; National Health System – NHS, nome do serviço de saúde britânico, modelo universal, gratuito, eficaz; mas mesmo sendo bem-sucedido, também enfrenta desafios como a crise financeira mundial e o envelhecimento da população (CUMINALE, 2011). Através de um plano chamado QIPP – qualidade, inovação, produtividade e prevenção; plano este que visa economizar 20 milhões de libras. Ver a saúde pública como sendo algo mais completo, abrangendo habitação, falta de educação, dieta ruim, causa de morte, devendo tudo isso ser posto em perspectiva para chegar a uma solução. Apesar de bem-sucedido, Simon Burns afirma que o sistema britânico enfrenta desafios, como a crise financeira mundial e o envelhecimento da população, o que exige adaptação das políticas de saúde as mudanças da população (CUMINALE, 2011).

Além do sistema de saúde britânico, outros cinco países possuem um sistema de saúde público universal sendo, Canadá, Austrália, França, Suécia e o quinto é Brasil. Apesar de serem poucos países, o Brasil, no entanto, é o que possui orçamento público à saúde como um dos piores da lista (SIMERS, 2016). No ano de 2014, o governo brasileiro investiu 6,7% do orçamento em saúde, enquanto os outros cinco países gastaram entre 14,9% e 27,9% do orçamento do governo na saúde. Sobretudo, além de o investimento ser baixo que comprometendo o serviço, também tem atendimento de baixa qualidade, falta de leitos e um tempo de espera muito longo para realizar procedimentos (SIMERS, 2016).

No caso brasileiro, levando-se em consideração o percentual do PIB aplicado na saúde e o número crescente de desempregados conforme já demonstrado anteriormente, a busca de soluções plausíveis e inovadoras que tornam mais do que necessárias para evitar o risco de atingir o colapso total do Sistema Único de Saúde, bem como causando severos danos sociais à população. De acordo com um recente relatório divulgado pelo Conselho Federal de

Medicina, percebem-se problemas estruturais e de atendimento em hospitais públicos de urgência que ferem os direitos da população, financiamento limitado, fechamento de leitos, que se somam à falta de insumos e medicamento e a ausência de uma política de recursos humanos (CMF, 2014). Conforme Piola et al (2013), os leitos públicos no Brasil correspondem a apenas 35,4 % do total de leitos disponíveis, e média de 2,3 leitos/habitante, enquanto a média de leitos públicos na OCDE é de 72% e 3,8 por habitante.

O Brasil possui grande dimensão territorial e disparidades econômicas e sociais, incluindo a educação e o saneamento básico que demandam por políticas públicas efetivas. A administração pública para saúde conduzida pelo Ministério da Saúde instituiu em 2012 o Índice de Desempenho do SUS – IDSUS com 24 indicadores, os quais avaliam o Sistema Único de Saúde (SUS), analisando o seu desempenho nos municípios, estados e regiões do país. De acordo com dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2012; FREITAS, 2013), os municípios foram separados em dois grupos com base em semelhanças socioeconômicas, por meio de três índices: o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDSE); o Índice de Condições de Saúde (ICS); e o Índice de Estrutura do Sistema de Saúde do Município (IESSM). Para calcular esses índices, foram utilizados indicadores simples cujos pesos foram dados pela metodologia de Análise de Componentes Principais (PCA). Posteriormente, os municípios foram separados em dois subconjuntos, que atendem ou não aos seguintes critérios: Índice de Estrutura do Sistema de Saúde do Município (IESSM) maior que 0,01 e capacidade de realizar duas ou mais internações por dia (BRASIL, 2012).

Tabela 1 – IDSUS - Grupos homogêneos de acordo com seus índices

GRUPO	IDSE	ICS	IESSM	QTD MUN
6	baixo	baixo	Sem estrutura MAC (*)	2.183
5	médio	médio	Sem estrutura MAC	2.038
4	baixo	baixo	Pouca estrutura MAC	587
3	médio	médio	Pouca estrutura MAC	632
2	alto	médio	Média estrutura MAC	94
1	alto	médio	Muita estrutura MAC	29

Fonte: CGMA/Demas/SE/MS

Fonte: Ministério da Saúde (BRASIL, 2012).

De acordo com a Tabela 1, o destaque é para o Grupo 1, com 29 municípios, que apresentaram média e alta complexidade – MAC elevado. A fragilidade do sistema evoca a questão da qualidade dos serviços de saúde, não somente a falta ou escassez de atendimento, mas também o tempo de espera, a qualidade nas informações, custos e tecnologias disponíveis. Em estudo realizado por Nunes et al (2014) com 2.927 pessoas em 2012 no município de Pelotas – RS, para analisar falta de acesso, utilização dos serviços de saúde, dias de espera para atendimento e tempo na fila de espera, apontou que a falta de acesso foi referida por 6,5% dos indivíduos, houve 29,3% que utilizaram serviços de saúde, destes 26,4% esperaram cinco dias ou mais para o atendimento, 32,1% esperaram uma hora ou mais na fila e metade dos atendimentos foi realizada nos serviços do SUS.

3. Inovação no serviço público baseada no Design Thinking

Como prática inovadora para o enfrentamento dos problemas de atendimento à saúde pública, o Governo do Estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria da Saúde, lançou mão de recursos que possui a sua disposição, tanto que se encontra em uso o CROSS - Central de Regulação de Oferta de Serviços de Saúde. Trata-se de um portal na *Internet* composto pelos sistemas: Conexa, Regnet Leitos, Regnet Urgência, Hospnet e Resgate; os quais têm como objetivo unificar as ações voltadas para o acesso dos usuários-cidadãos nas áreas hospitalar e ambulatorial, bem como facilitar a verificando das ofertas disponíveis de acordo com as necessidades do usuário (CONVERGE, 2011). Para o Governo do Estado de São Paulo, (2013), a utilização do Portal CROSS traz inúmeros resultados positivos, tais como: redução no tempo de atendimento na urgência e emergência; a integração aos Ambulatórios Médico de Especialidades (AME) e os demais ambulatórios.

Quadro 2 – Ações de entes sociais

Entes Sociais	Ação
Famílias	Procura o Agente Comunitário de Saúde
Agente comunitário de saúde	Identifica os problemas e os comunica aos restantes da equipe
Unidades básicas de saúde	Local onde fica o restante da equipe. Na UBS é realizado o primeiro atendimento e os casos que não podem ser resolvidos são encaminhados.
Ambulatórios de especialidades	São preparados para fornecer tratamentos especializados nas áreas como: cardiologia, neurologia, ortopedia, entre outras.
Hospitais	Local para onde são encaminhados os casos mais graves que necessitam de especialistas e equipamentos.

Fonte: Adaptado pelo autor (Guia de Direitos)

Embora com a utilização do sistema CROSS, o tempo de espera para que o usuário seja atendido, continua crescente; o que pode ser por vários fatores, desde: falha na utilização do sistema por parte dos usuários locais, equipamentos, gestão de pessoas, até mesmo o absenteísmo por parte dos usuários, entre outros. A necessidade da inovação no serviço público de saúde tem sido vista como prática importante de governos para atendimentos às demandas da sociedade. De acordo com Felipe Scherer, a inovação pode melhorar os serviços de saúde público ou privado, abrindo a cabeça para novas tecnologias, modelos de negócios e outras tendências. (SCHERER, 2015). Nesse caso, as inovações estão diretamente relacionadas com os profissionais que atuam nas repartições públicas, como: Secretarias, Postos de Saúde; Ambulatórios Médicos, incluindo os profissionais das áreas administrativas. A inovação pode ser definida, de forma geral, como a geração, desenvolvimento ou adoção de novas ideias, objetos ou práticas. Especificamente, pode ser um novo processo, uma nova estrutura organizacional ou sistema administrativo, um novo plano ou programa pertencentes a membros de uma organização. A geração da inovação resulta em um novo produto, serviço, ou prática que é nova para o estado da arte, ou nova pelo menos para o contexto organizacional. A inovação abrange um conjunto amplo de conceitos. Em particular, o conceito pode referir-se tanto ao processo de inovação e aos frutos desse processo, como para o processo, o termo inovação é rotineiramente utilizado para descrever tanto o contexto interno quanto externo de produtos novos, serviços e processos (OSLO, 2006).

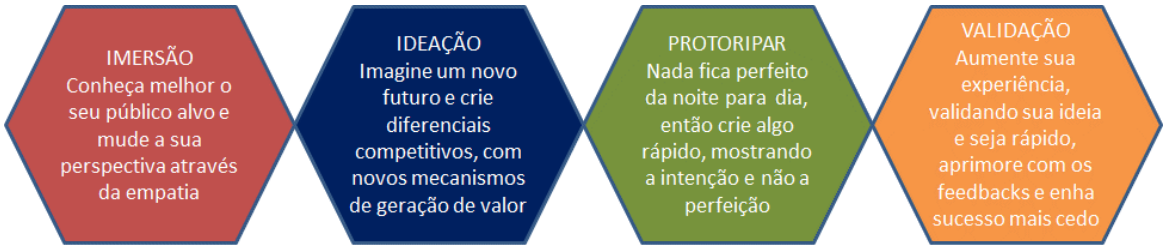
O sucesso das inovações repercute na qualidade dos serviços prestados à sociedade. Existem diferentes tipos de inovação, inclusive aquelas que proporcionam melhorias significativas. Em pesquisa realizada por Ferreira et al (2014) a respeito das Inovações em serviços de saúde no Brasil compreendidas no período de 1995 a 2011, os resultados apontaram que inovações incrementais, com predominância do tipo de inovação de processo e serviços, com foco na busca de eficiência operacional. Os autores sugerem medidas de incentivos governamentais à inovação no setor público, além de agenda de pesquisa de inovação para a saúde.

Nesta direção, os conceitos de *Open Innovation* (Inovação Aberta) e Driver User (Dirigida pelo Usuário), como o *Design Thinking* são importantes para desenvolver e implementar inovações para os serviços de saúde. No tocante à inovação aberta poderia ser bastante útil para aplicação na administração dos serviços de saúde no âmbito do SUS, uma vez que baseada em Chesbrough (2003), a inovação aberta requer pessoas com boas competências interpessoais para gerenciar o relacionamento com clientes e parceiros; boa vontade para recompensar o esforço e o aprendizado, além disso os fracassos são uma possibilidade na trajetória de inovação inovadoras, e constituem oportunidades para aprendizagem. A inovação aberta requer uma comunicação franca dentro da organização e com os parceiros externos, criando um ambiente baseado em confiança. As inovações abertas são classificadas como: Inovação de serviços; Inovação de processos; Inovação organizacional e Inovação na comunicação

Dessa forma, as inovações podem proporcionar ganhos econômicos, além dos sociais, do ponto de vista econômico os autores Potts e Kastelle (2010 *apud* BRANDÃO e BRUNO-FARIA, 2013), cita como uma das razões para se estimular a inovação no setor público é o fato do mesmo ser responsável por prover serviços aos cidadãos e a inovação pode propiciar melhores resultados. Vigoda-Gadot et al (2008 *apud* BRANDÃO e BRUNO-FARIA, 2013) afirmam que a eficiência do setor público de um país e uma prestação de serviços públicos de boa qualidade são vitais para alcançar operações transparentes, podendo resultar maior satisfação dos usuários com os serviços oferecidos. Como uma das ferramentas para inovação, verifica-se que a abordagem do Design Thinking é bastante útil para auxiliar nas condições

de: Imersão preliminar; imersão de profundidade; análise e síntese; ideação e prototipação e que envolvem as cinco fases, conforme Ilustração abaixo.

Ilustração 1 – Fases do design thinking



Fonte: CASTILO (2017), adaptado pelos autores.

De acordo com o SEBRAE (2017), aplicar o Design Thinking significa "trazer questionamentos intermináveis sobre a melhor forma de criar o novo, descobrir o inexplorado e obter algo realmente funcional". Principalmente, inovar é criar valor para os clientes e isso exige a busca "daquilo que ainda não existe".

Quadro 3 - Processo do design thinking

Imersão - é a vivência do problema do ponto de vista do usuário final. Esta é a fase de levantar informações da empresa, analisar concorrentes e tendências de mercado, procurar entender quem é o usuário final, fazer entrevistas e observações de campo.
Ideação - é a fase criativa. O importante é colocar de lado preocupações com questões operacionais, para criar ideias realmente novas. Fazer um brainstorming é um ótimo procedimento. A ideação pode ocorrer por meio de mapas mentais, desenhos, storyboards (com narrativa), entre outros.
Prototipação - auxilia na validação das ideias geradas. O protótipo concretiza uma ideia, a passagem do abstrato para o concreto, para que se apresente uma versão (mesmo que simplificada) do produto ou serviço.
Realização (validação) - implementação da ideia por meio do lançamento do serviço ou produto.

Fonte: adaptado pelos autores.

Nos últimos anos o design thinking vem se tornado cada vez mais metodologia que contribui para resolver inúmeros problemas relacionados com produtos e serviços que contribuem para fazer diferença na vida das pessoas. O design thinking tem o potencial para melhorar políticas

públicas e serviços públicos. A metodologia design thinking traz a perspectiva do usuário, promove melhor entendimento da experiência dos cidadãos para os serviços públicos, oferece suporte para gestores públicos aprimoraram o valor público para a sociedade e elevar a confiança (MINTROM e LUETJENS (2016). O design thinking para o setor público rompe com processos antigos e os transforma em novos processos, ou seja, está voltado para como os processos de decisões são organizados e funcionam e como a colaboração e geração de ideias podem ser promovidas e orientadas através das estruturas organizacionais (ALLIO (2014). A Ilustração 2 traz a perspectiva.

Ilustração 2 – Processo do design thinking para o serviço público



Fonte: Allio (2014), adaptado pelos autores

Quadro 4 - Design Thinking no Setor Público

Empatização - as políticas e serviços públicos devem ser projetados com pessoas e não apenas para elas. Desenvolver a empatia é levar a administração pública para fora dos departamentos e confrontá-la com as situações reais de vida, compreender os desafios dos usuários e ajuda-los nas suas expectativas, que conduzem à uma capacidade de co-criação.
Definição – a compreensão e a definição do problema reduzem riscos de duplicação, inconsistentes ou sobrepostos, minimiza incertezas e oferece maior legitimidade e decisões efetivas. O enquadramento correto dos problemas é pré-condição para o desenvolvimento das fases de formulação, desenvolvimento, adoção e implementação de políticas.
Ideação – experimentar ideias iniciais que podem vir de novas formas de olhar os problemas existentes ou olhando novas oportunidades, que vir da exploração de novas tecnologias. Destaca-se que a inovação significa exploração de novas ideias.
Prototipação – aplicada na inovação do serviço público, a prototipagem implica que as solução políticas elaboradas não são necessariamente um fim em si mesmas, ou seja, através do design thinking o protótipo é algo inicial, um modelo de produto ou de um serviço, construído para testar um conceito ou processo ou para agir, algo que pode ser aprendido por meio do *feedback* com os usuários e replicado.

Testando – refina os protótipos e fornece conhecimentos dos usuários, também, os quais é outra oportunidade para construir empatia. Para maximizar a utilidade de testes, os protótipos devem ser concebidos tendo como meta o teste com usuários.

Fonte: Adaptado de Allio (2014).

4. Análises e considerações finais

Verifica-se que quando um País possui um sistema de saúde universal, ou seja, que visa a atender toda a sua população, é necessário estar em constante sintonia e principalmente aberto às questões atualizadas, ainda mais neste mundo globalizado e com informações à disposição de forma rápida. A melhoria na gestão financeira, gestão de pessoas, estrutura e sistemas podem melhorar a oferta de serviços com qualidade, melhoria no atendimento e diminuição no tempo de espera, etc. Com isso, muitos utilizam de recursos jurídicos para forçar o sistema de saúde dar atendimento com maior brevidade a questão; situação esta que fez a Exma. Dra. Carmem Lucia, atual presidente do Supremo Tribunal Federal, declarar: "a dor tem pressa". Ou ainda, nos remeter à: "A Dor, incomoda. A Dor, judia. A Dor machuca".

Leite (2016) afirma que o real problema do SUS não é a falta de dinheiro e em consonância à isso analisa que alguns dos problemas dos sistemas socializados de pagador único sob uma ótica econômica, afirmando que vários problemas da saúde são fomentados por dificuldades técnicas, corrupção, imprevisibilidades da ação humana, acidentes naturais, epidemias. Sob a perspectiva econômica, a Lei da Oferta e da Demanda nos dá informação sobre a alocação de recursos; recursos estes em que todo e qualquer sistema, cedo ou tarde, apresentará carência tão logo a Demanda não seja satisfeita pela oferta. Como resultado da recente crise envolvendo o País, não é difícil vermos políticos e burocratas clamando por mais verbas para o sistema de saúde, e defendendo recriar o tributo CPMF.

O Reino Unido, Canada, França, entre outros países que possuem um sistema de saúde universal, estão se adaptando as mudanças existentes nos respectivos países, como o envelhecimento populacional e aumento da expectativa de vida. Além disso, a melhoria da qualidade dos serviços tem sido priorizada por meio de práticas de gestão pública gerencial,

menos burocrática e mais eficaz nos resultados. A utilização de metodologias de gestão e ferramentas da qualidade contribuem para fazer melhor uso dos recursos disponíveis agregando valor econômico e social.

Com a aplicação da metodologia do Design Thinking, pode-se identificar os pontos mais críticos dentro sistema de saúde brasileiro e buscar uma melhor solução possível para os problemas enfrentados pelos usuários do SUS, tais como: aquisição de medicamentos, procedimentos médicos e cirúrgicos escassos, demora das consultas médicas, exames, entre outros. Dessa forma, espera-se que presente estudo possa contribuir para motivar profissionais do setor público e pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ALLIO, L. **Design Thinking for Public Service Excellence**. 2014. UNDP Global Centre for Public Service Excellence. Disponível em: www.undp.org/publicservice. Acessado em: 11 out 2017.

BRANDÃO, S. M.; BRUNO-FARIA, M. de F. Inovação no setor público: análise da produção científica em periódicos nacionais e internacionais da área de administração. Rev. Adm. Pública — Rio de Janeiro 47(1):227-248, jan./fev. 2013.

BRASIL, Ministério da Saúde. **IDSUS** - Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde. 2012. Disponível em: http://idsus.saude.gov.br/grupos.html. Acessado em: 15 de set 2017.

BRASIL. **Constituição Federal Brasileira de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao Compilado.htm. Acessado em: 20 set 2017.

CASTILO, A. **Como criar ideias inovadoras para empresas usando Design Thinking**. 2017. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/como-criar-ideias-inovadoras-para-empresas-usando-design-castilo. Acessado em: 28 set 2017.

CARVALHEIRO, José R. Os desafios para a saúde. **Estudos Avançados** 13 (35), 1999.

CFM – Conselho Federal de Medicina. **CFM repudia campanha do governo sobre preconceito no SUS**. 2014. Disponível em: http://portal.cfm.org.br. Acessado em 12 de jun de 2017.

CHESBROUGH, H. W. **Open Innovation**: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business Press, 2003

CONVERGE. http://convergecom.com.br/tiinside/15/07/2011/portal-ajuda-estado-de-sao-paulo-a-gerenciar-vagas-no-sus/. Acessado em 01 jun 2017.

CUMINALE, Natália. **No Reino Unido, um sistema de saúde universal e eficaz**. 2011. Revista Veja. Disponível em: http://veja.abril.com.br/saude/no-reino-unido-um-sistema-de-saude-universal-e-eficaz/. Acessado em 10 de jun 17.

FERREIRA, V. R. S., NAJBERG, E., FERREIRA, C. B., BARBOSA, N. B., BORGES, C. (2014). Inovação em serviços de saúde no Brasil: análise dos casos premiados no Concurso de Inovação na Administração Pública Federal. **Revista de Administração Pública**, 48(5), 1207-1227.

FREITAS, T. A. de. **IDSUS** - Índice de Desempenho do SUS. 2013. Disponível em: http://www.sabercom.furg.br/bitstream/123456789/1712/1/Indice%20de%20desenvolvimento%20do%20SUS%20-%20IDSUS.pdf

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. **A política estadual de Regulação e a CROSS**. 2013. Disponível em: http://www.cosemssp.org.br/downloads/apresentacao-SISREG-sonia.pdf. Acessado em: 25 de set 2017.

LEITE, D. L. Mercado Popular. **Economia livre e justiça social**. 2016. Disponível em: http://mercadopopular.org/2016/01/o-real-problema-do-sus-nao-e-falta-de-dinheiro/. Acessado em: 15 jul 2017.
MINTROM, M; LUETJENS, J. Design Thinking in Policymaking Processes: Opportunities and Challenges. 2016 **Institute of Public Administration Australia**. doi:10.1111/1467-8500.12211.

NUNES, B. P.; THUMÉ, E.; TOMASI, E.; DURO, S. M. S.; FACCHIN, L. A. Desigualdades socioeconômicas no acesso e qualidade da atenção nos serviços de saúde. **Rev Saúde Pública** 2014;48(6):968-976.

OSLO - **Manual de Oslo**. OCDE. Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. Publicado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), 3ª Edição, 2006.

PIOLA, S. F. et al. Estruturas de Financiamento e Gasto do Sistema Público de Saúde. 2013. *In*: **A saúde no Brasil em 2030**: prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: estrutura do financiamento e do gasto setorial. volume 4 / Fundação Oswaldo Cruz... [et al.] — Rio de Janeiro : Fiocruz/Ipea/Ministério da Saúde/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2013.

POTTS, Jason; KASTELLE, Tim. Public sector innovation research: what's next? *Innovation: Management, Policy & Practice*, v. 12, n. 2, p. 122-137, 2010.

SCHERER, F. Exame.Abril. 2015. **Inovação a serviço da saúde**. Disponível em: https://exame.abril.com.br/blog/inovacao-na-pratica/inovacao-a-servico-da-saude. Acessado em: 12 de jun 2017.

SEBRAE. Design Thinking: inovação pela criação de valor para o cliente. Disponível em: https://www.sebrae.com.br. Acessado em: 27 set 2017.

SIMERS – Sindicato Médico do Rio Grande do Sul. **Como funciona o financiamento da saúde pública**. 2015. Disponível em: http://www.simers.org.br/2015/10/como-funciona-o-financiamento-do-sus/. Acessado em: 01 de out 2017.

VIGODA-GADOT, Eran et al. Public sector innovation for Europe: a multinational eight-country exploration of citizen's perspectives. *Public Administration Journal*, v. 86, n. 2, p. 307-329, 2008.

https://www.ibge.gov.br/. Acessado em: 13 Ago 2017

http://www.ipea.gov.br/portal/. Acessado em 14 Jul 2017

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

PROPOSTA DE REDUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA UNIDADE FABRIL DE RECICLAGEM POR MEIO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTO

Laryssa Oliveira da Silva

1. Introdução

Dentre todos os setores que mais utilizam energia no Brasil, o setor industrial ocupa o primeiro lugar com 33,0%, tendo como adversário em segundo lugar o setor de transporte com 32,4% (EPE, 2017).

Mesmo com aumento da taxa de energia, o mercado atual, englobando todos os setores tem se tornado cada vez mais competitivo. Perante a isso, as empresas buscam cada vez mais a efetiva utilização de sua capacidade por meio de novos recursos tecnológicos, automação e investimentos em novos equipamentos e substituição do mesmo (PALHARES, *et al.* 2016).

A substituição de equipamentos é uma dessas alternativas, que por ser um conceito amplo abrange desde a seleção de equipamentos similares para substituir os existentes quanto a avaliação dos que atuam de forma completamente distintos, porém desempenham a mesma função (NASCIMENTO, 2014).

Atualmente no Brasil acredita-se que existe um enorme potencial de redução de custos, desfazendo-se de equipamentos ultrapassados que tem um alto custo perante o tempo de operação elevado ou produzindo fora das especificações (CASSOROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010).

O presente estudo deseja responder, por meio da analise econômica para substituir equipamentos, por que empresas mantêm equipamentos obsoletos em funcionamento mesmo quando sua operação não é mais economicamente viável?

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma proposta de viabilidade econômica ao se aplicar as técnicas de substituição de equipamento que ajudaria na redução de energia e aumentaria a capacidade produtiva da unidade fabril de reciclagem de cano de PVC.

Para alcançar o que foi proposto no objetivo geral do trabalho, foram determinados alguns objetivos específicos, sendo eles:

- Mapear o consumo elétrico na planta produtiva,.
- Propor alternativas de melhoria da eficiência energética a fim de reduzir o consumo e custos com energia e aumentar a produtividade da fábrica por meio de substituição de equipamento.
- Apresentar o melhor investimento de acordo com a renda da fábrica.

O propósito de realizar este estudo é apresentar por meio de resultados de viabilidade econômica ao se aplicar as técnicas de substituição de equipamentos, o que se torna uma necessidade dentro da empresa. Como os custos de manter um equipamento muito desgastado e já depreciado tende a ser alto, trazendo uma redução dos lucros, a substituição de equipamento passa a ser necessário para que se obtenha um melhor desempenho de sua função (ANDRADE, 2014).

A delimitação do estudo será feita em uma unidade fabril de reciclagem de cano de PVC, situada na cidade de Roseira, que faz uso de equipamento obsoleto que conta com um alto índice de consumo de energia elétrica, identificando assim o pior equipamento propondo substituição do mesmo.

2. Referencial Teórico

Por mais que a substituição de um ativo representa uma decisão criteriosa para uma empresa, ela é bastante comum entre elas. Segundo Hirschfeld (2015), existem ocasiões típicas em que a analise de viabilidade para a substituição de um ativo seja decidida. As principais razões apresentadas para que ocorra essa substituição é o excesso do custo de manutenção e operação, a obsolescência tecnológica, surgimento de alternativas mais vantajosas e inadequação para execução das funções requisitadas.

Tais modelos de substituições foram desenvolvidos levando a natureza e as conseqüências da evolução tecnológica em consideração. Para avaliar tal analise de substituição, a empresa

deverá fazer uma análise de todos os dados históricos do desempenho de cada equipamento para assim observar as necessidades de substituição, por meio de um sistema de custos que informe as necessidades de substituição de equipamento dos equipamentos já existentes (MOKRZYCKI 2012).

2.1. Analise de investimento

Os métodos de analise de investimento são utilizados como fonte auxiliar na analise e avaliação de diversos tipos de decisões de marco econômico. Os métodos mais comuns são: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback* (PB), e a Anuidade Equivalente (AE) ou o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) (CRUZ, *et. al.*, 2015).

