Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL

Volume de Ciências Exatas e Tecnológicas
Vol. 62 Outubro/Dezembro 2020

ISSN 1679-8902

03 **EDITORIAL**
Prof. Dr. Geraldo Gonçalves Delgado Neto

ARTIGOS:

04 **PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS: CASO DO PÊNDULO SIMPLES**
SANTOS, Antônio Vanderlei

24 **REDUÇÃO DO CONSUMO DE CIMENTO EM CONCRETO BOMBEÁVEL COM A UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS E REDUÇÃO DO TEOR DE ARGAMASSA**
REZENDE, Alessandro Andreola

40 **APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA DIMINUIÇÃO DOS REFUGOS NO PROCESSO PRODUTIVO: UM ESTUDO DE CASO APLICADO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**
CAVALLARI JR, Silvio José

55 **ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA USO AGRÍCOLA**
DIAS, Luciane Sandrini

67 **ENGENHARIA TERCEIRIZADA AGW PROJETOS**
GIACOMETTI, Alam

83 **ANÁLISE ESTRUTURAL DE LINHAS DE CONTROLE DE PLATAFORMAS OFFSHORE UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS**
BOTTI, Beatriz S

96 **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVO MÓVEL PARA ESTUDO DA TEORIA MUSICAL E ABORDAGEM PRÁTICA PARA TOCAR VIOLÃO**
SANTANA, J. C. S.

Áreas de publicação:
Ciências Exatas e Tecnológicas
Ciências Sociais Aplicadas
Educação, Cultura e Sociedade
Ciências da Saúde

UniEduK
SEU FUTURO NA PRÁTICA

Intellectus Revista Acadêmica Digital. Revista científica das seguintes instituições: Centro Universitário de Jaguariúna (UniFAJ), Centro Universitário Max Planck (UniMAX) e Faculdade de Agronegócios de Holambra (Faagroh).

Eletrônica
Trimestral
Inclui Bibliografia

Editora Chefe:
Prof.ª Dr. ª Ana Maria Girotti Sperandio
Assessora Acadêmica do Centro Universitário de Jaguariúna (UniFAJ), Centro Universitário Max Planck (UniMAX) e Faculdade de Agronegócios de Holambra (Faagroh).

Equipe Técnica
Janini de Oliveira Dias da Silva
Maria Virginia Rosa - Bibliotecária

Equipe de Tecnologia da Informação Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ e Centro Universitário Max Planck. Equipe de Marketing Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ.

EDITORIAL

Com as adversidades deste momento de pandemia, pesquisadores foram desafiados a redesenhar suas pesquisas e rever ações aplicadas em Campo. Assim, se debruçaram sobre as literaturas acadêmicas e deram continuidade aos seus trabalhos e pesquisas, evidenciando a importância das publicações acadêmicas.

Neste contexto a Revista Intellectus, apresenta suas contribuições científicas através desta edição de número 62 da Área de Ciências Exatas e Tecnológicas, apresentando diversos trabalhos acadêmicos com temáticas atuais, como este artigo que trás um olha sobre aprendizagem significativa através da "Proposta de uma sequência didática interdisciplinar no ensino de equações diferenciais". E com um olhar sobre o meio ambiente e formas de aperfeiçoar os processos produtivos, este trabalho "Redução do consumo de cimento em concreto bombeável com a utilização de aditivos e redução do teor de argamassa", trás sua contribuição. Bem como os demais trabalhos que evidenciam os novos desafios do processo produtivo e aplicações de ferramentas e métodos, nos setores da construção civil e agronegócio.

Boa Leitura!

Prof. Dr. Geraldo G. Delgado Neto

PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS: CASO DO PÊNDULO SIMPLES

Proposal Of An Interdisciplinary Didactic Sequence In The Teaching Of Differential Equations: Case Of The Simple Pendulum

SANTOS, Antônio Vanderlei
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai

HECK, Miriam Ferrazza
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai

KRAUSE, João Carlos
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai

FRANZIN, Rozelaine Fátima
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai

WEYH, Cênio Back
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai

RESUMO: Apresenta-se neste artigo, um estudo interdisciplinar de ensino de Física e Matemática, utilizando os conceitos de equação diferencial sobre o pêndulo simples, por meio de uma proposta de sequência didática. Cabe enfatizar que, não basta demonstrar as equações de regem um fenômeno físico para que a aprendizagem seja considerada significativa, mas também faz-se necessário associar um fenômeno experimental. Neste sentido, parte-se do pressuposto de que os acadêmicos dos cursos que envolvam esses conceitos se encontram imersos na fase do estágio formal operacional, visto que, conseguem ir além das experiências concretas e por isso pode-se observar o início da formalização do pensamento abstrato. Nesse sentido, acredita-se que a proposição de práticas e estudos em laboratórios possuem potencial significativo para o desenvolvimento de conceitos, de forma a contribuir com a modelagem do sistema, assim como, ampliar a possibilidade de compreensão do fenômeno estudado de forma interdisciplinar.

Palavras-Chave: Interdisciplinaridade; Laboratório de Física; Equações Diferenciais; Aprendizagem Significativa; Sequência Didática.

ABSTRACT: This article presents an interdisciplinary study of physics and mathematics teaching, using the concepts of differential equation on the simple pendulum, through a proposal of didactic sequence. It should be emphasized that it is not enough to show the equations of governing a physical phenomenon so that learning is considered significant, but it is also necessary to associate an experimental phenomenon. In this sense, it is assumed that the students of the courses that involve these concepts are immersed in the phase of the formal operational stage, since they can go beyond concrete experiences and therefore one can observe the beginning of the formalization of abstract thought. In this sense, it is believed that the proposition of practices and studies in laboratories have significant potential for the development of concepts, and may contribute to

the modeling of the system, as well as, it expands the possibility of understanding the phenomenon studied in an interdisciplinary way.

Keywords: Interdisciplinary; physics lab; differential equations; significant learning; didactic sequence.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem sendo destaque no ensino a utilização de tecnologias, como uma avalanche, quase uma obrigatoriedade de ser discutida e utilizadas em sala de aula, tanto no Ensino Fundamental como nos demais níveis de ensino. Neste trabalho, buscou-se refletir sobre uma outra questão mais primária, que é o ensino utilizando a interdisciplinaridade no Ensino Superior nas ditas Ciências Exatas, como, por exemplo, nos cursos de Física, Engenharias, Química e Matemática. Nesses cursos, geralmente o aluno é por vezes, submetido a processos mecânicos de repetição de cálculos e demonstrações, muito extensas sem, muitas vezes, preocupar-se com os conceitos físicos e matemáticos utilizados e muito menos com os conceitos experimentais. Desta forma, não consegue se apropriar de uma aprendizagem significativa e muito menos a utilização desses conceitos na sua carreira de engenharia ou noutras carreiras que utilizam ferramental matemático e físico.

De acordo com Madruga (1996), a aprendizagem significativa distingue-se das demais porque, o seu conteúdo pode ser relacionado com o conhecimento prévio do aluno e este pode atribuir significado próprio aos conteúdos que assimila. Seguindo esta perspectiva, a tarefa do docente consiste em programar, organizar e sequenciar os conteúdos de forma que o aluno possa realizar tal aprendizagem.

Segundo Moreira (2012, p. 2), a aprendizagem significativa pode ser caracterizada como sendo aquela

> *Em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não liberal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.* (Moreira, 2012, p. 2).

Nesse contexto, cabe ressaltar as concepções de Santos (2017, p. 2-3) que afirma que a concretização da aprendizagem significativa necessita ser

compreendida por meio dos sete passos da construção ou da reconstrução do conhecimento, os quais são:

1. O sentir- toda aprendizagem parte de um significado contextual e emocional;

2. O perceber- após contextualizar, o educando precisa perceber as características específicas do que está sendo estudado;

3. O compreender- é o que dá a construção do conceito, o que garante a possibilidade de utilização do conhecimento em diversos contextos;

4. O definir- significa esclarecer um conceito. O aluno deve definir com suas palavras, de forma que o conceito lhe seja claro;

5. O argumentar- após definir, o aluno precisa relacionar logicamente vários conceitos e isso ocorre através do texto falado, escrito, verbal e não-verbal;

6. O discutir- nesse passo, o aluno deve formular uma cadeia de raciocínio através da argumentação.

7. O transformar- o sétimo e último passo da (re)construção do conhecimento é a transformação. O fim da aprendizagem significativa é a intervenção na realidade. Sem esse propósito, qualquer aprendizagem é inócua.

O autor acredita que esses sete passos auxiliam a caracterizar a ação do professor diante do desafio de ensinar, capacitando-o a promover a aprendizagem significativa de seus alunos. A fim de complementar o entendimento dessa teoria, cabe ressaltar as concepções de Tavares (2004, p. 56), o qual afirma que existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa:

> *A oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica, a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; a atitude explícita de que aprender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver. Esses conhecimentos prévios são também chamados de conceitos subsunçores ou conceitos âncora.* (Tavares, 2004, p. 56)

A qualidade da lógica do pensamento das crianças é mais suscetível em resolver os problemas por um processo de tentativa e erro; já os adolescentes começam a pensar mais como um cientista, concebendo planos para resolver os

problemas e, sistematicamente, soluções. Eles usam raciocínio hipotético-dedutivo, o que significa que são capazes de desenvolver hipóteses ou suposições mais apuradas e uma sistemática de deduzir ou concluir.

Por isso, neste artigo, propomos uma sequência didática interdisciplinar de ensino de equações diferencias em consonância com a Física Clássica, mais especificamente com pêndulo simples com auxílio do laboratório de física. Com isso, pretendemos resolver o problema da nossa pesquisa, que é o de propormos uma sequência didática de ensino usando conceitos de aprendizagem significativa aplicada ao ensino de equação diferencial, tendo como foco o pêndulo simples e os conceitos físicos que o cercam, e assim diminuirmos o intervalo entre a parte teórica das equações diferencias e sua aplicação na física e no laboratório de física.

METODOLOGIA

No atual estado da arte, classificar uma pesquisa é um tanto difícil, já que existem inúmeros autores que falam sobre o tema, e a classificação depende também do enfoque que o autor dá à pesquisa. Porém, nesta pesquisa, iremos utilizar a forma clássica de classificação de uma pesquisa, obedecendo aos autores Dr. João Batista Turrioni e Dr. Carlos Henrique Pereira Mello.

Quanto a sua natureza, classificamos a pesquisa como básica, pois procuramos novos conhecimentos e novos processos teóricos, tendo em meta novos e melhores conhecimentos. Quanto aos objetivos, a pesquisa é explicativa, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas. Quando realizada nas ciências naturais, requer o uso do método experimental, e nas ciências sociais requer o uso do método observacional.

Quanto à forma, temos uma pesquisa quantitativa, pois todos os dados obtidos podem ser quantificados. Do ponto de vista dos métodos, a pesquisa se enquadra em teórico experimental, pois usaremos experimentos e cálculos teóricos no qual um justifica o outro.

Uma sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito.

Pode ser caracterizada com um conjunto de aulas planejadas para ensinar um determinado conteúdo, sem que necessariamente tenha um produto final. Sua duração pode variar de dias a semanas e, desta forma, várias sequências podem ser trabalhadas durante o ano, de acordo com o planejado ou com as necessidades da classe (ZABALA, 1998, pp.53-86). Deixamos claro aqui que a nossa pesquisa é fortemente experimental de laboratórios e teórica do ponto de vista da resolução das equações diferenciais, pois não realizamos qualquer pesquisa de aprendizagem de alunos envolvidos, estes realizaram apenas os procedimentos experimentais recolhidos dos dados da pesquisa.

Este trabalho, foi desenvolvido no laboratório de Física da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo-RS, onde se realizou o desenvolvimento experimental e as demais partes do trabalho. Na parte inicial, são apresentados alguns tópicos de Equações Diferenciais, redigindo-se um pequeno histórico. Após, sugeriu-se uma aplicação em oscilações, na qual foram obtidas as equações de forma analítica. Posteriormente, expôs-se uma conexão com a parte experimental, aplicando as equações ao modelo mais popular de oscilação, ou seja, o pêndulo simples. Mostrou-se, assim, uma sequência didática para a obtenção de dados experimentais junto com demonstrações matemáticas, sempre pensando em facilitar a aprendizagem. Não foram levantados quaisquer resultados de aprendizagem dos alunos, pois estamos propondo no trabalho pura e simples a sequência didática.

REFERENCIAL SOBRE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

Uma Equação Diferencial tem uma incógnita em função das respectivas derivadas, sendo usada muito frequentemente para descrever processos nos quais a mudança de uma medida ou dimensão é causada pelo próprio processo. Historicamente, as primeiras Equações Diferenciais foram as relativas à aceleração, que Galileo Galilei pôde medir ainda que com métodos geométricos. Por sua vez, Isaac Newton introduziu o Cálculo Diferencial e as Equações Diferenciais como as que se conhecem hoje. Um exemplo básico é a segunda lei de Newton, da Mecânica Clássica, que popularmente consiste na afirmação

de que para uma partícula de massa m (movendo-se em uma dimensão, do ponto de vista de um referencial inercial), o produto de sua massa por sua aceleração é igual à força que age sobre ela, segundo Machado (2012).

As Equações Diferenciais, ferramentas desse processo, podem ser classificadas da seguinte forma:

- Equações Diferenciais Ordinárias (EDO), se a função é desconhecida e depende de uma única variável independente. Nesse caso, aparecem apenas derivadas simples;
- Equações Diferenciais Parciais (EDP), se a função desconhecida depende de diversas variáveis independentes; neste caso, aparecem as derivadas parciais;
- Sistema de Equações Diferenciais, se existem duas ou mais funções que devem ser determinadas, é necessário um sistema de equações.

Na literatura, encontram-se alguns trabalhos que se utilizam do modelo G. Vergnaud (Modelo MATLaF), como no trabalho desenvolvido por Santos et al. (2011), para pesquisas associadas a laboratório e mapas conceituais e materiais alternativos, de acordo com Moraes e Silva Jr. (2014) e por Silva e Leal (2017). Também há estudos da aplicação de informática no estudo de oscilações, como nos trabalhos desenvolvidos por Guerrini et al. (2002) e por Medeiros e Medeiros (2002).

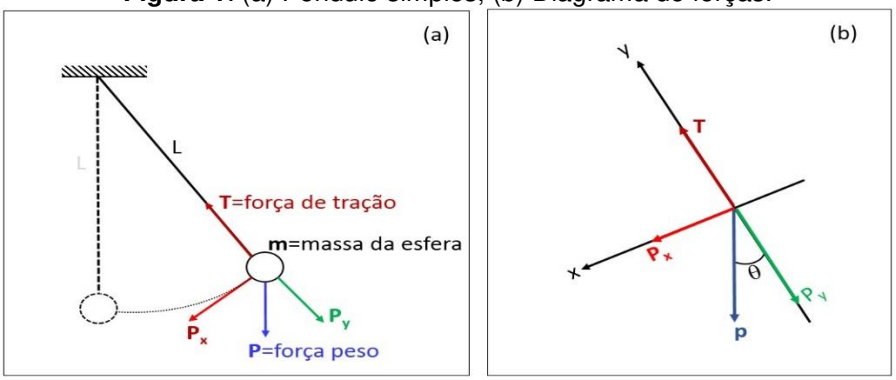
Para a aplicação da sequência didática, inicia-se pela construção teórica e entendimento do fenômeno a ser estudado, ou seja, a aplicação das leis de conservação da Física e a construção visual do fenômeno.

MOVIMENTO DE OSCILAÇÃO DOS PÊNDULOS

A oscilação de um pêndulo não é indefinida, pois sofre ações externas, como o atrito, que causam uma perda gradativa de energia mecânica, pois encontra-se uma ou mais forças contrárias ao movimento. Pode-se, inicialmente, analisar um caso mais simples, uma situação sem atrito. Assim, com a finalidade de desenvolver esse experimento, propõe-se aos alunos um pêndulo, em que o fio de comprimento L seja fino o suficiente para que o atrito seja reduzido ao máximo, nesse caso, com linha de costura de 0.25mm. Como massa oscilante, usa-se uma esfera com uma superfície extremamente lisa para diminuir ao

máximo a força de atrito do ar, uma esfera de aço, conforme a Figura 1-a. O aluno deve ser capaz de simular a respectiva situação por meio de um desenho esquemático, ou seja, o aluno deve estar apto para expressar as principais forças que atuam no experimento, mediante um diagrama de forças como o da Figura 1-b.

Figura 1: (a) Pendulo simples, (b) Diagrama de forças.



Fonte: Elaborada pelos autores

As equações do movimento do oscilador harmônico simples, sem atrito, obtêm-se pela aplicação da segunda Lei de Newton ao sistema, a força Py se anula com a força T, conforme pode ser observado no digrama de forças da figura 1-b. Resta somente uma força restauradora, contrária ao movimento: a Px. Como é um sistema oscilante, considera-se que o aluno já deve ter conhecimento da Mecânica Clássica básica, de forma a ser capaz de aplicar a segunda lei de Newton e escrever a equação do movimento.

Na próxima subseção, consta a demonstração sistemática que representa a situação do pêndulo sem atrito.

Pêndulo sem Atrito

Como já comentado, a única força atuante no sistema de modo a pôr em oscilação o pêndulo é a componente da força no eixo x, representada pela Equação1.

$$Px = mg.sen\theta \qquad \textbf{Equação 1}$$

Onde: m é a massa do pêndulo; g é a aceleração da gravidade; θ é o ângulo formado entre a força peso e a coordenada y.

Para a solução, usou-se a aproximação, considerando para ângulos pequenos $sen\theta \approx \theta (5º < \theta < 10º)$, assim, pode-se escrever aplicando a segunda Lei de Newton, descrita pela Equação 2.

$$Px = mg.\theta = ma_x \qquad \textbf{Equação 2}$$

Onde: a_x é a aceleração no eixo x.

Como a trajetória do pêndulo, conforme a Figura 1-a, é uma circunferência, pode-se escrever a aceleração tangencial (a_x) da seguinte forma: $a_x = \frac{d^2S}{dt^2}$. Reescrevendo a Equação 2), obtém-se a Equação 3, apresentada a seguir:

$$Px = mg.\theta = m\frac{d^2S}{dt^2} \qquad \textbf{Equação 3}$$

Sendo: $S = L\theta$ pode-se expressar a força restauradora em função de L (raio da circunferência) θ (ângulo).

Desse modo, consegue-se determinar a Equação 4.

$$Px = mg.\theta = m\frac{d^2L\theta}{dt^2}$$

$$mg.\theta - mL\frac{d^2\theta}{dt^2} = 0 \qquad \textbf{Equação 4}$$

Dividindo os dois lados da equação anterior por mL, obtém-se a Equação 5: Dessa forma, tem-se uma equação de segundo grau homogênea.

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} - \frac{g}{L}\theta = 0 \qquad \textbf{Equação 5}$$

Comparando a força restauradora do pêndulo $F = -mg\,\frac{\theta}{L}$ com a equação da Lei de Hooke $F = -kx$, pode-se considerar que o k da força restauradora do pêndulo é dado por $k = -mg/L$.

Da segunda Lei de Newton para um sistema oscilante, tem-se que: $k = -m\omega^2$ e, desta forma, pode-se dizer que: $-\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$, logo, determina-se a Equação 6.

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} - \omega^2\theta = 0 \qquad \textbf{Equação 6}$$

Trata-se de uma equação diferencial de segunda ordem de coeficientes constantes que podem ser resolvidos por meio das suposições:

- $\theta = e^{mt}$
- $\frac{d\theta}{dt} = me^{mt}$
- $\frac{d^2\theta}{dt^2} = m^2e^{mt}$

Que, substituindo na Equação 6 diferencial, resulta na Equação 7.

$$m^2e^{mt} + \omega^2e^{mt} = 0 \qquad \textbf{Equação 7}$$

Nota-se que a equação anterior é uma equação característica $m^2 + \omega^2 = 0$. Resolvendo bhaskara para encontrar as raízes, obtêm-se duas raízes:

$$-b \pm \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$m_1 = -0 + \frac{\sqrt{0^2 - 4\omega^2 1}}{2.1}$$

$$m_1 = -i\omega$$

$$m_2 = -0 - \frac{\sqrt{0^2 - 4\omega^2 1}}{2.1}$$

$$m_2 = +i\omega$$

Essas são raízes complexas e distintas. Portanto, a solução que segue o caso de raízes reais e distintas é formada pelas funções $e^{i\omega t}$ e $e^{-i\omega t}$, que podem expressar-se como:

- $e^{i\omega t} = cos\omega t + isen\omega t$
- $e^{-i\omega t} = cos\omega t - isen\omega t$

Logo, a solução geral é representada pela Equação 8:

$$\theta(A) = C_1 cos\omega t + C_2 cos\omega t \qquad \textbf{Equação 8}$$

Como $\cos(a - b) = \cos a.cosb + sena.sen$b, definem-se $C_1\, e\, C_2$ de tal forma:

- $C_1 = A.cosd$
- $C_2 = A.send$

Logo, resulta-se na Equação 9, a seguir:

$$(t) = A.cosd.cos\omega t + A.send.sen\omega t$$

$$\theta(t) = A.\cos(\omega t - d) \qquad \textbf{Equação 9}$$

Tem-se que $A = \theta_0$ e $\theta_0 = \hat{a}ngulo\ máximo$, assim encontra-se a Equação 10. Desta forma, encontra-se a solução geral, em termos do ângulo em função do tempo.

$$\theta(t) = \theta_0 \cos\left(\sqrt{\frac{g}{L}}t - d\right) \qquad \textbf{Equação 10}$$

Pêndulo Harmônico Amortecido

A oscilação de um pêndulo não é indefinida, pois sofre ações externas, como o atrito, que causam uma perda gradativa de energia mecânica. No caso de possuir velocidade de oscilação não muito grande, admite-se uma força amortecedora do tipo: $F = -b.v$, onde b é a constante a ser determinada.

Esse movimento é dado pela seguinte equação: $F = -k.x - b.v$, onde $-k.x$ é a força restauradora do movimento harmônico amortecido, por isso o sinal negativo. A Figura 2 na sequência, a análise do movimento é quando a massa do pêndulo está subindo, para entender, basta ver a direção da velocidade. O k da equação é dado por $k = w_0^2 .m$ e fazendo $\frac{b}{m} = 2.\beta$, tem-se que $\beta = \frac{b}{2m}$. Se o amortecimento é pequeno, a solução da equação diferencial deste movimento pode ser expressa pela Equação 11.

$$X = A_0\, e^{-\beta t}\, cosw.t \qquad \textbf{Equação 11}$$

Onde, w é definido pela Equação 12:

$$w = \sqrt{{w_0}^2 - \beta^2} \qquad \textbf{Equação 12}$$

Sendo que para um pequeno amortecimento, obtém-se a Equação 13.

$${w_0}^2 - \beta^2 > 0.F = -k.x - b.v \qquad \textbf{Equação 13}$$

Usando a 2ª Lei de Newton, resulta-se na Equação 14.

$$F = -F_r - F_a \; m.a = \; - k.x \; - \; b.v \; m.\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$= - \; k.x \; - \; b. \; \frac{dx}{dt}.m.\frac{d^2x}{dt^2} \; + \; b.\frac{dx}{dt} \; + \; k.x \; = \; 0$$

Equação 14

Dividindo toda a equação pela constante variável x, tem-se a Equação 15.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}.\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}.x = 0$$ **Equação 15**

Definindo:

$$2\beta \; = \frac{b}{m} \; ;$$

$$w_0 \; = \sqrt{\frac{k}{m}} \leftrightarrow \; w_0^2 \; = \; \frac{k}{m}$$

Deste modo, determina-se a Equação 16, a seguir:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta.\frac{dx}{dt} + w_0^2.x = 0$$ **Equação 16**

Polinômio característico, definido pela Equação 17.

$$r^2 \; + \; 2.\beta.r \; + \; w_0^2 \; = \; 0$$ **Equação 17**

Onde:

a= 1;

b= 2β;

c= w_0^2.

Aplicando bháskara para encontrar as raízes, obtêm-se duas raízes:

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2a}$$

$$r = \frac{-2\beta \pm \sqrt{(2\beta)^2 - 4.1.w_0^2}}{2.1}$$

$$r \; = \frac{-2\beta \pm \sqrt{4\beta^2 - 4.w_0^2}}{2}$$

$$r == \frac{-2\beta \pm \sqrt{4(\beta^2 - w_0^2)}}{2}$$

$$r == \frac{-2\beta \pm 2\sqrt{(\beta^2 - w_0^2)}}{2}$$

$$r_1 = -\beta + \sqrt{(\beta^2 - w_0^2)} \quad \text{e} \quad r_2 = \beta - \sqrt{(\beta^2 - w_0^2)}$$

Usando processo análogo usado no pêndulo sem atrito, tem-se a Equação 18.

$$X(t) = e^{-\beta t} cos(wt - \delta) \qquad \textbf{Equação 18}$$

Assim, o aluno terá resolvido na prática as Equações Diferenciais em um sistema físico muito próximo ao real. Mas será que o aluno teve a aprendizagem significativa?

Como o aluno tem capacidade de modelar e resolver problemas, propõe-se aqui um teste sensível da sua capacidade de abstrair, que é fazer o inverso, ou seja, confirmar o seu modelo abstrato na prática, realizando o experimento.

MÉTODOS EXPERIMENTAIS DO PÊNDULO AMORTECIDO

Materiais

Para a realização do experimento, são necessários os seguintes materiais: uma bolinha de pingue-pongue suspensa do teto da sala; um cronômetro.

