

Estudos em
ENGENHARIA E TECNOLOGIA
Processos e Desenvolvimento

Volume 4



Organizadores:
Glauceia Warmeling Duarte
Julio Preve Machado





Centro Universitário Barriga Verde

Orleans – Santa Catarina – Brasil

www.unibave.net

Disponível em:
periodicos.unibave.net

Editora:
FEBAVE

Orleans
2020

Título

Estudos em Engenharia e Tecnologia: Processos e Desenvolvimento

Organizadores:

Glauceia Warmeling Duarte

Júlio Preve Machado

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).
Catalogação na fonte elaborada pela Biblioteca Universitária UNIBAVE.

E82

Estudos em engenharia e tecnologia [**recurso eletrônico**]: processos e desenvolvimento / Glauceia Warmeling Duarte, Júlio Preve Machado (Orgs.) – Orleans/SC: Editora: UNIBAVE, 2020.
vol. 4, 177 p.: il.

Inclui: bibliografias

eISBN: 978-65-87961-01-9

(Versão on-line) Modo de acesso: <http://periodicos.unibave.net>

1. Projetos de Engenharia. 2. Engenharias. 3. Tecnologias e Engenharias. 4. Tecnologias industriais. Organizadores. I. Duarte, Glauceia Warmeling.

II. Machado, Júlio Preve. III. Título

CDD: 620.007

Eliane de F. Fernandes CRB-14/001471.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	06
CAPITULO 01 – EFEITO DA ADIÇÃO DE FIBRAS POLIMÉRICAS DESCONTÍNUAS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE REBOCO (Bruno Strey Briguento, Júlio Preve Machado, Márcio Duvoisin, Daniel Magagnin, Ana Sônia Mattos, João Paulo Mendes, Camila Lopes Eckert, Cláudio da Silva)	07
CAPITULO 02 – ESTUDO DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA MANUTENÇÃO DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC (Michelle Niehues Corrêa, Camila Lopes Eckert, Julio Preve Machado, Glaucea Warmeling Duarte)	21.
CAPITULO 03 – ANÁLISE DO EFEITO DO PÓ DE ALUMÍNIO NA RESISTÊNCIA À ABRASÃO DO CONCRETO (Ana Elise Chuch, Bruna Destro Jung, Caroline Weber Buss, Daniela Simiano, Micaella Borgert Miguel, Solange Vandresen, Daniel Magagnin, Glaucea Warmeling Duarte)	32
CAPITULO 04 – A UTILIZAÇÃO DE VIDRO RECICLADO NA PRODUÇÃO DE ENGOBES CERAMICOS: ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO VIDROS DE LÂMPADAS (Andrieli Germano da Silva, Elaine Oliveira Brizola Silva, Igor de Souza, Martinho Extekotter Junior, Sandra de Freitas Faria, Julia Zomer de Moraes, Glaucea Warmeling Duarte, Solange Vandresen, Daniel Magagnin)	41
CAPITULO 05 – COMPARATIVO DE CUSTOS NA UTILIZAÇÃO DE LAJE DO TIPO PRÉ-MOLDADA COM VIGOTA PROTENDIDA E COM VIGOTA TRELIÇADA CONVENCIONAL, EM UMA RESIDÊNCIA NA CIDADE DE ORLEANS/SC (Evandro Mazzuco Bussolo, João Paulo Mendes, Camila Lopes Eckert, Ana Sonia Matos, Júlio Preve Machado)	55
CAPITULO 06 – INSPEÇÃO DOS SISTEMAS PREVENTIVOS CONTRA INCÊNDIO EM UM GINÁSIO DE ESPORTES LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SÃO LUDGERO-SC (Caroline Schlickmann, Júlio Preve Machado, João Paulo Mendes, Ana Sônia Mattos, Camila Lopes Eckert)	71
CAPITULO 07 – (IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA BREVE REVISÃO (Diogo Ghisi Freitas, João Paulo Mendes, Júlio Preve Machado, Solange Vandressen, Camila Lopes Eckert)	84
CAPITULO 08 – A DIGITALIZAÇÃO DA ENERGIA E A MODERNIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL (Lucas Dutra Della Giustina, Flávio Schlickmann)	99
CAPITULO 09 – ANÁLISE DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS UTILIZADAS PELAS EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES DAS REGIÕES DA AMREC E AMUREL (Felipe Borges da Silva, Gabriel Vagner, Glaucea Warmeling Duarte, Nacim Miguel Francisco Junior)	115
CAPITULO 10 – PROTÓTIPO PARA CONTROLE DE CUSTOS NA PRODUÇÃO DE LEITE: ESTUDO DE CASO EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE LEITE NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE – SC (Marcelo Schmoller Heidemann, Ismael Mazzuco, Janaína Veronezi Alberton,	133
Livro Digital	4

Fábio Feltrin Fabro, Nacim Miguel Francisco Júnior, Ricardo Alexandre Vargas
Barbosa, Anderson Furlan)

CAPITULO 11 – PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE MATERIAIS NO RAMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (Héricles Felipe Weber, Maurício Wanderlind, Nacim Miguel Francisco Junior, Johnny Pereira, Alessandro Zanini, Elvis Bloemer, Arlei Zomer)	145
CAPITULO 12 – A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES COMPLEMENTARES NO PROCESSO DE APRENDIZADO: VIII SENPEX (Felipi da Silva, Julia Fernanda Oenning da Silva, Layse da Silva Tasca Koch, Mônica da Silva dos Anjos, Glauceca Warmeling Duarte, Camila Lopes Eckert)	158
CAPITULO 13 – O ENSINO LÚDICO NA QUÍMICA – A OXIDAÇÃO DE METAIS (Mônica da Silva dos Anjos, Camila Lopes Eckert, Juliana da Silva Natal, Glauceca Warmeling Duarte)	168

APRESENTAÇÃO

A pesquisa científica é considerada um dos quatro pilares da educação da UNESCO, elaborados no ano de 1999 por Jacques Delors, sendo eles: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser.