2.3.1. Valor presente líquido (VPL)

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), o VPL é constituído pelo somatório dos valores de fluxo de caixa que são gerados ao longe de sua vida útil ao investimento inicial de cada alternativa. Será economicamente viável quando o VPL é maior ou igual à zero, sendo assim, tornando a aceitabilidade do projeto maior. Utiliza a seguinte Equação 3:

$$VPL = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+i)^t} \qquad (3)$$

Onde:

FC é o fluxo de caixa no período

t é o enésimo período no tempo em que o dinheiro será investido no projeto (começa no período 1, quando há efetivamente o primeiro fluxo de dinheiro);

n é o número de períodos

i é o custo do capital.

2.3.2. Taxa interna de retorno (TIR)

"O método TIR requer o calculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas" (Casarotto Filho e Kopittke; 2010; p. 120).

Segundo Mokrzycki (2012), podemos utilizar a TIR tanto para analisar dimensões de risco, como a de retorno. Para o uso da TIR como medida de retorno, a regra primaria é a seguinte:

TIR > TMA – indica que há mais ganho investindo-se no projeto do que na TMA (Taxa mínima de atratividade).

Em termos matemáticos a TIR é obtida com a solução da Equação 4:

$$I = +\sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \qquad (4)$$

2.3.6. Payback (PB)

Segundo Cruz *et al.* (2015) o período de recuperação do investimento trata-se de um método para determinação do tempo necessário para que o projeto tenha retorno. Utilizado em conjunto com o VPL ou a TIR.

3. Procedimentos Metodológicos

Para identificar as informações relevantes ao estudo, para assim realizar os cálculos de consumo de energia elétrica de cada equipamento, foi realizada uma visita a fábrica onde foram coletados dados dos motores dos mesmos,

A Tabela 1 mostra os dados coletados de cada equipamento:

Tabela 1 : Dados de cada equipamento

	KW	Capacidade	R$ Manutenção/ano
Aglutinador 1	9,4	300 kg/h	R$ 2.500,00
Aglutinador 2	11,05	180 kg/h	R$ 2.500,00
Aglutinador 3	11,05	180 kg/h	R$ 2.500,00
Extrusora 1	9,4	200 kg/h	R$ 2.500,00
Extrusora 2	14,7	300 kg/h	R$ 2.500,00
Extrusora 3	9,2	120 kg/h	R$ 2.500,00
Moinho	9,2	400 kg/h	R$ 2.500,00

Fonte: Autora (2017)

Para a elaboração dos cálculos, é necessário conhecer como cada equipamento trabalha e qual sua jornada de trabalho. A fábrica trabalha de segunda a sexta, e um sábado ao mês, contando 21 dias trabalhados. Para isso, foi adotado uma jornada de trabalho de 6 hrs diárias, levando em conta que os equipamentos não ficam o turno todo ligado, e trabalhando com sua potência a 50%. Conforme os dados disponibilizados pela fábrica dos históricos da conta de luz da mesma,foi feito uma média do valor tarifário, chegando ao valor de R$ 0,56. A fábrica trabalha com dois tipos de PVC reciclado, o preto e o colorido, foi feito uma média dos valores do preço do KG de cada um, obtendo então R$ 3,90 o valor do KG, sendo ele adotado para a realização dos cálculos.

Com todos os dados coletados, foi possível dar inicio aos cálculos para chegar a conclusão de qual equipamento consome mais energia elétrica, conforme a Tabela 2:

Tabela 2: Consumo Mensal de KW de cada equipamento

	KW mensal	Valor tarifário	Preço mensal KW
Aglutinador 1	1184,40	R$ 0,56	R$ 663,26
Aglutinador 2	1392,30	R$ 0,56	R$ 779,69
Aglutinador 3	1392,30	R$ 0,56	R$ 779,69
Extrusora 1	1184,40	R$ 0,56	R$ 663,26
Extrusora 2	1852,20	R$ 0,56	R$1.037,23
Extrusora 3	1159,20	R$ 0,56	R$ 649,15
Moinho	1159,20	R$ 0,56	R$ 649,15
Total consumo:	**9324,00**		**R$ 5.221,44**

Fonte: Autora (2017)

Desta forma após os cálculos,a conclusão obtida foi de que o equipamento com maior consumo de energia elétrica é a extrusora 2, com um consumo mensal de R$ 1.037,23, o que representa quase um quinto do valor mensal do consumo da fábrica.

Com o equipamento com maior consumo descoberto, foi feito uma pesquisa com a própria fornecedora dos equipamentos encontrados na fábrica. Foi solicitado um orçamento de uma extrusora similar ao do uso, com tecnologia avançada e com uma capacidade maior, a fim de suprir a necessidade da fábrica. Os dados da nova extrusora são descritos na Tabela 3. A substituição escolhida, foi a de substituição idêntica, levando em conta as características semelhantes a extrusora atual, para que assim, não haja uma diferença na produção da fábrica.

Tabela 3: Dados Equipamento novo

Maquina Nova	
Valor de Aquisição	R$ 295.000,00
Vida útil	10 anos
Valor Residual	R$ 29.500,00
KW	16,8
Capacidade	500 kg/h
Manutenção	
• Oléo 220	R$ 300,00 por ano
• Retifica de canhão	R$ 8.000,00 a cada 2 anos
• Jogo de Resistência (reserva)	R$ 1.200,00 a cada 4 anos

Fonte: Autora (2017)

Conforme foram feitos novos cálculos para saber se o novo equipamento seria viável ou não, a melhor solução para que essa aquisição fosse viável para a empresa, seria o desligamento da extrusora 3, já que o novo equipamento conta com uma capacidade maior que a extrusora 2 e 3 juntas. Com esse desligamento e com a substituição da extrusora 2 pela nova, o novo quadro de consumo de energia elétrica ficaria como demonstrado na Tabela 4:

Tabela 4 – Consumo mensal de KW com o equipamento novo

	KW mensal	**Valor tarifário**	**Preço mensal KW**
Aglutinador 1	1184,40	R$ 0,56	R$ 663,26
Aglutinador 2	1392,30	R$ 0,56	R$ 779,69
Aglutinador 3	1392,30	R$ 0,56	R$ 779,69
Extrusora 1	1184,40	R$ 0,56	R$ 663,26
Extrusora nova	2116,80	R$ 0,56	R$ 1.185,41
Moinho	1159,20	R$ 0,56	R$ 649,15
Total consumo:	**8429,40**		**R$ 4.720,46**

Fonte: Autora (2017)

O custo de consumo de energia elétrica anual da extrusora 2 e 3 juntas, somam R$ 20.236,61 reais, quando a Extrusora nova consome anualmente R$ 14.224.90 reais. Obtendo uma economia de R$ 6.011,71 reais ao ano com essa substituição.

4. Apresentações dos resultados e comentários

Os dados para a realização do fluxo de caixa foi o investimento inicial de R$ 295.000,00 sendo ele uma despesa, seguido da receita da economia de consumo de energia elétrica anual obtida com a substituição da extrusora no valor de R$ 6.011,71, e a receita da capacidade produtiva considerando como capacidade máxima, sendo ela da diferença obtida com a substituição da mesma no valor de R$ 471.744,00 anualmente, distribuídos durante os 10 anos de vida útil do equipamento com a soma do valor residual do equipamento no valor de R$ 29.500,00 no ultimo ano de vida útil, ficando então com o valor de R$ 507.255,71. Os custos de manutenção sendo eles as despesas, variam de acordo com os anos, tendo o custo a cada ano de R$ 300,00 referente ao óleo 200, a cada 2 anos o custo de R$ 8.000,00 da retifica de canhão/rosca, e a cada 4 anos o custo de R$ 1.200,00 referente ao jogo de resistência reserva. A distribuição das receitas e despesas no fluxo de caixa são representados na Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição das receitas e despesas no fluxo de caixa

ANO	RECEITA	DESPESA
0	-	R$ 295.000,00
1	R$ 477.755,71	R$ 1.500,00
2	R$ 477.755,71	R$ 8.300,00
3	R$ 477.755,71	R$ 300,00
4	R$ 477.755,71	R$ 8.300,00
5	R$ 477.755,71	R$ 1.500,00
6	R$ 477.755,71	R$ 8.300,00
7	R$ 477.755,71	R$ 300,00
8	R$ 477.755,71	R$ 8.300,00
9	R$ 477.755,71	R$ 1.500,00
10	R$ 507.255,71	R$ 8.300,00

Fonte: Elaborado pela própria autora (2017)

Feito a distribuição, foi feito o calculo do fluxo de caixa anual, que é a subtração da receita pela despesa. Logo após foi feito o cálculo do fluxo de caixa acumulado, que é a somatória do período anterior, mais o fluxo de caixa do período atual, os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6 – Fluxo de caixa e Fluxo de caixa acumulado

ANO	FC	FCA
0	-R$ 295.000,00	-R$ 295.000,00
1	R$ 476.255,71	R$ 181.255,71
2	R$ 469.455,71	R$ 650.711,42
3	R$ 477.455,71	R$ 1.128.167,13
4	R$ 469.455,71	R$ 1.597.622,84
5	R$ 476.255,71	R$ 2.073.878,55
6	R$ 469.455,71	R$ 2.543.334,26
7	R$ 477.455,71	R$ 3.020.789,97
8	R$ 469.455,71	R$ 3.490.245,68
9	R$ 476.255,71	R$ 3.966.501,39
10	R$ 498.955,71	R$ 4.465.457,10

Fonte: Elaborado pela própria autora (2017)

Para o calculo do Fluxo de caixa descontado, foi utilizado a taxa atual da SELIC de 8,15%, obtida pelo site do Banco Central. Por meio da equação 7, pode se chegar aos resultados observados na Tabela 7. Logo após ao fluxo de caixa descontado, foi feito os cálculos do fluxo de caixa descontado acumulado, que é a somatória do período anterior, mais o fluxo de caixa descontado do período atual, como mostra os resultados obtidos na Tabela 7.

Tabela 7 – Fluxo de caixa descontado e fluxo de caixa descontado acumulado

ANO	FCD	FCDA
0	-R$ 295.000,00	-R$ 295.000,00
1	R$ 440.365,89	R$ 145.365,89
2	R$ 401.366,92	R$ 546.732,81
3	R$ 377.444,86	R$ 924.177,68
4	R$ 343.153,58	R$ 1.267.331,25
5	R$ 321.890,07	R$ 1.589.221,32
6	R$ 293.383,36	R$ 1.882.604,69
7	R$ 275.897,28	R$ 2.158.501,97
8	R$ 250.831,71	R$ 2.409.333,68
9	R$ 235.288,92	R$ 2.644.622,60
10	R$ 227.927,52	R$ 2.872.550,12

Fonte: Elaborada pela própria autora. (2017)

O Valor Presente Líquido é o resultado obtido no fluxo de caixa descontado acumulado, no ultimo ano de vida útil do equipamento. Para se obter a TIR, utilizamos a Equação 4, que pelo Excel o comando utilizado é dado por =TIR(fluxo de caixa anual ; taxa de juros), chegando em um resultado de 161%, sendo então maior que a taxa da TMA.

Para se obter o payback, foi feito a interpolação dos períodos 0 e 1, onde há a transição do valor negativo para o valor positivo no FCDA, como apresentado na Tabela 6, onde se obteve 8 meses para começar a ter o retorno do investimento. Com os resultados obtidos, chega-se a conclusão de que o projeto é viável, conforme descrito na Tabela 8.

Tabela 8: Resultado final do Projeto

VPL	R$ 2.872.550,12
TIR	161%
PAYBACK	8 meses
STATUS DO PROJETO	**VIÁVEL**

Fonte: Elaborado pela própria autora (2017)

4.1. Análise de sensibilidade

Foi aplicada a técnica de análise de sensibilidade coniderando dois cenários, um otimista e um pessimista. Em ambos os cenários, conforme pode-se observer nas Tabelas 9 e 10, a proposta continua viável sob o ponto de vista economico.

Tabela 9 – Resultado final do projeto com a SELIC menor nos últimos 10 anos

VPL	R$ 2.855.475,78
TIR	161%
PAYBACK	8 meses
STATUS DO PROJETO	**VIÁVEL**

Fonte: Elaborada pela própria autora (2017)

Tabela 10 – Resultado final do projeto com a SELIC maior nos últimos 10 anos

VPL	R$ 2.166.251,34
TIR	161%
PAYBACK	9 meses
STATUS DO PROJETO	**VIÁVEL**

Fonte: Elaborado pela própria autora. (2017)

5. Considerações finais

Com base nos resultados gerados por todos os indicadores de análise econômica aplicados, constata-se que a substituição da extrusora atual por uma nova é significativamente viável, ressalta-se que o capital investido será compensado pelos fluxos de caixa descontados com o retorno em menos de 1 ano. Com a substituição da extrusora atual pela nova, a empresa obteria uma economia no custo de energia anual de R$ 6.011,71, e aumentaria sua capacidade produtiva anual com um lucro de R$ 471.744,00.

Assim, com base nos dados analisados a empresa possui informações embasadas em indicadores financeiros que permitem uma análise de viabilidade em adquirir a nova extrusora, sem que seja tomada uma decisão errônea, a qual pode trazer sérias conseqüências, como prejuízos elevados, o que neste caso não ocorrerá, pois os dados revelam que o projeto em análise é de baixo risco, ou seja, a empresa pode investir na compra da nova extrusora, pois a rentabilidade do projeto é alta e a recuperação de capital ocorrerá em um curto período de tempo.

Conclui-se que as empresas acabam não fazendo a substituição do equipamento obsoleto pelo desconhecimento dos lucros que poderiam obter com a substituição do mesmo, ou seja, pelo não conhecimento da análise econômica. A substituição também não ocorre pelo fato de não ter um planejamento de custos antecipado, já que o investimento para a nova aquisição é bem alto.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANDRADE, Roberto de. **Análise econômica para substituição de equipamento em uma empresa de transporte marítimo.** FATEC – Faculdade de Tecnologia de São Sebastião. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial. 2014.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial.** São Paulo: Atlas, 2010.

CRUZ; Vitor Nunes; FERNANDES; June Marques; REIS; Luciana Paula. **Análise do processo de substituição de equipamentos por meio do método CAUE em uma mineradora de grande porte**. UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto. 2015. ENEGEP.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. (2016) **Balanço Energético Nacional**, *2016.* Disponível em: <https://ben.epe.gov.br> Acesso em: 21 fev. 2017.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2015.

MOKRZYCKI, Patrícia. **Análise de viabilidade econômica da substituição de maquina injeto de plástico, estudo de caso em uma empresa fabricante de componentes automotivo.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Departamento acadêmico de eletrotécnica curso de especialização em gerência em manutenção. 2012.

NASCIMENTO, Sebastião Vieira, **A importância da substituição de equipamentos.**Professor aposentado da UFCG/PB. 2014.

PALHARES, Rafael de Azevedo; PALHARES, Rodolfo de Azevedo; ARAUJO, Pedro Arthur Silva; NETO, Evaldo Soares de Azevedo. **Análise da viabilidade Econômico – Financeira em investimento na aplicação de capacidade produtiva em fábrica de poupa de frutas.**UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2016.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

REFORÇO ESTRUTURAL EM CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS UTILIZANDO FIBRAS DE CARBONO

Bruno Bitencourt Rodrigues Cordeiro
Patrícia Pereira

RESUMO

Este artigo apresenta estudos sobre o reforço estrutural em concreto armado utilizando compósito de fibra de carbono. O fato das dimensões das estruturas permanecerem praticamente inalteradas é um fator determinante na adoção desse tipo de reforço, desse modo, o objetivo principal: é estudar as fibras de carbono e métodos de obtenção para aplicação na construção civil, despertando o interesse em profissionais da área de construção civil para o uso de fibras de carbono no reforço estrutural em elementos de concreto armado. O tema abordado se delimita em fazer uma explanação sobre o uso de fibras de carbono no reforço estrutural por meio de um programa experimental, enriquecendo as informações por meio de uma pesquisa bibliográfica. A construção civil cresceu muito nos últimos tempos, o que sugere que algumas estruturas estão atingindo a sua vida útil e os pilares necessitam de um reforço estrutural o que justifica a importância de desenvolver novas técnicas para a reabilitação estrutural. Abordam-se os reforços e seus conceitos, as fibras de carbono, sua composição, formas e etapas de aplicação. Constata-se o efeito favorável do uso dos materiais compósitos de fibras de carbono no reforço estrutural de pilares.

Palavras-chave: Reforço, Pilares, Concreto Armado, Fibras de Carbono.

1. INTRODUÇÃO

No presente cenário global devido ao saturamento de obras civis necessita cada vez mais de novas tecnologias, que sejam social e ambientalmente responsáveis, exigindo ainda que sejam rentáveis.

Atualmente, chama-se a atenção para o desenvolvimento de materiais compósitos que conferem desempenho superior para atender às aplicações da engenharia. Desta forma, nas últimas décadas, houve grande procura por materiais com características de durabilidade e resistência necessárias e que fossem compatíveis com as estruturas tradicionais de concreto

armado, destacando-se os produtos compósitos, ou materiais poliméricos reforçados com fibras que consistem em materiais de elevada resistência à compressão e tração.

Atualmente, no Brasil o número de aplicações com fibras de carbono na construção civil ainda é reduzido em virtude do custo, pois o reforço com fibra de carbono custa 40 a 50% mais do que as soluções convencionais. Em geral, como a espessura do tratamento não chega a 1 cm, a solução tem potencial de crescimento em estruturas, onde o reforço deve ser executado de forma a não comprometer as características estéticas originais.

Conforme a ABNT NBR 6118:2014, os pilares têm papel fundamental em uma estrutura, sendo agentes de estabilidade e responsáveis pela transmissão das cargas das fundações. Sendo assim, os pilares são os principais elementos da estrutura de uma edificação, o seu desempenho insuficiente pode gerar consequências à estrutura podendo inclusive causar o colapso de uma edificação.

Com a finalidade de estudar mais uma técnica para o reforço estrutural, questiona-se a problematização dessa pesquisa, até que ponto a técnica de reforço de estruturas com fibra de carbono pode ser utilizada, na recuperação dos pilares de concreto armado para a comprovação de sua durabilidade e resistência?

O reforço estrutural, utilizando fibra de carbono vem sendo cada vez mais empregado na construção civil. Isso devido as modificações estruturais e também na resolução de problemas construtivos, que seja de resistência dos materiais ou falhas relacionadas ao projeto e execução, desse modo obtém as seguintes questões de pesquisa: A utilização da fibra de carbono no reforço estrutural poderá melhorar significativamente o comportamento dos pilares reforçados segundo a técnica proposta? A técnica se mostrou promissora e viável, por utilizar um material com maior durabilidade?

O fato das dimensões das estruturas permanecerem praticamente inalteradas é um fator determinante na adoção desse tipo de reforço, desse modo, o objetivo principal: estudar as fibras de carbono e métodos de obtenção para aplicação na construção civil, despertando o interesse em profissionais da área de construção civil para o uso de fibras de carbono no reforço estrutural de pilares.

A opção pelo tema “Reforço estrutural em pilares utilizando fibra de carbono” advém de o fato das estruturas estarem cada vez mais sendo solicitadas. A construção civil cresceu

muito nos últimos tempos, o que sugere que algumas estruturas estão atingindo a sua vida útil e os pilares necessitam de um reforço estrutural o que justifica a importância de desenvolvera técnica utilizando fibra de carbono para a reabilitação da estrutura.

O tema abordado se delimita em fazer uma explanação sobre o uso de fibras de carbono no reforço estrutural de pilares enriquecendo as informações por meio de uma pesquisa bibliográfica.

A boa flexibilidade do material permite adaptação a várias seções e a facilidade de aplicação reduz os custos e o tempo de paralisação do uso da estrutura, além de ser um material não corrosivo, o que garante maior durabilidade e menor manutenção. Portanto, se torna uma técnica viável e promissora.

O reforço de estrutura, por ser uma tecnologia ainda pouco explorada, é uma grande fonte de pesquisas e estudos, seja para aperfeiçoamento do material ou para torná-la mais viável e ambientalmente correta, caracterizando-se assim como uma solução extremamente competitiva no mercado da construção civil.

2. FUNDAMENTOS DE REFORÇOS DE PILARES DE CONCRETO ARMADO

2.1 Conceito

Conforme definição da ABNT NBR 6118:2014, os pilares são elementos lineares retos e verticais, onde são dominantes aos esforços de compressão. São responsáveis pela transmissão das cargas da estrutura e são figuras importantes da estabilidade de um edifício, sendo que seu mau desempenho gera graves consequências à estrutura.

Em casos assim, é comum se realizar a substituição total do concreto, com ou sem acréscimo de armaduras, de modo a não se alterar a seção transversal prevista em projeto, entretanto, essa metodologia pode exigir o escoramento total da estrutura para viabilizar sua execução.

2.2 Reforço Estrutural

A utilização de reforço estrutural está cada vez mais sendo aplicada no setor da construção civil. Segundo Machado (2011), há vários motivos para tal aplicação, como por exemplo, o aumento das cargas destinadas à estrutura, tanto por sobrecarga quanto por mudança de seu uso é o que ocorre com maior frequência até mesmo antes da construção estar concluída ou por mudança do idealizador da edificação. O reforço em fibra de carbono é aplicado de forma que a estrutura se mantenha em situação de não ruptura e a fibra tem por finalidade aumentar a resistência da capa.

2.3 Reforço com polímeros reforçados por fibras (PRF)

Os reforços com polímeros reforçados por fibras podem ser empregados tanto em estruturas antigas, quanto em novas. Quando utilizada como reforço em estruturas antigas, este é de rápida execução sem até mesmo interromper o uso da edificação.

3. FIBRA DE CARBONO

A fibra de carbono é um composto filamentoso, obtido a partir de vários tipos de matérias compostos de carbono através da decomposição térmica também conhecida como pirólise, contendo pequenas quantidades de matérias inseridas em sua estrutura, com resinas.

A fibra de carbono por sua vez é um material fibroso de alto desempenho, é o reforço mais utilizado em compósitos avançados. Uma das razões pela qual as fibras são mais utilizadas é a adequação da temperatura ambiente, as fibras não são afetadas pela umidade, nem por ácidos, solventes e bases, elas retêm os seus elevados módulos de tração e resistência em altas temperaturas, possuem maior módulo de elasticidade e a maior resistência a compressão e tração, exibem diversidade de características físicas e mecânicas, e foram desenvolvidos alguns processos de fabricação para as fibras e para os compósitos avançados, que se tornam relativamente mais baratos do que os atuais com uma boa relação de custo benefício (CALLISTER, 2012). Entretanto, além do concreto, a fibra de carbono em união com a matriz epóxica, são os elementos responsáveis pelas resistências mecânicas do sistema mencionado.

3.1 Composição

A constituição das fibras de carbono depende do tipo do material e da temperatura empregados no processo de fabricação. Basicamente, quando as fibras são preparadas em temperaturas próximas de 1000°C, elementos como C, H, N e O são normalmente encontrados. (MACHADO, 2011).

As fibras de carbono têm peso específico entre 17 KN/m³ e 21 KN/m³, o que é cerca de quatro a cinco vezes menores que o peso específico do aço. Apresentam propriedades térmicas superiores às das resinas e mesmo a altas temperaturas, resistem a tensões de tração na sua direção longitudinal. Têm elevada resistência mecânica, elevado módulo de elasticidade, bom comportamento à fadiga e às variações térmicas e reológicas e resistem aos ataques químicos, tendo em vista que o carbono é um material inerte (MACHADO, 2011).

3.2 Formas de utilização dos polímeros reforçados com fibra de carbono (PRFC)

Atualmente há diversas formas de empregar os PRFC. Os reforços laminados se caracterizam basicamente pela facilidade de aplicação, ou seja, é apenas necessário a colagem do material sobre a superfície a ser reforçada por meio de um adesivo epoxídico (PERELLES, 2013).

Quanto aos reforçados *in loco,* devem receber uma camada de primer (quando a resina epóxica empregada apresentar baixa viscosidade), acompanhada de uma camada de regularização (quando a superfície a ser reforçada apresentar irregularidades). Consequentemente, é aplicada a resina epóxi com o objetivo de realizar a perfeita aderência entre o compósito e o concreto, seguindo com uma ou várias camadas de manta de fibra de carbono, por fim, acabamento estético (PERELLES, 2013).

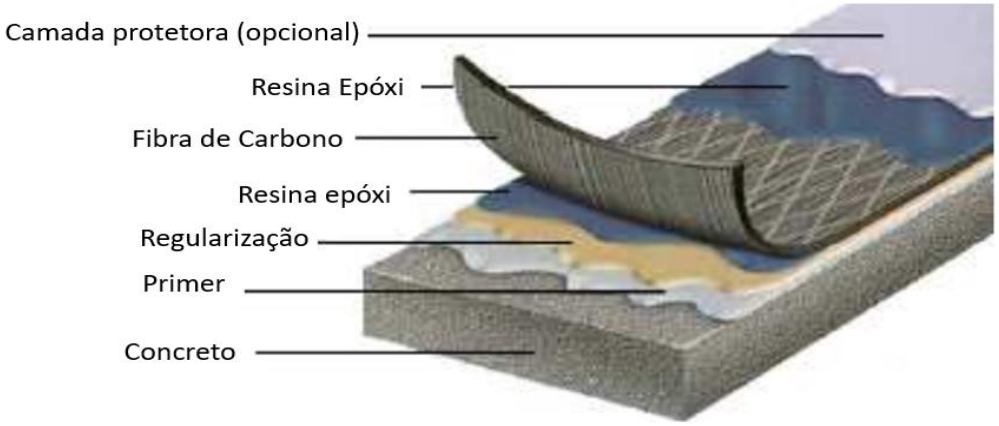
3.3 Etapas para Aplicação do Reforço

Afim de que o sistema de reforço estrutural com fibra de carbono seja efetivado, é indispensável uma série de providências para o funcionamento do mesmo, são elas: Lixar a

superfície de concreto; limpar toda superfície, de forma a eliminar poeira e óleos; realizar a abertura de frisos na superfície do concreto; aplicar o primer para eliminar os poros da superfície de concreto, quando necessário; aplicar a massa epóxica de correção para eliminar a possível ruptura da fibra de carbono, quando necessário; lixar a camada de regularização afim de promover uma perfeita aderência entre a superfície e os demais materiais; aplicar a resina epóxi em toda superfície inferior da fibra de carbono; aplicar a resina epóxi na superfície que irá receber o reforço; tracionar a fibra de carbono e aplicá-la na superfície que será reforçada; aplicar a resina epóxi em toda superfície superior da fibra, afim de prover uma perfeita união entre os fios.

Na figura 1, demonstram de forma gráfica as etapas acima supracitadas.