Procedimentos

Deslocar a bolinha da posição de equilíbrio para uma posição de amplitude inicial A_0.

Registrar as oscilações em uma tabela a amplitude e o tempo decorrido a cada meia oscilação.

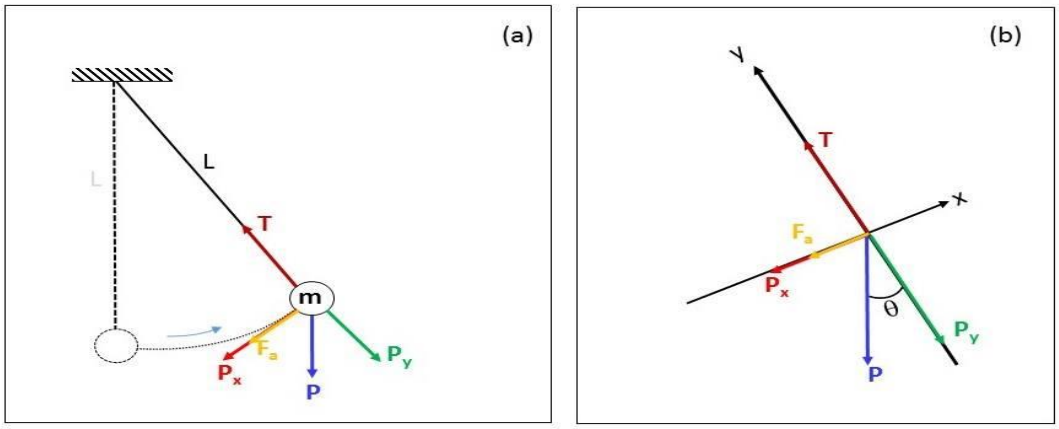
Cálculos matemáticos e aplicações de algumas leis físicas para a resolução da equação do pêndulo simples, com movimento harmônico amortecido.

Descrição da Experiência

A experiência foi realizada com o equipamento de massa (m) de 2,6 g, de comprimento (l) de 3,36 m e um ângulo de 150 graus.

Conforme a Figura 2, o pêndulo começou a oscilar e sua angulação atingiu 15º. Esse é o ângulo máximo para que o $sen\ \theta = \theta$.

Figura 2: (a) Pêndulo simples amortecido. (b) Diagrama de forças.



Fonte: Elaborados pelos autores

Primeiramente, foram analisadas as distâncias que o pêndulo percorreu a cada ¼ de oscilação. Em seguida, por meio de uma nova oscilação, sempre partindo do repouso, registrou-se o tempo de três oscilações completas e de ¼ da oscilação, o que forneceu valores aproximados para o tempo de uma oscilação completa, ou seja, para o período de oscilação do pêndulo.

Dados experimentais

Os dados apresentados na Tabela 1 são os valores para mais de três oscilações completas, ou seja, cada dois dados correspondem a uma oscilação completa, vejamos a seguir.

Tabela 1: Valores para mais de três oscilações completas.

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
Comprimento (cm)	87	64	46,5	38	29	24,5	21,5	19	15	14	11,5

Fonte: Elaborada pelos autores

O tempo de três oscilações completas foi de 11,2 segundos, sendo que o tempo correspondente à oscilação foi de 3,73 segundos. Por sua vez, o tempo a cada meia oscilação foi de 1,865 segundos. Por meio dos dados obtidos no experimento e da medida do tempo, conclui-se que o período desse pêndulo é de 3,73 segundos. Esses dados estão representados na Figura 3.

Entretanto, é possível calcular o período desse pêndulo pela Equação 19.

$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$$ **Equação 19**

Aplicando a equação anterior, obtêm-se 3,67 segundos para o período.

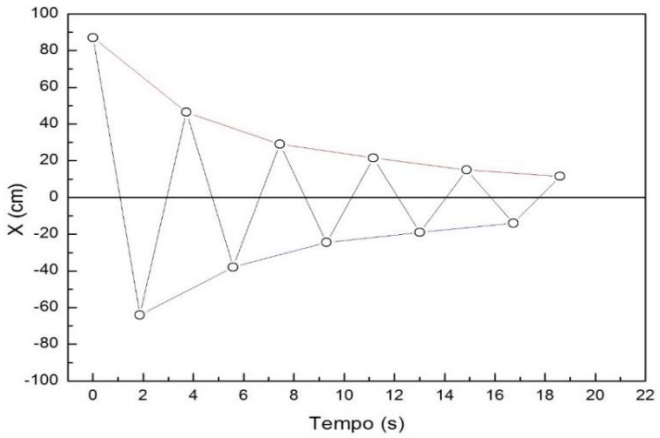
$$T = 2.\pi.\sqrt{\frac{3{,}36m}{9{,}81m/s^2}}$$

$$T = 2.\pi.\sqrt{0{,}342s^2}$$

$$T = 2.\pi.0{,}584s$$

$$T = 3{,}67s$$

Figura 3: Gráfico Comprimento versus Tempo



Fonte: Os Autores

O período do pêndulo obtido com a fórmula é menor, pois a fórmula não leva em consideração a força do atrito causada pela resistência do ar, o que faz com que o período de oscilação aumente, gradativamente.

Em seguida, é possível determinar o valor de w_0, o qual pode ser obtido por meio da fórmula: $w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, onde $k = \frac{mg}{l}$, a qual fornece a Equação 20.

$$w_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$ **Equação 20**

Logo, obtém-se pela equação anterior o valor de w_0 de 1,7085/s.

$$w_0 = \sqrt{\frac{9{,}81\ m/s^2}{3{,}36m}}$$

$$w_0 = \sqrt{2{,}919\ /s^2}$$

$$w\ =\ 1{,}7085/s$$

Partindo do w_0, encontra-se o valor de w, pela Equação 21. No entanto, o β é encontrado no gráfico $ln.x$ versus t(tempo), representado pela Figura 4. Os dados utilizados para plotar esse gráfico estão apresentados na Tabela 2.

$$w = \sqrt{{w_0}^2 - \beta^2}$$

Equação 21

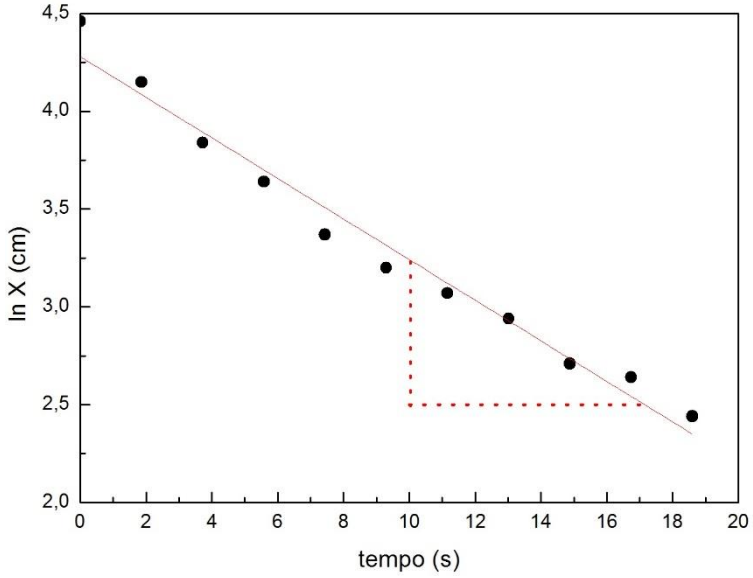
Tabela 2: Resultados encontrados para o $ln.x$.

	X(cm)	t(s)	$ln.x$
A_0	87	0=0	4,46
A_1	-64	1,86=1/2t	4,15
A_2	46,5	3,72=t	3,84
A_3	-38	5,58=3/2t	3,64
A_4	29	7,44=2t	3,37
A_5	24,5	9,3=5/2t	3,2
A_6	21,5	11,16=3t	3,07
A_7	-19	13,02=7/2t	2,94
A_8	15	14,88=4t	2,71
A_9	-14	16,74=9/2t	2,64
A_{10}	11,5	18,6=5t	2,44

Fonte: Os Autores

Os valores encontrados na tabela 2 para $ln\,(X)$ foram utilizados para plotar o gráfico representado na Figura 4.

Figura 4: Gráfico $ln.x$ *versus* t.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do gráfico demostrado pela Figura 3, é possível obter a variação de $x.cos\,(t)$ para as oscilações amortecidas do pêndulo. Nesse gráfico, a amplitude das oscilações não é constante e pode ser expressa pela Equação 22.

$$Ae^{-\beta t} \qquad \textbf{Equação 22}$$

Por meio do gráfico representado pela Figura 4, revelou-se o valor de β, o qual é calculado pela Equação 23.

$$\beta = \frac{ln_1 - ln_8}{t_8 - t_1} \qquad \textbf{Equação 23}$$

Fazendo uso da equação anterior, encontra-se o valor de β de -0,104.

$$\beta = \frac{2{,}5 - 3{,}23}{17{,}15 - 10{,}04}$$

$$\beta = \frac{-0{,}73}{7{,}11}$$

$$\beta = -0{,}104$$

Para o cálculo do valor de w, demostrado a seguir, utiliza-se a Equação 21.

$$w = \sqrt{1{,}7085^2 - 0{,}104^2}$$

$$w = \sqrt{2{,}919 - 0{,}011}$$

$$w = 1{,}705/s$$

A solução particular para esse oscilador está representada em sequência:

$$x(t) = 87e^{-0{,}104t}\, cos\,(1{,}705.t)$$

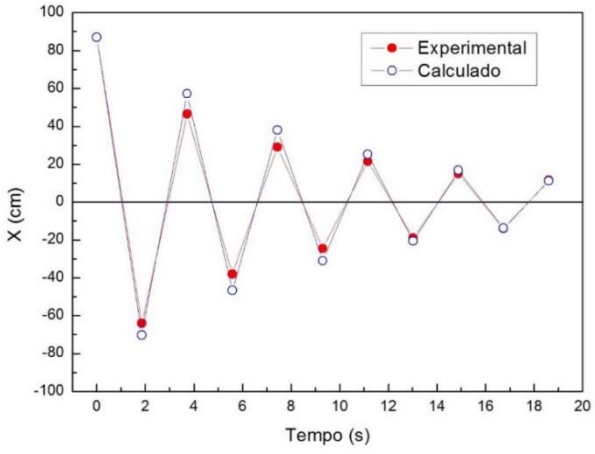
A partir dessa solução, foram obtidos os dados descritos na Tabela 3, os quais foram utilizados para desenvolver a representação do gráfico demostrado pela Figura 5.

Tabela 3: Dados obtidos com a solução particular.

Tempo (s)	$x(t) = 87e^{-0{,}104t}\, cos\,(1{,}705.t)$
0,00	87,00
1,86	-71,67
3,72	58,99
5,58	-48,50
7,44	39,85
9,30	-32,71
11,16	26,82
13,02	-21,98
14,88	17,99
16,74	-14,72
18,60	12,02

Fonte: Os Autores

Figura 5: Representação gráfica dos dados obtidos com a solução particular.



Fonte: Os Autores

Finalmente, o valor de b, ou seja, o coeficiente de amortecimento foi obtido pela Equação 24.

$$2.\beta = \frac{b}{m} \qquad \textbf{Equação 24}$$

Isolando a variável b da equação anterior, obtemos:

$$b = 2.\beta.m$$

$$b = 2.0{,}11.2{,}6$$

$$b = 0{,}572$$

Desta forma, encontra-se o valor correspondente a 0,572 para o b.

CONCLUSÃO

No campo metodológico, esta investigação destacou a importância do trabalho interdisciplinar desenvolvido na área da Física, Matemática e o laboratório de ensino envolvendo conceitos das Ciências Exatas do Ensino Superior. E, ainda, nas observações extraídas dos cálculos realizados, percebeu-se, também, o potencial de uma sequência didática que vai além do saber de uma disciplina isolada, que procura conexões com aprendizagens desenvolvidas na disciplina de cálculo do curso de Engenharia. Assim, deve proporcionar, além de uma aprendizagem efetiva, um entendimento físico, possibilitando um estudo aplicado analítico sobre os sistemas pendulares.

Nesta perspectiva, foi possível analisar algumas situações que merecem destaque: primeiramente, a de um pêndulo simples sem atrito e, em seguida, de um pêndulo harmônico amortecido, o qual possibilitou identificar que as oscilações têm uma amplitude constante. Porém, sabe-se, por meio da experiência prática desenvolvida em laboratório, que um pêndulo oscila com uma amplitude que gradualmente decresce e, eventualmente, para.

Conclui-se, a partir dessa afirmação e dos dados obtidos na experiência, que todos os corpos que vibram como, por exemplo, uma mola ou um pêndulo, não possuem oscilações com amplitude constante, pois sofrem a ação de agentes do meio e da energia que é perdida pela partícula que executa o movimento e absorvida pelo meio no qual o movimento se processa. Logo, os

conceitos apresentados nesta pesquisa serão, na lógica de Piaget, possíveis de serem obtidos, já que os alunos estão na fase operatória formal.

As conexões estabelecidas no decorrer da existência são mediadas pelo diálogo. Assim, a aprendizagem passa a ser resultado das trocas de saberes entre os envolvidos no contexto da educação escolar. Também pode-se inferir que, a partir dessa conexão de saberes, a aprendizagem poderá ser efetivamente significativa para o educando, na medida em que se reconhece como ator partícipe da construção do seu conhecimento, ou seja, a educação formal precisa ser capaz de contribuir na construção de saberes e ampliar as possibilidades de formação.

REFERÊNCIAS

ALBARELLO, J. R.; DUARTE, K. P.; FAORO, V.. Oscilação e Velocidade do Pêndulo Simples na Modelagem Matemática. **Vivências**, v. 9, p.83-94, 2013.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**. Editora Interamericana: Rio de Janeiro, 1980.

BECKER, F. **Abstração pseudoempírica:** significado epistemológico e impacto metodológico. Educ. Real, v. 42, p. 371-393, 2017.

GUERRINI, I.M; MAGALHÃES, M.G.M. DE; MAREGA JR. E. Utilizando tecnologia computacional na analise quantitativa de movimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p.97-102, 2002.

HALLIDAY, D. **Fundamentos da física**. São Paulo, 1996.

MACHADO, K. D. **Equações diferenciais aplicadas**. v.1, p.750, Paraná: Todapalavra, 2012.

MADRUGA, J. A. G. In: **Desenvolvimento psicológico e educação**: psicologia da educação, editado por C. COLL, J. PALÁCIOS, A. MARCHESI (Artes Médicas, Porto Alegre, 1996).

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidade e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p.77-78, 2002.

MORAES, J. U. P.; SILVA Jr., R. S. Experimentos Didáticos no Ensino de Física com Foco na Aprendizagem Significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 4, p.61-67, 2014.

MOREIRA, M. A.. ¿Al afinal, qué es aprendizaje siginificativo? **Qurriculum,** v. 25, p.29-56, (2012).

NEWTON, I**. Mathematical Principles of Natural Philosophy**. Berkeley: University of California Press, 1934.

SANTOS, A. V; KRAUSE, J. C.; HECK, M. F.; OZINKOSKI, R. **Sequência didática Interdisciplinar no Ensino de Equações Diferenciais nos Cursos de Engenharia**. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Anais... Blumenau/SC, 2011.

SANTOS, J. C. F.. **O desafio de promover a aprendizagem significativa**. Disponível em: <https://www.unisul.br/wps/wcm/connect/127c2459-227a-4d70-a0cf-331c2343349b/desa fio-aprendizagem-significativa_integracaouniversitaria_extensao.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 7 março 2017.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. S. Sequência didática de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n.1, 2017.

TAVARES, R.. **Aprendizagem Significativa.** Conceitos, v.55, p.10-50, 2004.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas.** Itajubá: UNIFEI, 2012.

VERGNAUD, GÉRARD. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en didactique des mathématiques**, v.10, p.133-170, 1990.

ZANELLA, L.. In: **Psicologia da educação:** o significado do aprender, editado por J. L. ROSA. EDIPUCRS, Porto Alegre, 1999.

SOBRE OS AUTORES:

Antônio Vanderlei Santos - Doutor em Física (UFRGS), docente (URI- Campus Santo Ângelo). E-mail: vandao@san.uri.br

Miriam Ferrazza Heck - Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática (ULBRA). E-mail: mhecmat@hotmail.com

João Carlos Krause - Doutor em Física (UFRGS), docente (URI- Campus Santo Ângelo). E-mail: krause@san.uri.br

Rozelaine Fátima Franzin - Doutora em Engenharia de Produção, docente (URI- Campus Santo Ângelo). E-mail: rozelaine@san.uri.br

Cênio Back Weyh - Doutor em Educação (UNISINOS), docente (URI- Campus Santo Ângelo). E-mail: ceniow@san.uri.br

REDUÇÃO DO CONSUMO DE CIMENTO EM CONCRETO BOMBEÁVEL COM A UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS E REDUÇÃO DO TEOR DE ARGAMASSA

Reduction of consumption of cement in a pumpable concrete with the use of additives and reduction of mortar content

REZENDE, Alessandro Andreola
Centro Universitário de Maringá

PESSOA, Giovanna Carolina de Souza
Centro Universitário de Maringá

DOMINGOS, Janaína de Melo Franco
Centro Universitário UNIMAX

RESUMO: A redução de emissão de CO_2 na atmosfera é um tema que está em pauta atualmente. Para a produção do cimento, a emissão de CO_2 é bastante elevada já que é utilizada na composição do concreto. Para esse propósito, o presente trabalho tem como objetivo mostrar uma nova metodologia que possibilita a obtenção de concretos bombeáveis com a mesmas características da metodologia utilizada nos dias atuais, mas que tem o diferencial de uma redução significativa do cimento utilizado em sua produção, se tornando assim um concreto econômico e ambientalmente correto, diminuindo a emissão de CO_2. Para atingir os resultados desejados, foram estabelecidos métodos de dosagem, onde na “dosagem I”, (dosagem piloto), é a mesma composição utilizada pelas concreteiras selecionadas, na “dosagem II” realizamos a redução do teor de argamassa, e na “dosagem III” alteramos o aditivo utilizado por outro com propriedades diferenciadas. Os resultados apresentados na “dosagem II” onde se realizou redução do teor de argamassa foram negativos, pois não houve redução do consumo de cimento, já a “dosagem III” onde se alterou o aditivo das dosagens, se obteve uma redução considerável de cimento, de acordo com os ensaios pertinentes para realização das dosagens e avaliação dos resultados.

Palavras-chave: Redução do consumo de cimento, redução do teor de argamassa, alteração do aditivo.

Abstract: The reduction of CO_2 emissions in the atmosphere is a topic that is currently on the agenda. For the production of cement, the CO_2 emission is quite high since it is used in the concrete composition. For this purpose, the present work aims to show a new methodology that allows the obtaining of pumpable concretes with the same characteristics of the methodology used today, but which has the differential of a significant reduction of the cement used in its production, becoming thus an economically and environmentally correct concrete, reducing the emission of CO_2. In order to achieve the desired results, dosage methods were established, where the "dosage I" (pilot dosage) is the same composition used by the selected concrete, in "dosage II" the mortar content was reduced and the "dosage III "we alter the additive used by another with differentiated properties. The results presented in the "dosage II" where reduction of the mortar content were negative, since there was no reduction of the cement consumption, already the "dosage III" where the additive of the dosages was altered, a

considerable reduction of cement was obtained, according to the relevant assays for dosing and evaluation of results.
Key-words: Reduced consumption of cement, reduction of mortar content, change the additive.

INTRODUÇÃO

As elevadas emissões gasosas do processo de produção do cimento têm chamado a atenção do setor produtivo, uma vez que a indústria cimenteira sozinha é responsável por cerca de 5 a 7% das emissões globais de CO_2 (FELIX e POSSAN 2018).

Segundo Rebmann (2011), o cimento é o material que mais o encarece e mais causa a emissão de CO_2 na atmosfera, cerca de 1.000 Kg de CO_2 emitidos por tonelada de cimento produzido, sendo uma das soluções para um concreto mais ecologicamente correto, a redução do consumo de cimento. Vários estudos desenvolvidos pelo Laboratório de Materiais Avançados à Base de Cimento (LMABC), tem verificado a viabilidade mecânica de produzir concretos com baixo consumo de cimento. Concretos com resistência mecânica acima de 60 MPa foram obtidos com consumos de cimento abaixo de 300 kg/m3.

Ainda segundo o autor, os resultados obtidos mostram que é possível elaborar concretos com baixo consumo de cimento e adequada durabilidade, comparável ou até mesmo superior às maiores exigências normativas, mesmo com consumos de cimentos inferiores às mínimas especificadas por estas mesmas normas.

A busca por um concreto que seja realmente utilizável nas obras, que possa ser produzido por centrais dosadoras e que seja ambientalmente correto, podendo reduzir significativamente o consumo de cimento e consequentemente a emissão de CO_2, nos leva a buscar por uma composição de dosagem, bem como, por novos materiais para a composição do mesmo.

Consumo de Cimento

A redução do cimento pode resultar em muitas propriedades melhoradas conforme Pereira, (2010):

> *A redução criteriosa do consumo de cimento pode resultar em maior estabilidade volumétrica, ou seja, menos retração química e menos desenvolvimento do calor de hidratação, o que pode ser traduzido em menos fissuração do concreto. Com uma cura adequada, até que o sistema de poros se refine, após certo grau de hidratação do cimento, a retração hidráulica também será diminuída.* (Pereira, 2010)

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC, 2018), foi produzido no ano de 2017 no Brasil mais de 49,7 milhões de toneladas de cimento, e uma porcentagem muito alta dessa produção é utilizada para a produção de concreto.

Concreto Bombeável

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil (ABESC, 2014), para o concreto bombeável são utilizadas bombas de concreto, as mesmas, transportam o concreto por uma tubulação metálica, até que este alcance a peça que será concretada. Com o sistema, podem-se vencer grandes alturas ou grandes distâncias horizontais, com produção média entre 35 e 45 metros cúbicos a cada hora. Atualmente têm-se no mercado equipamentos capazes de bombear um volume de até 100 metros cúbicos a cada hora.

Segundo Pileggi e Pandolfelli (2002), o processo de bombeamento subdivide-se em três etapas distintas, a mistura, o transporte e a moldagem. Através da mistura do concreto com a água determina-se o grau de homogeneidade, dispersão, e cisalhamento, no transporte após a mistura, o material é forçado a escoar turbulentamente dentro da tubulação, sendo ele submetido a esforços, já na moldagem, de acordo com a composição e o teor de água dos concretos, podem ser moldados através de técnicas de vibração de alta energia ou se comportarem iguais a fluidos auto escoantes.

Cimento

Cimento Portland é o nome dado ao cimento obtido pela mistura intima de calcário, argila ou outros materiais silicosos, alumina e materiais que contenham óxido de ferro. Essa mistura é queimada à temperatura de

clinquerização, sendo o material resultante desta queima, o clinquer, moído (NEVILLE, 2013).

Segundo Neville (2013), os silicatos C_3S e C_2S são os compostos mais importantes, por serem responsáveis pela resistência que ocorre na pasta de cimento hidratada, já a presença de C_3A no cimento é indesejável, pois contribui pouco para a resistência do cimento.

Na tabela, tem-se o calor de hidratação gerado por cada composto do cimento.

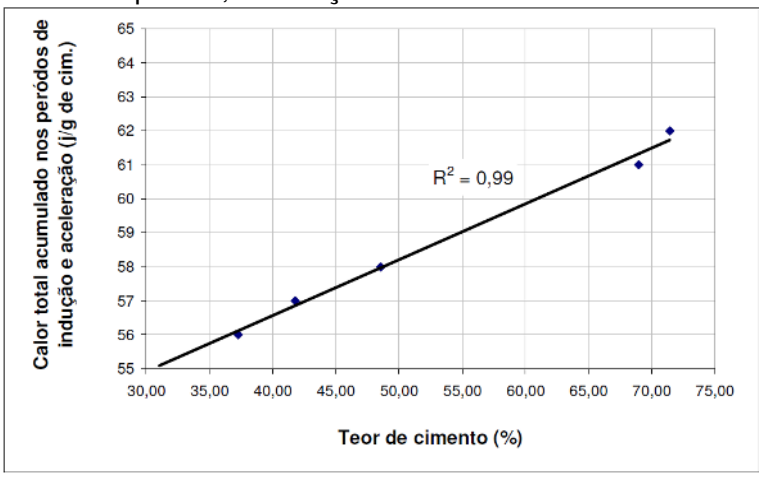
Tabela 1 - Calor de hidratação dos compostos puros

Composto	Calor de hidratação	
	J/g	Cal/g
C_3S	502	120
C_2S	260	62
C_3A	867	207
C_4AF	419	100

Fonte: (NEVILLE, 2013).

De acordo com Quarcione (2008), quanto maior o consumo de cimento, maior será o calor de hidratação gerado, conforme podemos observar na tabela.

Figura 1 - Calor de hidratação acumulado nos períodos de indução e aceleração das pastas, em função do teor de cimento



Fonte: (QUARCIONI, 2008).

Agregados

Agregado é o material granular, que não contêm forma e também volume definidos, geralmente são inertes, com dimensões e as propriedades adequadas para a sua utilização em obras (PETRUCCI, 1998).