Figura 1 – Etapas de aplicação da fibra de carbono



Fonte: RODRIGUES (2002, p.4)

Ao fim do reforço, têm-se um elemento estrutural composto por concreto, resina e aço, onde a combinação destes três materiais, faz com que o elemento reforçado apresente uma maior resistência ao esforço cortante e também ao momento fletor.

3.4 Programa experimental em corpos de prova cilíndricos

Para análise da viabilidade do reforço em termos estruturais, foram reforçados quatro corpos de prova cilíndricos, sendo dois CPs com uma camada e dois CPs com duas camadas, na qual serão comparados aos resultados obtidos para CPs sem nenhum tipo de reforço

estrutural. Sendo dois submetidos ao ensaio de compressão axial e dois à tração por compressão diametral.

As tabelas 1 e 2, resumem os resultados obtidos por compressão axial e tração indireta, respectivamente.

Tabela 1 – Resultados obtidos de força máxima de ruptura por compressão axial

Ensaio à compressão axial				
Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Força de ruptura (N)	Tensão de ruptura (MPa)
Sem reforço (CP6)	100	200	142.200	18,11
Com 01 camada (CP2)	100	200	301.100	38,34
Com 02 camadas (CP4, CP7)	100	200	503.100	64,06

Fonte: Próprio autor

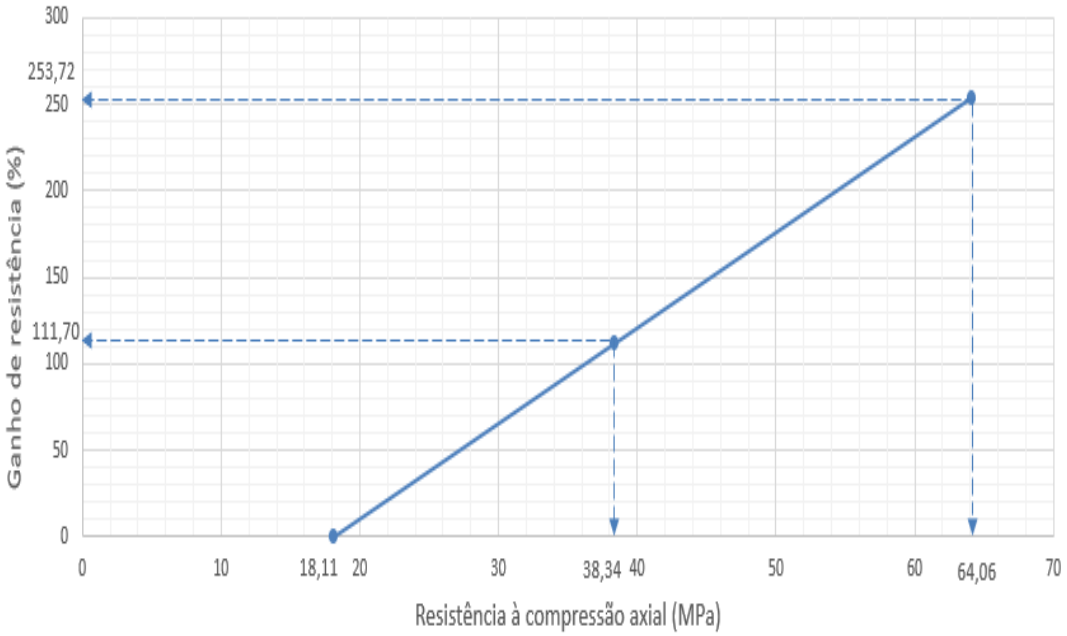
Tabela 2 – Resultados obtidos de força máxima de ruptura por compressão diametral

Ensaio à tração por compressão diametral				
Corpo de prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Força de ruptura (N)	Tensão de ruptura (MPa)
Sem reforço (CP9)	100	200	105.525	3,36
Com 01 camada (CP3)	100	200	165.900	5,30
Com 02 camadas (CP5 e CP8)	100	200	176.400	5,61

Fonte: Próprio autor

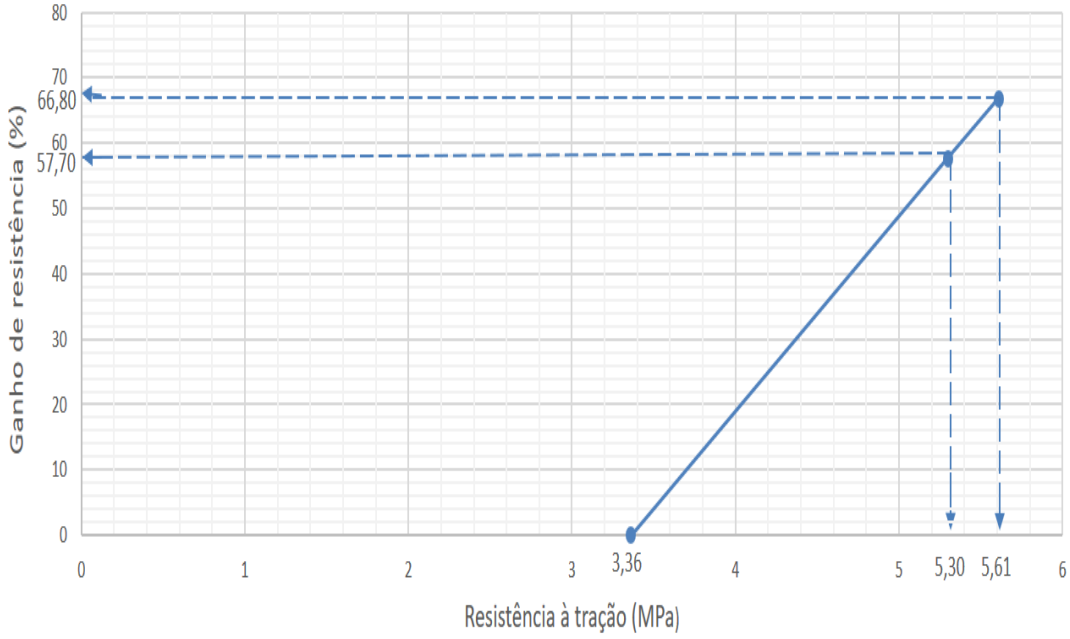
Os gráficos 1 e 2, demonstram respectivamente o ganho de resistência mecânica dos ensaios de compressão axial e tração, ambos comparados ao corpo de prova não reforçado.

Gráfico 1 – Ganho de resistência à compressão axial



Fonte: Próprio autor

Gráfico 2 – Ganho de resistência à tração



Fonte: Próprio autor

Nota-se que o corpo de prova com duas camadas quando submetido ao ensaio de compressão diametral, não foi obtido um resultado significativo comparado ao reforçado com uma camada. Este fato, pode ter sido provocado pelos seguintes fatores:

1. Resistência da chapa em fibra de madeira;
2. Baixa resistência de atrito entre o compósito e a chapa;
3. Baixa área de contato entre o compósito e a chapa;
4. Falta de dispositivo de confinamento, regulamentado pela NBR7222:2010

CONCLUSÃO

Conforme estudo realizado, algumas estruturas de concreto armado apresentam processos de degradação antes de cumprirem com sua vida útil programada devido a falhas de projeto, construção, manutenção ou ao seu mau uso. Estas estruturas, em contato com o ambiente, podem apresentar grandes riscos aos usuários.

A utilização de mantas de fibra de carbono apresenta-se como uma fonte promissora e viável em comparação aos métodos de reforços estruturais convencionais. Por ter baixo peso específico, ser de fácil manuseio e apresentar pequena espessura das lâminas de fibra de carbono, sua aplicação é extremamente rápida e prática, além de demonstrar extrema eficiência em termos estruturais e conferindo desempenho superior as demais fibras comercializadas atualmente.

Na análise dos resultados obtidos, é notável que o CP reforçado com 01 camada de fibra de carbono apresentou uma melhora significativa de ganho de resistência à compressão, ou seja, ganho de 111,70% em relação ao corpo de prova não reforçado estruturalmente. Quanto ao CP reforçado com 02 camadas, houve um ganho de 253,72% em comparação ao não reforçado e de 142,02% de ganho ao reforçado com apenas 01 camada.

Quanto a análise dos resultados de tração por compressão diametral, o CP reforçado com 01 camada, obtivemos um ganho de 57,70% em relação ao não reforçado. Em contrapartida, o CP reforçado com 02 camadas, teve um ganho de 66,80% em comparação ao CP sem reforço, e de 9,10% ao reforçado com 01 camada. Esta baixa percentagem de ganho,

foi ocasionado provavelmente por algum dos 04 motivos citados no item 3.4, ou pela combinação de dois ou mais fatores.

Ficou comprovado que o perfeito preparo da superfície do corpo de prova a ser reforçado com PRF é um fator determinante na eficiência do reforço. Sendo assim, faz-se necessária a elaboração de métodos e/ou técnicas que possibilitem uma rápida e perfeita preparação da superfície, com o objetivo de propiciar uma excelente aderência entre o compósito de fibra de carbono com o concreto.

Além de uma perfeita preparação superficial, a quantidade exata de matriz epóxica a ser empregada, é um fator importantíssimo, pois quanto maior a percentagem de matriz epóxica (resina epóxi + catalisador/endurecedor), maior será a tendência do reforço tratado a ter uma deformação ao serem submetidos aos esforços mecânicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15900-1**– **Água para amassamento do concreto** – Parte 1: Requisitos. ABNT, Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6118**– **Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6120**– **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.** ABNT, Rio de Janeiro, 1980

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7211**– **Agregados para concreto - Especificação.** ABNT, Rio de Janeiro, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**NBR 12821**– **Preparação de concreto em laboratório - Procedimento.** ABNT, Rio de Janeiro, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**NBR 7222**– **Concreto e Argamassa–Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** ABNT, Rio de Janeiro, 1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8953**– **Concreto para fins estruturais – Classificação por grupo de resistência.** ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7680 – Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1: Resistência à compressão axial**. ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**. ABNT, Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738 – Concreto – Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova.** ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

BEIM, K. F. **Estudo comparativo das tensões cisalhantes na interface entre camadas de um compósito polimérico de fibra de carbono pelos métodos numérico e experimental**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRONZE, Ricardo Alves. **Estudo comparativo: uso do sistema de fibras de carbono e sistema convencional para reforço de estruturas de concreto**. 2016. 93 f. Dissertação apresentado Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CALLISTER, William D.; **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução.** Rio de Janeiro: LTC, 2012.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Patologias na Construção Civil.** 2016. Disponível em: www.Forumdaconstrucao.com.br/conteúdo.php. Acesso em 16 fev. 2017

FUSCO, P. B. **Estruturas de concreto:** solicitações normais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois,1981.

LOPES, Jorge Teófilo de Barros. **Estrutura de Propriedades dos Materiais**. Para 2010. Disponível em: https://jorgeteofilo.files.wordpress.com/2010/08/epm-apostila-capitulo09-ensaios-mod1.pdf. Acesso em: 19 maio 2017.**Tecnologia do Concreto Estrutural:** tópicos aplicados. 1 ed. São Paulo: Pini,2008.

MACHADO, A. de P. **Manual de reforço das estruturas de concreto armado com fibra de carbono.** 120 p. 2011

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** 2013. 107 f. Tese (mestrado) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016

PERELLES, D. H. **Estudo analítico do comportamento de uma viga biapoiadadeconcreto armado reforçada com um compósito de fibra de carbono.** 151 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federaldo Paraná, Curitiba, 2013.

SIKA BRASIL. SikaWrap®-300 C**, Tecido de Fibra de Carbono Unidirecional Para Reforço Estrutural**. 2013. Ficha do Produto. Disponível em: < http://bra.sika.com/pt/system/procurar.html?q=SikaWrap+300C>. Acesso em: 17 fev. 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

RESPONSABILIDADE SOCIAL EM UMA INSTITUIÇÃO DE NÍVEL SUPERIOR

Aléxia Lopes da Silva; Daiana Sofia Gomes; Rilene Francisca Leandro Batista.

1. Introdução

Ao longo dos anos, a responsabilidade social passou a estar presente nas organizações através de novas práticas, no aprimoramento do relacionamento com os funcionários, nas estratégias de redução do impacto no meio ambiente e no investimento no desenvolvimento da comunidade em que atua. O conceito responsabilidade social recebeu variados significados e interpretações durante o tempo e é um assunto que desperta interesse nas empresas, órgãos governamentais, em grupos interessados na melhoria da qualidade de vida.

É um conceito presente também nas instituições de ensino superior (IES). E que segundo Rodrigues (2011) as instituições de ensino superior usam muito como estratégia de treinamento dos estudantes o atendimento à comunidade. São vários projetos desenvolvidos pelas Instituições de Ensino Superior e que atestam o envolvimento de seus alunos com os problemas sociais do ambiente em que estão inseridos. As Instituições de Ensino Superior integram-se com a sociedade afim solucionar problemas e possibilita os alunos a participarem ajudando a sua comunidade e também conhecem na prática algumas situações que encontrarão na área em que vão se formar.

Desse modo, o objetivo central deste trabalho é analisar o impacto da responsabilidade social de uma Instituição de Ensino Superior, para a comunidade e para seus alunos.

A metodologia utilizada para desenvolvimento deste trabalho foi pesquisa bibliográfica em livros, artigos e através de estudo de caso no Centro Universitário Teresa D'Ávila (Unifatea), especificamente o Espaço Saúde Irene Augusto, local onde a Instituição presta serviços ambulatoriais para a comunidade.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Responsabilidade Social

De acordo com Garcia, Targino e Dantas (2012), a Responsabilidade Social é a atenção efetiva aos elementos extremamente importantes para a qualidade de vida da população, como saúde, educação, segurança alimentar, seguridade social, habitação, meio ambiente, entre outros, e os quais são responsáveis por nova relação entre o Estado, o mercado e a sociedade.

A Responsabilidade Social prevê e motiva uma interação entre empresas e sociedade, o governo e sociedade, as instituições e mercados, como descrevem Chiavenato e Arão (2004, p. 332):

> A responsabilidade social significa o grau de obrigações que uma organização assume por meio de ações que protejam e melhorem o bem-estar da sociedade à medida que procura atingir seus próprios interesses.

Assim, pode-se dizer que é o comprometimento da empresa com a sociedade, a partir do momento que a mesma passa a adotar atitudes que contribuem diretamente para o desenvolvimento social da sociedade e de seus colaboradores.

Para Dias (2012) a responsabilidade social está relacionada com as intensas mudanças que estão ocorrendo no mundo e que envolvem as empresas, sejam como atores fundamentais e responsáveis pelos acontecimentos ou como agentes afetados pelas ocorrências no âmbito sócio cultural e ambiental.

Uma dessas mudanças foi a criação de uma norma internacional específica para a Responsabilidade Social nas organizações, a norma ABNT NBR ISO 26000 no ano de 2010, ela fornece orientações sobre os princípios da responsabilidade social, reconhecendo a responsabilidade social e o engajamento das partes interessadas (stakeholders), os temas centrais e as questões pertinentes à responsabilidade social e formas de integrar o comportamento socialmente responsável na organização. Salienta a importância de resultados e melhorias no desempenho em responsabilidade social (ABNT, 2010). Seu objetivo é orientar as empresas que pretendem implantar políticas mais sustentáveis.

Para Pontes et al.(2014), uma consequência positiva da Responsabilidade Social é o aumento de instrução por parte da sociedade que passa a reconhecer e a valorizar as empresas que agregam valor para o mercado, não apenas as que cumprem com suas responsabilidades econômicas e legais, mas também com a responsabilidade social.

Ainda de acordo com a ABNT (2010), umas das tendências atuais da Responsabilidade Social é que as ONGs e as empresas se tornem prestadores de muitos serviços geralmente oferecidos pelo governo, especialmente em países onde os governos enfrentam sérios desafios e limitações, e têm encontrado dificuldades para prestar serviços em áreas como saúde, educação e bem-estar.

As Instituições de Ensino Superior praticam a Responsabilidade Social prestando serviços nas áreas de conhecimento e que existe uma defasagem por parte do governo. Essas áreas podem abranger a saúde, educação e lazer.

2.2. A responsabilidade social nas instituições de ensino superior

Com o aumento da Responsabilidade Social nos dias de hoje, nada mais natural que chegue às Instituições de Ensino Superior, pois também são responsáveis socialmente a partir do momento em que fazem parte da formação de cidadãos.

Como descreve Fagundes (2014) para comprovar essa finalidade, criou-se o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), instituído pela Lei n° 10.861, de 2004, que é fundamentado na necessidade de promover a melhoria da qualidade da educação superior, a orientação da expansão da sua oferta, o aumento permanente da sua eficácia institucional, da sua efetividade acadêmica e social e, especialmente, do aprofundamento dos compromissos e responsabilidades sociais.

O SINAES (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior) é obrigatório para todas as Instituições de ensino e é fundamentado por dez dimensões e uma delas é a Responsabilidade Social, como consta no artigo seguinte: Art 3º III - a responsabilidade social da instituição, considerada especialmente no que se refere à sua contribuição em relação à inclusão social, ao

desenvolvimento econômico e social, à defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística e do patrimônio cultural. (ABAMES, 2004).

As instituições devem estar conectadas com as necessidades das comunidades em que estão inseridas com o objetivo de formar alunos éticos e responsáveis para serem ativos perante os problemas da sociedade (REIS e BANDOS, 2012). Um exemplo dessa conexão são os projetos sociais que são desenvolvidos pelas universidades com o objetivo de suprir uma necessidade social, como descreve Almeida Júnior et al. (2016, p. 28):

> Por natureza as universidades por si, são instrumentos de responsabilidade social, contudo, diversas universidades promovem projetos de extensão que possuem em suas ações eixos que contemplem a responsabilidade social.

Através dos projetos de extensão, os estudantes podem dar boas ideias que de alguma forma irão resolver um problema real, desse modo, eles devem estar capacitados para, num primeiro momento saber identificar esses problemas e, consequentemente poder solucioná-los.

As universidades são por sua essência, instituições que desenvolvem práticas de responsabilidade social. Seja na difusão do conhecimento ou mesmo na possibilidade de colocar em prática ações que irão contribuir para transformar a sociedade. O potencial humano e o científico devem ser colocados a serviço da sociedade para juntos serem um elo para o desenvolvimento sustentável (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2012).

A concretização deste princípio possibilita a realização de projetos coletivos de trabalho, e a partir do momento que adotam a prática dos projetos de extensão,eles passam a ser a porta para a população. Os projetos ajudam a aprofundar temáticas pouco desenvolvidas no curso de graduação.

O aluno passa a ter proximidade com o contexto ambiental, as dificuldades enfrentadas pelas empresas de sua região, as questões ambientais e sociais e ao mesmo tempo, a região irá contar com representantes cidadãos e responsáveis (REIS e BANDOS, 2012). O contato do aluno com determinadas situações possibilita a criação de uma visão humanista e realista da área em que pretende atuar.

2.3. Convergências entre responsabilidade social e extensão

A relação entre Responsabilidade Social e Extensão universitária é muito próxima, pois, ambas têm conceitos semelhante se, de acordo de Lima (2016) a extensão universitária é identificada como um instrumento de responsabilidade social nas Instituições de Ensino Superior.

Ainda conforme a autora, a Responsabilidade Social nas Instituições de Ensino Superior direciona as obrigações para com a sociedade, esta, responsável pelo seu financiamento, especialmente na busca de soluções para problemas sociais extremos, a necessidade de uma melhor distribuição de renda e a geração de atividades de promoção social nas áreas com menos assistência.

Já o modelo de extensão consiste em prestar auxílio à sociedade, levando contribuições que buscam a melhoria para os cidadãos. O entendimento a respeito da relação entre extensão e sociedade, é uma visão fundamental que possibilita a qualidade da assistência prestada para as pessoas (RODRIGUES, PRATA e BATALHA, 2013).

É através de projetos sociais que a universidade socializa seus conhecimentos e disponibiliza seus serviços, exercendo sua responsabilidade social, ou até mesmo sua missão institucional. E ainda, a extensão é mais que instrumento viabilizador da função social da universidade; é também uma forma de socialização do que se produz na pesquisa e no ensino. Aqui vale lembrar a articulação e a indissociabilidade das três funções básicas da universidade: o ensino, a pesquisa e a extensão, tríplice das universidades (LIMA, 2016).

Ainda conforme Lima (2016) tem-se que a Responsabilidade Social nas Instituições é valioso instrumento de justiça social. E que a interação entre as IES e a sociedade é alcançada, sobretudo, através de atividades de extensão. Rodrigues et. al (2013) complementam que a extensão universitária traz para a sociedade grande importância e contribuições, pois faz o contato dos acadêmicos com o público em geral, onde as teorias aprendidas em sala de aula se concretizam. A extensão possui papel essencial, tanto na vida dos acadêmicos, que colocam em prática tudo o que aprenderam em sala de aula, quanto na vida das pessoas que usufruem deste aprendizado.

Assim, a convergência entre a extensão e a Responsabilidade Social vem do fato de que a extensão pode ser considerada como um meio pelo qual as Instituições de Ensino têm para praticar a Responsabilidade Social. Pode ser praticada por meio da extensão, pois, ela tem a oportunidade de levar até a comunidade (stakeholders) os conhecimentos de que é detentora, os quais são produzidos com a pesquisa e que normalmente divulgam o ensino (LIMA e BASTOS, 2016).

3. Considerações Finais

A Unifatea realiza um projeto de Responsabilidade Social através do Espaço Saúde que vem se destacando na região pela prestação de serviço por meio de tratamento gratuito na área da saúde. Com os dados levantados dos três últimos anos é possível perceber que esse reconhecimento social é valido para a Instituição, pois o Espaço Saúde vem atingindo as populações de outras cidades. A tabela 1 mostra a quantidade de pessoas atendidas no Espaço Saúde, não somente da cidade de Lorena, mas também de cidades da região.

Tabela 1 - Quantidades de pacientes por cidades

Cidade	2014	2015	2016
Lorena	207	124	128
Guaratinguetá	17	16	29
Piquete	06	06	11
Cachoeira Paulista	19	10	09
Canas	03	06	04
Cruzeiro	04	03	08

O Espaço Saúde proporciona uma interação entre alunos e comunidade, através das bolsas de estudos. Para os alunos de enfermagem é uma oportunidade de adquirir conhecimento na

prática a teoria ministrada em sala de aula. A tabela 2 mostra a quantidade de pacientes, bolsistas e voluntários que foram beneficiados pelo Espaço Saúde nos últimos três anos.

Tabela 2 – Quantidades de benefiados pelo Espaço Saúde

Item	**2014**	**2015**	**2016**
Pacientes	257	174	210
Bolsistas	11	10	10
Voluntários	16	22	19

Através da tabela acima é possível identificar que o número de voluntários é maior que o de bolsistas, isto porque a Instituição com propósito de um bem em comum com a comunidade, alunos e o Espaço Saúde os motiva a prática de voluntariado.

Um dos meios da Unifatea exercer sua responsabilidade social é o Espaço Saúde, com a extensão universitária que proporciona aos alunos ações humanitária e convívio com atividades que agregarão valores sociais para a sua carreira profissional, uma vez que sua prática envolve troca de saberes, o conhecimento e o convívio com os membros da comunidade.

REFERÊNCIAS

ABAMES. Lei nº 10.861 de14 de Abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES e dá outras Providências Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior**. Brasília, DF, 14 abr. 2004. Disponível em: < http://abmes.org.br/public/arquivos/legislacoes/Lei_10861_140404.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 26000. Diretrizes sobre Responsabilidade Social –1. ed. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_65.pdf. Acesso em: 08 set. 2017

ALMEIDA JUNIOR, Altamiro L.; ALMEIDA, Mágda Aparecida M.; REZENDE, Andréa Coelho; ABRANCHES, Angélica Teixeira. **Responsabilidade Social Universitária: A percepção dos Stakeholders sobre os projetos desenvolvidos pela Fic.** Mythos Revista Acadêmica, Cataguases, n.6, p.28-39, 2016.

BRASIL. LDBE - Lei nº 9.394 de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 27 out. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394 >. Acesso em: 25 ago. 2017.

BRASIL. Lei n. 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. 2004. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.861.htm> Acesso em:28 ago. 2017

CHIAVENATO, Idalberto; ARÃO, Sapiro. **Planejamento Estratégico: Fundamentos e Aplicações.** N. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

DIAS, Reinaldo. **Responsabilidade social: fundamentos e gestão**. São Paulo, Atlas, 2012.

FAGUNDES, Gustavo. **Educação Superior Comentada: A Responsabilidade Social das IES.** Disponível em: https://abmes.org.br/colunas/detalhe/1144/educacao-superior-comentada-%E2%80%93-a-responsabilidade-social-das-ies. Acesso em: 01 set. 2017

LIMA, IlaneCountinho Duarte. **Extensão Universitária como projeto de Responsabilidade Social: caso da Universidade Federal do Espírito Santo.** IV Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais. 2016. Disponível em :<https://anaiscbeo.emnuvens.com.br/cbeo/article/view/203>. Acesso em: 03 out. 2017

PONTES, Ronaldo Miranda; NETO, Juliano Dias; BOTELHO, Lucas Machado; JACINTO, Rafael Pereira; SILVA, Ronaldo.**Influência da Responsabilidade Social na Geração de Valor: Estudo de Caso na Medquimica**. IX Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia.Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/27220305.pdf

REIS, A.L.; BANDOS, M.F. C. **Responsabilidade Social de instituições de ensino superior: uma reflexão sistêmica tendo em vista o desenvolvimento.** Revista Gestão & Desenvolvimento - PUC MG. Ed. Especial. Novembro 2012. Disponível em: https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/esp1_8cbs/25.pdf

RODRIGUES, Gabriel Mário. Ensino, pesquisa e extensão universitária. **O Estado de S.Paulo**, São Paulo, 02 nov. 2011. Disponível em:http://opiniao.estadao.com.br/noticias/geral,ensino-pesquisa-e-extensao-universitaria-imp-,793617. Acesso em: 15 jun 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

PLANEJAMENTO E CONSTRUÇÃO: PONTE DE PALITOS

Adhemar de Carvalho Monteiro Junior, Ângelo José Costa Cortez,
Paulo César Santos Ribeiro da Silva, Pedro Henrique Colman Prado
Ramon Oliveira Borges dos Santos, Bruno Vidal de Almeida

Resumo: O presente relatório descreve as etapas inicias e o andamento das atividades desenvolvidas para a elaboração e construção do projeto proposto, tendo como objetivo principal exemplificar de forma didática e dinâmica todas as etapas, desde o inicio até a apresentação final. Visando aplicar de forma pratica conceitos aprendidos em sala de aula, a elaboração deste projeto irá proporcionar uma visão pratica e direita de problemas que profissionais da área da engenharia enfrentam no cotidiano. Desenvolver uma estrutura seguindo critérios e normas pré-definidas, além de melhorar todo o trabalho em equipe, irá fazer com que sejamos mais criteriosos e nos fará desenvolver uma visão mais critica sobre como proceder diante de problemas.