> *Os agregados desempenham um importante papel nas argamassas e concretos, tanto na visão econômica, quanto na visão técnica, e exercem influência benéfica sobre alguns característicos importantes, como: retração, aumento da resistência ao desgaste, etc., sem prejudicar a resistência aos esforços mecânicos, pois os agregados com qualidade conseguem uma resistência mecânica mais elevada que a pasta de aglomerante* (PETRUCCI, 1998).

Aditivos

Para o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2014), aditivos são componentes químicos aplicados à massa do concreto e/ou argamassa antes ou durante o preparo do concreto buscando melhorar as propriedades no estado fresco ou endurecido do concreto.

Redução do teor da argamassa

Conforme estudos realizados por Manuel (2005), ele confirmou que o consumo de cimento pode aumentar, mais não muito, com o aumento considerável do teor de argamassa, mas que o aumento considerável do consumo de cimento acontece quando se altera a classe de resistência do concreto, e como pode se observar nos testes, a argamassa é composta de agregado miúdo e cimento que envolvem o agregado graúdo.

Coleta dos componentes do concreto e sua composição

Foram escolhidas duas empresas que tinham como principal produto de venda o concreto bombeável na região de Maringá-PR, e cuja essas chamaram-se “Empresa A” e “Empresa B” respectivamente. Após contato com os gerentes das respectivas empresas, foram coletados os traços com a composição dos concretos escolhidos para realização dos testes, e os componentes para a produção do concreto, bem como, suas quantidades em cada empresa, sendo cimento (50,0 Kg), areia grossa e areia fina (120,0 Kg cada), britas (120,0 Kg cada) e aditivos (1,0 Litro), diretamente nas centrais dosadoras de cada uma das empresas localizadas na cidade de Maringá-PR.

Ensaios dos materiais utilizados

Cimento

A finura do cimento, está ligada também com a quantidade de água a ser adicionada no concreto, pois quanto mais fino for o material, mais água será necessário para chegar numa trabalhabilidade específica. As empresas utilizam cimentos diferentes, sendo o Cimento Portland Pozolânico (CP IV 32 RS) coletado na “empresa A”, e o Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V ARI) coletado na “empresa B”. Através tabela 2, pode-se observar os resultados.

Tabela 2 - Resultado do ensaio de finura

Tipo de cimento	Características e propriedades	Unidade	Resultado
CP IV 32 RS	Resíduos na peneira 75 µm	%	7,2
CP V ARI	Resíduos na peneira 75 µm	%	5,6

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Agregados

Granulometria

Para as dosagens foram utilizadas para as duas empresas a areia grossa e fina. A granulometria está inteiramente ligada a quantidade de água adicionada no concreto, pois quanto mais fino o agregado, maior será a quantidade de água necessária para se chegar numa trabalhabilidade especificada, além de também estar ligada ao acabamento do concreto, ou seja, quanto mais fino for o acabamento, maior será a necessidade de quantidade de areia presente no traço, sendo portanto, uma maior quantidade de areia mais fina, respeitando os limites presentes na norma.

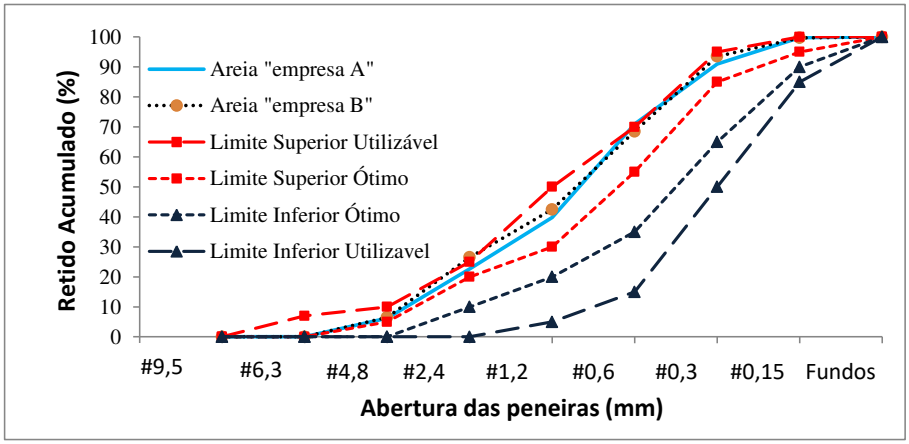
Tabela 3 - Distribuição granulométrica do agregado miúdo “empresa A”

Peneira (mm)	Areia grossa		Areia fina	
	% Retido	% Retido acumulado	% Retido	% Retido acumulado
9,5	0	0	0	0
6,3	0	0	0	0
4,8	6,2	6,2	0	0
2,4	16,5	22,7	0	0
1,2	17,1	39,8	6,7	6,7
0,6	31,2	71,0	10,3	17
0,3	20	91,0	56,6	73,6
0,15	8,9	99,8	24,3	97,9
Fundos	0,2	100	2,1	100
Dimensão Máxima Característica (DMC)		4,8		1,2
Módulo de finura		3,304		1,952

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

É necessário a comparação das duas areias (grossa e fina) utilizadas pelas duas empresas, pois a granulometria dos agregados interfere na resistência, devido ao fato de que quanto mais fino é o material, maior quantidade de água será necessário para atingir a trabalhabilidade esperada. A figura abaixo apresenta a comparação granulométrica da areia grossa das duas empresas.

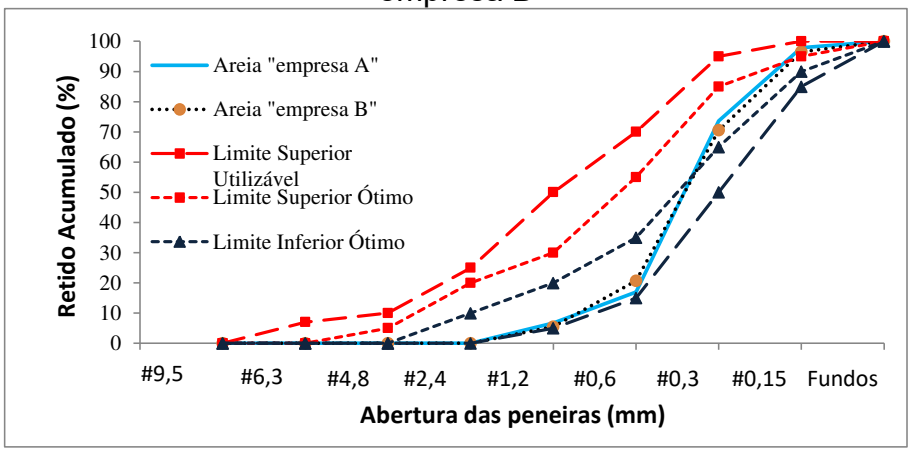
Figura 2 - Curva granulométrica do agregado miúdo (areia grossa) “empresa A” e “empresa B”



Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Como observado, a areia grossa das duas empresas segue a mesma granulometria, havendo apenas uma pequena diferença no módulo de finura que pode se dizer que é desconsiderável. A da granulometria de areia fina das duas empresas (Figura 3) também segue a mesma granulometria, havendo uma pequena diferença no módulo de finura que pode se dizer que também é desconsiderável.

Figura 3 – Curva granulométrica do agregado miúdo (areia fina) “empresa A” e “empresa B”



Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Também foi analisado e comparado a granulometria das britas utilizadas nas duas empresas, das quais, podemos observar nas tabelas a seguir.

Tabela 4 - Distribuição granulométrica do agregado graúdo “empresa A”

Peneira (mm)	Brita 1		Brita 0	
	% Retido	% Retido acumulado	% Retido	% Retido acumulado
25	3,2	3,2	0	0
19	50,2	53,3	0	0
9,5	45,1	98,4	1,8	1,8
4,8	0,7	99,1	80,2	82
2,4	0	99,2	15	96,9
1,2	0	99,2	0,8	97,7
0,6	0	99,2	0,3	97,9
0,3	0,1	99,3	0,2	98,1
0,15	0,1	99,4	0,2	98,3
Fundos	0,7	100	1,8	100
Dimensão Máxima Característica (DMC)		25		9,5
Módulo de finura		7,502		5,725

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

E para compararmos os resultados das britas utilizadas pelas duas empresas, segue abaixo a distribuição granulométrica do agregado miúdo da "empresa B".

Tabela 5 - Distribuição granulométrica do agregado graúdo "empresa B"

Peneira (mm)	Brita 1	
	% Retido	% Retido acumulado
25	1,8	1,8
19	51,2	53
9,5	45,4	98,3
4,8	0,9	99,2
2,4	0,1	99,3
1,2	0,1	99,3
0,6	0,1	99,4
0,3	0,1	99,4
0,15	0,1	99,5
Fundos	0,5	100
Dimensão Máxima Característica (DMC)		25
Módulo de finura		7,490

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Como observado, a brita 1 das duas empresas segue a mesma granulometria, havendo apenas uma pequena diferença no módulo de finura que pode se dizer que é desconsiderável, entretanto, a "empresa A" utiliza brita 0, o que na verdade não é bom para questão de resistência do concreto, pois ela diminui a resistência, necessitando de um consumo maior de cimento para aumentar a mesma.

Massa específica unitária

A determinação da massa especifica é a relação entre massa e volume, o que auxilia na transformação dos agregados de massa para volume, no caso de se utilizar dosagens que serão medidos em volume, e também para definir a densidade do concreto.

Tabela 6 - Massa especifica e unitária dos agregados miúdos

Ensaios (Kg/dm³)	Empresa A		Empresa B	
	Areia Grossa	Areia fina	Areia Grossa	Areia fina
Massa especifica	2,649	2,586	2,628	2,575
Massa unitária solta	1,531	1,497	1,515	1,469

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Absorção de água

A absorção de água dos agregados está ligada a sua porosidade, pois quanto mais poroso o agregado, maior será sua absorção de água. Os agregados utilizados para a dosagem dos concretos foram agregados de baixa porosidade, devido a sua alta densidade e consequentemente sua baixa absorção de água.

Tabela 7 - Absorção de água dos agregados miúdos

Ensaios (%)	Empresa A		Empresa B	
	Areia Grossa	Areia fina	Areia Grossa	Areia fina
Absorção de água	0,6	0,55	0,65	0,6

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Teor de material pulverulento

O teor de material pulverulento aumenta algumas propriedades que não são desejáveis em um concreto, como é o caso do desgaste superficial, por isso é dado por norma os limites máximos de teor de material pulverulento presente no concreto. Além disso o mesmo aumenta consideravelmente a quantidade de água a ser adicionada ao concreto, aumentando assim o fator água/cimento que consequentemente diminui a resistência.

Tabela 8 - Teor de material pulverulento nos agregados miúdos

Ensaios (%)	Empresa A		Empresa B	
	Areia Grossa	Areia fina	Areia Grossa	Areia fina
Teor de material pulverulento	0,3	0,45	0,35	0,4

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Forma dos grãos

O índice de forma dos grãos do agregado não deve ser superior a 3, quando determinado de acordo com o ensaio realizado seguindo a NBR 7809/2006. O ensaio foi realizado retirando duas medidas dimensionais que foram comprimento “c” e espessura “e”, cuja fórmula para determinar a forma do grão se dá por “c/e”, e sabe-se que quando esses valores se distanciam consideravelmente, os agregados alongados ou lamelares e tais formas de agregados não são boas para a produção do concreto, sendo que os melhores valores dão-se pelos resultados que estão próximos de 1,0.

Tabela 9 - Forma dos grãos dos agregados graúdos

Ensaios (c/e)	Empresa A		Empresa B
	Brita 1	Brita 0	Brita 1
Forma dos grãos	2,1	2,5	1,9

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Ensaios dos concretos dosados

Trabalhabilidade do concreto fresco

O ensaio para medir a trabalhabilidade ou abatimento. Foi realizado em todas as dosagens, sendo que foram mantidas as trabalhabilidades dos traços para cada dosagem conforme pode se observar na tabela 10.

Tabela 10 - Medidas dos abatimentos das dosagens

Ensaios (cm)	Dosagem I		Dosagem II		Dosagem III	
	Traço I	Traço II	Traço III	Traço IV	Traço V	Traço VI
Abatimento	8,5	9,5	10,0	10,5	15,0	14,0

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

Os traços I, III e V são dosagens da “empresa A”, e os traços II, IV e VI são da “empresa B”. De acordo com a tabela 10, comparando os traços de acordo com as dosagens, observa-se que houve uma uniformidade nos abatimentos.

Densidade e consumo de cimento

A densidade do concreto é primordial para saber qual é a quantidade real dos componentes do concreto para a produção exata de 1,0 m³, e para

sabermos qual é essa quantidade, precisamos primeiramente realizar o cálculo do consumo de cimento, e assim multiplicar este valor pelo traço unitário.

Tabela 11 - Densidade do concreto das dosagens

Ensaios (Kg/m³)	Dosagem I		Dosagem II		Dosagem III	
	Traço I	Traço II	Traço III	Traço IV	Traço V	Traço VI
Densidade	2.492	2.518	2.458	2.455	2.501	2.450
Consumo de cimento	343,8	318,7	335,3	309,4	344,8	311,6

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

De acordo com a Tabela 11, comparando os traços de acordo com as dosagens, observa-se que houve uma uniformidade nos abatimentos.

Ensaios do concreto endurecido

Resistência a compressão e rendimento do cimento

A resistência a compressão do concreto é uns dos fatores mais importantes do concreto, pois é através desta que será possível descobrir se o concreto está conforme o solicitado ou não, bem como, saber dizer qual é o rendimento do cimento. Os resultados das resistências seguem nas tabelas abaixo de acordo com sua dosagem e idade.

Tabela 12 - Médias de resistência a compressão das dosagens

Ensaios (MPa)	Dosagem I		Dosagem II		Dosagem III	
	Traço I	Traço II	Traço III	Traço IV	Traço V	Traço VI
3 dias	23,0	27,0	19,2	29,9	21,4	32,9
7 dias	27,6	36,2	26,7	33,2	32,2	39,9
28 dias	37,4	44,4	34,9	40,8	44,4	49,5

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

De acordo com as resistências obtidas aos 28 dias, calculamos o rendimento do cimento para saber qual realmente pode nos gerar uma resistência elevada com um baixo consumo de cimento.

Tabela 13 - Rendimento do cimento nas dosagens

Ensaio (Kg/MPa.m^{-3})	Dosagens	Empresa A	Empresa B
Rendimento	Dosagem I	9,19	7,24
	Dosagem II	9,6	7,58
	Dosagem III	7,76	6,29

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

De acordo com a Tabela 13, tomando como base a "dosagem I" que é a dosagem piloto, podemos se observou que a "dosagem II" onde reduzimos o teor de argamassa em 1,9%, aumentou o consumo de cimento para a "empresa A" em 0,41 Kg/MPa.m^{-3}, e para a "empresa B" este aumento foi de 0,34 Kg/MPa.m^{-3}. Já para a "dosagem III" onde mantemos a redução do teor de argamassa em 1,9% da "dosagem I", e utilizamos o "aditivo C", houve uma redução do consumo de cimento para a "empresa A" de 1,43 Kg/MPa.m^{-3}, e para a "empresa B" reduziu 0,95 Kg/MPa.m^{-3}.

Resumo dos ensaios

A Tabela 14 mostra o resumo dos ensaios realizados nas dosagens de concreto.

Tabela 14 - Médias de resistência à compressão das dosagens

Dados	Dosagem I		Dosagem II		Dosagem III	
	Traço I	Traço II	Traço III	Traço IV	Traço V	Traço VI
Fator a/c	0,522	0,554	0,575	0,555	0,496	0,482
A%	7,76	7,54	8,51	7,52	7,34	6,53
K	53,38	54,35	51,50	52,45	51,5	52,45
Trabalhabilidade (cm)	8,5	9,5	10,0	10,5	15,0	14,0
Resistência aos 28 dias (MPa)	37,4	44,4	34,9	40,8	44,4	49,5
Consumo (Kg/m^3)	343,8	318,7	335,3	309,4	344,8	311,6
Rendimento (Kg/MPa.m^{-3})	9,19	7,24	9,6	7,58	7,76	6,29

Fonte: Dados obtidos e organizados pelo autor

O componente do concreto que tem como função principal de dar resistência ao concreto, é o cimento, no qual foi realizado o ensaio de finura, e

avaliou-se que os cimentos utilizados pelas duas empresas atenderam as especificações da norma, mas não foi possível sua avaliação quanto ao seu envolvimento com a resistência do concreto ou aumento de água devido aos seus módulos de finura serem diferentes.

Quanto aos agregados utilizados na produção dos concretos, se notou que houve grande semelhança entre os agregados miúdos e graúdos, mas a "empresa A" utilizou brita 0 na composição de seu concreto, e pode-se notar que este agregado devido ao seu diâmetro ser menor, causou um aumento do consumo de cimento por MPa para a produção de 1,0 m³ de concreto, também observou-se que todos os traços da "empresa A" mesmo com um consumo de cimento mais alto, suas resistências foram menores.

A massa específica foi um fator que não interferiu nos resultados finais, pois a densidade auxilia somente, para que através de cálculos, pudesse saber qual o consumo de cimento e de todos os demais componentes para a produção dos volumes de concreto.

Para todas as dosagens foram mantidas a trabalhabilidade para que se pudesse ter um padrão, pois em ambas as empresas obtemos os dados do concreto de Fck 30 MPa e abatimento de 10±2 e, portanto, concluiu-se que na "dosagem II", onde reduzimos o teor de argamassa, houve uma redução da resistência a compressão, bem como, um aumento do rendimento do cimento para a produção do concreto.

Já com respeito à alteração do aditivo na "dosagem III", houve um aumento na resistência, e consequentemente uma redução no rendimento do cimento, podendo ligar estes dados à diminuição do fator a/c das dosagens.

Conclui-se assim, que a redução do teor de argamassa reduz a resistência e aumenta o consumo de cimento por MPa para cada m³ (metro cúbico) de concreto produzido, tanto pelo fato de aumentar o fator a/c, diminuindo a resistência, quanto pela utilização de um aditivo que consiga reduzir significativamente a quantidade de água para a produção do concreto. Com isso, pode-se ter grandes economias no consumo de cimento, aumentando a resistência com o mesmo consumo, ou mantendo a mesma com um menor consumo, devido ao fato de que a redução de cimento com a utilização do aditivo

na “dosagem III” foi de 1,43 Kg/MPa.m^{-3} para a “empresa A”, e de 0,95 Kg/MPa.m^{-3} para a “empresa B”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FELIX, E. F.; POSSAN, E. Balance emissions and CO2 uptake in concrete structures: simulation based on the cement content and type. **Revista Ibracon de Estruturas e Materiais**, [s.l.], v. 11, n. 1, p.135-162, fev. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952018000100008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/riem/v11n1/pt_1983-4195-riem-11-01-00135.pdf>. Acesso em: 11 de agosto de 2018.

FUSCO, P. B.; **Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados**. Editora PINI Ltda, 1ª ed., São Paulo-SP, junho de 2008.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. Tradução: Ruy Alberto Cremonini, 2ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

PEDROSO, F. L.; Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. **Revista Concreto & Construção;** Concreto: material construtivo mais consumido no mundo; IBRACON; Ano XXXVII; nº 53, pag. 14 – 19, Jan./Mar. 2009.

PEREIRA, T. A. C.; **Concreto auto-adensável, de alta resistência, com baixo consumode cimento Portland e com adições de fibras de lã de rocha ou poliamida**; 2010, 281f; Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PETRUCCI, E. G. R.; **Concreto de cimento Portland**. Editora Globo S.A., 13ª ed., rev. Por Vladmir Antônio Paulon, São Paulo-SP, 1998.

REBMANN, M. S.; **Durabilidade de concretos estruturais com baixo consumo de cimento Portland e alta resistência**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de estruturas); Escola de Engenharia de São Carlos; Departamento de Engenharia de estruturas; Laboratório de materiais avançados à base de cimento, Universidade de São Paulo; São Carlos-SP, 2011.

SOBRE OS AUTORES:

Alessandro Andreola Rezende alessandro.a.rezende@hotmail.com
Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Maringá (UniCesumar), com Especialização em Administração e Finanças (Faculdade São Braz). Profissional com experiência na área laboratorial de concreto, argamassa e solos. Atualmente ministrante de curso de dosagem de concreto pelo método IBRACON e sócio proprietário da empresa Andreola & Vaciliev Engenharia e Arquitetura atuando nas áreas de pericias em edificações, projetos e execução de obras, cursos e palestras.

Giovanna Carolina de Souza Pessoa giovanna.spessoa@gmail.com
Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Maringá (UniCesumar), com Especialização em Gerenciamento de Projetos (UniCesumar). Atualmente é

responsável técnica na empresa Gasini Engenharia, onde atua nas áreas de Engenharia de Tráfego e Engenharia Urbana.

Janaina de Melo Franco Domingos janaina.mfdomingos@gmail.com
Graduada em Tecnologia em Gerenciamento Ambiental pela UTFPR campus Campo Mourão, Especialista em Gestão Ambiental em Municípios pela UTFPR campus Medianeira, Mestre em Engenharia Urbana pela UEM Maringá-PR. Atualmente é professora nas áreas de Hidrologia e Drenagem, Engenharia Ambiental e Projeto de Produto I no Centro Universitário UNIMAX em Indaiatuba-SP.

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA DIMINUIÇÃO DOS REFUGOS NO PROCESSO PRODUTIVO: UM ESTUDO DE CASO APLICADO NA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS

Application Of Quality Tools To Reduce Refuge In The Productive Process: A Case Study Applied In The Auto Parts Industry

CAVALLARI JR, Silvio José
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

SILVA JR, Gilberto Andrade
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

LONGATTO, Julio César
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

SILVEIRA, Thiago Gabriel
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO:O presente artigo apresenta a aplicação das ferramentas de qualidade na Empresa X, para diminuição dos refugos do processo produtivo. Com a proposta de identificar os problemas utilizando indicadores de desempenho para a gestão da qualidade, evidenciando as vantagens e oportunidades que a existência de um sistema de medição de desempenho pode trazer à organização e, consequentemente, minimizar os problemas de ineficiência das peças fabricadas nos processos produtivos, verificar a influência dessas causas, e então propor o plano de ação para obtenção de uma melhor análise dos indicadores na gestão organizacional. Com base nos levantamentos abordados através de dados quantitativos, o presente artigo tem por objetivo utilizar a aplicação de ferramentas da qualidade: método PDCA e o diagrama de Ishikawa, MASP, estratificação, folha de verificação e os cinco porquês, com a finalidade de uma melhor avaliação e controle de seus processos e também auxiliando para tomadas de decisões com melhor precisão, reduzindo o percentual de retrabalho e ineficiência das linhas produtivas. Desta forma, o objetivo deste trabalho é reduzir o percentual de peças retornadas de *setup* no processo de produção gerando lucro financeiro.

Palavras-Chave Ferramentas da Qualidade, PDCA, MASP, Ishikawa, Indicadores de Desempenho.

Abstract: This article presents the application of quality tools at Company X, to reduce the waste from the production process. With the proposal to identify the problems using performance indicators for quality management, highlighting the advantages and opportunities that the existence of a performance measurement system can bring to the organization and, consequently, minimize the problems of inefficiency of the parts manufactured in the processes productive, verify the influence of these causes, and then propose the action plan to obtain a better analysis of the indicators in the organizational management. Based on the surveys covered by quantitative data, this article aims to use the application of quality tools: PDCA method and the Ishikawa diagram, MASP, stratification,

verification sheet and the five whys, with the purpose of better evaluation and control of its processes and also helping to make decisions with better precision, reducing the percentage of rework and inefficiency of the production lines. Thus, the objective of this work is to reduce the percentage of parts returned from setup in the production process, generating financial profit.

Keywords: Quality Tools, PDCA, MASP, Ishikawa, Performance Indicators.

1. INTRODUÇÃO

O mercado atual busca cada vez mais, a eliminação de variáveis que interferem negativamente em seus processos produtivos. O retrabalho pode ser um desses elementos de interferência negativa, sejam eles de tempo, material, hora-máquina, dentre outros. Para Dutra (2003), avaliar o desempenho consiste em atribuir valor àquilo que uma organização considera proeminente, perante seus objetivos estratégicos. Assim, os indicadores de desempenho mostram os impactos gerados nas empresas, que, segundo Arthur Andersen (1999), podem ter aspecto quantitativo (traduzindo diretamente resultados), aspecto qualitativo (retratando resultados mais subjetivos que necessitam de escalas comparativas para serem analisados) e aspecto comportamental (analisa as atitudes e posturas de indivíduos e grupos), onde, a aplicação dos indicadores de desempenho proporciona um gerenciamento eficaz, contribuindo para uma melhor avaliação e controle de seus processos produtivos.

Baseado nessa dificuldade de mensurar e reduzir o percentual de peças que retornam para a produção reprovados para correções, a aplicação dos indicadores de desempenho tem um papel fundamental no que diz respeito a encontrar a causa raiz e também em solucionar os problemas ocorridos durante a produção, diminuindo assim o impacto das percas durante o processo de fabricação.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é reduzir o percentual de peças retornadas de *setup* no processo de produção gerando lucro financeiro.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Ferramentas da Qualidade

Segundo Mariani (2005), para gerenciar os processos e, principalmente, tomar decisões com maior precisão, torna-se necessário trabalhar com base em

fatos e dados. Para isso, o autor afirma a existência de técnicas importantes e eficazes, denominadas de ferramentas da qualidade, capazes de facilitar a coleta e a disposição clara das informações disponíveis dentro das organizações.

2.2. PDCA

A palavra método tem origem no grego que é formado pela palavra *meta*, que significa "além de", e *hodos*, que significa "caminho". Sendo assim, a palavra método tem o significado de "caminho para se chegar a um ponto além do caminho" (CAMPOS, 1992, p. 29).

Como muitos sabem, a origem do PDCA se deu a partir do ciclo de Shewhart na década de trinta, engenheiro americano foi o introdutor do controle estatístico para o controle da qualidade. É uma ferramenta muito utilizada para fazer sequência de ações com foco na melhoria contínua. Possui esse nome devido às iniciais em inglês das palavras: P: do verbo "*Plan*", ou planejar. D: do verbo "*Do*", fazer ou executar. C: do verbo "*Check*", checar, analisar ou verificar. A: do verbo "*Action*", agir de forma a corrigir eventuais erros ou falhas.

Existem algumas preocupações quanto ao uso de métodos, sejam quantitativas ou qualitativas, podendo ser observada em vários estudos científicos.

Segundo Slack (1996), o caráter repetitivo e periódico do melhoramento contínuo pode ser resumido no ciclo PDCA, definido como uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar as atividades. A aplicação contínua do ciclo PDCA, de forma integral, permite um autêntico aproveitamento dos processos gerados na empresa, visando à diminuição de custos e o aumento da produtividade.

2.3. MASP

MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) é o PDCA apresentado em oito etapas; o *PLAN* (planejar) abrange as quatro etapas, a "identificação do problema", a "observação do problema", a "análise das causas" e a "elaboração do plano de ação"; o *DO* (executar) é a quinta etapa que representa a execução do plano de ação; o *CHECK* (checar) é a sexta etapa

onde se constata se os resultados obtidos foram efetivos, ou seja, se a causa do problema foi detectada; em caso negativo, voltar-se à etapa da "observação". E por último, o *ACTION* (ação corretivamente) onde se encontra a sétima e a oitava etapas: a "padronização", que vai avisar contra o aparecimento de eventuais falhas do projeto e a "conclusão", onde é revisto todo o processo de solução do problema, de modo a estar sempre e continuamente aperfeiçoando o projeto. (MARIANI, 2005).

2.4. Indicador de Desempenho

Chamon (2008, p.5) declara que "a palavra 'indicador' tem origem no latim *indicare*, que significa demonstrar ou revelar".

Indicadores são parâmetros qualificados e/ou quantificados que servem para detalhar em que medida os objetivos de um projeto foram alcançados, dentro de um prazo delimitado de tempo e numa localidade específica. Os indicadores são marcas ou sinalizadores que buscam expressar e demonstrar a realidade sob uma forma que seja possível observar e obter dados mais concretos para melhorar a avaliação (COELHO, 2004, p.434).

Devemos entender que há necessidade de medidas distintas para fins distintos. Um colaborador pode medir tempo, diversos procedimentos de processo e quantidades, enquanto no nível da supervisão pode ser mais adequado medir custos e assiduidade das entregas (OAKLAND, 1994).

Conforme Barquet, et al. (2008), nos tempos atuais, as empresas precisam estabelecer indicadores que permitam uma visão aberta e direta de seu desempenho para determinar quais estratégias serão seguidas. Indicadores com os quais possam se orientar para as mudanças, identificar sua posição competitiva, aperfeiçoar seus processos e prever melhor o futuro.

Com embasamento nesses atributos pode-se contar com técnicas como Círculos de Controle da Qualidade (CCQ), Ciclo do PDCA e Controle Estatístico do Processo (CEP), com isto podendo garantir a manutenção e a melhoria contínua do processo produtivo da organização (SOARES, 1998).

Para continuar a existir, todo o negócio necessita atender aos padrões mínimos de qualidade apresentados pelo conjunto de indústrias e empresas de um ramo de negócio. Para ser competitiva, uma empresa precisa extrapolar em

qualidade diante dos clientes e relativamente a seus concorrentes. E para crescer em longo prazo e perpetuar a sua sobrevivência, a empresa precisa antecipar suas precisões (FERNANDES; NETO, 1996).

2.5 Estratificação

A estratificação é uma ferramenta da qualidade que tem por objetivo separar os dados levantados em grupos distintos, como por exemplo, estratificação por local, por data, por turno, por tipo, etc. A estratificação permite analisar os dados separadamente para descobrir onde realmente está a verdadeira causa de um problema.

2.6 5W2H

Behr et al. (2008, p. 39) definem esta ferramenta como sendo "uma maneira de estruturarmos o pensamento de uma forma bem organizada e materializada antes de implantarmos alguma solução no negócio". A denominação deve-se ao uso de sete palavras em inglês: *What* (O que, qual), *Where* (onde), *Who* (quem), *Why* (porque, para que), *When* (quando), *How* (como) e *How Much* (quanto custo). Esta ferramenta é amplamente utilizada devido à sua compreensão e facilidade de utilização. O método consiste em responder às sete perguntas de modo que todos os aspectos básicos e essenciais de um planejamento sejam analisados. De acordo com Franklin (2006), a ferramenta 5W2H é entendida como um plano de ação, ou seja, resultado de um planejamento como forma de orientação de ações que deverão ser executadas e implementadas, sendo uma forma de acompanhamento do desenvolvimento do estabelecido na etapa de planejamento. Com a crescente complexidade em gerenciar processos e informações, essa metodologia, através de respostas simples e objetivas, permite que informações extremamente cruciais para a contextualização de um planejamento sejam identificadas.

2.7 Folha de Verificação

A Folha de Verificação é uma ferramenta utilizada para coletar dados, geralmente, em tempo real. Com ela, é possível coletar, organizar e até mesmo

apresentar os resultados de várias coletas. Dessa forma, é mais simples analisar as variações de um processo por exemplo.

Por sua simplicidade, é considerada a mais simples das 7 Ferramentas das Qualidade. Pois pode ser executada em formato de quadro, tabela ou planilha, o que torna a coleta de dados mais flexível. Além disso, a Folha de verificação também ajuda a poupar tempo, eliminando o retrabalho de coletar dados em fontes descentralizadas.

2.8 Diagrama de causa e efeito ou Diagrama de Ishikawa

Criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, conhecida como "Diagrama de Espinha de Peixe", ou diagrama 6M, é uma técnica muito simples e eficaz na indicação das possíveis causas do problema (MARIANI, 2005).

De acordo com Ishikawa (1982): "há vários fatores envolvidos em problemas com qualidade em nossas organizações. Nesses aspectos, um diagrama de causa-e-efeito é útil a fim de classificar as causas de dispersão e organizar relações mutuas".

As Sete Ferramentas Tradicionais da Qualidade, segundo Miguel (2006) são: diagrama de causa-efeito, histograma*, brainstorming*, estratificação, diagrama de correlação, gráfico de controle e folha de verificação.

Esta ferramenta é usada como metodologia de análise gráfica para representar fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito). Também é denominada de Diagrama de Ishikawa, devido ao seu criador, ou Diagrama Espinha de Peixe, devido à sua forma (MIGUEL, 2006). O diagrama de causa-efeito pode ser elaborado perante os seguintes passos: determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito), relatar sobre as possíveis causas e registrá-las no diagrama, construir o diagrama agrupando as causas em "6M" (mão-de-obra, método, máquina, medida, matéria-prima e meio-ambiente), analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras e correção do problema. O objetivo principal e básico de uma empresa é administrar o negócio tendo como o centro de atenção os *stakeholders* (ISHIKAWA, 1993). Os *stakeholders* são os clientes, os empregados, os acionistas, os fornecedores e a sociedade, todos que estão envolvidos no processo.

3. Metodologia

O projeto foi aplicado como um estudo de caso, com classificação de diagnostico, onde se levantou informações sobre indicadores de desempenho e suas aplicações por meio de metodologias especificam na gestão da qualidade. Levantaram-se os dados teóricos por meio de pesquisas bibliográficas em artigos e livros, que nos dispuseram de informações sobre o tema estudado, os dados de campo organizaram-se analisando documentos secundários pertencentes à empresa em questão.

Os desafios apresentados são os de mudança de hábitos adquiridos pela empresa, a disponibilidade de verbas para investir nas melhorias e treinamentos, criando-se oportunidades de identificação de problemas e soluções mais rápidas e eficazes de modo a reduzir ao máximo os desperdícios.

3.1 Coletas de Dados

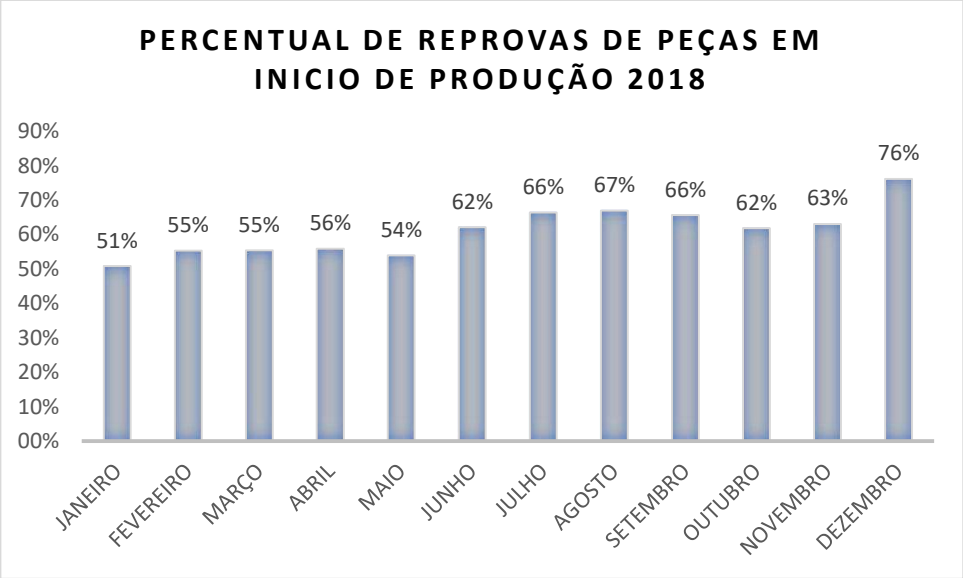
A realização deste trabalho é resultado de uma análise de janeiro a dezembro de 2018, onde foram analisadas as quantidades de peças controladas de liberação de maquinas (*setup*) junto à empresa X, através de dados das atividades rotineiras desenvolvidas pela área produtiva e de qualidade, foram coletadas as seguintes características das peças: perpendicularidade, espessura, profundidade, distância, raio do chanfro, altura, forma, simetria, paralelo, posição, deslocamento e concentricidade. No período de janeiro a dezembro de 2018 deu-se início à mensuração por meio de indicadores da quantidade de relatórios de liberação de máquina controlados e também as que retornavam para a produção reprovados para correções, tanto para a produção total, quanto para a quantidade de peças reprovadas. Segue os resultados conforme o Quadro 1 e na Figura 1 de forma gráfica.

Quadro 1: Apontamento de Produção e Reprovação

APONTAMENTO DA PRODUÇÃO E REPROVAÇÃO				Data: Janeiro 2018
Turno	Quantidade Controlada/Mês	Horas de Produção/Dia	Quantidade de Reprovação/Mês	Início liberação máquina
A	395	08:00	240	
B	426	09:00	165	
C	280	07:00	154	
TOTAL	1101	24:00	**559**	

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 1 - Gráfico do percentual de reprovação liberações de máquinas



Fonte: Elaborado pelo autor

Na sequência, foi desenvolvido um levantamento que incidem sobre os custos do processo de fabricação do produto, representado a seguir:

Figura 2 - Custos de Produção

CUSTO DE PRODUÇÃO	**VALOR UNITÁRIO R$**
Custo de processo, incluindo: (mão de obra do processo produtivo, energia elétrica, manutenção, matéria prima)	16,65
Custo fixo da fábrica	9,15
Custo com a perda de produtividade	4,99
Total de custo por peça produzida	**30,79**
Custo de retrabalho	0,86

Fonte: Elaborado pelo autor

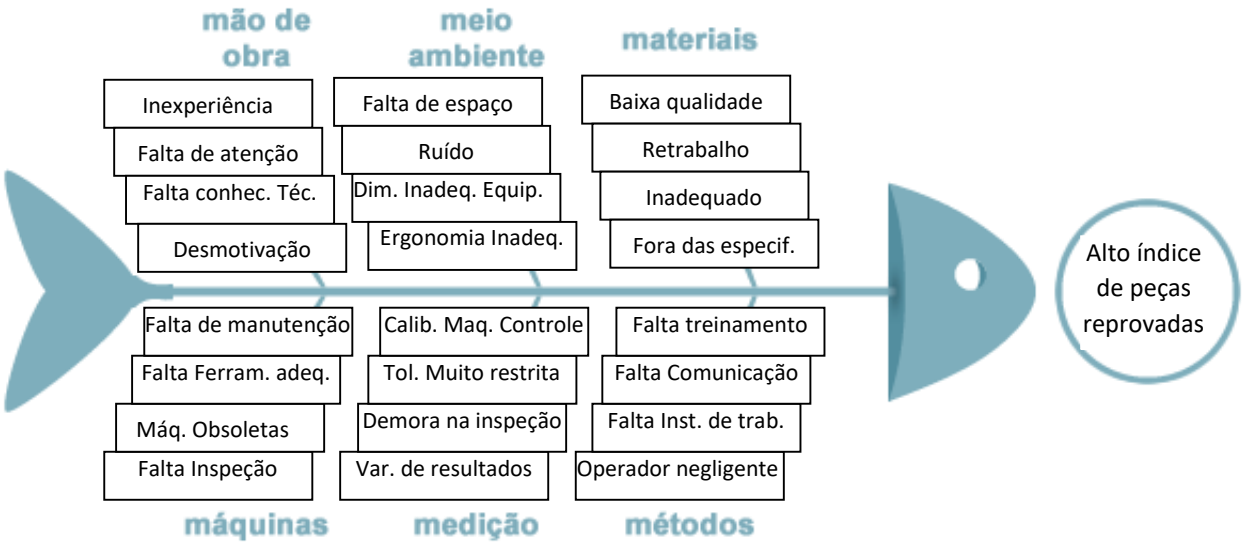
3.2 Identificações do Problema

Após os dados obtidos constatou-se um alto índice de retorno das peças reprovadas de relatórios dimensionais de *setup* no processo de produtivo, isto é, em média 61,2% das peças no processo de produção estavam retornando para correção, o que gerava custos que incidem sobre o processo produção. No período de janeiro a dezembro de 2018, a análises possibilitou entender que a quantidade total de produção avaliada atingiu 11.117 medições, e retornaram 6.700 correções de relatório totalizando um percentual médio de retorno no período de 61,2% do total da produção, na redução da quantidade de peças produzidas e enviadas para o setor de produtos acabados, pois, quanto menor o retorno para a correção, melhor será o resultado deste processo, sendo assim, foi desenvolvido um estudo do processo, empregando os indicadores de desempenho e o método PDCA para solução de problemas.

3.3 Análises dos Problemas

Foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito), com o posicionamento e a análise das possíveis causas identificadas do problema para a implementação do plano de ação, demonstrados na Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de causa e efeito (Ishikawa).



Fonte: Elaborado pelo autor

Diante das causas apontadas no diagrama de causa e efeito foram registrados no plano de ação, dando destaque as que tinham um investimento menor e finalizando com as de investimento de maior valor, como a aquisição de uma nova máquina para medição e controle de peças por scanner.

3.4 Elaborações de um plano de ação

Após os resultados obtidos desenvolvemos uma preparação do plano de ação por meio da ferramenta do 5W2H, conforme demonstrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Aplicação da ferramenta da qualidade 5W2H

5W					2H	
What	**Why**	**How**	**When**	**Where**	**Who**	**How Much**
O que	Por que	Como	Quando	Onde	Quem	Quanto
Ação, problema, desafio	Justificativa, explicação, motivo	Procedimentos, etapas	Prazo, cronograma	Local	Responsável	Investimento
Desenvolver um sistema padrão de controle de início de produção e retornos das peças de correção.	Para mensurar a quantidade de peças recebida, de retorno das correções e os custos.	Elaborar planilhas de controle de recebimento e registro da quantidade diária de retorno e as causas.	A partir de Janeiro de 2019.	Na sala de controle de inspeção.	Equipe da produção e inspeção.	R$ 4.000,00
Desenvolver um programa, de capacitação e treinamento dos colaboradores.	Para que a equipe tenha consciência da responsabilidade desenvolver suas atividades com qualidade.	Desenvolver material, reunir equipe, aplicar o treinamento e verificar a eficácia.	A partir de Janeiro de 2019 até janeiro de 2020.	Na sala de treinamentos.	Equipe de treinamento.	R$ 5.000,00
Comprar uma nova máquina para controle das peças.	Para reduzir em 10 % o retorno de peças no processo de produção.	Adquirir uma máquina scanner 3D, com todos os equipamentos necessários.	Início da negociação 01/2019.	Instalar a máquina na sala de controle de inspeção.	Equipe de Compras, Manutenção e Metrologia.	R$ 250.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 Ação/execução

Após a elaboração do plano de ação, a empresa poderá iniciar a execução prática dos itens especificados na ferramenta 5W2H, procurando respeitar as datas colocadas no planejamento e exigir das pessoas responsáveis por programar a ação corretiva.

3.6 Verificação

Nessa etapa será realizada a comparação entre o executado com o que foi planejado através da folha de verificação, para conferir a eficácia das ações tomadas.

Quadro 3 - Folha de verificação referente ao resultado financeiro

Folha de verificação na Avaliação do Desempenho no Processo									
Base de Memória - Histórico do Problema						**Custo de Produção**			
Periodo Base - Janeiro/2018 à Dezembro/2019						Custo Processo			R$ 16,65
						Custo Fixo da Fabrica			R$ 9,15
						Custo Perda Produtividade			R$ 4,99
Quantidade Total Produção = 11.117 100%						Total do Custo p/ Peça			**R$ 30,79**
Quantidade Total Retorno = 6.700 61,2%						Custo do Retrabalho p/ Peça			R$ 0,86
Mês e Ano	Quantidade Total da Produção	% de Retorno p/ Produção	Quantidade Retorno para Correção	% Meta	Quantidade Retorno sob Medida	Diferença Peças Correção/ Meta	Custo Peça Produzida	Custo peça Retrabalho	Ganho Perda Reais/Mês
jan	1166	50,9	593	20	233	360	30,79	0,86	R$ 11.394,00
fev	977	55,4	541	20	195	346	30,79	0,86	R$ 10.950,90
mar	879	55,4	487	20	176	311	30,79	0,86	R$ 9.718,75
abr	953	55,9	533	20	191	342	30,79	0,86	R$ 10.824,30
mai	898	53,9	484	20	180	304	30,79	0,86	R$ 9.621,60
jun	1158	62,1	719	20	232	487	30,79	0,86	R$ 15.413,55
jul	988	66,4	656	20	198	458	30,79	0,86	R$ 14.495,70
ago	1067	67	715	20	213	502	30,79	0,86	R$ 15.888,30
set	836	65,7	549	20	167	382	30,79	0,86	R$ 12.090,30
out	981	61,9	607	20	196	411	30,79	0,86	R$ 13.008,15
nov	831	63,1	524	20	166	358	30,79	0,86	R$ 11.330,70
dez	383	76,2	292	20	77	215	30,79	0,86	R$ 6.804,75
Total	**11117**		**6700**		**2223**				**R$ 141.541,00**
Média	**926**		**558**		**185**				**R$ 11.795,08**

Fonte: Elaborado pelo autor

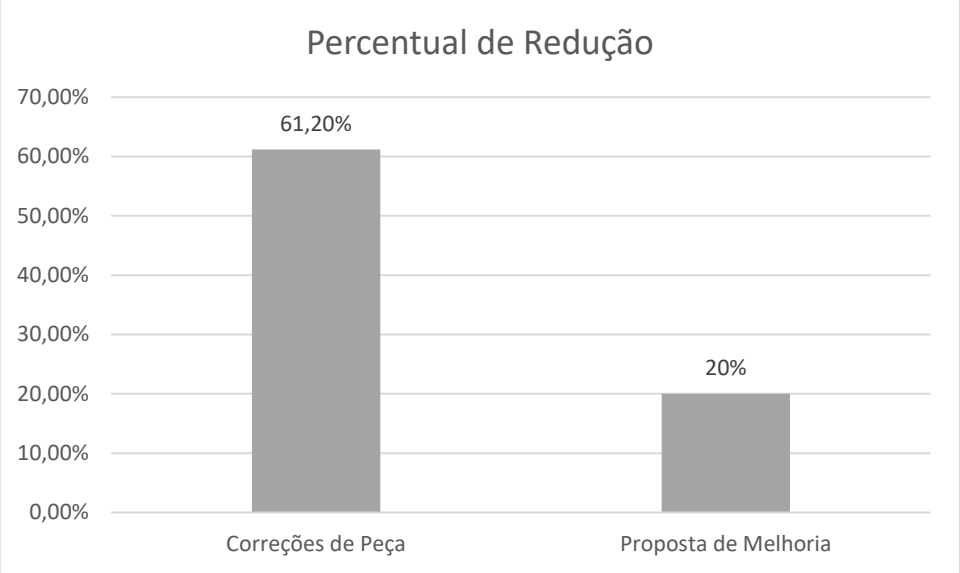
3.7 Padronização

A padronização será acompanhada através de relatórios de avaliação dos indicadores de desempenho, monitorados diariamente e lançados em relatórios mensalmente e sempre que o processo não atingir as metas propostas, serão adotadas medidas corretivas. A folha de verificação será a ferramenta da qualidade a ser usada no processo, conforme exemplifica o Quadro 3.

4. Resultados

Após a aplicação do método PDCA/MASP com os indicadores de qualidade, os resultados obtidos apresentam com clareza a importância da implementação de indicadores de desempenho. Nesse estudo de caso, a execução dos itens planejados e demonstrados na ferramenta de diagrama de Ishikawa e 5W2H levará a empresa reduzir o percentual de 61,2% de peças retornadas para 20% demonstrado Figura, gerando ganhos financeiros tangíveis da ordem de R$141.541,00 ao ano, sendo que, a recuperação do investimento inicial de R$ 259.000,00 será recuperada em aproximadamente dois anos. Previu-se ainda, ganhos intangíveis como aumento do grau de satisfação dos clientes internos e externos, aumento da quantidade de produto acabado disponível para a comercialização, redução do tempo de produção, melhora na qualidade das peças produzidas e no aspecto visual do produto final.

Figura 4 - Gráfica do percentual de redução de peças reprovadas



Fonte: Elaborado pelo autor

4.1 Propostas de melhoria

Após a aplicação das ferramentas utilizadas neste estudo de caso, em busca da melhoria dos resultados, assim como na eficácia dos processos produtivos, sugeriu-se a empresa em questão, a implantação de outros

indicadores de desempenho, como: Indicadores de assertividade de correções de máquinas, indicadores de eficiência de produção, indicadores de lançamentos diários de produção, indicadores de lançamentos diários de peças, indicadores de ocorrências de qualidade e a utilização do método PDCA/MASP e suas respectivas ferramentas no processo produtivo em geral, que auxiliará na tomada de decisões, detecção da causa raiz ou em outros fatores que possam influenciar e ocasionar falhas no seu processo de fabricação. Assim tornando possível a busca da excelência no atendimento aos clientes externos, representando ganhos expressivos para a empresa. Sugere-se também desenvolver um programa amplo de treinamento e desenvolvimento dos clientes internos, voltado para os indicadores e metodologias de melhoria contínua, o que acarretará na mudança dos comportamentos agregada aos colaboradores voltados a qualidade e atendimento das especificações dos clientes.

5. Considerações Finais

Conclui-se ao término deste trabalho que todos objetivos foram alcançados, onde foi possível entender as causas e os problemas ocorridos durante o processo de fabricação na empresa em questão. Observamos que os indicadores podem contribuir para identificação, minimização ou até mesmo mitigação de problemas vivenciados no processo produtivo por via de uma gestão eficiente e fundamentados em seus processos. Verificou-se também a influência dessas causas em seus processos, produtos ou serviços da empresa e, por último, foram avaliadas a necessidades de mudança, propondo um plano de ação para uma melhor análise dos indicadores na gestão organizacional.

A implantação é árdua, devido a gestores que não se encontram preparados para delinear tais mudanças em suas empresas devido ao choque de cultura organizacional e mudança de hábitos. A oposição a essas alterações é grande, contudo é necessário capacitar os funcionários e orienta-los sobre a importância destas ferramentas, e sua utilização no cumprimento de suas atividades, mesmo que seja em longo prazo, para alterarmos aos poucos o *mindset* dos mesmos.

Assim mostrou-se, a relação entre métodos e ferramentas, na gestão da qualidade de processos, em uma abordagem de integração teórico-prática. E,

como resultado final, apresentar os ganhos financeiros, e a redução de custos operacionais, traduzindo em melhores condições competitividade e atendimento aos requisitos dos clientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, A. (1999): **Remuneração estratégica: Uma vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas.

BARQUET, A. P. B.; LEITE, L.; PALADINI, E. P.; MENEZES, E. A. **Diferenciais competitivos de lojas especializadas – indicadores da qualidade dos serviços.** XV Simpósio de engenharia de produção, Bauru – SP, nov. 2008.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CHAMON, E. M. Q. de O., **Gestão integrada de organizações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2008.

COELHO, M.Q. **Indicadores de performance para projetos sociais: a perspectiva dos stakeholders**. Alcance, Biguaçu, v.11, n.3, p.423-444, set./dez. 2004.