1. Introdução

Neste trabalho foi projetado um modelo de ponte treliçada com base em modelos já previamente reportados pela literatura. Após a conclusão deste protótipo a ponte será avaliada mecanicamente por ensaio de compressão, visando atingir as especificações do projeto, suportando a carga previamente estabelecida (carga máxima definida pela – 1200N).

Durante a construção e teste da ponte, os seguintes itens serão observados: a) como uma estrutura trabalha, b) como cada um dos vários membros componentes da ponte age sob pressão ou compressão, c) a função de cada cálculo para que a ponte suporte eficientemente o peso estabelecido.

A construção do projeto possibilitara familiarização por meio de projeto prático com vários aspectos e componentes estruturais que precisam ser levados em consideração quando se constrói uma ponte, como: aprender vários conceitos sobre treliças e cuidados estruturais que deverão estar presentes; aprender algumas técnicas de construção especiais apropriadas para o tipo de material; trabalhar com confiança, sabendo que sua ponte irá suportar a carga

estabelecida com sucesso, desde que se construa a estrutura cautelosamente; aprender sobre os desafios enfrentados pelos construtores de verdade, os quais muitas vezes são requisitados para construírem estruturas que foram projetadas por outras pessoas. Na sequencia, será apresentado todo o processo inicial de desenvolvimento do projeto.

2. Objetivo

O principal objetivo é construir uma estrutura (ponte) de palitos de picolé (palitos de madeira) que suporte uma carga pré-estipulada pelo grupo (está carga será usada como base para realizar todos os cálculos e dimensionamento da ponte). A estrutura deve ter de acordo com o edital, no máximo 1,2m de comprimento, a largura da ponte deve ser de, no mínimo, 10 centímetros e no máximo 18 centímetros e deverá, para efeito do protótipo, “permitir” a passagem de um veículo em miniatura. A ponte deve possuir no máximo 400 mm de altura.

3. Objetivos Específicos:

- Entender o quê é uma treliça.
- Realizar todos os calculos pertinentes ao projeto.
- Identificar os principais componentes de uma ponte treliçada.
- Identificar os vários tipos de pontes treliçadas.
- Entender como uma ponte treliçada trabalha (como cada componente individual contribui para que toda a estrutura trabalhe bem e possa suportar a carga).
- Ver como a qualidade de construção afeta o desempenho da estrutura.
- Suportar, se possível 1200N.
- Fazer um levantamento prévio dos custos, sempre visando o menor orçamento, devendo este orçamento fazer parte do relatório final.
- Realizar cálculos/simulação para montagem e operação do projeto proposto.

4. Metodologia

Para a elaboração deste projeto foram utilizados alguns métodos com o intuito de simplificar seu desenvolvimento, primeiramente foi feita uma pesquisa em fontes virtuais para que fosse possível entender o conceito de treliça e em seguida, alguns livros de física foram utilizados, mecânica dos sólidos e nosso próprio material para se ter uma noção de quais conceitos poderiam ser aplicados dentro do projeto.

Para facilitar o acompanhamento do projeto foi elaborado um cronograma do tipo 5W2H que é uma ferramenta de gestão que facilita tanto na organização como em todo o planejamento e execução das atividades.

Em seguida, realizou-se uma busca para encontrar o melhor material em relação custo benéfico para a construção da ponte; é fato que pode se encontrar algumas variações de palito de sorvete, e por isso foi introduzido no projeto um palito que apresentasse uma melhor característica física.

Em suma o trabalho foi desenvolvido, levando em consideração todas as ideias apresentadas, e com isso foi possível aproveitar todas as habilidades de cada integrante da equipe. E para uma melhor eficiência do grupo, foram marcadas reuniões semanais (as terças e sextas feiras) para se analisar o desenvolvimento do projeto.

5. Justificativa

A partir da construção da ponte foi possível aplicar na prática os conceitos aprendidos na disciplina mecânica dos sólidos, podendo-se analisar de que forma os esforços atuam de fato em uma estrutura real.

Com os cálculos e análises realizadas, espera-se que a ponte construída aguente a carga a que será solicitada, no entanto, é importante notar que os cálculos são baseados em aproximações, já que os palitos não são uniformes e não é levada em consideração a cola, elemento no qual está baseada a união de toda a estrutura.

Assim, podem ocorrer resultados inesperados devido ao fator da colagem, mas, pensando nisso, a estrutura foi reforçada.

Pôde-se ainda adquirir uma visão de como são projetadas pontes e estruturas reais, que, além do que foi trabalhado, exigem atenção para a deformação com a variação da temperatura, a escolha do material a se utilizar, dadas suas propriedades e custo, e também o tipo de ambiente.

6. O projeto

6.1. Levantamento de informações e revisão bibliográfica

Primeiramente, foram feitas algumas pesquisas para compreender primeiro alguns conceitos fundamentais de engenharia estrutural: força, carga, reação, equilíbrio, tração e compressão.

Alguns tópicos principais foram levados em consideração como: Quanto será investido no projeto? Onde será construído? Além dessas perguntas, outras várias questões surgiram, e por isso foi necessário realizar um levantamento de todas as informações para sanar e suprir possíveis problemas, pois mesmo que fossem problemas simples, sem um plano de trabalho e sem conhecer o que estamos projetando, haveria o risco de o projeto não ser concluído com êxito.

7. Elaboração e divisão das etapas.

Conforme definido no cronograma, todo o projeto será construindo em duas partes, primeiro será elaborado um protótipo, realizando todos os cálculos e testes pertinente ao mesmo, afim de que consigamos uma melhor eficiência, e posteriormente será construída a ponte para a apresentação final.

Todo o trabalho foi divido de forma que a equipe toda participasse do processo, apesar de que cada integrante tem seus pontos fortes fracos, procuramos não fazer distinção dos mesmo e sendo assim, todas as atividades serão realizadas por toda a equipe.

8. Materiais utilizados

Para a construção de todo o projeto será utilizado:

- Palitos de picolé;
- Cola branca;

"A ponte deverá ser construída de tal forma a permitir ser sustentada em apoios distantes de 1m (um metro) (vão entre os apoios), considerando-se o erro de ± 5%. A largura da ponte deve ser de, no mínimo, 10 centímetros e no máximo 18 centímetros e deverá, para efeito do protótipo, "permitir" a passagem de um veículo em miniatura. A ponte deve possuir no máximo 400 mm de altura." (Edital – Projeto Interdisciplinar Ponte de Palitos).

Também será utilizado, pinceis para aplicar a cola nos palitos e uma base de cartolina para iniciar a montagem da ponte.

9. Construção – Inicio do protótipo.

Após a apresentação do edital, o grupo todo se reuniu (01/09/2017 – as 19h00minh na Unisal) para decidir qual seria o modelo e o formato da ponte; foi escolhido um modelo de ponte que utilizasse um sistema de treliças. Após várias análises de vários tipos de pontes, esta foi a de maior vantagem, pois de acordo com os cálculos feitos pelo software Ftool, com este formato de treliças, o desempenho e distribuição de forças foi conveniente ao que estava sendo procurado.

O formato da ponte escolhido segue em anexo na imagem I. Serão colados 05 (cinco) perfis, sendo que será feito um rebaixo nas extremidades da parte inferior da ponte (base), para que após a aplicação da força, o coeficiente de atrito seja maior evitando que as treliças escorreguem sob a base.

Como não seria possível realizar um ensaio de tração e compressão em apenas um palito, para determinar sua resistência, foram utilizados valores encontrados num edital de concurso de

pontes de palitos, o mesmo refere-se aos seguintes valores:

1) As dimensões dos palitos de picolé são aproximadamente: 115 mm de comprimento; 2 mm de espessura; 8,4mm de largura.

2) A resistência à tração do palito é de 90kgf ou 882,9N.

3) A resistência à compressão de um palito de 110 mm de comprimento é de 4,9kgf ou 48,07N.

4) A resistência à compressão de uma composição formada por dois palitos de 110 mm é de 27kgf ou 264,87N.

5) As juntas para as barras deverão ser feitas com emenda por superposição de palitos. Recomenda-se o esquema da figura que segue, principalmente nas barras tracionadas:

Obs.: Como este edital de concurso não possuía nenhuma referencia bibliográfica, utilizamos valores 30% abaixo do que o mesmo apresenta.

A construção do protótipo irá iniciar no dia 29/09/2017 na oficina da Unisal as 20h00minh (construção iniciada com 03 (três) dias de atrasos, devido à dificuldade de reunir todos).

Na sequência, será apresentado uma breve pesquisa sobre determinados temas pertinentes ao projeto. Essa pesquisa foi necessária para aprimorar conhecimento e sanar duvidas referente ao projeto.

10. Alguns conceitos presentes no projeto.

Quando o projeto foi iniciado, surgiram alguma perguntas referentes a determinados conceitos (conceitos fundamentais de engenharia estrutural) que estarão presente no mesmo, sendo assim, uma breve pesquisa foi iniciada com a finalidade de explicar e entender estes conceitos, sendo eles:

Força: é uma grandeza física que é capaz de vencer a inércia de um corpo, modificando a sua velocidade em um objeto livre ou deformação em um objeto fixo. Trata-se de um vetor, tendo assim, intensidade (o módulo do seu valor), direção (a linha de aplicação da força), e sentido

(para qual lado está sendo aplicada). Está relacionada com as três leis de Newton (princípio da inércia, lei fundamental da dinâmica: F=m.a, princípio da ação e reação).

Carga: é uma tensão mecânica proveniente da distribuição de forças por unidade de área em torno de um ponto material de um corpo material ou meio contínuo. Elas podem se classificar em três tipos: tração (esforços em sentidos opostos no mesmo corpo), compressão (tensão normal, reduzindo seu volume), cisalhamento (tensão tangencial ou provocada por um corte).

Reação: está relacionada com a terceira lei de Newton na qual fala que "toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos". Ela quer dizer que se um corpo A exerce uma força com intensidade sobre um corpo B, o corpo B também exercerá uma força no corpo A de mesma direção, mesma intensidade, porém sentido contrário (embora as forças sejam iguais, a aceleração não é a mesma necessariamente). As forças na natureza sempre aparecem em pares, cada par é conhecido como par ação- reação, não existe força "solitária", pois não há força (real) sem sua contra parte.

Equilíbrio: O equilíbrio é estabelecido quando a soma das forças que agem sobre um corpo é nula. Ele pode ser classificado como estático ou dinâmico. Um corpo está em equilíbrio quando a somatória de todas as forças que atuam sobre ele for nula, ou seja, igual a zero. De acordo com a Primeira Lei de Newton, quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo é nula, o corpo permanece em seu estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme. Portanto, um objeto em equilíbrio pode estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme. O equilíbrio pode ser classificado como:

Equilíbrio estático: Quando o objeto está em repouso;

Equilíbrio dinâmico: Quando o corpo está em movimento retilíneo uniforme;

Tração: É a força aplicada sobre um corpo numa direção perpendicular à sua superfície de corte e num sentido tal que, possivelmente, provoque a sua ruptura. Uma peça estará sendo tracionada quando a força axial aplicada estiver atuando com o sentido dirigido para o seu exterior.

Compressão: É o resultado da aplicação de uma força de compressão a um material,

resultando em uma redução em seu volume, ou, como tratado em resistência dos materiais, uma redução de uma de suas dimensões, axial com a atuação da força, e um aumento da seção transversal a este mesmo eixo, quando a deformação da peça nesta direção é permitida, pois deve-se considerar que teoricamente, neste caso, seu volume mantenha-se constante. Um exemplo característico de objeto submetido a esforços de compressão são os pilares dos prédios, que recebem, com a mesma direção de seu eixo, as cargas acima deles.

11. Treliças

Como toda a estrutura da ponte é na forma de treliças, um estudo mais aprofundado sobre a mesma foi realizado, com a finalidade de entender seus aspectos, como toda a força é distribuída, e qual seria a melhor maneira de montar a estrutura.

A treliça pode ser definida como uma armação formada pelo cruzamento de elementos retos (de madeira, aço, alumínio, etc.) cujas extremidades são ligadas em pontos conhecidos como nós. As treliças são dimensionadas de modo que as forças atuantes nos elementos sejam de tração ou compressão. As treliças podem ser planas ou tridimensionais. Na representação gráfica de uma treliça é comum a indicação em vermelho das barras que trabalham a compressão e azul as barras que trabalham à tração. É uma estrutura composta por cinco ou mais unidades triangulares, as forças externas e reações consideram-se, de forma simplificada, aplicadas nesses mesmos nós. As forças resultantes nos vários elementos das estruturas são de tração ou compressão devido ao facto de todas as articulações serem tratadas como rotuladas (livre rotação) e pelo facto de, como fora referido, as forças externas e reações serem aplicadas nos nós.

Uma treliça planar/bidimensional é uma estrutura onde todos os membros e os nós se encontram no mesmo plano, enquanto uma treliça espacial/tridimensional tem membros e nós em três dimensões. Ao conjunto de elementos horizontais superiores, dá-se o nome de corda superior, sendo que estes se encontram, normalmente em compressão. Ao conjunto de elementos horizontais inferiores, dá-se o nome de corda inferior, sendo que estes, por seu lado, se encontram em tração. A treliça é bastante utilizada na construção de barracões e na

área de construção civil

A forma mais simples de uma treliça é um único triângulo. Por causa da estabilidade desta forma e os métodos de análise usados para calcular os esforços presentes nos seus elementos, uma treliça composta apenas por associações de triângulos é conhecida por uma treliça simples.

Uma treliça simples é uma estrutura planar (todos os seus elementos se encontram contidos no mesmo plano). Estas estruturas planares são, normalmente, associadas em paralelo para formar estruturas de suporte de telhados e pontes.

12. Mecânica das treliças

As Leis de Newton podem ser aplicadas como um todo, assim como para cada nó ou elemento (como em todas as tipologias estruturais gerais). Para qualquer um dos nós permanecer estático, devem ser verificadas as seguintes condições:

1)Cálculo das externas. O somatório de todas as forças horizontais e verticais deve ser igual à zero.

Forças nas horizontais: $\Sigma fx = 0$ *Forças nas verticais:* $\Sigma fy = 0$

2)Método dos nós. A análise destas condições em cada nó, por exemplo, permite determinar as forças em cada elementos da treliça.

Escolha um nó que tenha no máximo 2 (duas) variáveis.

Aplique $\Sigma fy = 0$ e $\Sigma fx = 0$ *em cada nó.*

Analises de treliças

As analises básicas de treliças, quando se tem em mente a construção da mesma deve- se ter em mente:

- Forças nos Elementos
- Dimensionamento dos Elementos

- Dimensionamento das Ligações

13. Conclusão

Após o termino deste relatório concluiu-se que a primeira coisa a ser feita pelos integrantes do grupo foi o estudo de como é feita uma ponte, quais conceitos físicos estão presentes nela, o que é treliça e como ela deve ser construída para que haja a melhor resistência possível.

Seguindo o cronograma de planejamento os integrantes do grupo chegaram ao um consenso de qual seria o melhor modelo de ponte e obviamente o melhor tipo de treliça a ser usado, pois é a parte mais importante da ponte. Feito isso as delimitações da ponte foram definidas e, em seguida concluiu-se que será necessário a construção de um protótipo para testar o modelo de construção que foi escolhido e fazer então os ajustes necessários para a apresentação final.

Conclui-se então que seguindo o que foi proposto e dentro dos prazos estipulados durante o planejamento, conforme expresso neste primeiro relatório, todas as atividades foram feitas dentro do prazo.

Toda a sequência do projeto irá continuar conforme os prazos já determinados, sendo a elaboração de cálculos, construção e teste do protótipo e seus devidos ajustes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

http://professor.ufabc.edu.br/~juan.avila/MecSol/Trelicas.pdf (acessado em 01/09/2017) http://www.unifal-mg.edu.br/sspibid/sites/default/files/file/S02779.pdf (acessado em 01/09/2017)

http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/1999ME_CarlosHenriqueMaiola.pdf (acessado em 12/09/2017)

http://engenhariacimatec.blogspot.com.br/2012/10/projeto-ponte-trelicada-parte-1.html (acessado em 15/09/2017)

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

AQUECEDOR SOLAR RESIDENCIAL DE BAIXO CUSTO

Andrei Diniz Dias, Marcos Vinicius Rodrigues de Almeida
Rafael de Carvalho Silva, Yago Luis Geronymo Ramos, Washington Lemos
Faculdade de Engenharia de Resende - AEDB

1. Apresentação do projeto

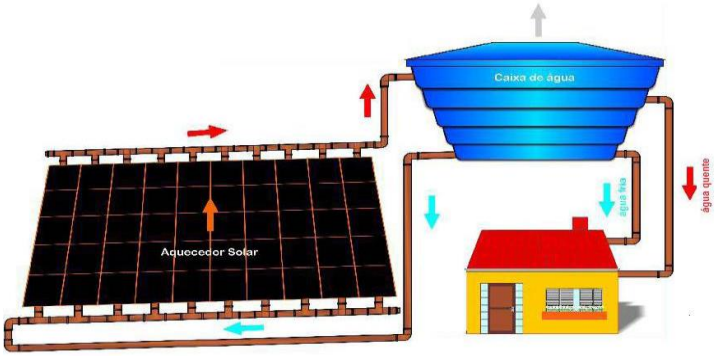
O aquecedor solar caseiro tem o mesmo principio de funcionamento do convencional, aquecer água através da energia solar; Mas sua maior diferença e que ele e feito basicamente de material reciclável diminuindo assim drasticamente seu custo.

O projeto e constituído principalmente de tubos de PVC e caixas de leite pintadas de preto fosco com objetivo básico captar a energia solar, retendo o calor no interior da garrafa (pet) que os envolve e transferindo para água através dos principio da termodinâmica (transferência térmica), conforme as moléculas da água se agitam ocorre o aumento da sua temperatura por causa do atrito e diminui sua densidade, com isso a mesma sobe através das tubulações de PVC e se acumula na parte superior da caixa d'água

Visando a necessidade de se obter energia de forma limpa (sem depender de meios não renováveis), e diminuir o impacto ambiental causado por vários materiais descartados de forma irregular no meio ambiente (pois varias pessoas não possuem orientações de descarte e nem meios para o descarte ser executado de forma adequada), foi desenvolvido este trocador de calor que abrange as duas necessidades, e promover o incentivo de aplicação de uma nova tecnologia em função do meio ambiente e bem estar do ser humano. Com isto foi possível que pessoas carentes tivessem a oportunidade de obter água quente, e também diminuir o consumo de energia elétrica

Como mostrado na figura 1, temos todo o detalhando do esquema físico do projeto, e como ocorre a dinâmica do fluido no sistema de aquecimento de água.

Figura 7 – Esquema Físico



2. Impacto ambiental e social do projeto

Este projeto surge como uma iniciativa de agregar em um único contexto as questões sociais (melhoria em qualidade de vida e economia de recursos econômicos) e questões ambientais (reciclagem de garrafas PET e caixas de leite). Sendo assim podemos ressaltar que este sistema, se desenvolvido corretamente, trará diversas vantagens, e para almejar um mérito maior com o mesmo é necessário haver uma maior democratização do mesmo enfatizando todos os seus aspectos positivos.

A aplicação deste sistema em instituições de ensino é uma forma de mesclar uma atitude consciente ao aprendizado. Como é um trabalho focado na consciência ambiental e no baixo custo ele se torna acessível ao público geral.

3. Aspectos teóricos envolvidos

4. Calor

A definição termodinâmica de calor é um tanto diferente da interpretação comum da palavra.

O calor é definido como sendo a forma de transferência de energia, através da fronteira de um sistema numa dada temperatura, a outro sistema (ou meio), numa temperatura inferior, em virtude da diferença de temperatura entre dois sistemas. Isto é, o calor é transferido do sistema

de temperatura superior ao sistema de temperatura inferior e a transferência de calor ocorre unicamente devido à diferença de temperatura entre os dois sistemas. Outro aspecto dessa definição de calor é que um corpo nunca contem calor. Ou melhor, o calor pode somente ser identificado quando atravessa a fronteira. Assim o calor é um fenômeno transitório. (WYLEN, 2009, p.65)

No trocador de calor, como já sugere o nome, a sua função é fazer a troca de calor entre a energia proveniente do sol para a água. Sendo assim irá consequentemente promover o aquecimento da água q passa pelo sistema e ficará armazenada no reservatório para uso posterior.

5. Trabalho

O trabalho e usualmente definido como uma força F agindo através de um deslocamento X, sendo este deslocamento agindo na direção da força. Isto é, $W = \int_1^2 F.\,dx$

Essa é uma relação muito útil, porque nos permite determinar o trabalho necessário para levantar um peso, esticar um fio, ou mover uma partícula carregada, através de um campo magnético.

Entretanto, em vista do fato de estarmos tratando a termodinâmica do ponto de vista macroscópico, é vantajoso relacionar nossa definição de trabalho como os conceitos de sistemas, propriedades e processos. Definimos, portanto, o trabalho do seguinte modo: um sistema realiza trabalho se o único efeito sobre o meio (tudo externo ao sistema) puder ser o levantamento de um peso. Note que o levantamento de um peso é, realmente, uma força que age através de uma distancia. Note, também, que a nossa definição não afirma que um peso foi realmente levantado ou de que uma força agiu realmente através de uma distancia dada, mas que o único efeito externo ao sistema poderia ser o levantamento de um peso. O trabalho realizado por um sistema é considerado positivo e o trabalho realizado sobre um sistema é considerado negativo. O símbolo W designa o trabalho realizado por um sistema.

Em geral, falaremos de trabalho como uma forma de transferência de energia. (WYLEN, 2009, p.53)

No trocador de calor, ocorre uma troca de energia no forma de calor, a energia do sol agita as moléculas da água dentro do cano de PVC, fazendo com que a temperatura dela aumente.

6. Tipos de sistema

O sistema é tudo aquilo que desejamos estudar. Ele poder ser tão simples como um corpo livre ou tão complexo como uma refinaria química inteira. Podemos desejar estudar uma quantidade de matéria contida em um tanque fechado e de paredes rígidas, ou considerar algo como o escoamento de gás natural em um gasoduto. A composição da matéria dentro de um sistema pode ser fixa ou variar em função de reações químicas ou nucleares. A forma ou volume do sistema que está sendo analisado não é necessariamente constante, como no caso de um gás no interior de um cilindra comprimido por um pistão ou quando um balão é inflado.

Sistema Fechado – é definido quando uma determinada quantidade de matéria. Não pode ocorrer fluxo de massa através de suas fronteiras.

Sistema isolado- Um sistema que não interage de modo algum com suas vizinhanças (MORAN E SHAPIRO, 2009, p.2), ou seja, calor, trabalho e massa não cruzam a fronteira do sistema. (WYLEN, 2009, p.14)

Sistema aberto – A fronteira permite a passagem de massa, calor ou trabalho.

No trocador de calor, possui um sistema aberto, pois no sistema dele ocorre a troca de calor com o seu meio, e ele permite a passagem de massa (água) pela sua fronteira.

7. Definição de fluidos

Uma substancia no estado liquido ou gasoso é denominada fluido. A distinção entre um sólido e um fluido é baseado na capacidade da substância de resistira uma tensão de cisalhamento

(ou tangencial) aplicada, que tende a mudar sua forma. O sólido resiste à tensão de cisalhamento aplicada deformando-se, ao passo que o fluido deforma-se continuamente sob a influência da tensão de cisalhamento, não importando o quão pequeno ela seja. Nos sólidos a tensão é proporcional à deformação, mas nos fluidos a tensão e proporcional à taxa de deformação. Quando uma força de cisalhamento constante é aplicada, o solido eventualmente pára de deformar-se num ângulo de deformação fixa, enquanto o fluido nunca pára de deformar-se e a taxa de deformação tende para certo valor constante. (ÇENGEL E CIMBALA, 2015, p.2).

Os fluidos para os quais a taxa de deformação é linearmente proporcional à tensão de cisalhamento são chamados de fluidos newtonianos. A maioria dos fluidos comuns como água, ar, gasolina e óleo são fluidos newtonianos. Sangue e plásticos líquidos são exemplos de fluidos não newtonianos. No escoamento cisalhante unidimensional de fluidos newtonianos, a tensão de cisalhamento é expressa pela relação linear

Tensão de cisalhamento: $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ $(\frac{N}{m^2})$

Onde a constante de proporcionalidade μ é denominada coeficiente de viscosidade ou viscosidade dinâmica (ou absoluta) do fluido. (ÇENGEL E CIMBALA, 2015, p.52).

O fluido de análise neste projeto é a água. Fluido base de comparação para diversos estudos e padronizado em relação as suas características, como densidade, escoamento, viscosidade e entre outros aspectos. Dispondo destas informações analisa-se o seu comportamento, em relação às variações de temperatura e as suas possíveis variações de características (visão microscópica das moléculas de água).

8. Definição de temperatura e escalas

Definições de temperatura – Ela se encontra enraizado nas noções de corpo “quente” ou “frio”. Usamos nosso sentido do tato para distinguir corpos quentes de frios e organizar os corpos em uma escala em função da ordem em que ele é “mais quente”, decidindo que 1 é

mais quente do que 2,que 2 é mais quente do que 3, e assim por diante. No entanto, por mais sensível que seja o tato humano, somos incapazes de avaliar essa qualidade de modo preciso.

É difícil estabelecer uma definição de temperatura em termo dos conceitos que sejam definidos independentemente ou aceitos como ou aceitos como básicos. Entretanto, é possível chegar a um objetivo entendendo a igualdade de temperatura levando em conta o fato de que, quando a temperatura de um corpo muda, outras propriedades também mudam. (MORAN E SHAPIRO, 2009, p.13).

Definições de escalas – A escala usada para medir temperatura no sistema de unidade SI é a escala Celsius, cujo símbolo é °C. No sistema Inglês de Engenharia é utilizado a escala Fahrenheit.

Até 1954, estas escalas eram baseadas em dois pontos fixos, facilmente reprodutíveis, o ponto de fusão do gelo e o de vaporização da água. A temperatura de fusão do gelo é definida como a temperatura de uma mistura de delo e água, que está em equilíbrio com ar saturado à pressão de 1.0 atm (0,101325 MPa). A temperatura de vaporização da água é a temperatura em que a água e o vapor se encontram em equilíbrio a pressão de1atm. Na escala Celsius, esses dois pontos recebiam valor 0 e 100. Já na Fahrenheit recebiam os valores 32 e 212.