DUTRA, Ademar. **Metodologia para avaliar e aperfeiçoar o desempenho organizacional: incorporando a dimensão integrativa à MCDA construtivista-sistêmico-sinergética**. 2003. 320f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2003.

FERNANDES, A.A. & COSTA NETO, P.L.: **"O significado do TQM e modelos de implementação." Revista Gestão & Produção**, v.3, n.2, p.173-187, Agosto 1996.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total – à maneira japonesa**. 2.ed. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control**. New York: UNIPUB, 1982.

MARIANI, C. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso**. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**.. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

OAKLAND, J. S**. Gerenciamento da qualidade total TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo: Nobel, 1994. 459p.

PALADINI, E. P. Avaliação estratégica da qualidade. São Paulo: Atlas, 2002. 246p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.

SOARES, C. R. D. **TOC, STP E TQC: Uma abordagem conjunta**. Porto Alegre – RS, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART102.pdf>. Acessado em: **20/03/2019**.

ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA USO AGRÍCOLA

Reinforced concrete structures for agricultural use

DIAS, Luciane Sandrini
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

CALAIS, Ricardo de Leme
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

MARQUES, Thiago
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

RESUMO: Este artigo foi realizado como parte das atividades desenvolvidas na disciplina de Projeto de Pesquisa. E tem como objetivos demonstrar o cenário da agricultura brasileira bem como sua evolução e os estudos e pesquisas envolvidos na área. Além disso, busca mostrar o quanto a engenharia civil está inserida nesse meio, através, por exemplo, da inclusão de artefatos de concretos no campo com o intuito de aumentar a eficiência e a produtividade, seja ela de armazenagem, criação de animais ou estocagem de matérias primas e maquinário. Por fim, vai falar da necessidade da divulgação das cartilhas educativas que apresentam técnicas construtivas de artefatos de cimento, tanto para o grande, quanto para o pequeno agricultor.

Palavras - Chave: Agricultura; Artefatos de cimento; Engenharia civil.

Abstract: This article was conducted as part of the activities developed in the discipline of Research Project. It aims to demonstrate the Brazilian agriculture scenario, its evolution and the studies and researches involved in the area. Also, try to show how the civil engineering is embedded in this media through, for example, the inclusion of specific artifacts in the field in order to increase efficiency and productivity, be it for storage, breeding or storage of raw materials and machinery. Finally will talk about the necessity to disseminate educational pamphlets that present construction techniques of cement artifacts for both the great and the small farmer.

Key - words: Agriculture; Cement artifacts; Civil Engineering.

INTRODUÇÃO

Desde o início da exploração comercial pós-descobrimento, a agricultura no Brasil sofreu inúmeras modificações em sua estrutura. A partir da década de 1960, desenvolveu-se tanto que ganhou papel de destaque na economia do país. Segundo Kageyama (2004) a modernização pela qual passou a agricultura fez com que as diferenças antes gritantes entre campo e cidade fossem minimizadas. Dessa forma o ambiente rural também passou a significar evolução

tecnológica e multifuncionalidade (NAVARRO, 2001). Tanto que passou a utilizar-se, entre outras, de técnicas da engenharia civil para aprimorar-se.

Muitos foram os pesquisadores e institutos de pesquisa que enxergaram essa evolução e começaram a se destacar pela relevância dos seus estudos e investigações. Estes procuraram e ainda procuram auxiliar a agricultura brasileira, de modo a propor bases técnicas necessárias ao seu desenvolvimento. Essas bases são aplicadas em forma de princípios básicos, que auxiliam os produtores rurais.

Entretanto, a busca sempre foi para que tais princípios pudessem ser comprometidos com a realidade, uma vez que o desempenho da produção depende da observância das recomendações técnicas e sua aplicabilidade. A teoria, nesse caso tem que aliar-se a prática.

Na agricultura, por exemplo, é necessário analisar o perfil agro socioeconômico dos agricultores e da agricultura praticada naquela área em questão. Isso acontece, pois, a aplicação das técnicas e o teste de novos procedimentos e métodos inéditos de investigação vão variar tanto de região para região como depender do tipo de cultura escolhido. Nesse contexto, o grande desafio é descobrir a melhor combinação entre as pesquisas, as melhores técnicas e os menores custos de implantação.

No caso das pesquisas de engenharia civil aplicadas na Agricultura, a especialização é feita através de pós-graduação. Na graduação, ainda se aborda apenas os conceitos principais, através da ótica de apresentação de soluções aos problemas abordados e técnicas que serão usadas.

HISTÓRICO

Durante a passagem dos séculos, muito as pessoas se surpreenderam com a capacidade e versatilidade do concreto. Grandiosas obras foram construídas, mas nem sempre foi assim. A história do concreto deve ser remetida à do cimento, seu principal componente e que produz a reação química de formação da pasta aderente, a qual torna o concreto tão eficiente.

O cimento tem em sua antiga história, passagem pelas pirâmides do Egito, que utilizaram em sua concepção uma espécie de gesso calcinado, entra

pela Roma e Grécia antigas, que aplicaram em seus monumentos uma massa obtida pela hidratação de cinzas vulcânicas e ganha desenvolvimento nas mãos do inglês John Smeaton, em suas pesquisas para encontrar um aglomerante para construir o farol de Eddystone em 1756. Com James Parker, que descobriu em 1791 e patenteou em 1796 um cimento com o nome de Cimento Romano, composto por sedimentos de rochas da ilha de Sheppel e ganha destaque com as pesquisas e publicações feitas pelo engenheiro francês Louis Vicat em 1818 (SANTOS, 2020).

AGRICULTURA NO BRASIL: CENÁRIO

Para entender a agricultura e as mudanças que aconteceram no espaço geográfico brasileiro, é necessário situar qual era o cenário no Brasil nos anos de 1920, período antecessor à Revolução de 1930.

Até a década de 1930, o sistema produtivo adotado no Brasil era baseado em um modelo primário-exportador, em que todas as fases de desenvolvimento tinham como premissa um único produto, o qual era destinado à exportação. Pode-se exemplificar os casos do pau-brasil, do açúcar, do couro e do café (FURTADO, 1959). A base econômica era representada por um produto produzido ou extraído do setor primário, nomeado agricultura de extrativismo, que tivesse muita aceitação no mercado externo.

O grande problema do modelo adotado era que, quando o principal produto de exportação entrava em baixa, influenciava diretamente na economia do País, acentuando a crise econômica (FAUSTO, 1997). Imediatamente a capacidade de importação de mercadorias importantes ao abastecimento do mercado interno diminuía. Nesse contexto, o crescimento econômico era totalmente dependente do desempenho verificado no setor que produzia para o mercado externo.

A realidade desse sistema é que se era obrigado a conviver com instabilidades constantes em seu desempenho, e ficava cada vez mais evidente a fragilidade econômica, o que evidenciava os casos de crises, como a do café, que foi o principal produto a partir de meados de 1850 até a década de 1930. A crise do café acentuou-se em toda a década de 20, naquele momento, todo

mercado interno era movimentado através da comercialização de produtos ligados ao mundo do café.

O reflexo desse novo cenário contribuiu para o fortalecimento do mercado interno consumidor, e paralelo a isso, a população estava deixando as fazendas de café, rumo aos novos centros comerciais e ocupando as vagas de operários nas cidades. Nesse período, o advento da malha ferroviária também contribuiu para que a matéria-prima escoasse até as indústrias que começaram a se instalar no país.

A partir do governo de Getúlio Vargas, a política extrativista deu lugar ao desenvolvimento do Capitalismo, através dos investimentos e incentivos à consolidação das indústrias e à consolidação do mercado consumidor, através da ligação dos espaços regionais, melhorando os meios de comunicação, os transportes, a educação e o acesso à saúde. A consolidação da legislação trabalhista também contribuiu para o bom relacionamento entre o empregador e os trabalhadores, facilitando o capitalismo industrial no Brasil.

Nesse contexto, além de diminuir o tempo entre as regiões através dos diversos meios de transporte e, consequentemente, integrar os centros comerciais, os povoados e os produtores, era necessário garantir o abastecimento de alimentos e matérias-primas para a população e fábricas concentradas na região sudeste. Logo, era necessário estabelecer e constituir um mercado consumidor de produtos industrializados.

ERA DA MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA

Essas relações se estabeleceram no Brasil até meados da década de 60. No período, o êxodo rural era a principal causa dos fracassos dos projetos rurais, dando espaço aos grandes latifúndios, incentivados pelas isenções fiscais e crédito facilitado proposto pelo Governo Federal.

Com isso, entra em cena a criação dos centros de pesquisa, dos órgãos específicos para apoiar a agricultura latifundiária, e assim sendo, inicia-se a era da modernização na Agricultura Brasileira, também conhecida como “Revolução verde”. De acordo com Almeida (1977) essa época representou muito mais que

uma modernização nas estruturas físicas, mas uma revolução na maneira de se pensar a agricultura, aderindo, por exemplo, elementos de outras áreas:

> *[...] (a) a noção de crescimento (ou de fim da estagnação e do atraso), ou seja, a ideia de desenvolvimento econômico e político; (b) a noção de abertura (ou do fim da autonomia) técnica, econômica e cultural, com o consequente aumento da heteronomia; (c) a noção de especialização (ou do fim da polivalência), associada ao triplo movimento de especialização da produção, da dependência à montante e à jusante da produção agrícola e a inter-relação com a sociedade global; e (d) o aparecimento de um tipo de agricultor, individualista, competitivo e questionando a concepção orgânica de vida social da mentalidade tradicional* (ALMEIDA, 1977; p.39).

Nessas circunstâncias, deu-se lugar a uma nova fase de produção e o aumento de projetos, executados também por empresas particulares e os vários programas criados de desenvolvimento Industrial, proporcionando novas pesquisas e tecnologias, que vêm sendo aplicadas e utilizadas até os dias de hoje.

Inclusive, o governo celebra convênios de infraestrutura rural para a execução de projetos, abrindo frentes para a Engenharia Civil. Encontra-se aí exemplos de obras de construção, tais como: centros comunitários, abatedouros, centros de comercialização, estradas vicinais, entre muitos outros.

CONCRETO SIMPLES

O concreto é um material formado pela mistura de cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita), e ar. A fim de melhorar suas propriedades, podem ser anexados elementos como cinza volante, pozolanas, sílica ativa e aditivos químicos (FUSCO, 1976; p.298).

As estruturas feitas de concreto estão cada vez mais presentes no Brasil e no mundo. Isso se justifica por alguns motivos centrais. O primeiro deles é a abundância dos materiais que o compõem (cimento, agregados e água). O segundo se relaciona com sua forte estrutura quando comparado a outros materiais, como a madeira, por exemplo, que é mais suscetível às intempéries

ambientais. Por fim seu fácil uso e aplicação em diferenciados tipos de construção.

A grande questão é que o concreto é um material com altíssima resistência às tensões de compressão, porém, baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Dessa forma, é muito importante a união do concreto com um material que lhe forneça essa segunda característica. É justamente dessa necessidade que surge o concreto armado, que vai unir o concreto a estruturas de aço (LEONHARDT, 1982; p305).

CONCRETO ARMADO: CONCEITO E APLICAÇÕES

Esse concreto é definido, de acordo com Leonhardt (1982) como sendo todas as estruturas que em seu interior apresentam armações de aço e concreto. O conceito básico do que é concreto armado é:

Concreto armado = concreto simples + armadura + aderência

As barras de aço existentes embutidas nas peças de concreto são para suprir as deficiências do concreto a esforço de tração (o mesmo tem maior resistência à compressão). Com a utilização do aço na estrutura, portanto, obtém-se uma maior resistência. Dessa forma ele é indispensável em estruturas de concreto, vez que os esforços exercidos sobre elas são muito altos. São exemplos de estruturas de concreto que recebem maior esforço: vigas, lajes, pilares, sapatas e estacas.

Para dar início à execução dessas estruturas de concreto, primeiramente, é necessário que as mesmas sejam projetadas por um engenheiro civil especialista, mais conhecido no mercado como “engenheiro calculista”.

É a partir de análises e estudos de projetos feitos por ele, que serão determinados os tipos de estruturas e armaduras de aço (bitolas) a serem utilizados em sua construção, bem como os espaçamentos das barras de aço e o dimensionamento das peças de concreto a serem produzidas. Assim, no

projeto de execução, estarão discriminadas todas as informações necessárias para a construção das estruturas.

CONCRETO ARMADO E OS SILOS

Na amplitude da construção civil, o concreto armado pode ser utilizado como elemento estrutural. No caso da aplicação na agricultura, será adotado como um dos inúmeros exemplos, o armazenamento em silos. Eles são construídos no sentido vertical para estocagem de grãos.

Foram criados como forma de estimular os agricultores a terem uma maior rentabilidade econômica e boa qualidade de seus insumos (SAFARIAN; HARRIS, 1985; p.01). Os silos são construídos na posição vertical em formato cilíndrico, com saída de escoamento em formato cônico na sua base. Aí nota-se que engenharia civil e agricultura podem andar de mãos dadas.

Com a construção de silos de concreto armado em suas fazendas ou cooperativas próximas, os produtores poderão economizar em fretes, que antes eram destinados a silos de maior distância. Os silos convencionais (metálicos) acarretam algumas desvantagens, de acordo com Safarian e Harris (1985), apesar da sua construção ter maior agilidade. Essas desvantagens vão afetar diretamente na qualidade dos grãos, podendo assim diminuir sua durabilidade.

Por serem de chapas de aço, os silos convencionais têm uma perda de temperatura significativa, teor de umidade alta e até mesmo presença de pragas e/ou roedores. Já os silos de concreto armado possuem ótimos resultados como isolantes, podem ser facilmente moldados e requerem menos manutenção que outros materiais (SAFARIAN; HARRIS, 1985; p.01).

Mas ainda assim, os silos de concreto armado são mais pesados e pode ocorrer uma entrada de umidade devido a algumas fissuras causadas pelos esforços exercidos em suas paredes internas pelos grãos armazenados (SAFARIAN; HARRIS, 1985; p.01). Porém esse problema pode ser facilmente resolvido fazendo com que ele não afete a qualidades dos insumos armazenados.

Figura 1: Modelagem de silos agrícila para armazemaneento de grãos



Fonte: RAKSE, 2017

CONCRETO PRÉ-MOLDADO PARA USO AGRÍCOLA

Levando-se em conta todas as vantagens construtivas apresentadas e com o intuito de baixar o custo de fabricação, algumas empresas especializadas criaram uma linha de artefatos de concreto específicos para uso em atividades agrícolas fabricados em série. Alem de adaptar os artefatos já comumente utilizados nas cidades, que por sua versatilidade servem também para o uso em propriedades rurais.

Dentre os de uso comum, podemos citar:

Manilhas: usadas principalmente em drenagens e passagens de água; Figura 2: Manilha de concreto  Fonte: JM, Veronezi; 2017	Anéis de poço: utilizados para a contenção dos próprios poços e construção de fossas sépticas; Figura 3: Anel de poço de concreto  Fonte: M.C. Máquinas, 2016	Blocos: utilizados em construções em geral; Figura 4: Blocos de concreto (podem ser de uso estrutural quanto de vedação na alvenaria)  Fonte: RAKSE, 2017

Bloquetes (intertravados ou sextavados): usados na pavimentação de vias e terreiros; Figura 5: Bloquete de concreto  Fonte: PETRA, 2016	Canaletas: utilizadas para o escoamento de águas superficiais, drenagens; Figura 6: canaleta pré-moldada em concreto  Fonte: LEROY MERLIN, 2017	

Quanto aos artefatos de uso propriamente agrícola, podemos citar:

Currais: todo confeccionado em placas e mourões de concreto; Figura 7: Curral de concreto  Fonte: CURRAIS ITABIRA, 2017	Cochos: para sal ou rações; Figura 8: Cocho de concreto  Fonte: M.C. Máquinas, 2016
Bebedouros: para a dessedentação de animais; Figura 9: Bebedouro de concreto  Fonte: M.C, Máquinas, 2016	Mata-Burros: facilita o trânsito de veículos e evita o acesso a animais; Figura 10: Mata burro de concreto  Fonte: PEDREIRA LAJINHA, 2015

Há ainda disponível na *web page* da Associação Brasileira de Cimento *Portland* (ABCP) manuais, que no passado eram distribuídos aos comerciantes de cimento, que ensinam técnicas construtivas de artefatos de cimento para tais usos. Estes estão disponíveis em 3 volumes, que formam o "Guia de Construções Rurais a base de cimento". São esses volumes: "Benfeitorias de uso geral", "Como usar os materiais" e "Benfeitorias para bovinocultura".

Nestes fascículos, são abordados temas relevantes de forma explicativa e com várias imagens, visando facilitar o acesso para todos os tipos de pessoas. Neles podemos aprender vários tipos de construções, desde como fazer seus próprios mourões de concreto (com as medidas da armação de aço) até como construir uma casa, estábulos e ranchos para animais e maquinário.

DISCUSSÃO

A partir das análises acima, verificou-se que há demanda para muitos produtos de concreto no setor agropecuário, no entanto, como a maioria dos agricultores é de pequeno porte (agricultura familiar), o custo inicial das peças ainda pesa na escolha do final, vez que o produtor prefere construir suas estruturas e acessórios pertinentes em madeira, material mais barato e fácil de ser encontrado.

Outro ponto a ser criticado é a falta de concorrência de fábricas de acessórios para bovinocultura. Hoje o mercado é dominado por um só fabricante (no caso dos currais) localizado em Cachoeiro do Itapemirim - ES, o que torna oneroso até mesmo o frete desse produto até o mercado consumidor, sem falar que esse fabricante possui somente projetos para grandes propriedades, com um alto número de animais.

No caso dos cochos, bebedouros e mata-burros, há vários pequenos fabricantes, alguns até que "adaptam" estruturas no formato de canaletas para serem vendidas como cocho, porém até pela imagem captada pela internet, vê-se que falta qualidade no acabamento do produto. Os galpões de estrutura pré-fabricada dificilmente são vistos nas propriedades rurais. Nelas encontramos comumente barracões com estrutura de madeira e, poucas vezes, de estrutura metálica (que não proporciona o mesmo conforto térmico que o concreto).

Já os silos, que são estruturas para armazenar grãos e insumos, são mais comumente encontrados fabricados em estrutura metálica (SAFARIAN; HARRIS, 1985; p.01). Há no Brasil toda uma grande gama de universidades trabalhando com pesquisas na utilização de estruturas de concreto para tal fim. Entretanto, as estruturas de concreto não se mostraram adaptáveis a toda a gama de grãos, sementes, rações e insumos utilizados na agricultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no conteúdo aqui tratado, pode-se concluir que o concreto, apesar de relativamente novo na relação homem-natureza, apresenta-se como uma peça chave, podendo ter várias aplicações que resultam na melhoria tanto da vida do homem do campo quanto na produtividade de seu trabalho e durabilidade de seus equipamentos.

Conclui-se também que o trabalho, tanto na produção quanto no desenvolvimento de novas técnicas de uso e tecnologias de construção e aplicação de artefatos de concreto, vislumbra uma promissora carreira futura no ramo da engenharia civil, seja na área de pesquisa e desenvolvimento ou no empreendedorismo.

Para uma maior amplitude na utilização desses artefatos é necessária a criação de uma linha de crédito governamental assim como maior investimento na divulgação para que tais produtos sejam acessíveis aos pequenos produtores.

Essa mesma linha deveria proporcionar recursos à pesquisa de novas tecnologias construtivas e modernização das fábricas, para que disponibilizem produtos de melhor qualidade a um preço mais acessível. Há também a necessidade de maior divulgação de cartilhas educativas, a exemplo essas da ABCP, que, mesmo sendo de distribuição gratuita, não atingem o público alvo de modo efetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. **Guia de Construções Rurais a base de cimento, Fascículo 1, 2 e 3.** Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/download/>. Acesso em 02 de novembro de 2016.

ALMEIDA, J. **Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável.** In: Almeida, J. e Navarro, Z. Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p.33-55, 1997.

CURRAIS ITABIRA. Disponível em: <http://www.curraisitabira.com.br>. Acesso em 02 de novembro de 2016.

FAUSTO, B. **Revolução de 1930: Historiografia e História.** São Paulo: Ed. Companhia das Letras, 1997.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

FUSCO, P.B. **Estruturas de Concreto - Fundamentos do Projeto Estrutural.** São Paulo, Ed. USP e McGraw-Hill, 1976, 298p.

KAGEYAMA, A. *et. al*. **O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais.** In: DELGADO, G.; GASQUES, J.G.; VILLA VERDE, CM. Agricultura e políticas públicas. Brasília: IPEA, 1990. p.113-223.

KEHL, G. A. **Projeto de silo cilíndrico de concreto armado para armazenamento de arroz.** Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127710/000970925.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 de novembro de 2020.

LEONHARDT, F.; MÖNNIG, E. **Construções de concreto – Princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**. v. 1. Rio de Janeiro, Ed. Interciência, 1982, 305p.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural No Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. Estudos Avançados, v. 15, n. 43, p. 83-100, 2001.

PFEIL, W. **Concreto armado**. v. 1, 2 e 3, 5ª ed., Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.

SAFARIAN, S.S.; HARRIS, E. C. **Design and constructions of silos and bunkers.** New York: Van Nostrad Reinhold, 1985.

SANTOS, S. **Concreto com sustentabilidade.** Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0BzAUcJjLBprtQmpMVFI0OTk1OG8/view. Acesso em: 03 de novembro de 2020.

ENGENHARIA TERCEIRIZADA AGW PROJETOS

Outsource Engineering AGW Projects

GIACOMETTI, Alam
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

BALDINI, Guilherme
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

FERNANDO, Wesley
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

SOUZA, Daniel Rafael da Silva
Centro Universitário Max Planck - UNIMAX

RESUMO: O propósito desta pesquisa científica visa enxergar a viabilidade da abertura de uma empresa "AGW Projetos" que irá realizar projetos mecânicos (desenhos 3D/2D) para terceiros. Devido à grande demanda na área de projetos, a ideia é criar uma empresa de engenharia terceirizada, onde vamos fornecer um funcionário para ir até o cliente e entender qual a necessidade do mesmo, feito isso, vamos oferecer um sistema de "degustação" ao cliente, onde oferecemos um ou dois dias de serviços gratuitos (dependendo da dimensão do projeto a ser contratado), para que o cliente possa ver e analisar a qualidade do serviço prestado. Contamos com duas formas de prestação de serviço, onde, na primeira disponibilizamos um funcionário para trabalhar na empresa do cliente por tempo indeterminado, até que o projeto seja finalizado e não haja mais qualquer dúvida ao mesmo. A cobrança será feita através de boleto uma vez por mês, e o valor a ser pago será cobrado por hora. Também trabalhamos com a segunda opção de prestação de serviço, na qual, o projeto será realizado em nossa empresa, enviando arquivos ou visitando o cliente uma vez por semana para mostrar o desenvolvimento do projeto e tirar dúvidas (se houver). A cobrança será feita também através de boleto, porém, neste caso, o projeto poderá ter um valor fechado ou cobrado por hora.
A empresa contará primeiramente com duas mãos de obras iniciais, sendo o proprietário e um funcionário, e com o aumento da demanda, vamos contratar alguns funcionários para suprir nossa necessidade.

Palavras-Chave: Engenharia terceirizada. Serviço de degustação. Prestação de serviço.

Abstract: The purpose of this article is to view the viability of opening an "AGW Projects" company, who will perform mechanical designs (3D/2D drawings) to third parties. Due to the high demand in the projects area, the idea is to create an engineering company that will outsource our services, where we will provide an employee to go to the customer and can understand what he needs. Done it, we will offer a system of "tasting", offering free services during one or two days (depending on the size of the project to be contracted). Then the customer can

view and analyze the quality of services provided. We have two forms of services, being: the first one, we will have an employee to work in the customer's company staying indefinite period of time, until the project is done and there are no more questions for our customer. The charge will be made through Bill once a month, and the amount will have to pay per hour. We also have a second option of the services provide, the project will be realized in our company, sending files or visiting the customers once a week showing the development of the project and asking questions (if any). The billing will also be done through in this case, the project will have a closed value or be charged per hour.
First of all the company will have two labors services, the owner and an employee, with the increase of demand, we will hire some employees to supply our need.

Keywords: Outsourced Engineering. Tasting Service. Services Provide.

INTRODUÇÃO

É indiscutível que independente do ramo de atuação no qual as organizações estão inseridas, o mercado atual se encontra cada vez mais competitivo, mais exigente e com funcionários cada vez mais sobrecarregados, mesmo assim a alta direção não abre vagas ou pior, estão sempre visando a redução do quadro de funcionários.

Neste cenário as organizações tendem a buscar novas estratégias que sejam desenvolvidas no intuito de melhorar o desempenho e, consequentemente, gerar vantagem competitiva, com a acirrada concorrência não é possível admitir perdas no processo de desenvolvimento de novos projetos e alocação de capital sem o devido retorno correspondente, pois, os clientes não pagam por ineficiência.