A escala absoluta relacionada à escala Celsius é chamada de escala Kelvin e indicada por K (sem o símbolo de grau). A relação entre essas escala é k= °C + 273,15. (WYLEN, 2009, p.25 e p.26).

Conforme o sistema troca energia com o seu meio, na forma de calor, as moléculas da água se agitam e com isto a temperatura da água se eleva. Esta temperatura pode chegar a 55°C (nos estaremos utilizando a escala Celsius, pois ela e a do padrão Brasileiro).

9. Massa especifica

A massa específica da água, como de qualquer outra substancia, é definida como a massa (m) por unidade de volume (v)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

A massa específica é expressa por unidade: grama por centímetro cúbico $\frac{g}{cm^3}$, ou por quilograma por metro cúbico $\frac{kg}{m^3}$. (KLEIN E DUTROW, 2012, p.58)

No trocador de calor, o fluido se trata de uma substância homogenia pelo fato de estarmos trabalhando com uma substância que todos os pontos apresentam a mesma propriedade, então juntando toda esta substância vemos que ela possui massa e volume constante.

10. Densidade

A densidade está relacionada com a composição de misturas e soluções químicas e com a concentração de sólidos em suspensão. Na medição de vazão, a densidade e importante como um efeito de inferir a vazão mássica de fluidos compressíveis a partir da vazão volumétrica medida. (Antonio, 1997, p.1.12)

A densidade de uma substancia (incluindo um gás) é a massa de tal substancia pela unidade de voluma.

A densidade será designada pelo símbolo ρ. Por exemplo, considere o ar em uma sala com volume de 250 m3. Se a massa do ar na sala é de 306,25 kg, igualmente distribuído em todos os espaços, então $\rho = \frac{306{,}25kg}{250m^3} = 1{,}225\,\frac{kg}{m^3}$ e igual em todos os pontos da sala. (ANDERSON, 2015, p. 59).

A densidade e bem similar com a massa específica, só que elas não são necessariamente iguais. Elas são diferentes quando o corpo não é maciço: se o corpo possui em seu interior espaços vazios, ele ocupa um volume bem maior do que ocuparia se fosse composto.

11. Peso específico

"Também se define o peso especifico como a relação peso/volume. O peso depende do campo gravitacional e consequentemente, o peso especifico depende a aceleração da gravidade." (ANTONIO, 1997, p.1.12).

Partindo do princípio padrão de que o peso específico da água medido em N/m^3, que é equivalente a 9810 N/m^3, considerando a aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s^2. Correlaciona-se que essa grandeza é de grande relevância para o estudo de fluídos, principalmente aos estudos sobre pressão. No trocador de calor como a água é o fluído utilizado então se tem como referência as informações citadas anteriormente e que se baseiam para qualquer estudo posterior.

12. Vazão mássica

"É igual ao produto da vazão volumétrica pela densidade do fluido." (ANTONIO, 1997, p.7.2).

É definida também, como sendo a quantidade em massa de um fluido que escoa através de certa secção em um intervalo de tempo considerado. As unidades de vazão mássica mais utilizadas são kg/s.

Partindo do padrão que a água apresenta com relação a sua massa, verifica-se que em um determinado período de funcionamento do trocador de calor há um deslocamento de massa ascendente pela tubulação em um determinado período de tempo, que pode ser descrita pelo princípio de vazão mássica.

13. Vazão volumétrica

"É igual ao produto da velocidade do fluido pela área da seção transversal da tubulação. A partir da vazão volumétrica ou mássica pode se obter a sua totalização, através da integral da vazão instantânea." (ANTONIO, 1997, p.7.2).

A vazão pode ser determinada a partir do escoamento de um fluido através de determinada seção transversal de um conduto livre (canal, rio ou tubulação aberta) ou de um conduto forçado (tubulação com pressão positiva ou negativa). Sendo assim e dispondo dessas informações, verificamos sua ação no trocador de calor, pois nele há um fluxo constante do fluído (água circulante) que percorrerá a tubulação, partindo de um ponto onde se encontra fria até um ponto onde terá uma temperatura mais elevada, teremos assim um fluxo de volume circulando pelos tubos.

14. 1° lei da termodinâmica

A primeira Lei da Termodinâmica, também conhecida como Princípio da Conservação da Energia, diz que a energia não pode ser criada ou destruída. Se, em algum lugar, a energia que se apresentava sob uma forma tiver desaparecido, a mesma quantidade de energia, sob alguma forma, em algum lugar, terá de surgir. A energia é utilizada e não, consumida. (TEIXEIRA, 1981, p.29)

Conforme introduzido, podemos afirma que a soma de todas as energias envolvidas no fim de um processo é igual à soma da energia inicial utilizada. Sabe-se que a energia irá se manifestar de duas formas: Calor e Trabalho, e cada qual com suas especificações e distinções nas formas de se apresentarem.

Este é um preceito básico no aquecedor solar, pois ele recebe a energia solar e a converte para a água, que irá aquecer (variação de temperatura). Porém por se tratar de um sistema aberto, devemos levar em consideração que durante o processo nem toda a energia solar será utilizada efetivamente para o aquecimento da água, já que haverá perdas de energia para o meio externo que podem ser em maior ou menor grau em função dos materiais utilizados e o ambiente externo.

15. Justificativa da técnica (motivo da inclinação e da direção na instalação das placas)

Por causa da inclinação ou caimento dos painéis solares suas gerações de energia são afetadas. Com isso simulações em computadores identificam prontamente o caimento ideal e o azimute dos painéis solares para a geração máxima de energia para uma determinada localização. Dependendo da estação climática o painel tem seu caimento alterado a fim de aumentar sua eficiência.

As exigências para o caimento e orientação de um arranjo solar são flexíveis até certo ponto. Uma geração de energia razoável ainda e possível em painéis com caimento e orientações não ideais.

Em espaços limitados as placas são posicionadas sobrepostas umas as outras em formato aparência de telhado de uma água, visando sua capacidade máxima. Lembrando que uma placa não sombrear a outra, por isso devem ser bem posicionadas. (CHING; M. Shapiro, 2017, p.78)

Na instalação do trocador de calor, vamos ter de levar em consideração a latitude do local, pois a inclinação do coletor deve ser a latitude somada a 10 graus, o ideal é colocá-lo perpendicular à altura solar média do inverno ao meio dia. Assim temos o máximo de absorção de irradiação durante o dia.

16. Relevância e melhorias

Conforme apresentado anteriormente este projeto é uma solução economicamente simples e auto-sustentável que visa melhorar a qualidade de vida e reduzir custos com energia elétrica.

Também pode ser usado como uma ferramenta para estudos de conceitos da termodinâmica em relação a um determinado fluído, sendo no caso: Água. Observa-se que durante o funcionamento do projeto diversos fenômenos podem ser observados e comprovados.

Embora apresente inúmeras qualificações, há o limitante de que este sistema só funciona com a presença de radiação solar de intensidade mais elevada (calor) e também há a necessidade

de ter um cuidado especial durante a montagem, pois é fundamental que o sistema de aquecimento apresente uma angulação adequada a direção de incidência de raios solares.

Conforme apresentado o projeto ainda se encontra em fase de estudos e coleta/compra de materiais, logo não se dispõe do protótipo em funcionamento para análise de melhorias. Mas após as pesquisas nota-se que usar materiais como tubos de cobre ou de ferro aumentaria a eficiência do sistema, já que haveria assim menos perdas de calor.

REFERÊNCIAS

Yunus A. Çengel; Johm M. Cimbala, **Mecânica dos fluidos**: Fundamentos e aplicações, 3º Edição, AMGH editora ltda, 2015

J. Moran; shapiro, **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**, 6° Edição, LTC, 2009

Van Wylen; Sonntag; Borgnakke, **Fundamentos da termo dinâmica clássica**, 4° Edição, Editora Edgard Blucher, 2009

Antonio de Souza Teixeira Jr, **Leis da Termodinâmica**, FUNBEC e IBECC, 1981

Marco Antonio Ribeiro, **Medição de Vazão**: fundamentos e aplicações, 5° edição, Tek Treinamento e consutoria, 1997

D. Andersom, **Fundamento de Engenharia Aeronáutica**: instrução de voo, 7° Edição, AMGH editora ltda, 2015

Klein e Dutrow, **Manual da ciência dos minerais**, 23° edição, Editora Bookman, 2012

D.K Ching; M. Shapiro, **Especificação sustentáveis ilustradas**, Editora Bookman, 2017

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

VIABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA. ESTUDO DE CASO: VILA PASSOS, MUNICÍPIO DE LORENA

Rafaela da Silva, Hélio Rodrigues Bassanelli

1. Introdução

O crescimento político, econômico e social de um país está ligado, de modo direto, ao seu sistema de transportes. O sistema rodoviário é a principal via de acesso para produtos e passageiros aos principais pontos de coleta e distribuição, proporcionando, dessa forma, a aproximação entre portos, ferrovias, hidrovias e aeroportos. Em virtude das características territoriais do Brasil e da necessidade de desenvolvimento econômico, é essencial conservar e ampliar a pavimentação brasileira, de modo a garantir o aumento do nível de serviço do transporte, a redução dos índices de acidentes, e consequentemente, reduzir o custo do País (CNT, 2016).

As estradas não pavimentadas, popularmente conhecidas como “estradas de terra”, resultam da evolução de caminhos que foram criados com o objetivo de facilitar o deslocamento entre zonas rurais e urbanas, proporcionando à população o acesso a serviços de educação, saúde, lazer e comércio (SANTOS, 2013).

Atualmente existem diversos tipos de estradas pavimentadas no mundo, com capacidades variadas e destinadas a diversos tipos de transporte (SPECHT, 2004).

De acordo com Bernucci et al. (2008) pavimento é uma estrutura de inúmeras camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície de terraplanagem, designada técnica e economicamente a resistir aos esforços do tráfego de veículos que circulam sobre si e do clima, proporcionando aos usuários condições de rolamento, conforto, economia e segurança.

As camadas de revestimento necessitam de componentes de alto custo, devido à resistência que devem conter ao serem submetidas aos esforços, dentre os fatores que influenciam a ação exercida em uma camada asfáltica pode-se citar: características dos materiais, dosagem,

condições de compactação, processo construtivo e plano de manutenção e restauração contínuo (SPECHT, 2004).

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), o desempenho funcional de um pavimento está diretamente relacionado com a capacidade de fornecer uma superfície que seja segura e adequada em termos de qualidade de rolamento.

Desde que os materiais de construção civil, especialmente o petróleo, tiveram um reajusto tanto no custo, quanto nas novas exigências e limitações impostas na construção e manutenção de pavimentos asfálticos, pesquisadores têm buscado inovações através de materiais que possam apresentar características semelhantes ou até melhores, tanto na resistência quanto no baixo custo.

Em vista disso, está pesquisa se propôs investigar sobre a viabilidade do uso de reciclagem de materiais, como aditivos na construção ou restauração dos pavimentos.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

O local de estudo (Fig.1) situa-se na Alameda João Moreira Almeida e Rua José Pereira Penque no Bairro Vila Passos, no município de Lorena – São Paulo. Considerado como um bairro residencial, as ruas de estudo possuem fácil acesso à Rodovia Presidente Dutra, postos de combustíveis e, fica próximo a um Bairro comercial de Lorena. A Rua José P. Penque está localizado na latitude de 22°-44'36.37"S e longitude de 45°- 5'44.08"O e, encontrava-se sem pavimentação asfáltica, apenas terra, com inúmeros buracos e com um calçamento precário, sem drenagem de água que são prejudiciais aos moradores da região, principalmente, em temporadas de chuvas, onde a rua ficava impossibilitada de se transitar, conforme demonstra a figura 2. A Alameda João M. Almeida está localizada na latitude de 22°44'34.13"S e longitude de 45°5'45.02"O, e faz ligação com a Rua José P. Penque; a Alameda é composta por morros onde circulam veículos pesados e veículos de passeios. Devido ao excesso de carga e falta de manutenção nesta rua, a pavimentação asfáltica se encontrava num estado de

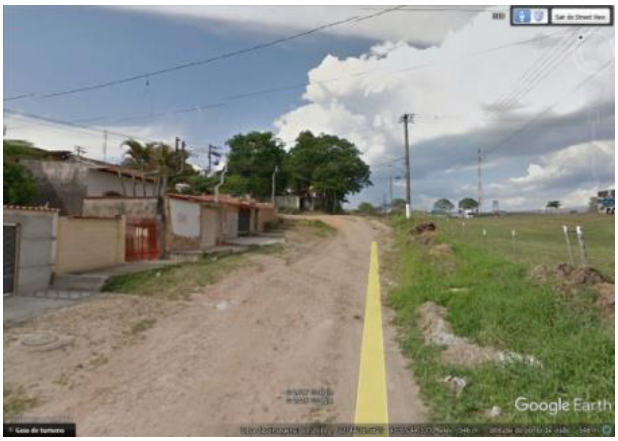
degradação avançada apresentando desgastes, panelas (popularmente conhecida como buracos), remendos, fendas e trinca couro de jacaré com erosão, conforme a figura 3.

Figura 1 – Mapa da localização da Alameda João Moreira Almeida e Rua José Pereira Penque - Bairro Vila Passos, no município de Lorena - São Paulo



Fonte: Google Earth

Figura 2 – Rua José Pereira Penque



Fonte: Google Earth

Figura 3 – Alameda João Moreira Almeida



Fonte: Google Earth

2.1. Dados utilizados

Para a elaboração deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio de pesquisas em livros, normas, revistas e estudos referentes ao assunto da pesquisa, a fim de se produzir um sistema conceitual baseado em fundamentações teóricas acerca dos principais conceitos relacionados aos movimentos com os problemas patológicos resultantes na pavimentação asfáltica.

As patologias causadas na pavimentação asfáltica podem ser desenvolvidas devido a erros de projeto, erros de dosagem ou na produção de matérias, erros na construção ou nas alternativas de manutenção. Para a avaliação da deformação causada no pavimento é realizado um levantamento dos defeitos de superfície, com o objetivo de avaliar o estado de conservação dos pavimentos obtendo uma solução adequada para a sua restauração. A restauração dos pavimentos rodoviários em áreas urbanas denota de diversas características particulares que devem ser estudadas, com o objetivo de, elaborar novas intervenções de manutenção e de reabilitação. Este trabalhou buscou, através de estudos e pesquisas, expor as vantagens do uso de materiais recicláveis na construção civil, tendo em vista a contribuição positiva da técnica e suas aplicações na construção e restauração dos pavimentos asfálticos, visando à avaliação do problema ambiental.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado um contato por e-mail com a empresa responsável pela obra a ser estudada, Karajé Construções e Pavimentação, onde nos disponibilizou uma visita técnica, na qual explicaram todas as etapas para a realização da pavimentação urbana.

A seleção da área de estudo, foi definida devido a oportunidade oferecida pela empresa para acompanhamento de todo um processo de pavimentação, desde o tratamento da base até a finalização do asfalto.

2.2. Método

A presente pesquisa possui características de um estudo de caso de natureza aplicada na forma descritiva e explicativa e com o objetivo descritivo e exploratório.

3. Procedimento da pavimentação asfáltica

Em um primeiro momento foi realizado uma vistoria no local da obra para verificar a situação do pavimento. Após esse procedimento iniciam-se os primeiros passos da pavimentação, começando pela aprovação do projeto, após a aprovação deve-se entrar com a topografia na área a ser pavimentada, posteriormente começa o serviço de saneamento com as águas pluviais e esgoto, logo se inicia o serviço de guias e sarjetas. Ao se completar essa primeira etapa, dá-se inicio ao tratamento do subleito, caso haja necessidade devido à umidade da terra, é preciso passar o caminhão pipa e um trator agrícola com o greide para homogeneizar. Feito isso, realiza-se o esparramamento da base BGS, conforme o projeto, utilizando o patrol e o rolo chapa. Nessa etapa o mais importante é o greidista, pois ele deverá determinar para o patroleiro o volume e a altura de massa a ser aplicado. Colocando o BGS o operador espargidor começa a aplicar semi-tinta a 50º, após essa aplicação não pode ter aplicação de cargas sobre o pavimento, pois está em fase de impermeabilização do solo, somente depois de 48hrs a 72hrs que pode dar continuidade a pavimentação. Ao termino da fase de impermeabilização, o operador espargidor começa a pintura de ligante, que pode ser o RR1C,

RR2C e/ou RR3C, conforme o projeto. Logo após o mesista (operador mais importante da pavimentação) começa aplicar a massa, em uma temperatura mínima de 120º e máxima de 180º. Seguidamente entra o operador de acabadora junto com os rasteleiros para dar o acabamento final, seguindo do rolo de pneus e após um tempo do rolo chapa.

3.1. Compactação

A compactação do subleito é realizada com o rolo pé-de-carneiro.

Na base, BGS ou rachão, utiliza-se o rolo chapa com pneu normal.

No asfalto a primeira parte da compactação é realizada com o rolo sete pneu para dar o fecha, neste tipo de compactação o operador deve estar sempre atento com o alinhamento, pois não pode fazer curvas. Após a realização da primeira parte da compactação, deve-se esperar um tempo médio de 15 minutos para que a temperatura caia e possa começar a segunda parte da compactação. Nessa segunda parte é utilizado o rolo chapa, para dar o acabamento. Nessa etapa é preciso que o asfalto esteja na temperatura ideal, que varia de 50º à 70º, pois o rolo chapa irá passar soltando água para dar o choque na massa. Caso a temperatura esteja errada a massa pode trincar e perder o pavimento, tendo que ser trocado.

4. Conclusão

No estudo da pavimentação asfáltica das ruas situadas no bairro Vila Passos, pôde-se observar que ocorria desgastes no pavimento da Alameda João Moreira Almeida, que provavelmente são decorrentes do aumento da frota de veículos, da falta de manutenção preventiva, retração térmica e desagregação dos materiais utilizados. Já na Rua José Pereira Penque, pôde-se observar uma rua não pavimentada, popularmente conhecida como rua ou estrada de terra e com calçamento precário; essa falta de pavimentação possui capacidade de arrastar materiais em períodos de elevada precipitação, maior dificuldade de escoamento de águas superficiais, que trazia problemas aos moradores e a todos que trafegam por esta rua, e formação de ondas na direção transversal, resultante do tráfego.

Verificando, dessa forma, a necessidade da restauração e pavimentação nas ruas estudadas. Foram utilizadas novas técnicas de restauração de pavimentos em estado precário que atendeu o quesito custo benefício, apresentando adequadas condições de execução. Essas técnicas vêm-se destacando devido ao uso da reciclagem do pavimento pré-existente com a reutilização das camadas atuantes como nova estrutura de suporte, promovendo um uso sustentável dos materiais, economicamente e ambientalmente.

No momento, ainda não se percebe nenhum tipo de patologia no asfalto, as guias encontram-se no mesmo estado de quando foram empregadas, as ligações do pavimento antigo com o pavimento atual encontra-se em ótimo estado, ocasionando uma diminuição na infiltração da água no solo, aumentando ainda mais a durabilidade do pavimento.

Porém com o passar do tempo os desgastes ocorrentes podem aparecer, assim como em qualquer infraestrutura, os pavimentos sofrem alterações ao nível da superfície e da estrutura, devido ao excesso de carga causado pelo tráfego e pelas ações climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. B; MOTTA, L. M. G; CERATI, J. A. P; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica. 3º ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS; ABEDA, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial. – 20. ed. – Brasília : CNT : SEST: SENAT, 2016. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Home> Acesso em: 05maio2017

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. Pesquisa CNT de rodovias 2007: relatório gerencial. – 12. ed. – Brasília : CNT : SEST: SENAT, 2016. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Home> Acesso em: 05maio2017

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTRA DE TRANSPORTES. Manual de restauração de pavimentos asfálticos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, Isabel Antónia Santiago Louro. Estabilidade de geomateriais em estradas não pavimentadas. Propriedades relevantes e métodos de dimensionamento. 2013.

SPECHT, Luciano Pivoto. Avaliação de misturas asfálticas com incorporação de borracha reciclada de pneus. 2004.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

DESENVOLVIMENTO DE WEBSITE E APLICAÇÃO ERP PARA A LOJA GEEK UNIVERSE

Mateus Ferreira Simões, Richard Castro de Carvalho, Danilo Carlos Soares

1. Introdução

Analisando o cenário atual, foi visto que existe uma plataforma na qual, é bastante utilizada e contém ferramentas que é de grande utilidade tanto para os desenvolvedores e os usuários, portanto assim foi elaborado o projeto na qual irá melhorar e automatizar a empresa.

Relembrando a história da informática, tais projetos como este foi tratado como inovação e avanço, pois é importante tanto na área empresarial tanto na comunidade tecnológica.

Tanto na página web e quanto no software terão as mesmas funções e as mesmas finalidades, sendo assim, ambas trocaram informações.

O software, irá conter campos de cadastros de clientes e de produtos, realizar compras, controle de estoque e financeiro, a única diferença e que o cliente poderá apenas utilizar o site e apenas cadastrar e efetuar compra, já o funcionário poderá cadastrar cliente, produto, registrar compras, controlar estoque e essas mesma funções terá o software porem o software será apenas para a loja física.

2. Justificativa

Analisando um setor que tem grande espaço para evolução, pois apresenta uma grande gama de público e tendo que é de grande valia no mercado, pode ser contribuída com a implementação de um sistema dinâmico e que atenda as necessidades de seu usuário, que é composto por um software que atenderá as demandas da loja/empresário.

Após pesquisas bibliográficas e no mercado de atuação, foi absorvida informações de grande valia para o desenvolvimento do projeto.

Além de atender as necessidades da empresa e dos seus clientes é buscado modificar os conceitos criados nos softwares e páginas web lá existentes na área.

3. Objetivos

3.1. Gerais

O Projeto tem por objetivo a Geek Universe. Através deste software, a empresa tem a gestão de cadastros dos clientes, funcionários e de produtos, o software tem o caixa para efetuação de compras dos clientes tem um controle dos produtos vendidos e também tem o controle do seu ativo.

3.2. Específicos

- Analisar o ambiente da empresa;
- Analisar as necessidades;
- Impor boas práticas para o desenvolvimento da organização.

4. Metodologia

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica e em campo de empresas no setor de vendas, assim tendo base em algo concreto podendo desenvolver algo prático e que tal empresa poderá usufruir de total capacidade do projeto.

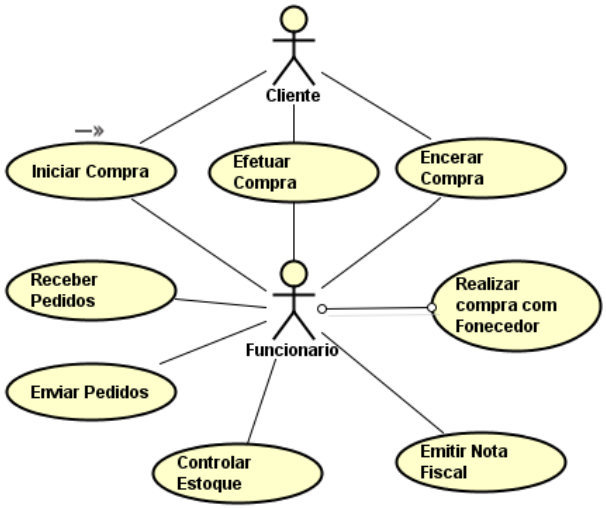
Para o desenvolvimento do projeto é abordado de pesquisas, artigos e livros. É utilizado a técnica de observação da Engenharia de Software que permite observar e extrair requisitos inerentes ao ambiente da organização da empresa, visto como os funcionários trabalham, vendo como é a interação da do local de trabalho para a implementação do mesmo, para que seja um sistema objetivo na inclusão, exclusão e processamento das pesquisas de clientes.

Analisando o cenário atual, foi escolhido para o software a linguagem C#, para a web o PHP MySQL pois atenderá todas os requisitos da empresa.

5. Tecnologias Utilizadas

Na figura 1, temos a visão de como o funcionário atual em seu local de trabalho. O funcionário pode fazer inclusão, exclusão e editar/alterar cadastros.

Figura 1 – Diagrama de Caso e Uso



Fonte: O Autor, 2017

6. Requisitos

6.1. Funcionais

- **Manter clientes:** O sistema deve permitir o gerenciamento de novos clientes (Inclusão, visualização, alteração, exclusão). O funcionário pode cadastrar os novos clientes em uma janela do sistema podendo alterar quaisquer dados.

- **Manter funcionários:** O sistema deve permitir o gerenciamento dos funcionários (Inclusão, visualização, alteração, exclusão). O gerenciamento total é feito pelo administrador do sistema.

- **Manter produtos:** O sistema deve permitir o gerenciamento de produtos (Inclusão, visualização, alteração, exclusão). O administrador é responsável do estoque para verificação de produtos e cadastramento de produtos, fazer alterações e excluir caso haja necessidade.

- **Efetuar consultas:** O sistema deverá permitir que o funcionário pesquise por produtos no sistema. O funcionário digita a palavra-chave que deseja procurar e seleciona o nome do cliente ou produto. O sistema apresenta os resultados encontrados.

- **Gerar carrinho de compras:** O sistema deve gerar um carrinho de compras. O funcionário seleciona qual o plano de banda larga que o assinante deseja ou até mesmo produtos.

- **Cancelar pedidos:** O sistema deve permitir o cancelamento de um pedido onde não foi confirmado o pagamento. O usuário pode desistir da compra caso tenha feito o pagamento do respectivo produto podendo excluir a compra do assinante.

- **Confirmar pagamento:** O sistema deverá permitir a confirmação de pagamento. Clientes que já tenham fechado o pedido podem realizar o pagamento no caixa da empresa.

- **Confirmar pedido:** O sistema deverá permitir a confirmação do pedido. Ao escolher o plano da banda larga e ou produtos desejados e a quantidade de itens, o sistema calculará o valor total do plano e de produtos e o assinante poderá fazer o pagamento.

- **Controlar estoque:** O sistema deverá efetuar o controle de estoque. Qualquer tipo de movimentação no estoque deverá ser controlado pelo sistema, que deverá manter o seu ativo sempre atualizado.

6.2. Não funcionais

- **Acessibilidade de sistema** – O sistema deve se apresentar perfeitamente, tanto visualmente quanto funcionalmente.

- **Interface Amigável** – O aspecto visual do sistema deve ter aparência agradável, usual e de fácil compreensão do usuário.

- **Usabilidade** – Funcionários devem ser capazes de utilizar as funcionalidades do software após um treinamento e devem ser capazes de compreender a linguagem visual do sistema e utilizar suas funções de maneira fácil e intuitiva.

6.3. Requisitos de Sistemas

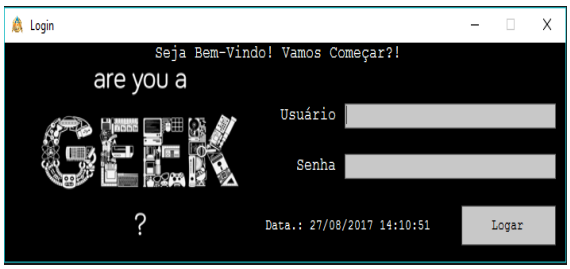
- Cadastros de clientes, produtos, funcionários;
- Registro de pedidos;
- Controle de estoque e financeiro;
- Lista de entregas.

7. Desenvolvimento

Foi desenvolvido em C# Orientado ao Objeto utilizando o Visual Studio, fazendo uso das seus forms conhecidos, pois serão de fácil entendimento e manuseio para o usuário, com um menu de Vendas para fazer pedidos externo ou interno, cadastro ou alteração de produtos e clientes, estoque, organização financeira e levantamento de saída de produtos.

Na figura 2 iniciará com uma tela de Login contendo os campos necessários para acessar o software.

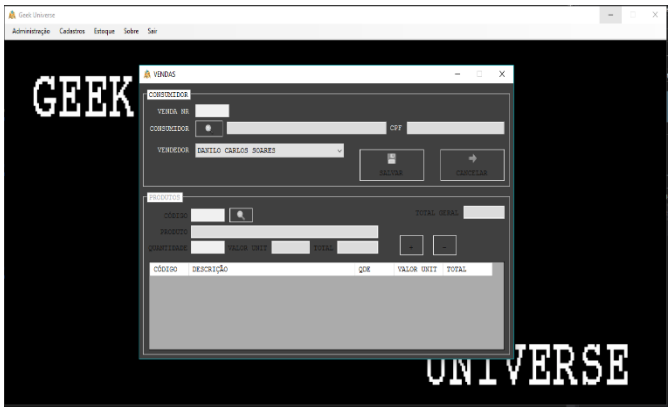
Figura 2 – Tela de Login



Fonte: O Autor, 2017

A partir da tela de login, temos a Figura 3 que dá acesso ao software, a parte financeira do software que ao efetuar o pedido será lançado em uma ordem de entrega na qual foi o primeiro a ser pedido, fazendo o uso da ideologia da estrutura “Fila” o primeiro pedido a entrar é o primeiro a sair. Para fazer uma venda é necessário indicar o vendedor para prosseguir com a venda, a venda possui o auto incremento para que tenha a facilidade de acesso rápido em pesquisas de futuras vendas.

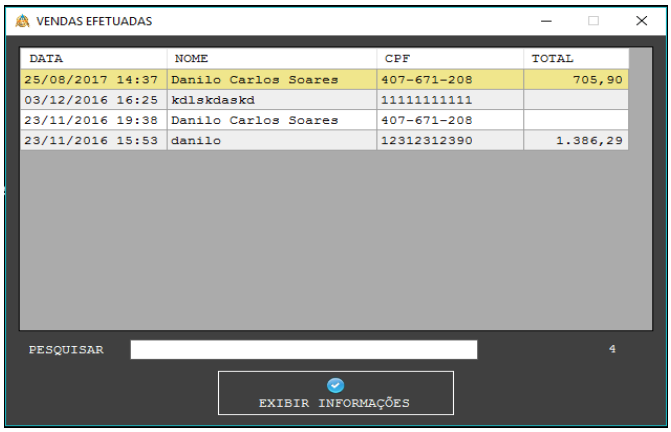
Figura 3 – Tela de Vendas



Fonte: O Autor, 2017

Figura 4, os históricos de vendas ficam gravadas em uma base de dados, para pesquisar alguma compra de cliente é só digitar a palavra-chave para que veja todas as compras já concluídas.

Figura 4 – Tela de vendas efetuadas



Fonte: O Autor, 2017

Na figura 5 vê-se o cadastro de clientes e funcionarios, contendo as informações mais uteis para que seja gravada na base de dados cada uma contendo seus identificados o auto incremento, após preencher todos os campos pode tirar uma foto da pessoa utilizando a própria Webcam do notebook ou computador convencional, utilizando uma .dll para a leitura da câmera e capturar a foto do cliente.

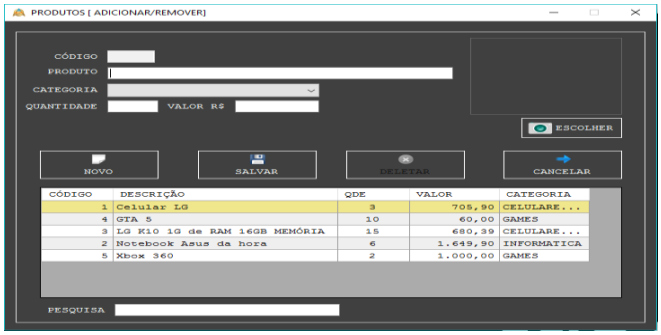
Figura 5 – Tela de cadastro de cliente



Fonte: O Autor, 2017

Na figura 7 é a janela de estoque, é o operador poderá criar um novo produto e podendo adicionar e alterar a quantidade e adicionar uma foto para aquele novo produto criado.

Figura 7 – Estoque



Fonte: O Autor, 2017

8. Resultados esperados

É esperado que o usuário e o cliente tenham fácil entendimento e consiga manusear a aplicação web e software de maneira fácil e correta, o estabelecimento tenha grande retorno e

que melhore sua dinâmica de serviço, e tenha grande agilidade de atendimento e serviço, agrade o público alvo e atraia novos clientes, ter um grande controle sobre o negócio, financeiro, de produtos, estoque, e consumo de clientes.

REFERÊNCIAS

BARTIÉ, A. **GARANTIA DA QUALIDADE DE SOFTWARE: ADQUIRINDO MATURIDADE ORGANIZACIONAL**. RIO DE JANEIRO: ELSEVIER, v. 9ª TIRAGEM, 2002.

BLAHA, M. RUMBAUGH. J. **MODELAGEM E PROJETOS BASEADOS EM OBJETOS COM UML 2**. RIO DE JANEIRO: ELSERVIER, 2006.

SOMMERVILLE, L. ENGENHARIA DE SOFTWARE. 9ª ED. SÃO PAULO: PERSON PRENCTICE HALL, 2011.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

MÉTODO AHP NA ESCOLHA DE PROJETO INTERDISCIPLINAR NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

João Paulo de Araújo Furtado

Palavras chave: Metodologia; Processo de analise Hierárquico (AHP); Ensino de Engenharia de Produção; Projeto Interdisciplinar.

1. Introdução

Atualmente se observa grandes transformações em todas as áreas da atividade humana e uma das áreas particularmente afetada por essas mudanças é a Engenharia, pois a revolução tecnológica é um dos fatores que contribui para isso, tendo como consequência demanda por engenheiros mais flexíveis e com qualificações que extrapolam a especialização técnica. **(MASSON, 2012)**.

Métodos Ativos de Ensino Aprendizagem (MAEA) possibilitam de trazer o estudante para o centro da discussão, sendo ele o responsável pela construção do seu conhecimento. **(Melo, 2013)**.

Em busca de soluções de melhoria em meio acadêmico que visam causar o mínimo de impacto no setor de estudo, acaba se tornando uma prioridade dentro de instituições acadêmicas em evitar problemas futuramente na decisão de escolhas.

Admitiu-se que as contradições existentes no mundo da produção material têm os seus reflexos no mundo das ideias, porque se trata, na verdade, de um único e mesmo mundo, teremos que admitir, igualmente, que a Psicologia não se configura como um bloco monolítico. Como seria de se esperar, proliferam as teorias que concebem o indivíduo como um ente desvinculado da História, e essas são, por razões políticas, as teorias tornadas oficiais. **(Silva Giusta, 2013)**.

A demanda social crescente pela Engenharia de Produção decorre fundamentalmente de seu papel estratégico para o aumento da competitividade industrial, fornecendo meios de inovar a produção com modelos de gestão. Estes modelos buscam melhorias contínuas, qualidade, desenvolvimento integrado de produtos, redução permanente de custos, integração de funções, sistemas de informação vinculados ao nível operacional, organização do trabalho através de implementação de equipes de trabalho, requalificação de mão de obra, participação e mobilização da inteligência dos trabalhadores diretos. **(Ramos & Sette, 2009)**.

Neste artigo apresentamos nossa experiência no ensino de AHP em cursos de graduação da Instituição de Ensino, do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL) através da metodologia de construção de projetos interdisciplinares.

2. Objetivo

Buscar melhores escolhas e duvidas adquiridos em alunos ingressantes do curso de engenharia de produção. Desenvolver uma proposta técnica na melhor escolha de projetos no estudo de instituição de pesquisa, superior, disciplinas e alunos.

2.2. Objetivo especifico

- Pesquisar tipos de escolhas em projeto.
- Identificar casos de melhoria.
- Conhecer critérios de analise.
- Estabelecer estudo sobre clientes internos e externos.
- Aprimorar no estudo de AHP.
- Estabelecer um modelo de resultado.

3. Justificativa

Informações recentes apresentam uma busca de pesquisa para o desenvolvimento de trabalhos em projetos dentro do meio acadêmico e pesquisas, com uma expansão de suas vantagens, melhorias concebidas. Com função de alunos, professores, que diversifiquem métodos de estudo, prática pelo método de Processo de Analise Hierárquico e viabilizem seus pontos positivos e melhoria. Abordando um publico alvo em geral de estudantes de engenharia de produção e em relação com seus professores, orientadores, entre outros. Sendo baseado no cotidiano estudantil em graduação superior, estudo em fontes de informações de acadêmicos, propostas relacionadas e alcance de objetivo.

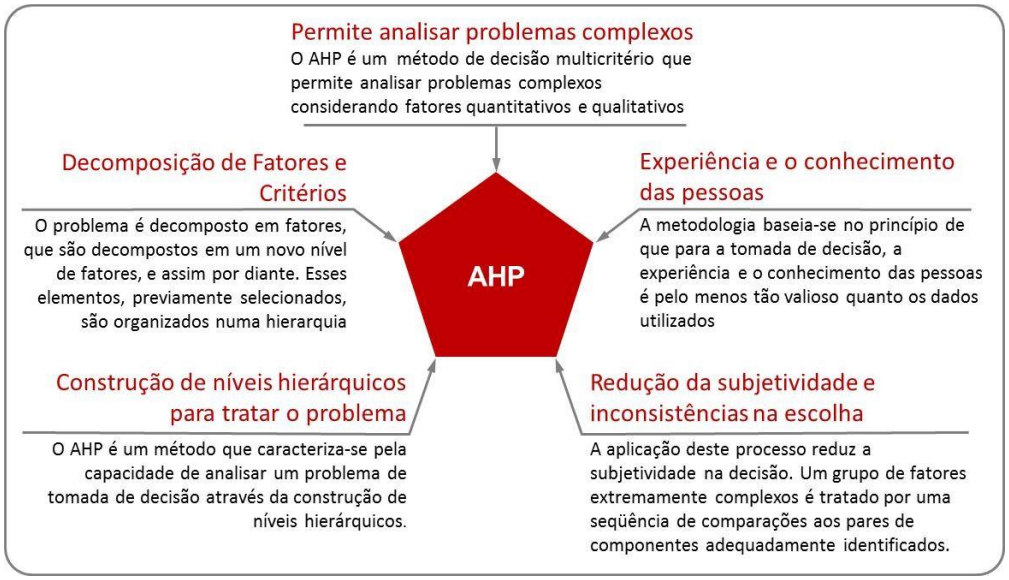
4. Metodologia

Neste projeto, o procedimento é propor um estudo a fundo no meio acadêmico em realizar a demonstração do método de Processo de Analise Hierárquico (AHP), como um grande elemento para tomadas de melhores decisões para um tema de projeto interdisciplinar especificamente dentro do curso de engenharia de produção dentro de instituições de ensino superior publica ou privada. Conforme as aplicações dentro desse artigo serão utilizadas como base principal, o estudo sobre temas de projetos interdisciplinares no curso de Engenharia de Produção realizado ao longo de anos anteriores e assim levantar estudos em alunos de 10° período sendo especialistas, construir uma base de dados em relação, dentro de suas experiências realizadas, para compor um conjunto de tabelas em aplicação do método AHP. Tendo em vista a problemática exposta, este estudo pretende fazer frente a esta lacuna, tendo por objetivo descrever, de forma sistemática, a forma de aplicação da técnica análise de conteúdo, em um estudo qualitativo. Sendo assim, este estudo de caráter descritivo, foi elaborado com a intenção de ser um guia para pesquisadores iniciantes em análises de dados qualitativos. **(SILVA, 2015)**.

O método AHP avalia a importância relativa dos critérios, compara as alternativas para cada critério, que, nesse caso, são as alternativas tecnológicas de tratamento de RSD, além de

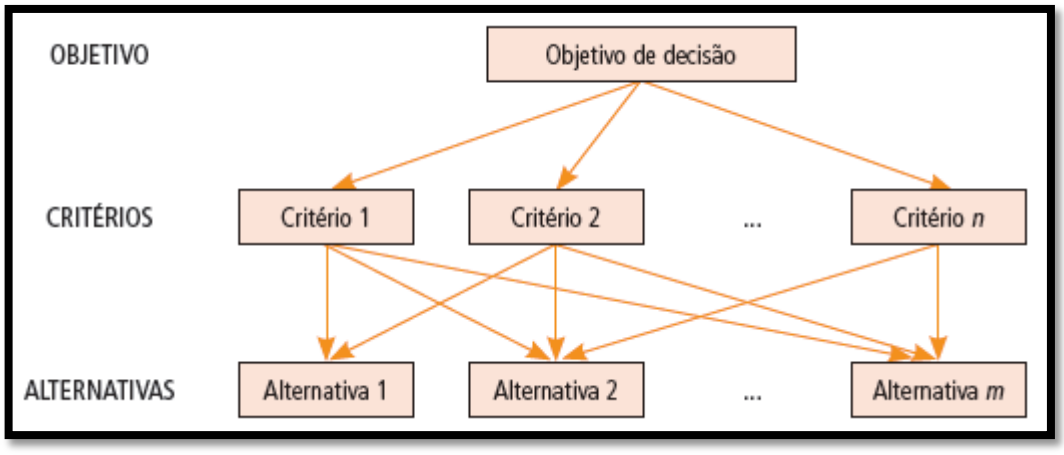
determinar uma escala em ordem decrescente para as alternativas consideradas. **(Marchezetti,2011)**.

Figura 1



Fonte: Adaptado de XVI Fórum Internacional de Logística

Figura 2 - Estrutura hierárquica geral do método AHP



Fonte: Construção de mapas conceituais do método AHP e Promethee.

Fatores muitos importantes relacionados neste projeto, será a aplicação de um questionário para conhecer as reais duvidas e dados produtivos em empenho método AHP. Então obter

diversos resultados dentro de questionário aplicado na experiência de alunos e seus critérios de avaliação sobre projetos propostos, dessa forma, foi dividido:

- H1: Investimento em dinheiro necessário para a elaboração do projeto.
- H2: Obtenção de matérias – necessidade em procura de matérias.
- H3: Tempo de pesquisa – a imposição em realizar montagens, pesquisas, estudos.
- H4: Ajuda de docentes a partir de duvidas sobre o projeto proposto.

Nosso nível de informações e notas adequadas partindo nos questionários de avaliação anteriormente será emitido pela escala Saaty. Os alunos atuando como especialistas, serão atribuídos a conceitos 1, 3, 5, 7 e 9.

1. Igualdade de importância (Contribuição idêntica).

3. Fraca importância (Contribuição levemente superior).

5. Forte importância (Julgamento forte superior).

7. Muito forte importância (Julgamento muito fortemente superior).

9. Importância absoluta (Domínio comprovado).

Os temas de projetos considerados para tomada de decisão foram projetos já realizados em turmas de engenharia de produção:

Opção 01- Construção de uma mini-hidrelétrica;

Opção 02- Ar condicionado caseiro;

Opção 03- Máquina de rube Goldberg;

Opção 04- Soop Car (Gravity car).

Normalmente procura-se utilizar os números impares da tabela para assegurar razoável distorção entre os pontos da medição. Uso dos números pares só deve ser adotado quando existir a necessidade de negociação entre os avaliadores e quando o médio como solução negociada (SAAT, 1980).

Tabela 1. Matriz de Decisão

	H1	H2	H3	H4	Resultado total
Opçãp 1	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3	Vetor 4	
Opçãp 2	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3	Vetor 4	
Opçãp 3	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3	Vetor 4	
Opçãp 4	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3	Vetor 4	
Ponderação	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3	Vetor 4	

Cálculos usados.

Quadrado 1. Índice de coerência.

(IC): Ymáx - n/n-1

n= numero de opção.

Quadrado 2. Razão de coerência.

(RC): IC/IR

Quadrado 3. Índice Randômico.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,72	1,41	1,45	1,49

RC<10% Julgamentos são coerentes.

5. Cronograma

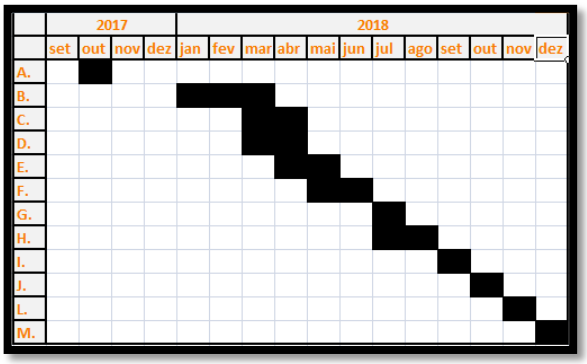
Dentro do projeto de pesquisa estão determinados às datas e prazos para a execução das etapas da pesquisa, garantindo uma organização no estudo baseado em alunos como mostra na Figura – 2 e Figura – 3.

Tabela 2 - Processo de Pesquisa

Etapas	*Fases*	*Passos*
Reconhecimento e formulação do problema encontrado.	Formular, constatar um problema ou necessidade de pesquisa.	
Planejamento da pesquisa em cima do problema.	Definir objetivos/ Questão de pesquisa ou possibilidades. Tipo de dados, variaveis. Fonte de estudo de dados. Proposição da pesquisa.	Tipo de pesquisa/ Metodo de coleta de dados/ Metodo de melhor escolha utilizanda ferramenta AHP/ Previsão do processamento de analise de dados.

Tabela 3 - Determinação durante o período.

	ATIVIDADES
A.	Apresentação do Projeto
B.	Pesquisa Bibliográfica
C.	Levantamento das necessidades do laboratório
D.	Identificação das necessidades das disciplinas
E.	Estabelecer uma priorização das necessidades
F.	Verificar disponibilidade ou criação
G.	Submeter artigo publicação
H.	Apresentação do relatório parcial
I.	Aplicar projeto-piloto na disciplina
J.	Avaliar resultados encontrados
L.	Submeter artigo publicação
M.	Apresentação do relatório final



T

6. Resultados esperados

Diante disso, aplicando argumentos na realização do método AHP, desenvolvendo uma matriz de decisão, composta por diversas comparações realizadas a base dos questionários feitos a alunos, deve-se resultar com uma opção de avaliação de melhor escolha. O método AHP esclarece ser de grande utilidade em escolha de um projeto interdisciplinar por meio de avaliação, opinião, analise em estudantes de engenharia de produção. Sendo assim, a aplicação deste projeto se compõe em estudos de outras áreas de conhecimento abrangentes,

realizando desse modo, verificar qual o grau de satisfação de estudantes e corpo docente em determinados processos de aprendizagem.

7. Considerações finais

O atual planejamento de estudo em escolha de uma melhor escolha de projeto interdisciplinar tem condições de contribuir significativamente para a comprovação experimental de importantes previsões teóricas e técnicas em regiões de engenharia. Todos os recursos solicitados e contribuídos são relativamente modestos por razões de oportunidade. Dentro disso, o projeto cumpre ainda o papel de preservar completamente todo seu patrimônio de conhecimento e experiências já adquiridos dentro dos anos já realizados projetos e inicia a preparação para o aproveitamento de oportunidades que serão disponíveis no futuro a partir da finalização do projeto em andamento durante sua pesquisa.

REFERÊNCIAS

MASSON, Terezinha J. et al. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). In: **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil**. 2012.

MELO, B. C.; SANT'ANA, G. A prática da Metodologia Ativa. **Com. Ciências Saúde**, v. 23, n. 4, p. 327-339, 2012.

GIUSTA, Agnela da Silva. Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. **Educação em Revista**, v. 29, n. 1, p. 20-36, 2013.

RAMOS, Marcelo Carvalho; DE SOUZA SETTE, Ricardo. Relações públicas abrindo mercado para a engenharia de produção na região centro-oeste de Minas Gerais. **Conexão ciência (Online)**, v. 4, n. 1, p. 53-66, 2009.

SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 16, n. 1, 2015.

MARCHEZETTI, Ana Lúcia; KAVISKI, Eloy; BRAGA, Maria Cristina Borba. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 2, p. 173-187, 2011.

SAATY T.L, **Theary and application of the Analytic Network Process**: Decision Making with benefts, opportunities, costs, and risks Pettsburgle: 2005.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

ETNOMATEMÁTICA: UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Augusto César Ramos Cabral, Luiz Alberto Maurício
UNITAU

1. Introdução

A Etnomatemática busca trabalhar com a realidade, matematizando as situações problema de alunos vindos de certas comunidades, com produções de mão de obra proveniente destas. Isso por hipótese vai chamar a atenção do aluno para o ensino e para a aprendizagem. E, consequentemente, agir em equipe, pois irão trabalhar juntos a fim de uma melhoria para problemas vindos de suas casas, trabalhos, lazeres, negócios, entretenimento, enfim irão diretamente trabalhar com alguma situação de seu cotidiano.

Somos indagados a agir a partir da realidade e colaborar com nosso meio. Para Karl Marx, "não é a consciência do homem que determina sua existência, mas, ao contrario, é a existênciaque determina sua consciência" (QUINTANEIRO T et al, 2007).

A fim de nos sentirmos parte do grupo em que vivemos, colaboramos com o mesmo, no qual somos influenciados por pares, "os pais são mais importantes para o aprendizado cooperativo, descobrir os rumos da popularidade ou para a criação de estilos de iteração" (MYERS, 2014). Sem percebermos, agimos etnograficamente, inspirados por pares e parentes "quando hábitos e costumes cercados levam a que se aja em função deles, ou como sempre se fez, em reação a estímulos habituais, estamos diante da ação tradicional" (QUINTANEIRO T et al, 2007), praticamos técnicas e habilidades fundamentadas para estes grupos sociais, que fazem uma análise histórica regional, com a intenção de um triunfo. "Os pais são os mais importantes quando se trata de educação, disciplina, responsabilidade, organização, caridade e formas de lidar com a autoridade" (MYERS, 2014).

Podemos observar as diferentes formas de agir em caiçaras, índios, sertanejos, agrícolas e jovens de cidades industrializadas. Se propusermos algo aos jovens ou crianças de

comunidades distintas, irão abordar essa coisa de formas diferenciadas, mesmo sendo a situação problema idêntica. Por exemplo: a forma de produzir as traves de um campo de futebol, o processo de contagens, técnicas e material serão diferenciados em cada região. Produzimos o que é chamado de metacognição "a compreensão que as pessoas têm de seu processamento cognitivo envolve a percepção dos pensamentos e ações realizadas" (ANDRETTA, 2010).

A Etnomatemática é uma metodologia de ensino parecida com a Modelagem Matemática, em que os alunos trazem algum assunto de interesse de seu cotidiano. A diferença é que a Modelagem Matemática combina situação problema e didática, que deve seguir os padrões dos PCN's; já a Etnomatemática visa trazer algum tipo de melhoria para a situação problema escolhida por seus alunos, sendo livre de regras, primeiramente respeitando a forma como o aluno já aborda aquela situação problema, buscando saber as ferramentas de uso que já são utilizadas pela comunidade para, depois, buscar fazer um planejamento sistemático, aplicando melhorias na produção/execução da situação problema, matematizando-a (ALVES, 2010).

A aplicação da Etnomatemática tem como esfera principal de ensino trazer aos alunos a chance de eles poderem introduzir situações problemas de sua realidade e, assim, "aumentar" seu potencial como indivíduo e colaborar com outros também em ações de um bem comum comunitário. Papel este que não difere na função do educador e sua missão (ESQUINCALHA, 2015).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o conhecimento de futuros professores de Matemática, Física e Química sobre o método didático da Etnomatemática e, ao mesmo tempo, analisar a possibilidade de sua aplicação.

Os resultados preliminares mostraram que a Etnomatemática têm relação com contexto cultural; traz para a sala de aula a realidade do aluno e que possui caráter criativo. Já nas questões em que houve maior concentração de erros, os entrevistados fizeram confusão nas três seguintes questões, de que a Etnomatemática é uma matemática não-acadêmica; que o tema permeia na geração, organização e transmissão de conhecimentos; e o modelo cíclico que se refere ao tema é: realidade-indivíduo-ação-realidade.

2. Metodologia

A metodologia seguiu os seguintes passos: aplicamos um questionário de múltipla escola com objetivo de verificar o que conheciam do assunto, fizemos uma palestra sobre o tema Etnomatemática, para alunos do 4º e 6º semestres de licenciatura de exatas da Universidade de Taubaté (UNITAU), aplicamos um pós-teste para estes futuros professores, analisamos os resultados obtidos sobre o tema de proposta e avaliamos os resultados obtidos com o trabalho.

Com espaço cedido por dois professores da Unitau, no Departamento de Informática, fizemos, em sala de aula, abordagem investigativa de conhecimento sobre o tema Etnomatemática. A pesquisa foi desenvolvida em horário de aula no formato de entrevistas pessoal/formal/estruturada, que é quando o pesquisador usa um projeto de "entrevista estruturada (padronizada) [...] quando o entrevistador usa um esquema de questões sobre um determinado tema, a partir de um roteiro (pauta), previamente preparado" (DANNA M F, 1986).