Nas circunstâncias atuais, as empresas estão sempre correndo contra o tempo para atender aos prazos extremamente curtos impostos por seus clientes e com mão de obra reduzida, devido a crise e ao modelo de trabalho atual que visa sempre a redução de custos, o mercado de consultoria vem ganhando grande espaço no mercado e o motivo é simples, durante a crise os resultados financeiros das empresas costumam cair bruscamente, nesses momentos os proprietários das empresas fazem de tudo para que os resultados voltem a serem positivos e lucrativos como antes, e é nesse momento que as empresas de consultorias são procuradas e ganham espaço no mercado, sendo assim os

consultores que desejam obter sucesso e aumentar a cartela de clientes devem estar cada vez mais preparados, se especializando e cercando-se de métodos, ferramentas e sistemas para garantir êxito na gestão de seus projetos, fazendo com que o negócio tende a melhorar seus processos e, consequentemente, os resultados obtidos.

2. ANALISE DE MERCADO

Diante da forte concorrência é indispensável a realização de uma análise de mercado ao iniciar qualquer segmento de negócio. Para Enio (2018), analisar o mercado onde seu empreendimento está é decisivo para alocar recursos de forma correta e reduzir o gasto de munição errada para o alvo errado. Portando está tarefa deve ser muito bem executada, a ponto de ficar clara e sucinta todas as partes. Perante isso, a AGW Projetos foi ao mercado e realizou as seguintes análises antes de iniciar as atividades:

- Perfil: Indústrias no ramo mecânico de todos os portes.
- Desejos: solucionar algum problema crônico presente em um sistema mecânico, ou criar uma adaptação que aperfeiçoe um determinado sistema da empresa.
- Comportamento: A qualidade dos serviços que terceirizamos, ao atendimento em geral recebido em nossa empresa, as condições de pagamentos que oferecemos e os preços acessíveis dos projetos.
- Concorrentes diretos**:** TG Projetos, Motriz e TecMec. (Solidworks, Autocad).
- Concorrentes indiretos**:** CadSolid. (Solidworks, Autocad, Inventor, Pro Engineer, Solid Edge).
- Preço de Venda: R$ 100,00 por hora
- Praça (Ponto de Venda): Localizado no bairro Vila Maria Helena, ponto residencial.

- Promoção/Propaganda/Publicidade: A empresa terá sua divulgação através da internet com um site próprio e com cartões de apresentação para ser distribuído nas indústrias.

Através desta, conseguimos identificar algumas decisões a serem tomadas e como o mercado reagiria frente ao nosso serviço.

2.1 OBJETIVOS E METAS

Ao iniciar no mercado deve-se estabelecer alguns objetivos e metas a serem alcançados, onde impomos algumas metas a serem atingidas e consequentemente obtemos o resultado do trabalho esperado. Sendo assim traçamos ambas para conseguirmos o sucesso almejado. Assim ficando o seguinte planejamento:

Objetivos:

- Manter uma margem de vendas/hora por mês.
- Ser capaz de desenvolver novos projetos.
- Ter uma equipe capacitada no desenvolvimento de novos projetos.

Metas:

- Iniciar ao menos 5 novos projetos ao mês.
- Vender uma média de 250 horas de serviço/mês.
- Venda mensal mínimo R$ 15.000,00

A maior dificuldade deste plano, foi o trabalho em equipe, onde exigiu-se o empenho máximo de cada um, mas bem trabalhada se tornou um fato desafiador e de extrema importância para o ótimo desempenho da equipe.

2.2 MATERIAL E MÉTODO

Com base em algumas pesquisas de mercado e por vivência no ramo industrial, este trabalho visa a terceirização dos serviços de engenharia.

Essa forma de contratação, surgiu no processo de adaptação da gestão das empresas que demandam cada vez mais serviços especializados, qualificados e com preços acessíveis.

Para Camila (2017), a terceirização ampla pode promover uma inversão estrutural no mercado de trabalho. Em cinco, sete anos o total de terceirizados pode chegar a 75%.

Uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria aponta que 54% das indústrias já contratam serviços terceirizados.

Com as pesquisas apontando o grande crescimento deste meio de trabalho, a AGW Projetos realizou algumas analises e levantamento de custo, através do planejamento financeiro realizado vê que o investimento e a abertura da empresa para prestação de serviço são viáveis, desde que tenha empenho para fazer acontecer.

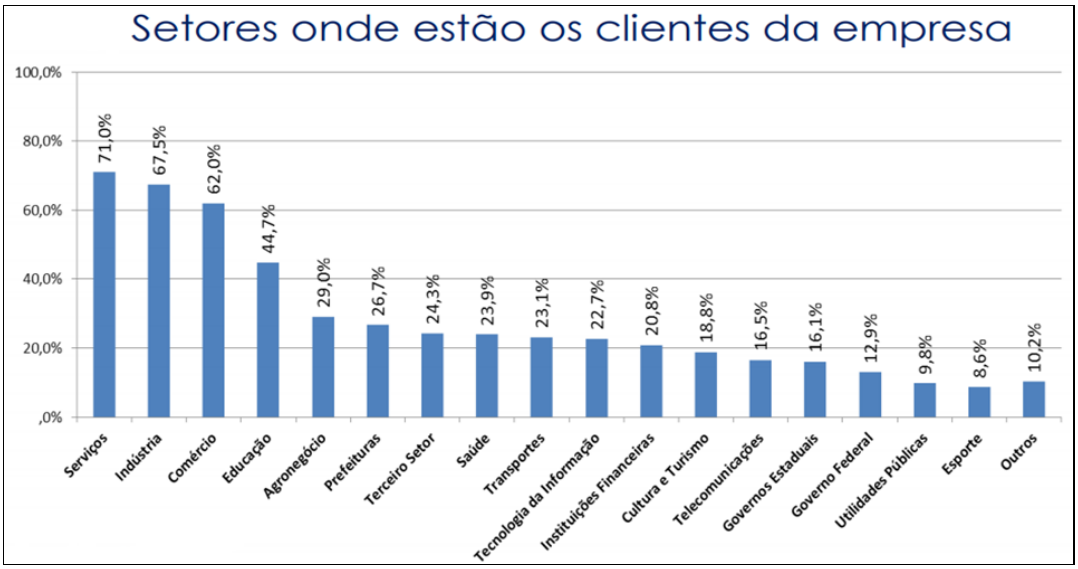
O planejamento financeiro nos deu a noção de que o investimento é alto, assim com o risco, mas o retorno começa a ser positivo em 6 mesmos e ao final do primeiro ano, a empresa não terá mais dividas, começando o próximo ano livre de débitos e com um caminho muito prospero para os próximos anos.

3. PESQUISA DE MERCADO

Hoje o mercado de serviços é o maior em comparação aos demais, mostrando o porquê muitos trabalhadores optam por sair de seus empregos e abrirem suas próprias empresas, além disso, acabam voltando a prestar serviço onde já trabalhou.

Para tal, é importante salientar onde encontra-se o segmento do seu público alvo perante ao mercado atual. Sabendo disso buscamos uma pesquisa realizada pela ABCO (Associação Brasileira de consultores) para compreendermos o volume de procura pelos serviços oferecidos pela AGW Projetos.

Figura 1: Setores onde estão os clientes da empresa

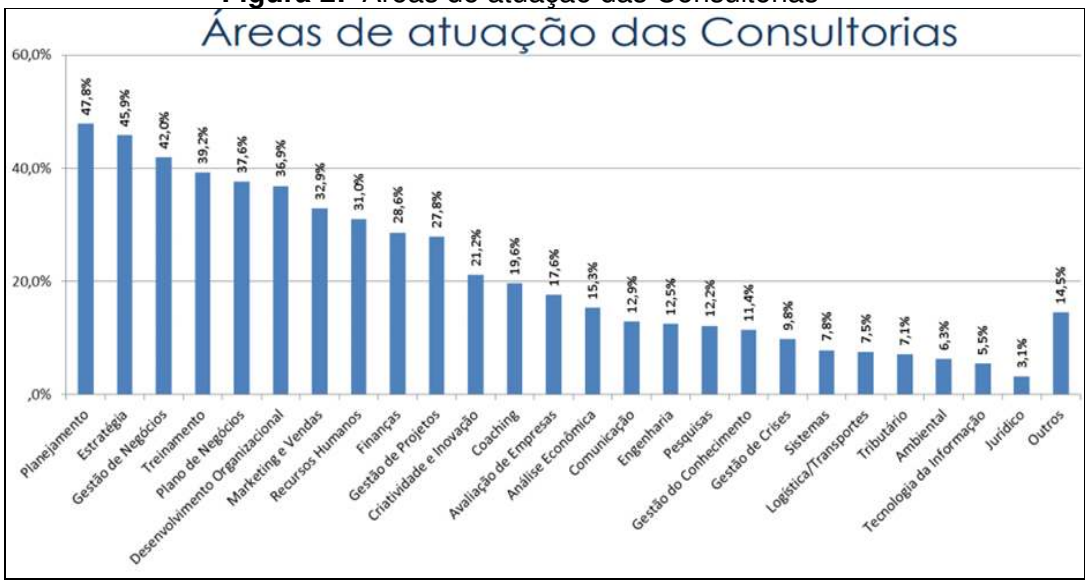


Fonte: ABCO (Associação Brasileira de consultores)

Conforme a figura 1, o gráfico nos mostra as industrias com o segundo maior percentual, chegando a 67,5% entre os setores onde mais necessitam de mão de obra terceirizada.

De acordo com a pesquisa realizada pela ABCO (Associação Brasileiras de consultores). Temos as áreas com o maior índice de atuação conforme o gráfico abaixo.

Figura 2: Áreas de atuação das Consultorias

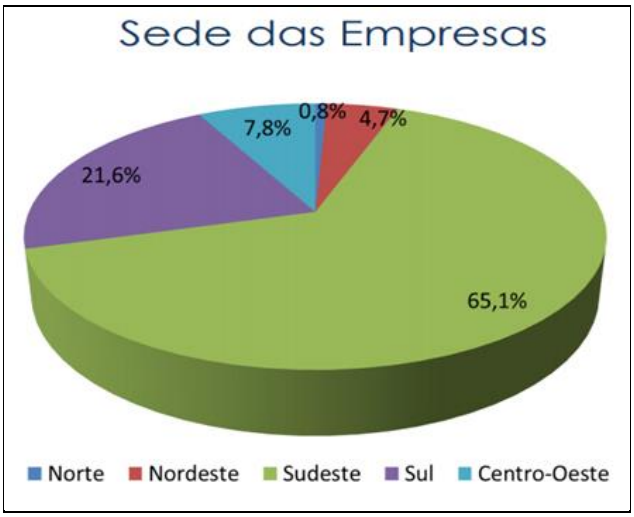


Fonte: ABCO (Associação Brasileiras de consultores)

Apesar da consultoria em Engenharia não possuir um alto percentual em comparação com os outros setores conforme o gráfico apresentado, está com uma grande projeção devido a alta procura das empresas para reduzir seus custos internos.

Seguindo essa linha de raciocínio, a AGW Projetos se encontra na região ideal para o perfil de serviço prestado, conforme pesquisa realizada pela ABCO (Associação Brasileiras de consultores).

Figura 3: Sede das Empresas



Fonte: ABCO (Associação Brasileiras de consultores)

Ao analisar o gráfico pode-se afirmar que o Sudeste está muito à frente das outras regiões do Brasil e termos de preferência e necessidade de mão de obra de serviços terceiros.

Em consequência de todas as pesquisas realizadas, podemos projetar grandes expectativas de crescimento nos próximos anos.

4. ANALISE DE SWOT

Segundo Roselis (2016), a Análise SWOT é um método que permite posicionar ou situar a empresa dentro do ambiente em que se encontra e auxiliar na formulação das estratégias para fortalecê-la. O ambiente externo é composto de forças incontroláveis, as quais possivelmente afetarão positivamente ou negativamente o setor. Já, o ambiente interno pode ser controlado, uma vez que

ele é resultado das estratégias de atuação definidas pelos próprios membros do setor.

Diante disso foram levantados algumas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para avaliar o grau de competitividade da empresa frente à concorrência:

Forças:

- Profissionais qualificados.
- Preço competitivo.
- Condições de pagamentos.

Fraquezas:

- Novo no mercado.
- Baixa cartela de clientes.
- Pouca aceitabilidade por pessoas adversa a tecnologia.

Oportunidades:

- Tecnologias que possibilitam a redução de custos.

Ameaças:

- Concorrentes de forte reputação no mercado.

Tendo-se em vista as análises observadas, podemos partir para as tomadas de ações e assim poder dar um melhor posicionamento as estratégias da empresa.

5. 6W2H

De acordo com (GLEDSON LEITÃO, 2017), o 6W2H é uma ferramenta para elaboração de planos de ação, é extremamente simples, objetiva e facilitadora, pois orienta à ação final desejada, bem como indica um “percurso”

a ser tomado. Abaixo podemos analisar a aplicação da ferramenta após adversidades encontradas na elaboração da Análise de SWOT.

Tabela 1: 6W2H

6W2H							
O que?	Por que?	Para que?	Quem?	Onde?	Como?	Quando?	Quanto?
Profissionais Qualificados.	Porque a consultoria precisa desenvolver seus serviços e conquistar clientes.	Para suprir as expectativas dos clientes agregando valor a consultoria.	AGW Projects	Na empresa do cliente ou em nosso escritório.	Utilizando Softwares de tecnologia 2d e 3d	Até suprir as necessidades do cliente.	Externo : R$ 30,00 / hora. Interno: R$ 25,00 / hora.
Baixa Cartela de Clientes	Porque somos novos no mercado.	Precisamos conquistar clientes para nos manter no mercado.	AGW Projects	Região do interior de SP	Através de marketing.	01/02/2019	R$ 200,00
Tecnologias que possibilitam a redução de custos.	Porque temos como objetivo solucionar problemas e, criar novas adaptações que aperfeiçõe determinados sistemas do cliente.	Para suprir as expectativas dos clientes agregando valor a consultoria.	AGW Projects	Na empresa do cliente ou em nosso escritório.	Utilizando Notebooks com Softwares de tecnologia 2d e 3d.	No momento em que o cliente contratar nosso serviço.	R$ 5.000,00
Concorrentes de forte reputação no mercado.	Porque necessitamos ganhar espaço no mercado.	Para sermos reconhecidos no mercado.	AGW Projects	No estado de SP.	Oferecendo um serviço de maior qualidade e menor custo por estarmos iniciando.	No momento em que o cliente contratar nosso serviço.	Custo fixo anual R$ 55.524,45

Fonte: Autoria Própria

Pode-se afirmar que os nossos principais desafios se encontravam sem direções, como: profissionais qualificados, baixa cartela de cliente, tecnologias que possibilitam a redução de custos e concorrentes de forte reputação no mercado.

Diante das ações tomadas, a execução do planejamento foi facilmente executada.

6. MATRIZ GUT

Para (RAFAELA ÁVILA, 2014), Matriz Gut é uma ferramenta de auxílio na priorização de resolução de problemas. A matriz serve para classificar cada problema que você julga pertinente para a sua empresa pela ótica da gravidade (do problema), da urgência (de resolução dele) e pela tendência (dele piorar com rapidez ou de forma lenta). Abaixo podemos verificar a aplicação da Matriz Gut pela empresa AGW Projetos.

Tabela 2: Matriz Gut

Tabela 2: Matriz Gut

MATRIZ GUT				
Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Iniciando no mercado	2	3	1	6
Baixa cartela de clientes.	3	5	1	9
Pouca aceitabilidade por pessoas aversas a tecnologia.	2	3	1	6
Concorrentes de forte reputação no mercado.	3	3	4	10

GRAVIDADE
1 = SEM GRAVIDADE
2 = POUCO GRAVE
3 = GRAVE
4 = MUITO GRAVE
5 = EXTREMAMENTE GRAVE

URGÊNCIA
1 = NÃO TEM PRESSA
2 = PODE ESPERAR UM POUCO
3 = O MAIS CEDO POSSÍVEL
4 = COM ALGUMA URGÊNCIA
5 = AÇÃO IMEDIATA

TENDÊNCIA
1 = NÃO VAI PIORAR
2 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO
3 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO
4 = VAI PIORAR EM POUCO TEMPO
5 = VAI PIORAR RAPIDAMENTE

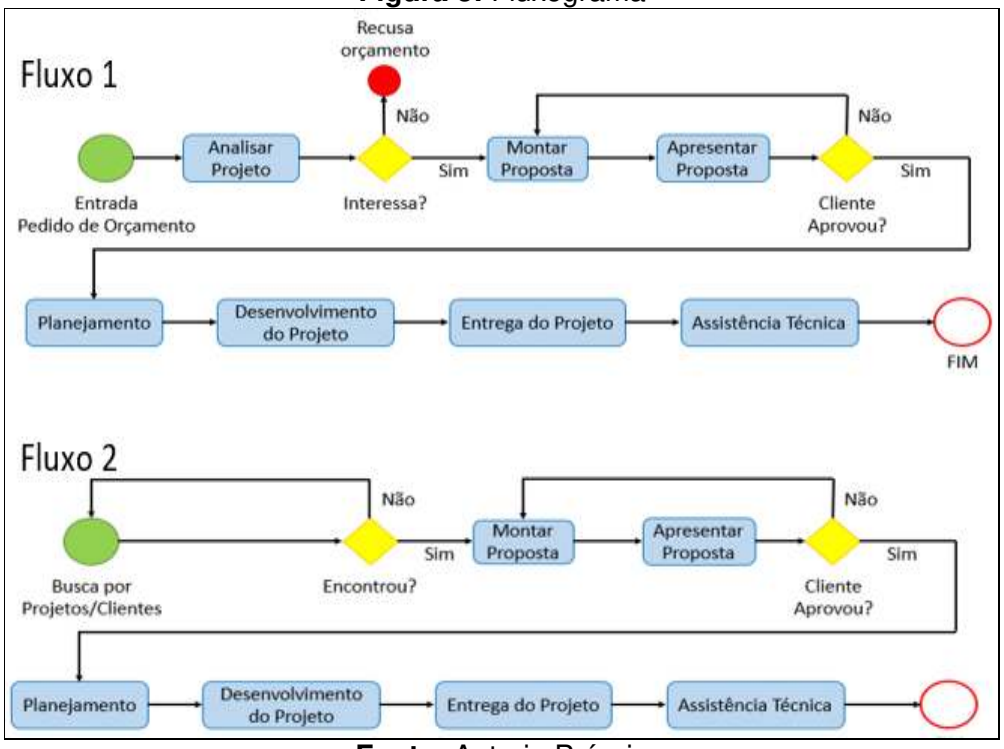
Fonte: Autoria Própria

Tendo em vista a Matriz apresentada, que foi elaborada com base nas ações do 6W2H, é possível identificar a baixa cartela de cliente como o maior problema da empresa, assim podendo uma atenção maior para a mesma, mas sem esquecer das outras.

7. FLUXOGRAMA

De acordo com (GUILHERME ALONSO, 2017), o fluxograma de processos é uma representação gráfica que descreve os passos e etapas sequenciais de um determinado processo. Muitos estudiosos emplacam o fluxograma na lista das ferramentas da qualidade. Abaixo podemos visualizar dois modelos de fluxo para o serviço da AGW Projetos.

Figura 3: Fluxograma



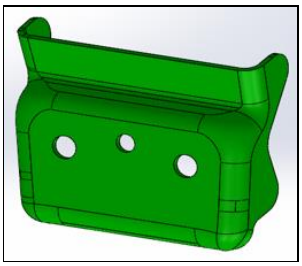
Fonte: Autoria Própria

Diante dos modelos de fluxogramas apresentados, podemos ver que se diferenciam na entrada, onde, o primeiro recebe a entrada de pedido de orçamento, ou seja, o cliente buscar pelo serviço. Já na segunda opção percebemos que a AGW Projetos vai ao mercado em busca por clientes.

8. SERVIÇO

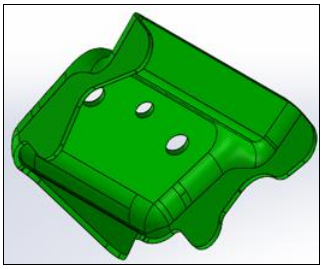
Abaixo podemos visualizar um escopo do primeiro serviço prestado pela AGW Projetos no desenvolvimento de uma ferramenta de estampo progressivo. Recebemos o modelo matemático do produto do cliente, conforme as figuras 5 e 6.

Figura 5: Modelo Matemático



Fonte: Metal Rezende

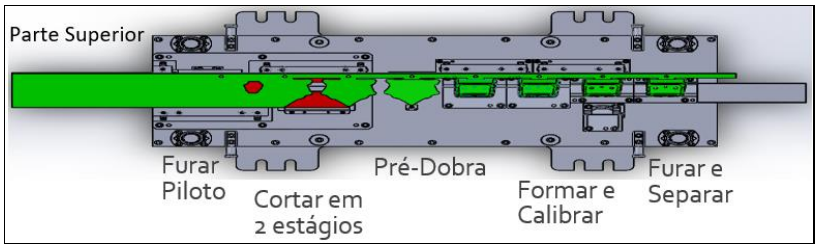
Figura 6: Modelo Matemático



Fonte: Metal Rezende

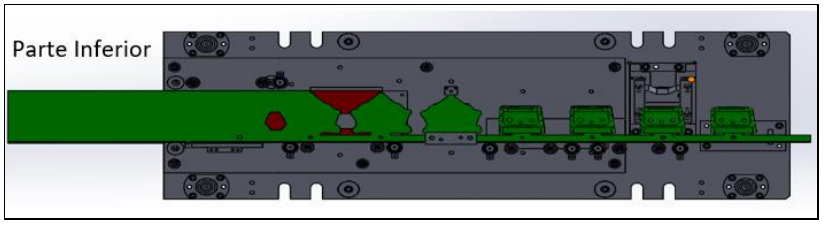
Após o recebimento do modelo matemático, começamos o desenvolvimento da ferramenta. O processo de desenvolvimento pode é dividido em duas fases, sendo a primeira que consiste na modelagem da ferramenta utilizando o software SolidWorks, após finalizar o modelo de ferramenta, apresentamos para o cliente. Caso cliente aprove o projeto, iniciamos a segunda etapa, que consiste no detalhamento dos desenhos e envio do projeto. Abaixo modelo da primeira ferramenta projetada pela empresa conforme as figuras 7 e 8.

Figura 7: Desenho da Parte Superior da Ferramenta Progressiva



Fonte: Metal Rezende

Figura 8: Desenho da Parte Superior da Ferramenta Progressiva



Fonte: Metal Rezende

Finalizado o projeto do ferramental, é agendado uma reunião de encerramento com o cliente para entrega dos documentos listados a seguir:

- Projeto 2D/3D;
- Lista de Material;
- Lista de Componente;
- Make or Buy;
- Check List para manutenção da ferramenta;

Sem mencionar os documentos que preenchemos para um controle interno da AGW PROJETOS, que contam com:

- DMFA
- DFMEA
- Lições Aprendidas

8.1 LISTA DE MATERIAL

A seguir temos uma amostra do modelo padrão de lista de material, elaborada durante o desenvolvimento de uma ferramenta de estampo progressivo fornecido pela AGW Projetos, conforme a tabela 4.

Tabela 4 - Lista de Componentes

AGW PROJETOS			Lista de Material		
CLIENTE: METAL REZENDE				OP: 001	
PROJETO: FERRAMENTA PROGRESSIVA				NOME PRODUTO: SUPPORT, FR SIDE MEMBER, LH	
DATA: 20/08/2018				Nº PRODUTO: 57124-0D100	
Nº ITEM	QUANTIDADE		DESCRIÇÃO	MATERIAL	DIMENSÃO (4mm SobreMetal)
	ESQ.	DIR.			
1	1	-	BASE SUPERIOR	SAE-1020	44 x 510 x 1465mm
2	8	-	PORTA COLUNA	SAE-1020	64 x 79 x 109mm
3	1	-	PLACA INTERMEDIÁRIA	SAE-1020	31,75 x 350 x 1080mm
4	1	-	BASE INFERIOR	SAE-1020	50,8 x 510 x 1465mm
5	1	-	CALÇO INFERIOR	SAE-1020	31,75 x 730 x 1465mm
6	7	-	PARALELO	SAE-1020	31,75 x 124 x 514mm
7	1	-	PORTA MATRIZ	SAE-1020	50,8 x 350 x 570mm
8	1	-	PORTA PUNÇAO CUNHA	SAE-1020	80 x 158 x 229mm
10	14	-	PARAFUSO ESPECIAL	VND	Ø31,75 x 120mm
15	8	-	PUNÇAO	SAE-1020	Ø32 x 120mm

Fonte: Autoria Própria

O quadro apresentado contém os matérias necessário para que o cliente consiga fabricar o então projeto desenvolvido pela AGW Projetos. Lembrando que a lista apresentada não está completa por ser muito extensa, contendo aproximadamente 100 itens.

8.2 LISTA DE COMPONENTES

Abaixo podemos visualizar o modelo padrão da lista de componente fornecido pela AGW Projetos, durante o desenvolvimento de uma ferramenta de estampo progressivo conforme a tabela 5.

Tabela 5 - Lista de Componentes

AGW PROJETOS			*Lista de Componente*		
CLIENTE: METAL REZENDE				*OP: 001*	
PROJETO: FERRAMENTA PROGRESSIVA				*NOME PRODUTO: SUPPORT, FR SIDE MEMBER, LH*	
DATA: 20/08/2018				*Nº PRODUTO: 57124-0D100*	
Nº ITEM	*QUANTIDADE*		*DESCRIÇÃO*	*MATERIAL*	*DIMENSÃO*
	ESQ.	*DIR.*			
09	14	-	MOLA VERMELHA	MDL	Ø 50 x 89mm
11	6	-	COLUBA	MDL	P22.020.080
12	6	-	BUCHA EXTRA CURTA	MDL	Ø 20 x 28mm
13	4	-	COLUNA	MDL	Ø 40 x 125mm
14	4	-	BUCHA EXTRA CURTA	MDL	Ø 40 x 52mm
39	2	-	MOLA VERMELHA	MDL	Ø 32 x 89mm
41	1	-	PUNÇÃO	MDL	Ø 10 x 90mm
52	8	-	COLUNA GUIA	MDL	P10.020.100 (com rosca)

Fonte: Desenvolvimento Próprio

Diante do documento apresentado conforme a tabela 5, o cliente recebe este documento contendo todos os componentes necessários para a fabricação do projeto. Lembrando que a lista apresentada não está completa por ser muito extensa, contendo com aproximadamente 150 itens.

8.3 MAKE OR BUY

Está analise consiste em uma técnica geral de gerenciamento, usada para determinar se um trabalho específico poderá ser melhor realizado pela equipe do projeto ou se deverá buscar fontes externas para executa-lo. Na tabela 6 temos a elaboração do documento durante o desenvolvimento de uma ferramenta de estampo progressivo.

Tabela 6 - Lista de Componentes

AGW PROJETOS		***Make or Buy***			
CLIENTE: METAL REZENDE			*OP: 001*		
PROJETO: FERRAMENTA PROGRESSIVA			*NOME PRODUTO: SUPPORT, FR SIDE MEMBER, LH*		
DATA: 14/09/2018			*Nº PRODUTO: 57124-0D100*		
Nº ITEM	***QUANTIDADE***		***DESCRIÇÃO***	***MATERIAL***	***MAKE OR BUY***	
	ESQ.	***DIR.***			***MAKE***	***BUY***
1	1	-	BASE SUPERIOR	SAE-1020	X	
2	8	-	PORTA COLULA	SAE-1020	X	
3	1	-	PLACA INTERMEDIÁRIA	SAE-1020	X	
4	1	-	BASE INFERIOR	SAE-1020	X	
5	1	-	CALÇO INFERIOR	SAE-1020	X	
6	7	-	PARALELO	SAE-1020	X	
7	1	-	PORTA MATRIZ	SAE-1020	X	

Fonte: Desenvolvimento Próprio

Conforme a tabela apresentada, podemos identificar que todos os componentes necessários foram classificados como “MAKE” (FAZER), sendo assim existem todas as condições de serem fabricados internamente pelo cliente e não comprados externamente. Lembrando que a lista apresentada não está completa por ser muito extensa, contendo aproximadamente 150 itens.

9. CONCLUSÃO

Com a pesquisa e projeto finalizado, podemos concluir que a terceirização está em ascensão no mercado atual, por se tratar de um modo de contrato onde as duas empresas possuem uma relação de “Win Win”, que nada mais é um “ganha ganha”, que consiste em sempre ter uma flexibilidade, tanto para a empresa contratada quanto para empresa contratante.

Também poder ser notado que apesar do crescimento deste mercado e com todas as tendências apontando o sucesso para esse tipo de trabalho, ainda existem administradores com receio da contratação de terceiro por vários

motivos, e são nessas empresas onde empresas de terceirizadas podem se focar para ganhar espaço no mercado.

A AGW Projetos tem planos ousados e para que a empresa alavanque no mercado, o planejamento deve ser cumprido a risca para crescer e ganhar o devido reconhecimento no setor da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, Rafaela. **O que é e como montar uma Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).** Disponível em https://blog.luz.vc/o-que-e/matriz-gut-gravidade-urgencia-e-tendencia/. Acesso em 15/10/2018

ALONSO, Guilherme. **O que é Fluxograma de Processos?.** Disponível em https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-fluxograma-de-processos/. Acesso em 16/10/2018

ABECO (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **Pesquisa de Mercado.** Disponível em http://www.abco.org.br/pesquisademercado. Acesso em 03/11/2018

COAD. **Estudo aponta que mercado de trabalho terceirizado pode ir a 75% do total**. Disponível em https://coad.jusbrasil.com.br/noticias/441861273/estudo-aponta-que-mercado-de-trabalho-terceirizado-pode-ir-a-75-do-total. Acesso em 10/11/2018

LEITÃO, Gledson. **5w2h - O que é? Para que serve? Como usar?.** Disponível em https://www.inovar.net/5w2h-o-que-e-para-que-serve-como-usar/. Acesso em 16/10/2018

MAZZUCHETTI, Natalia Roselis. **Planejamento Estratégico: como aplicar uma metodologia S.W.O.T.** Disponível em http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/planejamento-estrategico-como-aplicar-uma-metodologia-s-w-o-t/100605/. Acesso em 16/10/2018

MOTA, Camila Veras. **Terceirização pode ir a 75% diz estudo**. Disponível em https://www.valor.com.br/brasil/4912306/terceirizado-pode-ir-75-do-total-diz-estudo. Acesso em 01/11/2018

SOUZA, Enio Queijoada. **7 passos para analisar o seu mercado**. Disponível em http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/7-passos-para-analisar-o-seu-mercado,602a4d4efe960610VgnVCM1000004c00210aRCRD. Acesso em 13/10/2018

ANÁLISE ESTRUTURAL DE LINHAS DE CONTROLE DE PLATAFORMAS OFFSHORE UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS[1]

Structural analysis of control lines of offshore platforms using the finite elements method

BOTTI, Beatriz S.
Centro Universitário de Jaguariúna

TSUKADA, Raphael I.
Universidade Estadual de Campinas

RESUMO: O aumento da demanda de petróleo trouxe consigo a necessidade de procurá-lo em águas cada vez mais profundas e complexas de serem exploradas. Devido a este desafio houve um grande desenvolvimento tecnológico, possibilitando assim as explorações em locais de difícil acesso. No entanto, nestas estão envolvidas grandes situações de riscos que podem causar danos ambientais e perdas parciais ou totais de produção.
Tendo isto em vista, esse projeto tem como finalidade prever falhas na estrutura de cabos umbilicais devido à movimentação da plataforma offshore causada por ações externas de caráter ambiental.
A análise computacional tridimensional (3D) utilizando o método de elementos finitos é uma das formas de testar a confiabilidade dos cabos, entretanto ao considerar seu comprimento total essa análise se torna inviável economicamente.
Por conta disso, análises considerando seu comprimento parcial são feitas de modo a viabilizar o processo.

Palavras-chave: Cabos Umbilicais; Simulação computacional; Método dos elementos finitos.

Abstract: The increase of oil demand has brought with it the need of look for it in increasingly deep and complex waters to be exploited. Due to this challenge there was a huge technological development enabling explorations in difficult access spots. However, these are involved in major risk situations that can cause environmental damages and partial or total production loses.
Bearing this in mind, this project aims to anticipate structure failure of umbilical cables due the movement of the offshore platforms induced by external environmental character actions.
Three-dimensional computational analysis (3D) using the finite elements method is one way to test the cables reliability however if to consider its complete length this analysis becomes economically unfeasible.
For this reason, analysis considering its partial length were done to enable the process.

Key-words: Umbilical cables; computational simulation; Finite elements method.

[1] Resumo expandido publicado nos anais do 19º Congresso Nacional de Iniciação Científica.

INTRODUÇÃO

A dependência que seres humanos têm do petróleo é notória e a consciência de que esta é uma substância finita está certificada. Com o passar dos anos, sua demanda aumentou, o que resultou na procura do mesmo em lugares com difícil acesso, como em águas com grande profundidade.

Com o advento das plataformas offshore, novas pesquisas e desenvolvimento de tecnologias submarinas surgiram, dentre elas os cabos umbilicais, que são estruturas complexas e multifuncionais, cujo ofício primário é permitir o controle de outros dispositivos submersos, como árvore de natal molhada (ANM) e manifolds, estando na superfície (GONÇALVES, 2009).

Os cabos umbilicais, uma vez instalados em um campo marítimo, estão sujeitos a diversos esforços, tais como o movimento da plataforma offshore, ondas e correnteza. Estes podem acarretar a falha estrutural dos umbilicais, uma vez que provocam a tração, torção e flexão do mesmo. Uma eventual falha destas estruturas pode acarretar impactos ambientais significativos e perda de produção. Nesse cenário, o entendimento e avaliação do comportamento destas estruturas é de grande importância (CORDOVÉS, 2008).

O comportamento dos umbilicais pode ser avaliado experimentalmente ou numericamente. No entanto, devido a magnitude das dimensões das estruturas, um complexo processo de reduções de escala é necessário para a realização de experimentos, como pode ser visto em CHAKRABARTI (2005). Desta forma, a avaliação numérica utilizando o método de elementos finitos se torna uma alternativa bastante atraente.

O método dos elementos finitos vem sendo amplamente aplicado na solução de diversos problemas, como pode ser visto em ALVES FILHO (2012). Para o problema abordado neste trabalho, soluções tridimensionais acoplando métodos de FEA (Finite Element Analysis) e CFD (Computational Fluid Dynamics) seriam os mais indicados. No entanto, o custo computacional seria uma restrição proibitiva. Nesse sentido, este trabalho pretende avaliar uma abordagem considerando o comprimento parcial do cabo umbilical, usando modelos de FEA tridimensionais.

OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho consiste em avaliar uma abordagem considerando um comprimento parcial do cabo umbilical, utilizando a modelagem computacional por elementos finitos tridimensionais para análises locais. Esta metodologia irá permitir prever o comportamento na estrutura de cabos umbilicais devido a forças ambientais ocasionadas por movimentação da plataforma offshore, onda e correnteza, controlando assim o risco de perda parcial e total de produção, prevenir desastres ambientais e promover a segurança dos trabalhadores envolvidos nas operações offshore.

DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento tecnológico em decorrência do aumento da demanda por petróleo, acarretou em uma evolução das plataformas offshore, desde o desenvolvimento de tecnologias e estratégias novas para a fixação destas no fundo do oceano até o desenvolvimento de flutuadores para a alocação de conveses. (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

Uma das tecnologias utilizadas nas plataformas offshore é o cabo umbilical, que estruturalmente, de forma simplificada, são compostos de camadas concêntricas, sendo de plásticos (polímeros) ou metálicos (aço), cujo ofício primário é permitir o controle de outros dispositivos submersos, como árvore de natal molhada (ANM) e manifolds, estando na superfície (GONÇALVES, 2009).

O modelo de cabo umbilical utilizado neste trabalho é do tipo STU (Steel Tube Umbilical), que possui duas camadas de armadura de tração em formato de hélice, e são enrolados de maneira inversa (um no sentido horário e outro anti-horário). A camada de tração tem um papel fundamental no equilíbrio dos carregamentos de torção. Possui também três camadas confeccionadas com polímeros (interna, intermediária e externa). Externamente ao seu núcleo elétrico-hidráulico estão fillers poliméricos e tubos de aço revestidos por uma camada polimérica e, internamente, possui cabos elétricos, óticos e mais fillers poliméricos (GUTTNER, 2016).

De forma abrangente, o cabo umbilical está sujeito a falhas devido às forças ambientais, que podem influenciar de forma direta (correntes e ondas) ou indireta (ocasionadas pela movimentação da plataforma offshore). Essa força é estocástica, ou seja, seu estado é indeterminado, pois acontece de forma aleatória. Justamente por possuírem essa característica, as análises se tornam críticas e sempre é considerado o pior cenário. Estas forças podem causar falhas mecânicas nos cabos, como por exemplo torção, tração e flexão. Um exemplo de deformação é o *birdcaging*, que ocorre devido a cargas severas de compressão sob o cabo (CORDOVÉS,2008).

Figura 1: Birdcaging.



Fonte: BECTARTE E COUTAREL (2004) apud TALGATTI ET ALL (2014).

Segundo ALVES FILHO (2012), problemas encontrados no cotidiano são extremamente difíceis de serem modelados matematicamente de forma exata, o que torna a tarefa de extrair respostas exatas para problemas reais quase sempre impossíveis.

Uma outra maneira de garantir a integridade do cabo umbilical é por meio de análises experimentais, onde um ensaio representaria a situação em que se deseja analisar. Como esse tipo de análise depende de representações físicas e o comprimento do cabo inviabiliza que essa técnica seja utilizada em escala real, caso esse método fosse escolhido um complexo processo de redução de escala teria que ser aplicado. Deve-se analisar também a necessidade de simular o meio físico em que o sistema está inserido e os equipamentos de instrumentação necessários para a extração dos resultados (CHAKRABARTI,2005).

Considerando o custo e a dificuldade da aplicação da técnica de redução de escalas, a análise computacional utilizando o método dos elementos finitos se torna

uma opção viável.

O Método dos elementos finitos, empregado nas análises tridimensionais, é um método numérico aproximado, que além de possuir mais precisão do que outros métodos semelhantes, como o método das diferenças finitas, ainda permite que a modelagem seja finalizada antes de começar o processamento computacional para a resolução das equações, dessa forma todas as decisões necessárias são tomadas pelo profissional, não exigindo que o software tome decisões durante o processamento. Por isso é imprescindível que o profissional operando o software esteja totalmente ciente sobre a parte teórica do método, pois uma decisão ou interpretação errada quase sempre resultará em consequências catastróficas (ALVES FILHO, 2012).

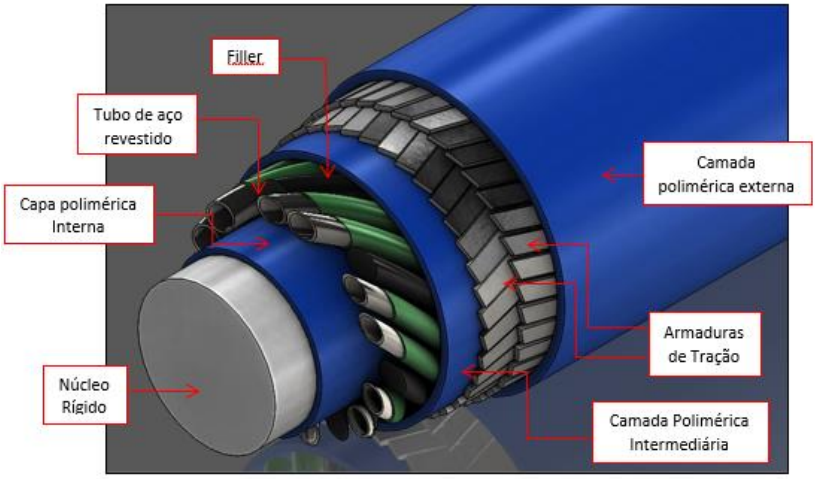
As etapas de desenvolvimento das análises utilizando o método dos elementos finitos são: Definição da geometria, definição da malha (tipo e configuração de elemento e tamanho da malha), definição dos modelos dos materiais, definição das condições de contorno e definição dos softwares que serão utilizados (GUTTNER, 2016).

O software escolhido para realizar as análises tridimensionais foi o SIMCENTER 3-D, pela familiaridade dos autores com o mesmo e por estar disponível no centro universitário de Jaguariúna (SIEMENS, 2020).

A geometria da análise está relacionada com a simplificação do desenho, pois a representação exata exigiria um grande processamento do computador ou geraria dificuldades na hora de gerar a geometria e os contatos. Por isso, para realizar as simulações, um desenho CAD baseado no cabo STU foi desenvolvido de forma simplificada.

A primeira simplificação foi a retirada da parte interna do núcleo, onde estariam presentes cabos elétricos, óticos e alguns fillers para preenchimento, que a princípio foi substituído por um cilindro rígido.

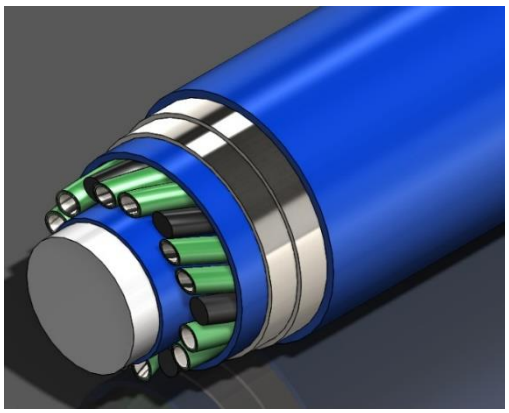
Figura 2: Primeira simplificação do cabo umbilical.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

A segunda simplificação feita foi nas armaduras de tração. Ao invés de criar os corpos retangulares e realizar um ressalto de forma helicoidal, os mesmos foram extrudados como cilindros concêntricos às camadas poliméricas, porém a espessura de sua camada foi respeitada.

Figura 3: Segunda simplificação do cabo umbilical.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

O comprimento parcial do cabo considerado foi de 500mm, as demais dimensões utilizadas para a representação do cabo umbilical e os dados sobre os componentes helicoidais estão nas tabelas posteriores ao desenho.

Camadas	Diâmetro interno (mm)	Espessura da camada (mm)
Capa polimérica interna	83,1	2,5
Fillers/Tubos de aço com revestimento	88,1	17,6
Capa polimérica intermediária	123,3	4
Armadura de tração interna	131,3	2,8
Armadura de tração externa	137,1	2,8
Capa polimérica externa	143	5

Tabela 1: Medida das camadas do cabo umbilical.

Componentes	Ângulo de assentamento	Número de componentes	Dimensões dos componentes (mm)
Fillers	8° (anti-horário)	6	16,7(diâmetro externo)
Tubos de aço com revestimento	8° (anti-horário)	12	Tubo: 14,7 x 1 Revestimento: 16,7 x 1 (diâm. ext x espessura)

Tabela 2: Componentes helicoidais.

Para confeccionar a malha, deve-se definir o tipo de elemento e o seu tamanho. O elemento a ser utilizado é o tetraedro (CTetra10)), cujo o nome faz referência ao mesmo possuir dez nós. Já o tamanho da malha foi definido inicialmente pelo próprio software, utilizando na configuração *element size* o comando *auto size*.

O modelo utilizado foi o linear estático, devido a simplicidade. Quatro materiais foram considerados no software, para o modelamento da simulação: o polietileno de alta densidade (HDPE), o polietileno de baixa densidade (LDPE), o aço SAF 2507 e aço galvanizado. A relação das propriedades dos materiais mais relevantes para a modelagem a ser simulada, os materiais utilizados para cada componente e os respectivos tamanhos de malha estão nas tabelas a seguir.

Material	E (GPa)	N	ρ (Kg/m³)
Polietileno de alta densidade (HDPE)	0.3	0.46	1000
Polietileno de baixa densidade (LPDE)	0.6	0.46	1000
SAF 2507/Aço Galvanizado	200	0.3	7850

Tabela 3:Propriedade dos materiais. Fonte: (GUTTNER, 2016).

Observando a tabela acima, podemos ver o coeficiente de elasticidade (E), o coeficiente de Poisson (v) e a densidade dos materiais (ρ).

Camadas/componentes	Material	Tamanho elemento de malha (mm)
Camada Polimérica Externa	HDPE	39,4
Camada Polimérica Intermediária	HDPE	33,8
Camada Polimérica Interna	HDPE	29
Armadura de tração exterma	Aço Galvanizado	35,6
Armadura de tração interna	Aço Galvanizado	34,1
Tubos de Aço	SAF 2507	9,49
Revestimento	LDPE	9,66
Fillers	LDPE	23,6

Tabela 4: Materiais e tamanho de malha.

As condições de contorno dependem de algumas definições em relação ao contato, se o contato será feito utilizando atrito ou não, das restrições de deslocamento impostas, se será considerado a interferência que uma camada causa a outra e dos deslocamentos de carregamentos impostos. Desses pontos, as definições feitas foram de que o contato desprezará o atrito, usando o surface-to-surface gluing, inicialmente não será considerado interferência de uma camada à outra e o carregamento considerado dependerá da análise que estiver sendo realizada.

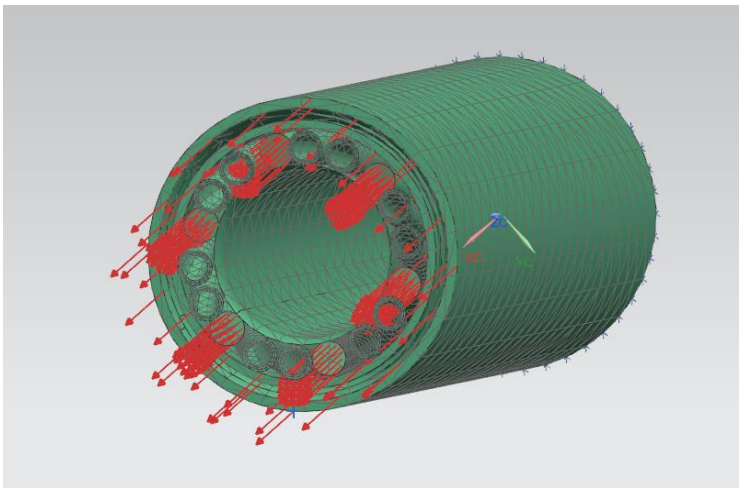
Inicialmente o contato foi feito de forma automática pelo software, porém na hora em que o mesmo tentava resolver o sistema que estava montado, várias mensagens de erro em relação ao contato apareciam na tela. Várias tentativas foram feitas para resolver o problema, porém o mesmo erro persistiu. O próximo

teste a ser realizado com os contatos será a realização dos mesmos manualmente.

RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Simulações impondo um movimento de 20 mm na direção X foram realizadas, como pode ser visto na Figura 5. O deslocamento imposto é representado pelas setas vermelhas.

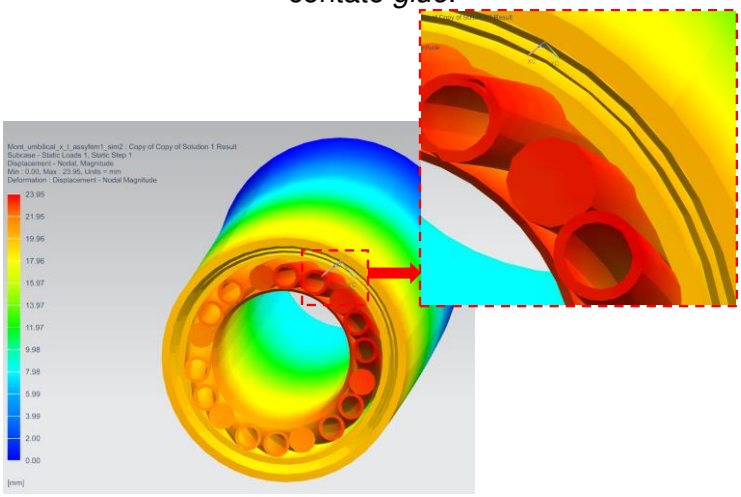
Figura 5: Cabo umbilical com a representação do movimento imposto.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

A condição de glue para não foi a mais adequada pois muitos componentes na condição inicial apresentavam-se distantes uns dos outros. Desta forma tentou-se uma abordagem em que se considerava surface contact entre os tubos revestidos e as camadas poliméricas e glue nos outros contatos. Esta simulação apresentou o resultado apresentado na Figura 6.

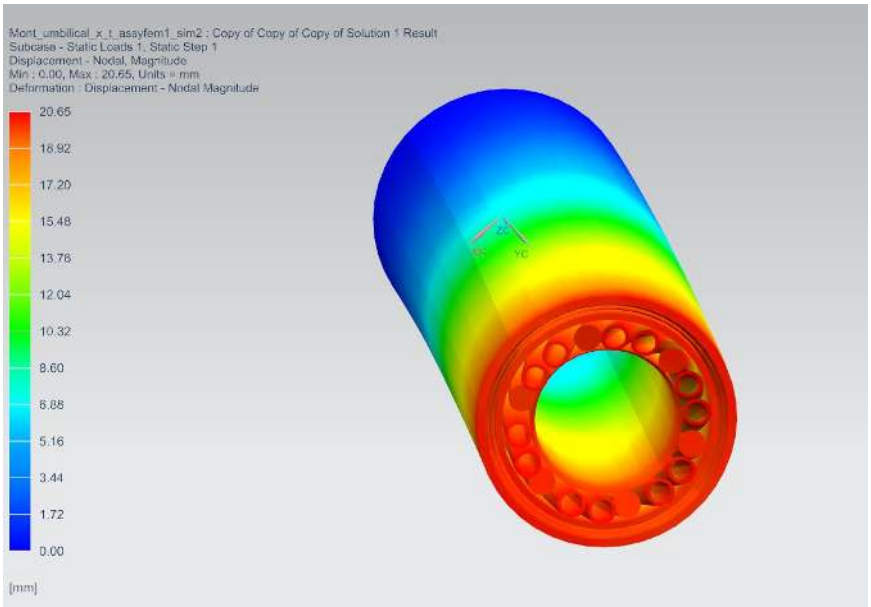
Figura 6: Resultado de deslocamento para o cabo umbilical considerando o uso de contato *glue*.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Como pode se observar esta não foi a abordagem ideal, pois como pode ser visto na ampliação do resultado apresentada na Figura 6, houve penetração nos tubos revestidos. Ainda não foi possível identificar o real motivo disso, mas uma segunda abordagem foi considerar *surface contact* em todos os contatos. O resultado desta simulação é apresentado abaixo. Neste caso, o resultado se demonstra mais adequado.

Figura 7: Resultado de deslocamento para o cabo umbilical considerando o uso de contato *surface contact.*



Fonte: Desenvolvido pelos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer no projeto, foi percebido um aumento na compreensão do processo de evolução das plataformas offshore, das análises estruturais, do método dos elementos finitos, da importância de garantir a integridade dos cabos umbilicais, os carregamentos aos quais o mesmo está submetido desde o seu lançamento e como os seus materiais e componentes são fundamentais para que o mesmo resista aos carregamentos que são impostos.