Esta abordagem foi apresentada aos discentes presentes nos dias cinco e seis de outubro de 2015, uma avaliação de múltipla escolha, material de onde foram retiradas as idéias e proposta sobre o tema, apoiadas em um livro de Ubiratan de Ambrósio para ser respondida de imediato, contendo oito questões: (1) A proposta de processo, com o contexto cultural; (2)A Etnomatemática, acadêmica e não acadêmica; (3) Aproximar escola, aluno e realidade; (4) Gerar, organizar e transmitir conhecimentos; (5) A Etnomatemática e seu caráter criativo; (6) A Etnomatemática relacionada psicoemocionalmente; (7) Modelo cíclico referente à Etnomatemática; (8) A Etnomatemática e seus sinônimos. Em seguida foi realizada uma apresentação/palestra sobre o tema, uma série de questões de avaliação em sua devida ordem para a correção(foi deixada a folha resposta com os alunos para que eles mesmos pudessem fazer a correção da prova de múltipla escolha). Também houve apresentação de slides com as maiores críticas à Etnomatemática, de três autores: Milroy, Dowling e Taylor. Na sequência, foram apresentadosmais slides com as idéias de dois autores, Evanildo Rios Alves e Tereza Vergani, que advogam o uso da Etnomatemática e, por último, recolhemos opiniões desses futuros profissionais sobre a hipótese da aplicação da Etnomatemática nas escolas e seus pressupostos resultados como didática de ensino.

3. Resultados

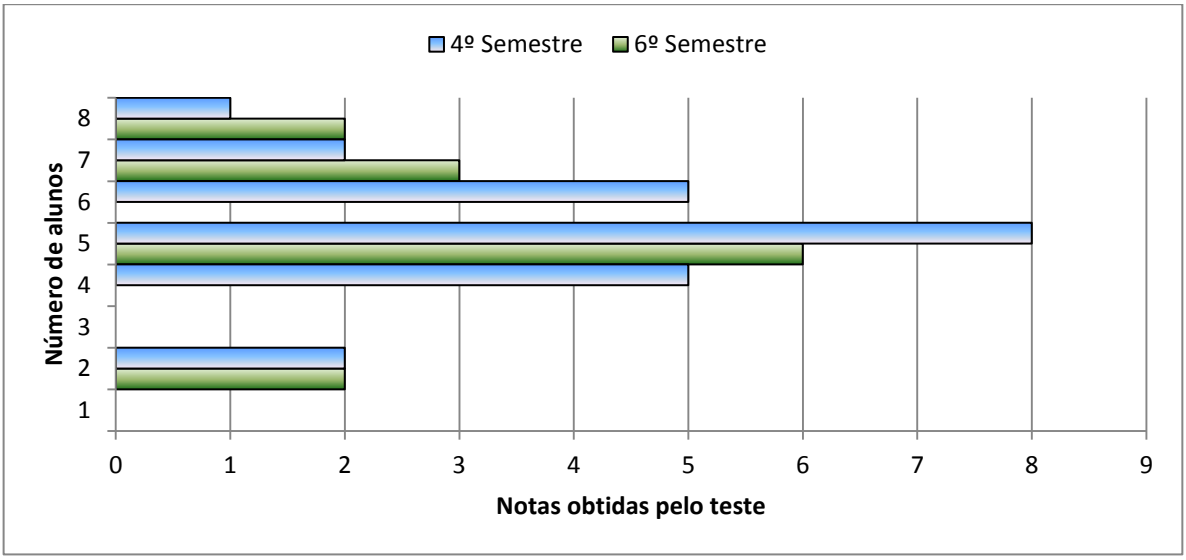
Abaixo (Tabela 1) obtivemos os resultados do primeiro teste (Apêndice 1.), que foi avaliado numa escala de notas de zero a dez pontos, aplicados aos entrevistados, sendo estes separados por semestres de acordo com seu curso.

Tabela 1. Notas obtidas no primeiro teste de zero a dez

NOTAS	ALUNOS 6º SEMESTRE	ALUNOS 4º SEMESTRE
1	0	0
2	2	2
3	0	0
4	5	0
5	8	6
6	5	0
7	2	3
8	1	2

Em seguida, podemos observar os resultados de notas pelo histograma (Figura 1.) abaixo:

Figura1-Notas obtidas pelo teste, “y”, em função ao número de alunos, “x”



O histograma nos mostra que a nota em que se concentram mais alunos,sendo 14 (oito do quarto semestre e seis do sexto semestre), foi a média de cinco pontos; nove alunos obtiveram nota inferior a cinco; e os outros alunos,13 entrevistados, obtiveram nota maior que cinco.

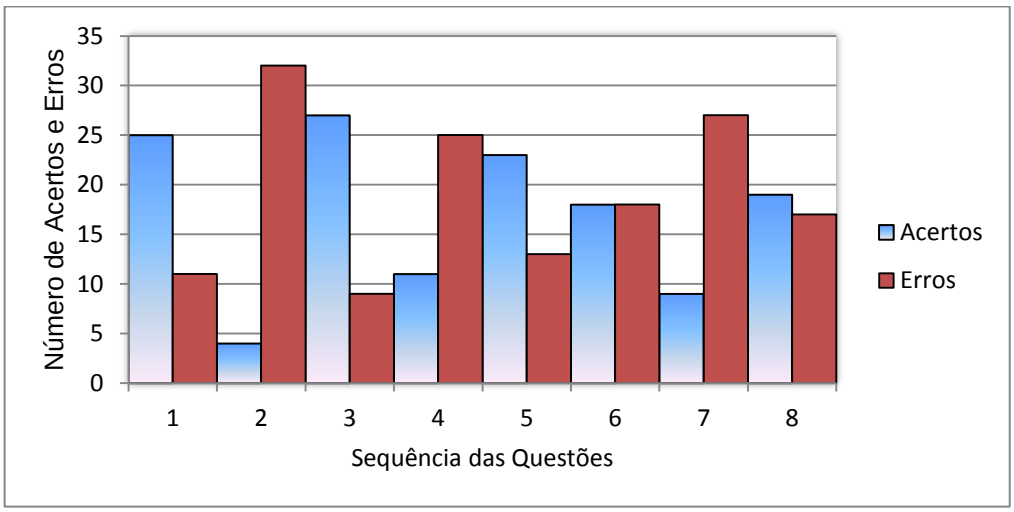
Foi construída, como podemos observar logo abaixo (Tabela 2.), uma tabela especificando os acertos e erros de cada questão aplicados ao primeiro teste:

Tabela 2. Acertos e erros especificados de cada questão, dos alunos, e seus respectivos semestres

QUESTÕES	ALUNOS 4º SEMESTRE		ALUNOS 6º SEMESTRE	
	CORRETAS	ERRADAS	CORRETAS	ERRADAS
1ª	9	4	16	7
2ª	2	11	2	21
3ª	8	5	19	4
4ª	7	6	4	19
5ª	7	6	16	7
6ª	5	8	13	10
7ª	4	9	5	18
8ª	7	6	12	11

Em seguida, podemos observar o histograma (Figura 2.) de acertos e erros de cada questão:

Figura 2 – Números de acertos e erros, “y”, em função da sequência das questões, “x”.



Podemos observar, de forma clara, para quais houve uma proporção maior de erros e acertos. Fica evidente que, nas questões um, três e cinco, os acertos predominaram; na primeira questão, assinala-se como o professor deve agir, lecionando no cenário da Etnomatemática, em que o professor deve ir com uma proposta de processo, com contexto cultural; na terceira, tratou-se de mostrar que a Etnomatemática visa trazer para a sala de aula a realidade do aluno; já na quinta questão, diz-se aos entrevistados que a Etnomatemática é limitada em técnicas, pois se baseia em fontes restritas e interroga qual tipo de caráter ela tem, uma vez que ela é criativa, pois é livre de regras formais.

Evidenciamos que os entrevistados fizeram boas deduções do significado, pois nunca tinham ouvido falar do termo e que a Etnomatemática tem relação com o contexto cultural e procura trazer para a sala de aula a realidade do aluno e tem caráter criativo.

Pode ser observada também uma margem maior de erro na segunda, quarta e sétima questões. Na segunda, buscou-se saber, seguidamente de mostrar dos/aos entrevistados se a Etnomatemática é uma matemática não-acadêmica, partindo dos entrevistados, das deduções de que a Etnomatemática seria uma matemática acadêmica/informal, erro em que assinalaram que o tema faz o aluno criar análise crítica sobre determinados (restritos) temas.

Equivocaram-se também na afirmação de que o tema aborda o seguinte modelo cíclico: realidade – informação – educador – aprendiz – ação – realidade.

4. Conclusões

Nesta primeira amostra de dados pode ser observado que os entrevistados não apresentaram experiência anterior do tema, e que eles relacionam o termo Etnomatemática à proposta de processo, com contexto cultural, também visando que o aluno traga para a sala de aula sua realidade. Os entrevistados deduziram também que a Etnomatemática tem caráter criativo. Revelaram confusão na definição de que o tema pertencia a uma atividade matemática não-acadêmica.

Já as entrevistas qualitativas mostraram que estes futuros profissionais da educação aprovam o uso deste método alternativo de ensino nas escolas/ didática, dissertando que é aplicável em todos os níveis escolares e que, dessa maneira, esta hipótese poderia gerar, na prática, bons resultados no ensino. Dizem também que não trocariam a atual matemática pela Etnomatemática, mas, sim, que se deveria introduzir no ensino a Etnomatemática e que se deveria trabalhar conjuntamente as duas matemáticas. Porém, houve uma amostra significativa de 30,5% dos alunos entrevistados no curso de licenciatura que apoiam uma reforma de didática, colocando em prática, assim, uma matemática que não se pareça com esta que temos hoje nas escolas.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. R. Etnomatemática:multiculturalismo em sala de aula: a atividade profissional como prática educativa. São Paulo: Porto de Idéias, 2010. p. 9-81

ANDRETTA I, ET AL Metacognição e Aprendizagem: como se relacionam? 2010, p. 9. Disponível em : <file///C:/Usersr/user/Downloads/Dialnet-MetacognicaoEAprendizegem-5161456> Acesso em 21 de Set. 2015.

DANNA, M. F,; MATOS, M. A. **Ensinando Observação**. São Paulo: Edicon, 1986, 2ª ed., p. 43.

ESQUINCALHA, A. C. "Etnomatemática: um estudo da evolução das ideias. p. 8-9. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/leptrans/arquivos/etnomatematica.pdf>. Acesso em: 22 Abr. 2015.

MYERS, David G. **Psicologia**. Rio de Janeiro, LTC, 2012, 9ª Ed., 706p.

QUINTANEIRO, T., et al. **Um toque de clássicos: MARX, DURKHEIM e WEBER**. Belo Horizonte: UFMG, 2007, 2 ed.

ANEXO

Primeiro Teste Aplicado

1ª- Como deve agir o professor lecionando no cenário da Etnomatemática?

( ) Deve ir com uma proposta de processo, com contexto cultural.

( ) Deve levar uma matéria que ele achar interessante para os alunos pesquisarem.

( ) Deve sair de classe, e fazer medições do prédio.

( ) Deve levar livros de história da Matemática.

2ª- Para você a Etnomatemática é uma?

( ) Matemática acadêmica.

( ) Matemática não-acadêmica

( ) Matemática Informal

3ª- Qual a intenção da Etnomatemática?

( ) Incentivar os discentes à pesquisa.

( ) Aproximar escola, aluno e realidade.

( ) Descobrir o tamanho da escola.

4ª- O que pretende fazer em aula a Etnomatemática com seus alunos?

( ) Calcular a área de uma construção.

( ) Fazer com que o aluno crie uma análise crítica sobre determinados temas.

( ) Gerar, organizar e transmitir conhecimentos.

5ª- A Etnomatemática é limitada em técnicas, pois se baseia em fontes restritas. Isso nos leva a crer que tem qual tipo de caráter?

( ) Criativo, pois é livre de regras formais.

( ) Restrito, pois o objeto de pesquisa é o professor que escolhe.

( ) Absoluto, pois os cálculos são baseados em fórmulas exatas

6ª- Os símbolos e modelos que operam a Etnomatemática estão relacionados a qual das alternativas?

( ) Psicoemocionalmente.

( ) São condensados de forma racional.

( ) Formas geométricas.

7ª- Em qual modelo cíclico abaixo se refere aEtnomatemática:

( ) realidade – informação – educador – aprendiz – ação – realidade.

( ) ação – medição – área construída – calculo – ação.

( ) realidade – indivíduo – ação – realidade.

8ª- Em sua concepção, quais destes outros termos se referem à Etnomatemática, ou seja, são metáforas. Identifique com letra (E) para sinônimos e (N) para codinomes equivocados.

– Matemática Organizada ( ), – Matemática Real ( ), – Matemática Não-Estandartizada ( ), –Matemática Escondida ou Congelada ( ), – Matemática Popular ou do Povo ( ), – Matemática Holística ( ), Matemática Explicada ( ) – Matemática Oral ( ), – Matemática Oprimida ( ), – Matemática Artística ( ), – Sociomatemática ( ), – Matemática Informal ( ), – Matemática Espontânea ( ) – Matemática Codificada no Saber-Fazer ( )

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

UTILIZAÇÃO DE BAMBI NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISES FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU DA ESPÉCIE *DENDROCALAMUS ASPER* PÓS-TRATAMENTO QUÍMICO E VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcelo Antonio Bretas, Bruno Vidal de Almeida, Christian Gauss

Centro Universitário Salesiano de São Paulo, UNISAL - *Campus* Lorena

Resumo: O presente trabalho visa a analisar e apresentar os resultados dos ensaios sobre a espécie *Dendrocalamus asper*, pós tratamento químico com octaborato de sódio, realizadas no Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), no qual foram determinadas propriedades físicas e mecânicas dos colmos inteiros. O principal objetivo deste estudo é apresentar a possibilidade de usaram o bambu como elemento estrutural na construção civil. Os resultados buscam a padronização e normatização da espécie e estudo da viabilidade de utilização na construção civil.

Palavras-chaves: Bambu, Dendrocalmus asper, propriedades mecânicas, sustentabilidade.

Abstract: The present work aims to analyze and present the results of the tests on the species Dendrocalamus asper, after chemical treatment with sodium octaborate, carried out at the Salesian University Center of São Paulo (UNISAL), in which physical and mechanical properties of whole shoots were determined. The main objective of this study is to present the possibility of using bamboo as a structural element in civil construction. The results seek the standardization and standardization of the species and study of the feasibility of use in civil construction.

Key Words: Bamboo, Dendrocalmus asper, mechanical properties, sustainability.

1. Introdução

Com a intensão do desenvolvimento econômico da sociedade nas últimas décadas, associado aumento populacional elevou-se a demanda por matérias-primas para atender a demanda do mercado, principalmente na área de construção civil. Em consequência desta elevada demanda de produção de bens de consumo, muitos países em desenvolvimento sofrem com o crescimento constante da exploração de seus recursos naturais, além de sofrerem com o

crescente acumulo de resíduos, causando sérios problemas socioambientais. Neste contexto, torna-se evidente a necessidade do desenvolvimento de tecnologias sustentáveis em todo seu ciclo de vida: extração, produção e descarte.

A construção civil possui papel fundamental para realização do desenvolvimento sustentável, por ser um dos setores que mais consome recursos naturais e consome energia. Os materiais utilizados para infraestrutura, como o concreto, aço e madeira, as praticas na construção civil atualmente geram um grande impacto no meio ambiente devido a uma série de fatores desde a geração de energia na produção de materiais, geração de resíduos e demolições de obras condenadas.

O desenvolvimento sustentável no setor da construção civil pode ser desde a redução do consumo de materiais e energia, desenvolvimento de novas tecnologias e materiais oriundos de fontes renováveis e preservação do ambiente natural. Esse desenvolvimento sustentável pode ser estimulado por governos federais e municipais, através de estimular práticas sustentáveis por meio de códigos e legislações, abrangendo diversos aspectos. Dentro desses aspectos, na construção civil, políticas de adequação dos projetos buscando diminuição do consumo de energia, otimizando iluminação, aquecimento naturais, ventilação e escolha de materiais para construção são necessários.

O bambu foi amplamente utilizado nas sociedades antigas e no mundo oriental, nesse contexto surge como alternativa para materiais convencionais na construção civil, um material natural que é produzido em larga escala em diversas regiões do mundo, principalmente no Brasil, possuindo inúmeras aplicações na construção civil.

Diversas pesquisas foram realizadas abordando o tema na engenharia (GHAVAMI; TOLEDO FILHO; BARBOSA, 1999; GHAVAMI, 2005; HARRIES; SHARMA; RICHARD, 2012; SHARMA et al., 2015), entretanto no Brasil onde o mesmo possui alta adaptabilidade devido ao nosso clima tropical, ainda não existem normas definitivas em relação ao uso e seus parâmetros físicos, mecânicos e químicos.

Primeiramente após um levantamento bibliográfico sobre o assunto abordado foram realizados ensaios visando a análise de parâmetros físicos e mecânicos da espécie de bambu

Dendrocalamus asper Utilizando-se de amostrar fornecidas pela Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - FZEA-USP, pós-tratamento químico com octaborato de sódio, onde s foram realizados os ensaios de parâmetros físicos mecânicos, sendo eles:

a) Excitação por impulso - Módulo elástico dinâmico (MOEd);

b) Flexão estática de copos de prova em escala reduzida - Módulo elástico estático (MOE) e módulo de resistência (MOR) em flexão;

c) Compressão paralela de copos de prova em escala reduzida – MOE e MOR em compressão;

d) Tração paralela – MOE e MOR em tração;

e) Densidade e Umidade.

Os ensaios físicos foram realizados conforme a norma ISSO 22157-2 sendo elas análises de densidade aparente e umidade, posteriormente serão realizados ensaios mecânicos para analisar a resistência do bambu.

Após os ensaios foi realizado um levantamento de dados, para comparação com materiais convencionais de aplicações estruturais, realizando validação dos ensaios através de normas internacionais, posteriormente uma seleção e análise dos ensaios físicos, mecânicos e criação de um método de padronização para desenvolvimento de um método de certificação comprovando o potencial do uso do bambu na construção civil através das propriedades mecânicas.

Por fim comprovação do potencial do uso do bambu na construção civil através das propriedades mecânicas e formular padrões normativos para uso da espécie analisada do bambu.

1.1. Objetivo Geral

Realização de ensaios em amostras de bambu, pós-tratamento químico, para verificação de viabilidade para uso na construção civil.

1.2. Objetivos específicos

a) Realização de ensaios de resistências físicas em amostras de bambu com tratamento químico com octaborato de sódio.

b) Levantamento de dados, pós-ensaio, para comparação com materiais convencionais utilizados de forma estrutural na construção civil.

c) Validação dos ensaios através de normas internacionais a serem definidas.

d) Comprovação do potencial do uso do bambu na construção civil através das propriedades mecânicas

e) Padronização e normatização dos resultados obtidos.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais utilizados

Os materiais para desenvolvimento da pesquisa serão amostras do colmo do bambu da espécie *Dendrocalamus asper*.- pós tratamento químico. Uma amostra de Aço CA-50 , ambos para realização dos ensaios mecânicos e físicos. A descrição dos procedimentos do item 3.2 ao 3.3 foram realizadas no campus da FZEA-USP em parceria com o coorientador Christian Gauss.

2.2. Colheita e preparação dos colmos

No campus da FZEA-USP em Pirassununga foi realizada uma análise das espécies de bambu. Constatou-se a presença das espécies *Dendrocalamus asper, Phylochtachys aurea, Bambusa vulgaris e Bambusa tuldoides.* A espécie *Dendrocalamus asper* foi definida como prioritária

devido à possibilidade de sua utilização na construção civil. Analisou-se a quantidade estimada de colmos maduros, brotos e o diâmetro aproximado.

Foi realizada a colheita da touceira de *Dendrocalamus asper* (de maior acessibilidade) Conforme pode ser observado na Ilustração 18 está é uma touceira bem desenvolvida com uma idade estimada de 30 a 40 anos e com um diâmetro de aproximadamente 10 m. Em torno de 17 colmos foram cortados em seções de 4 a 6 m, numerados e marcados de acordo com a posição em relação à altura do colmo (base, intermediário e superior). No total foram aproveitados entre 10 e 15 metros de cada colmo cortado. As sessões cortadas foram previamente organizadas no local de colheita aguardando transporte para local de armazenamento (Ilustração 19).

Ilustração 1 - Touceira de *Dendrocalamus asper* utilizada para colheita de colmos



Fonte: Autor.

Ilustração 2 - Organização em campo do colmos cortados



Fonte: Autor.

Após o corte, as seções obtidas foram transportadas para um galpão coberto para secagem e condicionamento até o momento do processo de tratamento, conforme mostrado na Ilustração 20. As varas foram cortadas e organizadas de acordo com a retilinidade e com o comprimento máximo do tanque de imersão (4,8 m).

Ilustração 3 - Varas de bambu organizadas em local coberto para secagem e posterior tratamento



Fonte: Autor.

Antes de serem levadas para o processo de tratamento as varas foram limpas manualmente com água, areia e uma escova para tirar sujeiras grossas que podem atrapalhar durante o tratamento. Após a lavagem, todos os nós de cada vara foram perfurados com um auxílio de

um vergalhão de aço com 3 m de comprimento e uma furadeira elétrica. Os furos são necessários para a correta penetração da solução de tratamento dentro de cada entrenó.

2.2.1. Sistema de tratamento

O sistema de tratamento foi baseado na técnica de imersão prolongada utilizando uma solução de octaborato de sódio. Um tanque aço de dimensões 4,8 x 0,5 x 0,5 m foi utilizado para a imersão das varas de bambu, conforme é mostrado na Ilustração 21.

Ilustração 4 - Tanque metálico utilizado para o tratamento de imersão



Fonte: Autor.

Com a intenção de fazer um sistema fechado e diminuir contato direto com a solução preservativa, projetou-se o sistema de tratamento com a opção de armazenamento, refluxo e filtração da solução. Desta maneira minimiza-se a geração de resíduos durante o processo e o trabalho manual é facilitado.

Para a construção do sistema de tratamento os seguintes materiais foram utilizados:

a) Tanque metálico de 4,8 x 0,5 x 0,5 m;

b) Bomba hidráulica centrífuga monoestágio 220 V de 1 CV (entrada 1” / saída ¾”);

c) Mangueira cristal trançada;

d) Tubos de PVC, manta de enchimento e conexões (Filtro);

e) Flanges, abraçadeiras, conexões e registros;

f) Bombonas de polietileno de 200 L;

Os custos envolvidos para a construção do sistema de tratamento são relacionados majoritariamente às conexões, mangueiras, registros, flanges e ao filtro, sendo um total de R$ 320,00.

O sistema montado é mostrado na Ilustração 22 sendo composto pelo tanque de imersão, bombonas de armazenamento, bomba hidráulica e filtro. Um conjunto de registros instalados na bomba possibilita seu uso para enchimento e armazenamento do tanque de imersão e filtração quando necessário. Desta maneira pode-se também utilizar a bomba para circulação da solução do tanque, garantindo melhor homogeneização da solução.

Ilustração 5 - Sistema do tanque de imersão, bombas de armazenamento, bomba hidráulica e filtro

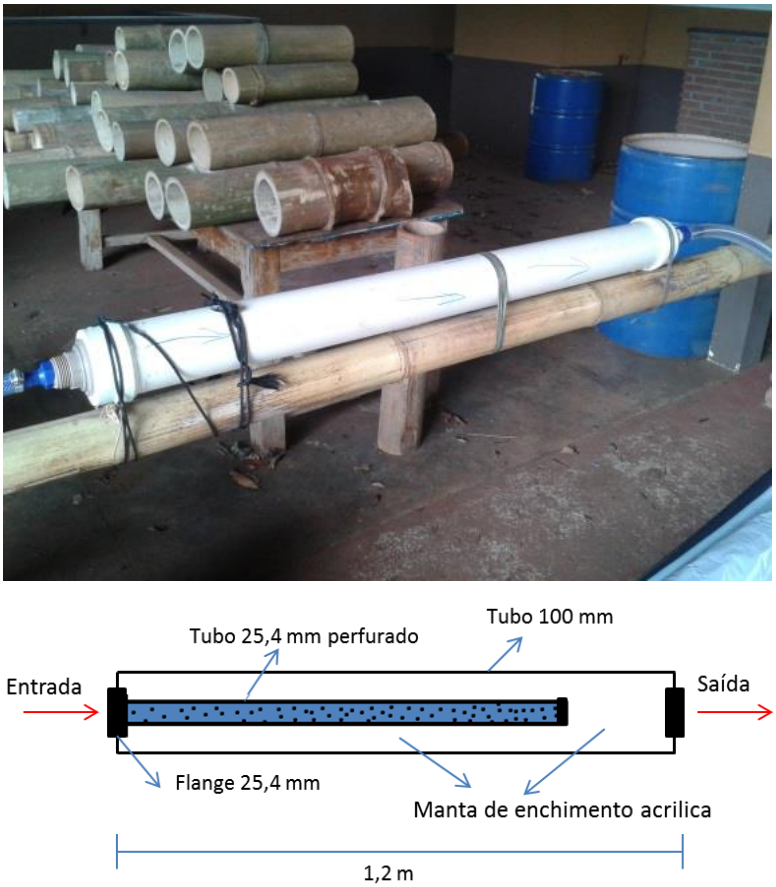


Fonte: Autor.

A instalação de um filtro foi necessária para o melhor aproveitamento da solução de tratamento e evitar que partículas orgânicas permanaçam na solução por muito tempo. Na Ilustração 23 é mostrado o filtro construido e detalhes sobre seu funcionamento. Para sua construção necessitou-se de tubos de PVC, caps, flanges e manta de enchimento acrílica.

Conforme mostrado na figura, um cano de PVC de 25,4 mm perfurado ao longo de seu comprimento (furos de aproximadamente 3 mm) fechado em sua extremidade foi colocado no interior de um tubo de PVC de 100 mm. O entorno do tubo menor e a região próxima à saída foi preenchida com uma manta de enchimento acrílica, comumente utilizada para sistemas de filtração de aquários.

Ilustração 6 - Filtro utilizado para a limpeza da solução preservativa



Fonte: Autor.

2.2.2. Controle e ajuste de solução preservativa

O Octaborato de sódio é formado a apartir do bórax e ácido bórico, conforme mostra a equação abaixo:

$Na_2B_4O_7.10\ H_2O + 4H_3BO_3 \rightarrow Na_2B_8O_{13}.4\ H_2O + 12H_2O$

Octaborato de sódio tetrahidratado ($Na_2B_8O_{13}.4\ H_2O$) – 412,46 g/mol

Bórax decahidratado ($Na_2B_4O_7.10\ H_2O$) – 381,87 g/mol x 1

Ácido bórico ($H_3BO_{3)}$ – 61,83 g/mol x 4

De acordo com a estequiometria da equação acima, a proporção em massa para formação de octaborato de sódio é de 1,544 partes de bórax para 1 parte de ácido bórico. Para o tratamento de bambu pode-se comprar separadamente ácido bórico e bórax ou comprar diretamente o octaborato de sódio. Como a solubilização do octaborato de sódio (220 g/L) é bem maior que a do ácido bórico (63 g/L) ou bórax (47 g/L) em temperatura ambiente, a preparação da solução é mais fácil com o uso direto do octaborato.