Compreender a teoria antes de tudo é de extrema importância, uma vez que o operador do software carrega uma grande responsabilidade nas mãos, pois deve ser capacitado para interpretar e simplificar adequadamente o sistema, pois, se houver algum erro ou desconsiderações de variáveis significativas, os resultados na prática podem acarretar em sérias consequências que variam desde a perda de produção, desastres ambientais até a segurança dos funcionários das plataformas offshore.

Quanto a parte do modelamento, as definições iniciais foram feitas, os materiais necessários foram inseridos no software com os parâmetros importantes do ponto de vista das análises e a malha foi criada. Apesar do problema recente com os contatos, a análise com o deslocamento de 20mm no eixo X trouxe resultados adequados.

PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Os autores pretendem dar continuidade nesse projeto de acordo com o cronograma já proposto, o estudo começará com mais simulações sendo realizadas nos cabos umbilicais.

A primeira simulação seria para definir o comprimento do cabo que deverá ser utilizado para as simulações, para isso, simulações de esforços seriam feitas para vários comprimentos de cabos, até que o valor venha a convergir.

Após isso, teria que averiguar o tamanho dos elementos de malha propostos pelo software, realizando o mesmo teste de convergência descrito no parágrafo anterior, porém variando o tamanho dos elementos da malha.

Posteriormente, as análises envolvendo os carregamentos impostos pela movimentação da plataforma, causados por forças ambientais podem ser feitas de forma confiável.

Uma das formas de validar os resultados extraídos das análises tridimensionais é a comparação com um modelo experimental, portanto, será desenvolvido uma mesa de testes para atestar o quanto as simulações tendem a se aproximar do modelo real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, A. **Elementos finitos: a base da tecnologia CAE: análise não linear**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012.

CORDOVÉS, D. C. S. **Análise da confiabilidade estrutural de cabos umbilicais**.2008. 149f. Tese (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CHAKRABARTI, S. K. **Handbook of Offshore Engineering.** 1. Ed. Elsevier, 2005.cap.13.

GONÇALVES, A. A. **Análises global e local de umbilicais com tubos de aço**. 2009. 191f. Tese (Mestrado em Engenharia Oceânica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GUTTNER, W. C. **Modelo tridimensional em elementos finitos para a análise de cabo umbilical STU submetido ao carregamento de crushing**. 2016. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ORTIZ NETO, J. B; SHIMA, W. T. **Trajetórias tecnológicas no segmento offshore: ambiente e oportunidades**. Revista de economia contemporânea. Rio de Janeiro, v.12, n 2, p.301-322, maio/ago.2008.

SIEMENS, Simcenter-3D Manual. 2019. Disponível em< https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/nx/1872/nx_help#uid:xid1128419:index_advanced> Acesso em: 22 de fevereiro de 2019.

TALGATTI, O. L, et all. **Instabilidade radial em dutos flexíveis com defeitos na bandagem de alta resistência sujeitos a cargas axiais compressivas**. Estudos Tecnológicos em Engenharia, v.10, n.1, p. 24-34, jan./jun. 2014.

SOBRE OS AUTORES

Beatriz de Sousa Botti.
Graduanda em Engenharia de Controle e Automação pelo Centro Universitário de Jaguariúna.
E-mail para contato: beatriz.sbotti@gmail.com

Raphael Issamu Tsukada.
Doutor em Ciências e Engenharia de Petróleo pela Universidade Estadual de Campinas.
E-mail para contato: raphael.tsukada@prof.faj.br

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVO MÓVEL PARA ESTUDO DA TEORIA MUSICAL E ABORDAGEM PRÁTICA PARA TOCAR VIOLÃO

Development of a mobile application for studying music theory and practical approach to playing guitar.

SANTANA, J. C. S.
Centro Universitário de Jaguariúna

ROVARON, R.
Centro Universitário de Jaguariúna

RESUMO: Este artigo visa apresentar para leitores técnicos ou não, de forma clara e objetiva o uso de aplicativos móveis sendo utilizadas para estudo auto direcionado de teoria musical e abordagem prática para se tocar violão. É sabido do grande aumento de uso de dispositivos móveis e sua utilização em abordagem de educação. A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo móvel para o sistema operacional Android, para ser utilizado por pessoas sem conhecimento aprofundado de teoria musical ou que não saibam tocar violão, para que realizem um estudo auto direcionado sobre esta temática. Para o processamento do áudio será utilizada a Transformada de Fourier, determinando com isso a frequência de notas musicais tocadas pelo usuário.

Palavras chaves: Transformada de Fourier, aplicativo, androide.

Abstract: This article aims to present for the video version or not, in a clear and objective way to use the teaching language that is being used for teaching musical guidance and practice to play guitar. It is a great increase in the use of mobile devices and its use in the education approach. The proposal of this article is the development of a mobile application for the Android operating system, which is intended to conduct a self-directed study on this subject. The audio recording will be used in the Fourier Transform, thus determining the frequency of musical notes played by the user.

Key-words: Fourier Transform, app, android.

INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia e o aumento das ferramentas digitais em nosso dia-a-dia crianças, adolescentes e adultos possuem em suas mãos um grande acervo de materiais para diversão e aprendizado.

Com essa ferramenta o público com baixa renda possui grande abundância para acesso a materiais de qualidade, como por exemplo aprender a manusear e tocar violão corretamente.

Devido a este crescente, muitas pessoas que tenderiam a escolher a fonte de um conhecimento através de um curso presencial de modelo tradicional, estão se voltando ao uso de aplicativos para dispositivos móveis.

Com intuito de aprender novas habilidades através de cursos online que são desenvolvidos a partir de uma metodologia pedagógica para promover a educação através da modalidade de ensino a distância, com materiais, exercícios e fóruns.

Tendo como motivo para esta mudança o baixo custo para adquirir o conhecimento e também, pela facilidade de local e horário, onde geralmente são estudos auto direcionados que o usuário utiliza a aplicação, em momentos livres ao decorrer do seu dia a dia.

Através deste projeto temos o intuito de quebrar esta barreira onde todos terão acesso a informação, independentemente de classe social ou nível de estudo, mas tendo como requisito mínimo, força de vontade e ser alfabetizado no mundo digital.

Este trabalho visa gerar informações para fundamentar uma análise da viabilidade ou não do uso de aplicativos móveis para o estudo da teoria musical, além de ajudar o usuário a aprender a tocar violão. O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo móvel para o sistema operacional Android.

Aplicação estará disponível para a versão do android 4.4 ou superior, segundo [Google Dev] esta versão abrange mais de 90% dos dispositivos móveis além de possuir correções e atualizações de segurança importantes para o gerenciamento e processamento de áudio, esta versão está disponível para smartphone e tablet.

Este aplicativo tem como foco pessoas que tenham baixo ou médio conhecimento em teoria musical, independente se sabem ou não tocar violão, adquirindo assim dados suficientes para validar a eficácia do uso do aplicativo na aprendizagem desses usuários.

Com isso encontramos diversas barreiras para transmissão do conteúdo, sendo necessário um material de fácil compreensão e com ilustrações coerentes para proporcionar o máximo de absorção do conteúdo, além do ambiente com o mínimo possível de ruído.

Para receber e processar o áudio foi utilizado a Transformada de Fourier segundo [Stuart] é uma função matemática, que basicamente decompõe um sinal de ondas senoidais que são ondas de sons transmitidas por instrumentos, como o violão. Transmitindo ondas de diferentes amplitudes e frequências, foi constatado um problema em relação a ruídos, sendo necessário para melhor eficiência um local com absoluto silêncio, para que o áudio não seja sobreposto e não influencie em erros durante o estudo.

Um dos principais pontos desta ferramenta são a usabilidade com gráficos simples e intuitivo, material de qualidade sobre teoria musical e boas práticas para se tocar violão, através de um quiz com estilo de jogo baseado em questionário onde seu objetivo é fazer uma avaliação dos conhecimentos sobre determinado assunto. O aprendizado será com erros e acertos, onde serão realizados testes para se tocar determinadas notas musicais, recebendo ou não a pressão de responder em determinado tempo.

Todo material está separado por aulas, com a evolução do usuário será inserido novos conteúdos para os níveis iniciante, intermediário e avançado. Além do quiz a aplicação possui como funcionalidade um afinador de violão e um metrônomo.

Para a análise de áudio perante ao afinador musical e também para exercícios práticos direcionados à abordagem prática do uso do violão, será utilizada a Transformada de Fourier para processar o áudio e extrair a frequência referente às notas musicais tocadas.

METODOLOGIA

O trabalho baseia-se em pesquisa bibliográfica, estudo de caso e desenvolvimento de um aplicativo móvel.

No desenvolvimento do aplicativo para dispositivo móvel, foram empregadas diversas tecnologias, a serem explicadas no decorrer desta sessão, entre elas: Java, Android Studio, Adobe Experience Design, JSON. As tecnologias citadas foram escolhidas dentre outras possibilidades por serem de fácil utilização e proporcionarem boa interatividade com o mundo dos dispositivos móveis.

O Java é uma linguagem de programação capaz de escrever programas a serem executados em uma grande variedade de sistemas computacionais.

Segundo [Paulo Deitel e Harvey Deitel] Java é hoje uma das principais linguagens de programação, rodando em mais de 2 bilhões de dispositivos ao redor do mundo.

Sendo a linguagem-chave para desenvolvimento de aplicativos móveis Android adequados a smartphones e tablets, com alta performance, apresentando segurança e solidez e ser uma linguagem interpretada, além de oferecer recursos orientado a objetos. Aplicações em Java são executadas em plataformas que possuem a Java Virtual Machine (JVM) instaladas.

Como IDE (Integrated Development Environment, ou ainda ambiente integrado para desenvolvimento de software), será utilizado o Android Studio, IDE oficial para o desenvolvimento do android que proverá a criação do projeto, assim como editar código-fonte, compilar o aplicativo, depurar e ajustar o desempenho.

De acordo com [Google I/O 2013] o Android Studio é uma IDE que oferece um extenso conjunto de recursos para que você gerencie todo o ciclo de vida do seu projeto de desenvolvimento de software.

JSON (Javascript Object Notation) é um formato de intercâmbio de dados leve. Segundo [json.org] é fácil compreensão para os seres humanos, tanto para leitura quanto para escrita, e ao mesmo tempo é de fácil análise e criação para as máquinas.

Para prototipação, criação das telas e fluxo de navegação será utilizado Adobe Experience Design ferramenta ideal para UX e UI (experiência e interface do usuário).

Plataforma que permite organizar o fluxo de trabalho para criação de aplicativos móveis, englobando os passos desde a concepção do projeto até a visualização do protótipo.

ANALISADOR DE FREQUÊNCIA UTILIZANDO TRANSFORMADA DE FOURIER

Ao realizar o estudo de ensino de música com o uso de um aplicativo para dispositivos móveis, é necessário captar e processar o áudio ambiente. Para essa tarefa deve ser levado em consideração os ruídos do ambiente, tais como pessoas conversando ao redor ou ainda qualquer outro som por perto do aparelho receptor.

Para que o decorrer desta seção tenha seu total compreendimento, é necessário a definição de alguns termos, que seguem topicalizados abaixo.

- **Frequência:** é uma onda sonora, de acordo com [Soares 2013] é uma grandeza física ondulatória que indica o número de ciclos (oscilações durante um período de tempo). A medida mais utilizada são os Hertz (Hz), que é determinado pelo número de oscilações por segundo.
- **Período:** é o tempo total de um ciclo de oscilação de uma onda.
- **Amplitude:** é uma medida de altura completa de uma onda, segundo [Soares 2013] a amplitude de uma onda sonora pode permanecer constante, sendo classificada como uma onda contínua, ou pode variar de acordo com o tempo.

Para obter o som ambiente e realizar o processo para obter a frequência e tão logo seu valor em escala musical, é necessário primeiramente obter o espectro de frequência, cujo qual pode ser obtido através de um analisador de espectro que, segundo [Bonfim] é essencialmente um receptor de rádio passivo. E ainda [Bonfim] diz que os analisadores de espectros indicam geralmente a informação contida no sinal de forma direta, tais como a tensão, a potência, o período e a frequência.

De acordo com [Santos e Oliveira 2005] o espectro de frequência é obtido com um dos métodos tradicionais tal como a Transformada de Fourier.

Segundo [Stuart] com a análise da Transformada de Fourier podemos obter a frequência complexa que corresponde a cada nota musical, utilizando análise de ondas periódicas, representada graficamente por ondas retangulares podendo assim extrair a frequência correta, separadas de um conjunto de vibração senoidal (é uma curva matemática que descreve uma oscilação

repetitiva suave sendo que esta, é uma onda contínua) que está relacionada harmonicamente.

O APLICATIVO

O aplicativo proposto tem por finalidade permitir a seus usuários a introdução ao estudo da teoria musical básica, além dos primeiros passos para se tocar um violão. Tendo sido desenvolvido para sistema operacional Android da google versão 4.4(KitKat) ou superior.

Para melhorar a experiência do usuário no aplicativo foi utilizado Material Design, guia utilizado para o design visual desenvolvido pela Google em 2009 com objetivo de sintetizar os conceitos clássicos de um bom design com inovação e possibilidades trazidas com tecnologia e a ciência, atualmente este é o padrão de designer mais utilizado, tornando assim a identidade visual do aplicativo um diferencial em relação ao mercado sendo intuitivo, natural, fluido e de simples compreensão.

Recebendo o nome de: No tom, o aplicativo possui as seguintes funcionalidades: afinador musical, metrônomo e aulas com conteúdo teórico e prático, sendo distribuído inicialmente no aplicativo como exibido nas imagens abaixo:



Figura 1: Menu principal do aplicativo, com opções de afinador musical, metrônomo e aulas.

Descrição de cada funcionalidade do aplicativo, seguem abaixo.

AFINADOR

Esta funcionalidade foi desenvolvida para o público que possui um conhecimento mediano ou abaixo em música, com o propósito de auxiliar na afinação do violão, sendo aconselhados para usuários iniciantes em música um primeiro auxílio para afinar o violão para facilitar o contato inicial com o instrumento.

Foi notado que a transformada de Fourier possui problemas para ser utilizada em ambientes que possuam em ruídos, para minimizar este problema ao aplicar a Transformada de Fourier ao analisador de espectro do som captado, será utilizado um Buffer de Memória(é uma região da memória física utilizada para armazenar temporariamente os dados enquanto eles estão sendo movidos de um lugar para outro), com isso será possível armazenar várias medições e realizar uma média, diminuindo eventuais ruídos capturados na medição. Outra forma de minimizar o problema de ruídos na medição, será as medições que possuem a maior amplitude, ou seja aquelas que tenham a onda com maior pico, que por definição são as que possuem os sons mais altos.

- Na tela do afinador o usuário irá se deparar com uma agulha central que tende a apontar para uma nota principal, além de outras duas notas musicais e um valor referente a frequência capturada no ambiente. O modo de utilizar esta funcionalidade é simples, o som ambiente (espera-se o som do instrumento musical) é capturado e processado, feito isso verifica-se a frequência deste do som que por sua vez a nota musical é encontrada nesta frequência, independente da escala tocada. Caso a nota seja considerada afinada, haverá um texto informando a nota tocada, informando o usuário de sua assertiva. Se a nota tocada estiver com tom baixo ou acima do esperado, a agulha irá apontar através de uma animação a nota que está tendendo ser tocada, o que pode ajudar o usuário a passar de uma nota para outra, enquanto afina o seu instrumento. Para acrescentar informação é apresentado o valor referente

a frequência do som capturado e é mostrado de forma centralizada. Por razão acadêmica é mostrado na parte inferior da tela a sequência das notas musicais, para que o usuário principiante tenha uma maior noção de posição referente ao som tocado.

- Para facilitar a usabilidade do aplicativo, a captura do áudio é iniciada automaticamente ao entrar na tela, mas sempre inicialmente é validado se o usuário aprovou a permissão de áudio para o aplicativo pode capturar áudio e aplicar seu reconhecimento de frequência através da transformada de Fourier.
- Abaixo segue algumas imagens da tela do aplicativo, sendo utilizado o afinador.



Figura 2: Afinador mostrando nota com o tom abaixo.



Figura 3: Afinador mostrando nota com o tom afinado.

.



Figura 4: Afinador mostrando nota com o tom alto.

METRÔNOMO

Com objetivo de ajudar a aprimorar o ritmo musical do usuário com conhecimento mediano em música, foi desenvolvido um metrônomo, item este utilizado para marcar o ritmo de música, e para quem está começando a estudar música e violão, tende a ajudar muito para marcar tempo e ritmo a música:

- Ao abrir a tela do metrônomo, o usuário se depara com a animação de uma agulha marcando visualmente o ritmo, além de dois sons emitidos (ticks e tack, representação do som), que por sua vez fazem a marcação de cada tempo com atenuação de acordo com o compasso selecionado. O usuário ainda pode alterar o compasso pretendido, entre variações de um até doze compasso, além de poder modificar o batimento pretendido, que pode diversificar entre sessenta e cento e oitenta vezes por minuto.
- Com o propósito de facilitar o uso do aplicativo para o usuário, ao entrar na tela do metrônomo, o mesmo já é iniciado, tendo o compasso o valor inicial de dois e o batimento iniciando com o valor de sessenta.

- Abaixo segue algumas imagens da tela do aplicativo, sendo utilizado o metrônomo.

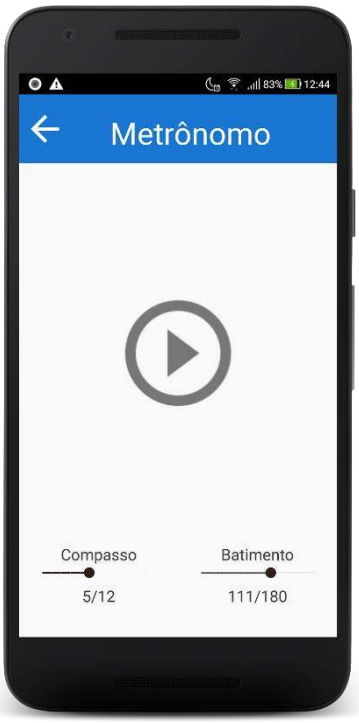


Figura 5: Metrônomo sendo utilizado em seu início padrão.



Figura 6: Metrônomo tendo o batimento alterado.

AULAS

Na sessão de aulas do aplicativo levará para o usuário inicialmente seis aulas com diferentes temáticas relacionadas, à teoria musical e a tocar violão, tendo nelas conteúdos teóricos e práticos. Estas aulas foram divididas de acordo com seu conteúdo e pré-ordenadas levando em consideração a dificuldade das mesmas, devido a isto é pré-requisito obter um conhecimento mínimo de uma aula para ter acesso a próxima aula.

- As aulas entre um e quatro, são apresentados de forma teórica perguntas na forma de um quiz, com conteúdo de teoria musical, para ser aprovado na aula é necessário que o usuário tenha determinado aproveitamento do conteúdo. Com o foco na aprendizagem, quando o usuário erra uma

questão é apresentado para ele a opção de tentar novamente com objetivo de erro e acerto proporcionando assim a facilidade no ganho do conhecimento do conteúdo proposto. Caso seja da vontade do usuário no decorrer das perguntas ele pode optar por desistir e recomeçar o conteúdo da aula.

- A aula de número cinco faz início ao conteúdo prático para tocar violão, requerendo do usuário que toque uma nota musical no violão, para ter um início de forma didática não é requerida em nenhum momento que se toque uma nota formado por um acorde (união de casas do braço do violão, ao serem tocadas as cordas).
- Na última aula produzida para o estudo, é requerido novamente que o usuário toque uma nota simples do violão sem uso de acordes. Porém como grau de dificuldade extra o usuário terá um determinado tempo para cumprir esta tarefa, sendo assim iniciado pela primeira vez o ritmo de uma música.
- Segue abaixo algumas imagens das telas do aplicativo, ao serem exibidas as aulas e alguns de seus conteúdos.



Figura 8: Menu de aulas, com todas as aulas desbloqueadas



Figura 9: Tela com uma questão e suas alternativas a serem



Figura 10: Tela com uma questão exibida e uma alternativa correta



Figura 11: Tela com uma questão exibida e uma alternativa incorreta

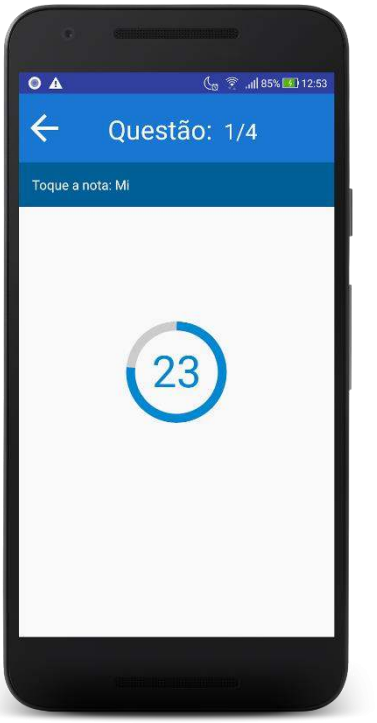


Figura 12: Tela com uma questão prática sendo exibida, sendo aguardado que toque a nota musical pretendida.selecionada.

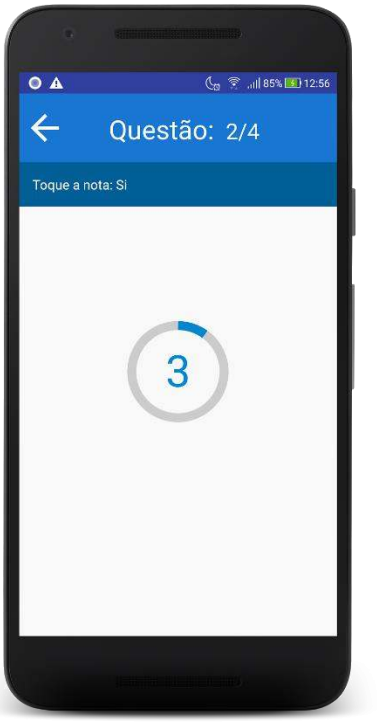


Figura 13: Tela com uma questão prática sendo exibida, sendo aguardado que toque a nota musical pretendida e com o tempo limite se esgotando.selecionada.

RESULTADO

O aplicativo desenvolvido poderá ser utilizado tanto por pessoas leigas em teoria musical quanto por pessoas que já estudam música em sua forma prática e teórica.

Por ter realizado o desenvolvimento do processamento do áudio utilizando a Transformada de Fourier, foi constatado um problema em relação a ruídos, sendo necessário para esta funcionalidade um local com absoluto silêncio, para que o áudio não seja sobreposto e influencie em erros durante o estudo. Foi utilizado também o dispositivo iRig, um adaptador específico contendo conectividade através da entrada do fone de ouvido com a função de microfone, muito utilizado para captação de som e redução de ruídos.



Figura 13: iRig adaptador específico para captação de som e redução de ruídos.

Pode-se concluir que o uso de aplicativos favorece a aprendizagem de teoria musical, porém deve ser revista ao se tratar de ensinar o uso de abordagens práticas de violão por pessoas totalmente leigas no assunto. Portanto o uso do aplicativo é recomendado como forma de adquirir o conhecimento teórico de forma auto direcionada, e pode ser utilizado como ferramenta de apoio a em aulas de violão presenciais com instrutores capacitados para orientar o aluno.

Portanto, neste trabalho pode-se observar o uso de tecnologia agregando na aprendizagem de teoria musical e prática ao se tocar violão, porém, ainda é necessário um aperfeiçoamento da tecnologia, assim como realizar experimentos mais aprofundados, para estabelecer uma real relação entre o uso da tecnologia proposta neste trabalho e a aprendizagem de teoria

musical e prática ao se tocar violão, ficando esses últimos pontos como proposta para trabalhos a serem realizados no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDROID, D. Painel, versões da plataforma página Disponível em <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html?hl=pt-br>. Acesso em 25/02/2018.

BONFIM, P.M. **Analisador de Espectros.** Página disponível em < http://www.eletr.ufpr.br/marlio/medidashf/apostila/apostila2a.pdf >. Acesso em 25/02/2018

DEITEL, Paulo e Harvey Deitel. Livro: Java - **Como Programar 10ª Edição Deitel & Deitel** 2016

GOOGLE I/O. **Novas tecnologias**. Página disponível em <https://developers.google.com/events/io/2013/sessions>. Acesso em 26/02/2018

JSON.ORG. **Introdução JSON**. Página disponível em <https://www.json.org/json-pt.html>. Acesso em 25/06/2018

SANTOS, E. T. F.; OLIVEIRA, A. **Estimação indireta de velocidade de um motor de indução trifásico utilizando um Analisador de Espectro Lock-in**. Página disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592005000100008>. Acesso em 27/02/2018.

SOARES, A. **Som e características do som: Frequência, Amplitude e Timbre.** Página disponível em <https://anasoares1.wordpress.com/2011/01/31/som-e-caracteristicas-do-som-frequencia-amplitude-e-timbre/>. Acesso em 24/06/2018.

STUART, R. Introdutivo al analisis de Fourier. Primera edición em español: México: **UTEHA,** 1965. 1p.

APENDICES

Link para baixar o aplicativo “NO TOM”, na loja de aplicativos do Google para aparelhos com Sistema Operacional Android.

https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.jeancss01.jr



Figura 14: Aplicativo disponível para baixar na loja virtual.