Para o tratamento das varas de bambu deste projeto, comprou-se 50 kg de octaborato de sódio tetrahidratado (custo de R$ 7,40/kg já com a taxa de entrega) comumente utilizado como fertilizante foliar e de solo. Para a determinação da concentração da solução, utilizou-se o ensaio de condutividade. Como a condutividade elétrica é proporcional à concentração de íons dissociados de um mesmo sal, obtendo-se uma curva de calibração, é possível estimar a concentração de uma solução desconhecida (caso seja uma solução com o mesmo sal que a curva de calibração foi realizada). Uma curva de calibração foi realizada com o octaborato de sódio comprado com concentrações de 1 a 15 % (em massa). Deve-se salientar que foi realizado um ajuste na concentração da solução de octaborato de sódio relativo à pureza do sal. Comparando-se a condutividade de soluções do octaborato comprado com a condutividade de uma solução de ácido bórico + bórax PA foi possível a determinação de um coeficiente de pureza (aproximadamente 92,5 %).

A solução utilizada no tratamento foi preparada com o uso de uma solução para tratamento de alguns pedaços de bambu. A solução foi preparada com uma concentração nominal de 10 % utilizando ácido bórico + bórax PA da empresa Labsynth na proporção 1,54:1 (B;AB). Esta solução foi primeiramente diluída até aproximadamente 750L (capacidade do sistema de

armazenamento). Uma amostra desta solução foi retirada para a determinação da condutividade. Através da curva de calibração levantada anteriormente, determinou-se a concentração da solução diluída. Importante salientar que testes prévios realizados com a água utilizada na diluição e com o resíduo deixado pelo bambu na solução mostraram condutividade ordens de grandeza menor do que os valores encontrados nas soluções preservativas.

Após o cálculo para a determinação da concentração da solução e da massa de Octaborato necessária, primeiramente o tanque de imersão foi preenchido com a solução diluída e em torno de 48 kg de Octaborato foi adicionado lentamente. Para garantir a solubilização total e boa homogeneização, o sistema foi mantido em um processo circulatório por 30 min. Posteriormente a solução foi bombeada para as bombonas de armazenamento. A solução resultante foi analisada, obtendo-se uma concentração de aproximadamente 8,8 %.

O pH também pode ser utilizado para estimar a concentração de soluções de octaborato,). Determinou-se o pH rapidamente com um papel indicador da solução antes e depois da adição de octaborato. A solução inicial (2,7 %) apresentou um pH de aproximadamente 8,0 e a solução final de tratamento (8,8 %) apresentou um pH de 7,5.

2.2.3. Procedimento de imersão

Todo bambu que é colocado no tanque de imersão é catalogado e a umidade média de cada lote é determinada conforme a norma ISO 22157-2. O primeiro lote foi colocado no tanque de imersão e apresentou uma umidade antes do tratamento de 11 a 12% (duas varas amostras de um total de 9). Análises prévias de umidade de amostras de diferentes colmos mostram que a variação de umidade entre amostras é pequena após 2 meses de secagem.

As 9 varas do lote, totalizando aproximadamente 40 metros lineares de bambu, foram colocadas no tanque de imersão vazio. Travas tiveram que ser adicionadas para evitar a flutuação das varas e garantir total imersão, conforme mostrado na Figura 24 Após este procedimento, a solução preservativa foi bombeada para o tanque de imersão, passando pelo filtro, até a completa imersão das varas (Ilustração 25).

Ilustração 7 - Organização das varas de bambu dentro do tanque de imersão e colocação



Fonte: Autor.

Ilustração 8 - Sistema em modo de refluxo para homogeneização da solução após a adição de octaborato



Fonte: Autor.

3. Controle de qualidade

Para conseguir investigar a eficácia do tratamento preservativo, amostras foram retiradas de 15 colmos distintos antes do tratamento (Ilustração 26). Estas amostras serão utilizadas futuramente para comparar com as varas tratadas. Ensaios de retenção e penetração, caracterizações físico-mecânicas, ensaios de inflamabilidade serão realizados como parte desta investigação.

Ilustração 9 - Amostras retiradas antes do tratamento preservativo



Fonte: Autor.

Ensaios físicos e mecânicos foram realizados em amostras das varas pós-tratamento, conforme descrito nos itens a seguir.

3.1. Ensaios físicos

Análises de densidade aparente e umidade pós-tratamento foram realizadas conforme a norma ISO 22157-2.

3.2. Ensaios mecânicos

Para investigar a influência do tratamento preservativo nas propriedades mecânicas, amostras fornecidas pela USP das varas pós-tratamento para comparação com as amostras pré-tratamento. Os principais ensaios que foram utilizados para controle de qualidade são descritos abaixo:

a) Excitação por impulso - Módulo elástico dinâmico (MOEd);

b) Flexão estática de copos de prova em escala reduzida - Módulo elástico estático (MOE) e módulo de resistência (MOR) em flexão;

c) Compressão paralela de copos de prova em escala reduzida – MOE e MOR em compressão;

d) Tração paralela – MOE e MOR em tração.

Nos ensaios acima, somente a tração paralela foi realizada a ISO 22157-2 devido à limitação de equipamentos disponíveis no laboratório de Construções e Ambiência. Porém, em torno de duas varas serão selecionadas para a realização de ensaio de flexão estática em escala real (de acordo com a norma).

3.3. Metodologia de pesquisa

A pesquisa descrita é de natureza aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos dos parâmetros físicos e mecânicos do bambu e padronizar os resultados e assim aplicar o bambu como material estrutural em obras civis. Sendo uma pesquisa com abordagem do tema quantitativa, do ponto de vista dos objetivos é descritiva e normativa objetivando descrever os parâmetros estabelecendo relação com materiais convencionais da construção civil com o aço e possível normatização. Sendo uma abordagem quantitativa e qualitativa com método experimental.

4. Conclusões e resultados

As conclusões e resultados encontram-se em desenvolvimento até o presente momento com previsão de conclusão para dia 30/09/2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEREIRA, M. A. R.. **Projeto bambu: Introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações.** 2012. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design e Construção Com Bambu, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/106710>. Acesso em: 15 jan. 2017.

ESPELHO, J. C. C.; BERALDO, A. L**. . Avaliação físico-mecânica de colmos de bambu tratados**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Pb, v. 12, n. 6, p.645-652, 25 abr. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n6/v12n06a12.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

PAES, J. B. et al. **Caracterização físico-mecânica do laminado colado de bambu (Dendrocalamus giganteus).** Ciência Florestal**,** [s.l.], v. 19, n. 1, p.41-51, 30 mar. 2009. Universidad Federal de Santa Maria. http://dx.doi.org/10.5902/19805098418. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/418>. Acesso em: 10 jan. 2017.

GHAVAMI, K. et al. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, [s.l.], v. 9, n. 1, p.107-114, mar. 2005. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662005000100016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016>. Acesso em: 11 jan. 2017.

OLIVEIRA, T. F. C. S.. **Sustentabilidade e arquitetura: Uma reflexão sobre o uso do bambu na construção civil.** 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Centro de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Dinamicas do Espaço Habitado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/Artigos/Sustentabilidade e Arquitetura Uma Reflexão Sobre o Uso do Bambu na Construção Civil.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. e B**.. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS E MECÂNICAS DE COLMOS DOS BAMBUS PARA APLICAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p.415-424, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266328581_PROPRIEDADES_GEOMETRICAS_E_MECANICAS_DE_COLMOS_DOS_BAMBUS_PARA_APLICACAO_EM_CONSTRUCOES>. Acesso em: 13 jan. 2017.

MESQUITA, Ligia P. et al. **Determinação da tensão de aderência do bambu-concreto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,** [s.l.], v. 10, n. 2, p.505-516, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662006000200036. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000200036>. Acesso em: 14 jan. 2017.

PEREIRA, M. A. dos R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma.** Bauru – SP: Canal 6. Editora. 2008. 240 p.

SANTOS, R.L. **Construções com Bambu – Opção de Baixo Custo**. Disponível em: < www.tecnologiaetreinamento.com.br >. Acesso em: 12 março, 2017.

ROMO, J. C. R., **El bambú como material de construcción**, Revista Conciencia Tecnológica , v. 31, janeiro, 2006. Semestral. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94403115> ISSN 1405-5597. Acesso em : 10, março, 2017.

FARRELY, David. **The book of bamboo**. San Francisco, EUA. Sierra Club Books.1984, 340p.il.

JANSSEN, J.J.A.. **Designing and building with bamboo**. Beijing, China: International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), 2000, Technical report n.20. Disponível em: <http://humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/INBAR_technical_report_no20.pdf>. Acesso em 4, abril, 2017.

GHAVAMI, K. **Bambu: Um material alternative na Engenharia.** In: Revista do Instituto de Engenharia. São Paulo. Engenho Editora Técnica, 1992, n. 192, 13-27 pp.

BARROS, B. R. ; SOUZA, F. A. M. . **BAMBU: ALTERNATIVA CONSTRUTIVA DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL.** In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - Clacs'04 , X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO -ENTAC'04, 2004, SÃo Paulo. p. 1 - 12. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0402d.pdf>. Acesso em: 20 abril/2017.

MARÇAL, V. H. S.. **USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2008. 60 f. Monografia - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de BrasÍlia, BrasÍlia, 2008. Disponível em: <http://bambusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/tratamentobambu_vitor_hugo_marcal.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017.

HARRIES, k. A. ;SHARMA, B; RICHARD, M. **Structural Use of Full Culm Bamboo: The Path to Standardization.** International Journal of Architecture, Engineering and Construction, v. 1, ed.2 , p. 66 -75, 2012. DOI: 10.7492/ijaec.2012.008. Disponível em: <http://w.iasdm.org/journals/index.php/ijaec/article/viewFile/79/15 > .Acesso em 13 de abril/ 2017.

INTERNATIONAL NETWORK FOR BAMBOO AND RATTAN, INBAR**: Priority species of bamboo and rattan**. New Delhi, India, INBAR IDRC. 1994, 68p.

ISO 22156 – **Bamboo structural design.** 2004 a.

ISO 22157-1 – **Bamboo - Determination of physical and mechanical properties of bamboo, part 1: requirements.** 2004 b.

ISO 22157-2 – **Bamboo - Determination of physical and mechanical properties of bamboo, part 1: laboratory manual.** 2004 c.

SOUZA, J. M. F.; MORAES, S. R. P. M.; GOMES, R. C. C.; JUNIOR, E. R. M. A.; AMARAL, A. G.; ALVES, J. D. **Resistência À Tração E Compressão Do Bambu Dendrocalamus Giganteus Após Tratamento De Mineralização**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEG - SIC 2007, 5.,2007, Anápolis – Go**.** Pesquisa. UEG, 2007. p. 1 - 5. Disponível em: <http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2007/flashsic2007/arquivos/resumos/resumo137.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

BERALDO A. L.; AZZINI A.; CASCARDO C. R.; RIBEIRO C. A. **Desempenho de um dispositivo para efetuar o tratamento químico de colmos de bambu: avaliação por ultra-som**. In: Anais do III ENECS – Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. São Carlos, SP. CD -ROM. 200.

SHARMA, B. et al. **Engineered bamboo for structural applications**. Construction And Building Materials. Cambridge, Uk, p. 66-73. jan. 2015. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/construction-and-building-materials>. Acesso em: 15 abr. 2017.

II SIPET
II Simpósio Internacional de Projetos em Engenharia e em Tecnologia
TEMA
Inovação Tecnológica na Engenharia
UNISAL
Centro Universitário Salesiano de São Paulo

GERADOR DE ENERGIA POR CAMPO MAGNÉTICO

Lídia de Carvalho, Ana Cristina Faria Nunes, Andrei Diniz Dias

1. Introdução

A corrida para o desenvolvimento de uma alternativa às fontes fósseis é ampla e disputada, porém ainda há diversos problemas quanto ao custo benefício e eficiência das opções que temos disponíveis hoje. A energia eólica e solar tem limitações por dependerem de fenômenos naturais para gerarem eletricidade. As usinas térmicas naturais são relativamente eficientes, no entanto só podem ser construídas em locais-específicos onde há água aquecida pelo magma do interior da terra. Os biocombustíveis, como o etanol brasileiro DERIVADO de cana-de-açúcar, são alternativas interessantes, mas sempre há a polêmica de que se deixaria de plantar comida para usar para desmatarem áreas de floresta para suprir a demanda de energia (MOTOR MAGNÉTICO – UNIMEP).

Por isso um gerador por campo magnético seria ideal para ser uma das matrizes energéticas e pode chegar um dia ser a mais utilizada. Sendo assim, será apresentada uma base teórica e estudo pra o dimensionamento do gerador.

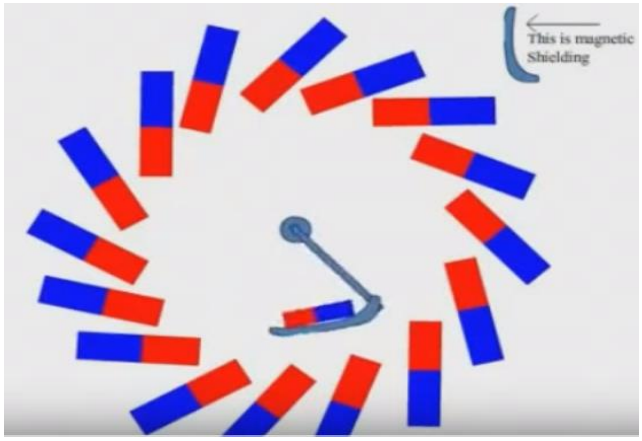
2. Desenvolvimento

O gerador por campos magnéticos apresenta uma construção que pode apresentar vários seguimentos estruturais, mas compete a seu desenvolvimento a correta montagem da central de geração de energia elétrica. O principal sistema deste gerador consiste no projeto dos ímãs e a bobina instalada na central para a geração do campo magnético.

3. Ímãs de neodímio

Para este tipo de projeto é conveniente utilizar ímãs de neodímio que apresentam características favoráveis a finalidade de se desenvolver um sistema semi-isolado para a produção de um campo magnético. Este se define como um ímã permanente e dentre sua grande peculiaridade é o fato deste ter a propriedade de produzir uma força magnética muito elevada e com destaque de ser relativamente mais abundante em relação a sua disposição no mundo. Sua limitação consiste no fato de ser feito com base no elemento "neodímio" que pode perder suas propriedades magnéticas em temperaturas elevadas e podem ser oxidados em determinados ambientes com facilidade.

Figura 1 ímãs - lei de Lenz



Fonte: Hellfire blog

4. Leis da termodinâmica

Quando tratamos dos estudos sobre energia, logo se vem a conspiração sobre a suas representações e formas, além da sua analise de como esta "surge". Sendo assim enunciaram-se as leis da termodinâmica que visam apresentar explicações sobre fenômenos e transformações que ocorrem em um determinado sistema baseando-se no princípio de energia.

O conceito de "Energia" pode ter diversas formas e ser estudado em análises distintas. Pode se definida dentro da mecânica Newtoniana, como fontes renováveis ou não, como grandeza

elétrica e dentre outras. Pode ser traduzida também como uma transferência de energia através de uma fronteira em forma de calor e/ou trabalho durante um determinado período de tempo, em um sistema aberto ou fechado.

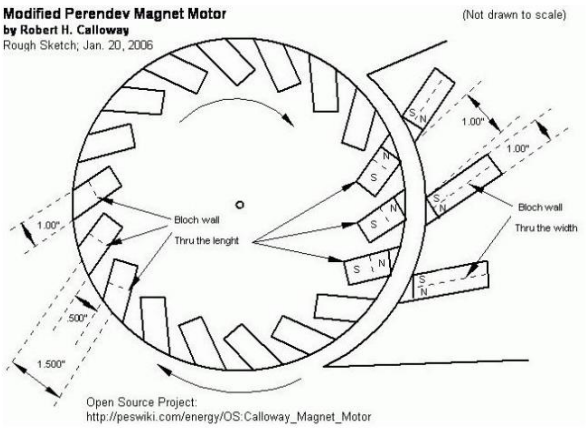
(Princípios de termodinâmica para engenharia, J. Moran, 2013)

Perante as leis da termodinâmica nota-se que a energia apenas se transforma, e não tem variação em sua quantidade com relação a um determinado processo fechado. E estes processos devem seguir determinados padrões de desenvolvimento.

Um processo sempre tende a ter perdas em função de condições externas ou internas que possam afetar. Sabe-se que a eficiência máxima sempre é almejada por todos mas se torna impossível alcançá-la dispondo da realidade em que vivemos, um ciclo perfeito seria aquele que não houvesse perdas.

Conforme enunciado, “Gerador por Campos Magnéticos” é um sistema que visa usufruir da energia magnética e transformá-la em energia elétrica de forma com o Maximo de eficiência possível, otimizando recursos e possibilitando uma produção uniforme e constante, conforme enunciado na teoria sobre o motor de Perendev.

Figura 2 Motor perendev



Fonte: Robert H. Calloway (2006)

5. Perdas de energia convencionais

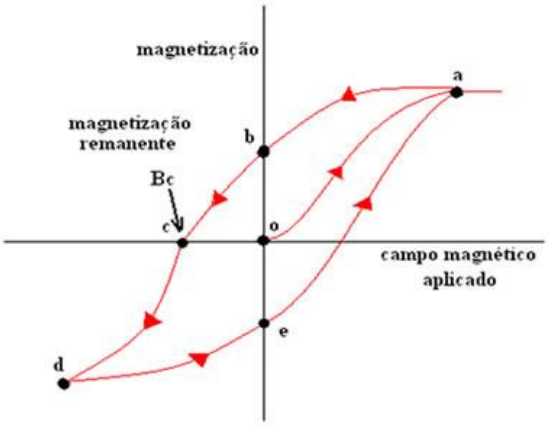
Em nossos motores elétricos e geradores de energia convencionais que são mais utilizados em nossa atualidade existem alguns tipos de perdas, pois um motor ou um gerador de energia que apoiados em princípios do eletromagnetismo, seguem a primeira Lei da Termodinâmica que foi descrita em 1847 pelo físico alemão Hermann Von Helmholtz (1821-1894), que define que toda energia é conservada, nunca é criada ou destruída. Com base nisso é que afirmamos que em um motor/gerador acontece uma conversão de energia, tais conversões que podem ser de várias maneiras, eólica para mecânica, mecânica para elétricos e inúmeros outros meios de conversão.

Por exemplo, uma energia elétrica convertida em energia mecânica no eixo de um rotor, esta conversão não é feita em seus 100% de aproveitamento devido a existência das perdas que ocorrem no interior da máquina/motor durante a execução deste processo.

As perdas de energia geralmente estão relacionadas a inúmeras interferências como o tipo de material utilizado as condições térmicas em que o mesmo se encontra trabalhando e a tecnologia de fabricação dos mesmos, são determinantes no rendimento do motor e comumente são agrupadas em quatro classes, conforme irei descrever a seguir.

Perdas por efeito Joule. As perdas por efeito Joule nada mais são que as perdas geradas pela dissipação de calor que ocorrem principalmente nos condutores pelo efeito do fluxo de elétrons. Para se obter uma redução nessa perda o que pode ser feito é aumentar a seção transversal dos condutores.

Figura 3 Folha de histerese



Fonte: Prof. Luiz Ferraz Netto (1999)

As perdas por Histerese ocorrem quando a corrente em uma bobina de fio é invertida milhares de vezes por segundo a histerese pode ser responsável por uma perda considerável de energia. Histerese quer dizer “seguir atrás”, isto é, o fluxo magnético num núcleo de ferro segue atrás dos aumentos ou diminuições da força magnetizadora. (GUSSOW, M.;Eletricidade Básica, 2ºEdição, Editora Pearson - pág. 228,229)

Perdas no ferro, esse tipo de perda e devida às correntes parasitas (Foucault) e às perdas por histerese. As perdas por correntes parasitas resultam da circulação das correntes aleatórias induzidas dispersas nas laminações do estator. Essas correntes não são uniformes e tendem a se concentrar nas superfícies das laminações resultando perdas consideráveis ao sistema. Para se reduzir esta perda é necessária construir-se o núcleo com lâminas isoladas entre si, resultando numa redução no valor das correntes parasitas.

Perdas por atrito e ventilação. Esse tipo de perda ocorre devido à ventilação do motor e aos atritos nos mancais, quando não estão com lubrificação que atendem sua especificação e ao sistema de ventilação e ao estado de conservação do equipamento geralmente esse tipo de perda em condições normais apresentam a menor parcela de perda.

Essas são as perdas que conhecemos em motores elétricos e com essa base entramos com os estudos sobre o Gerador de Perendev a fim de buscar quais suas perdas reais e rendimentos

específicos, pois acredita-se ser um gerador de altíssimo rendimento com perdas mínimas e energia limpa.

6. Aspectos físicos do gerador

A construção deste projeto envolve diversas variáveis que devem ser levadas em consideração, como o fato de ser baseado em princípios magnéticos deve ser produzido a partir de materiais que não gerem interferências no seu funcionamento, evitando perdas. Sendo assim na estrutura básica será utilizada madeira, material neutro no que se diz referência às propriedades eletromagnéticas.

Conforme estruturado anteriormente, os ímãs de Neodímio serão os principais componentes. Por apresentar propriedades adequadas a um sistema de produção de energia e poder ser utilizado em uma faixa de temperatura conveniente ao estimado para funcionamento do mesmo. No que se refere à intensidade do campo magnético, também é satisfatório para a elaboração de uma pequena usina.

Todas as etapas de construção seguem critérios que visam a máxima eficiência do sistema como um todo, já a etapa de montagem dos ímãs deve ser feita partindo de um gabarito, com uma angulação de movimento ideal para a geração máxima de movimento, do rotor. Para a fixação dos componentes será utilizado colas específicas e materiais não magnéticos. Neste protótipo acredita-se poder transformar uma quantidade de energia, gerando eletricidade suficiente para manter cerca de cinco lâmpadas residenciais acesas.

7. Funcionamento

O objetivo do nosso projeto seria montar um rotor contendo imãs em volta dele com a polaridade norte ou sul apontados para fora, possuindo um espaçamento e angulação entre os imãs do rotor e do estator para que sege possível o seu movimento, sendo que o estator teria os imãs voltados para dentro com a mesma polaridade e mesma angulação, assim os imãs do rotor seria repelido pelo imã do estator, pois imãs com a mesma polaridade se repelem e por

isso que torna possível a execução do gerador, sendo que o espaçamento entre os imãs é necessário para que o imã que está ao lado fique dentro do intervalo de tração que o imã do rotor na posição que empurra fora do imã do estator primeiro, e uma outra importância é pelo fato de que os imãs não podem obter um equilíbrio entre eles, pois isso impediria o movimento rotatório do rotor.

A figura abaixo demonstra como seriam orientados os imãs, pode-se notar que ele teria uma inclinação, que tem como função de tentar impedir o equilíbrio entre os imãs.

8. Calculando a força magnética

A força de um determinado ímã é dada às vezes em termos da sua força de tração – a sua capacidade de se mover outros objetos. A força de tração exercida por qualquer um eletroímã ou um íman permanente no "espaço de ar" (isto é, o ponto no espaço onde termina o íman) é dada pela equação de Maxwell:

$$F = \frac{B^2 A}{2\mu_0},$$

Onde,

F é a força (unidade SI: newton)

A é a seção transversal da área do ímã em metros quadrados

B é a indução magnética exercida pelo ímã

Portanto, se um ímã está agindo na vertical, ele pode levantar uma massa m, em quilogramas, pela equação simples:

$$m = \frac{B^2 A}{2\mu_0 g_n}.$$

Força entre dois polos magnéticos

Classicamente, a força entre dois polos magnéticos é dada por:

$$F = \frac{\mu q_{m1} q_{m2}}{4\pi r^2}$$

Onde,

F é a força (unidade SI: newton)

qm1 e qm2 são as magnitudes de polos magnéticos (unidade SI: ampere-metro)

μ é a permeabilidade do meio de intervenção (unidade SI: tesla metros por ampere, henry por metro ou newton por ampere ao quadrado)

r é a separação (unidade SI: metro).

A descrição polo é útil aos engenheiros projetar reais ímãs, mas ímãs reais têm uma distribuição polo mais complexo do que um único norte e sul. Portanto, a implementação da ideia polo não é simples. Em alguns casos, uma das fórmulas mais complexas dadas a seguir será mais útil.

Força entre duas superfícies vizinhas magnetizados da área A

A força mecânica entre duas superfícies vizinhas magnetizadas pode ser calculada com a seguinte equação. A equação é válida apenas para casos em que o efeito de franja é insignificante e o volume do espaço de ar é muito menor do que a do material magnetizado:

$$F = \frac{\mu_0 H^2 A}{2} = \frac{B^2 A}{2\mu_0}$$

Onde:

A é a área de superfície de cada, em m 2

H é o campo de magnetização, em A / m

μ0 é a permeabilidade do espaço, o que equivale a 4π × 10 -7 T • m / D

B representa a densidade de fluxo, em T.

9. Considerações finais

Para que sege possível à montagem de um protótipo futuramente, antes é necessário que haja uma pesquisa mais profunda e um dimensionamento do gerador, pois o conhecer sobre o gerador é necessário para que entendamos funcionamento dele antes de colocarmos ele em prática e também o dimensionamento de cálculos precisos que é essencial, como por exemplo, o calculo para saber a angulação na distancia entre os imãs, pois se não houver uma medida precisa, um imã pode acabar influenciando o outro e a temperatura é de grande preocupação também, pois depois de um tempo a temperatura atingida poderá interferir nos imãs? E diante destas questões poderemos obter soluções para os possíveis problemas.

REFERÊNCIAS

J. MORAN e N. SHAPIRO, **Princípios de termodinâmica para engenharia** sétima Ed. , 2013

GUSSOW M. **Eletricidade Básica**, 2ºed, Editora Pearson – (pág. 228,229)

Motor magnético – Unimep,

MATTHEW N. O. SADIKU, **Elementos de eletromagnetismo** quinta edição

WILLIAM H. HAYT JR., **Eletromagnetismo** oitava edição

FLÁVIO NACCHER, **Motor magnético,** Colégio Metodista de São Bernado do Campo