Quando realizada de forma idônea e bem estruturada leva a compreensão, descoberta e construção de conhecimento, além de desenvolver o senso crítico de quem participa do processo.

Assim, esta obra coletiva é resultado da produção científica de professores, acadêmicos e egressos dos cursos de Engenharia e Tecnologia do Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, e também de convidados externos.

Ao todo, é composto por 13 capítulos que objetivam estudar temas diversos das áreas de atuação da Engenharia Ambiental e Sanitária, Engenharia de Produção, Engenharia Civil e Sistemas de Informação, vinculados ao Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia (NUTEC).

O objetivo é, ainda, promover um espaço para que os envolvidos possam divulgar os resultados das pesquisas desenvolvidas, contribuindo para a disseminação e avanço da ciência.

Glaucea Warmeling Duarte

Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia – NUTEC

Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE

CAPÍTULO 01

EFEITO DA ADIÇÃO DE FIBRAS POLIMÉRICAS DESCONTÍNUAS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DAS ARGAMASSAS DE REBOCO

Bruno Strey Brigunte
Júlio Preve Machado
Márcio Duvoisin
Daniel Magagnin
Ana Sônia Mattos
João Paulo Mendes
Camila Lopes Eckert
Cláudio da Silva

Resumo: A fissuração de argamassas cimentícias prejudicam o desempenho e a durabilidade das edificações, demandando reforços que diminuam tais ocorrências. Por isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adição de fibras de polipropileno, com dois comprimentos diferentes, em argamassas de reboco. Foram incorporadas 900 gramas de fibras por m³ de argamassa, com diferentes percentuais entre as fibras de tamanhos de dois comprimentos, formando os compostos AG1, AG2, AG3, AG4 e AG5. As fibras de polipropileno utilizadas foram de 0,6 mm e 1,2 mm de comprimento. Os resultados mostraram que entre as argamassas com incorporação de fibra, as argamassas AG3 (50% 0,6 mm; 50% 1,2 mm) apresentaram os melhores resultados de tração na flexão e compressão. A pesquisa ainda comprovou a correlação entre absorção d'água e resistência mecânica dos compostos produzidos.

Palavras-chave: Vedação. Revestimento. Patologias.

Introdução

Segundo a NBR-7200 (1998), argamassas podem ser definidas como uma mistura homogênea composta por aglomerantes e agregados, com adição de água, podendo haver adição de aditivos em sua composição, possui características como resistência e aderência após sua secagem, tendo como finalidade principal, fornecer proteção, estanqueidade e acabamento para a alvenaria.

O papel das argamassas na construção civil é de proporcionar acabamento nas estruturas, proteção aos elementos de vedação, principalmente contra os agentes da natureza, gerando conforto térmico e acústico, além de garantir a estanqueidade das superfícies (CARASEK, 2007). A partir do momento que a fissuração começa a ocorrer, a capacidade de vedação dos revestimentos argamassados é reduzida, não atendendo o desempenho esperado.

A formação de fissuras ocorre por meio do alívio de tensões, prejudicando a aderência no substrato, sua estanqueidade e principalmente o acabamento superficial, comprometendo sua durabilidade (BAIA; SABBATINI, 2000).

Assim, a utilização de reforços a base de fibras possui grande potencial de minimizar as consequências geradas pelas características da matriz, restringindo sua retração, melhorando o comportamento na tração e fornecendo uma maior ductilidade e tenacidade ao composto cimentício (SENISSE, 2010).

As fibras podem ser apresentadas de diferentes formas, variando de fios até mantas, podendo ser aplicadas de modo aleatório ou contínuo. Deste modo, as fibras representam uma grande alternativa criada para o combate de patologias (SILVA, 2003).

A aplicação das fibras na matriz cimentícia ocorre diretamente na mistura, garantindo maior dispersão do produto. As fibras de polipropileno apresentam vantagens pelo fato de não absorverem água, possuírem baixa densidade e um baixo custo de fabricação (JAWAID; KHALIL, 2011).

A incorporação das fibras no comportamento de compósitos cimentícios foi analisada e estudada diversas vezes, analisando-se diferentes propriedades e trazendo resultados promissores (SALVADOR, 2013). Ao perceberem o potencial das fibras, alguns pesquisadores começam a direcionar seus estudos para as chamadas misturas híbridas, onde há a variação de duas ou mais características das fibras.

Um dos parâmetros mais importantes para essa matriz híbrida é a interação entre os componentes, pois uma adesão inadequada das fibras pode provocar início de falhas, comprometendo o seu desempenho. Para Dawood e Ramili (2011), a hibridização desempenha um papel importante, pois quando se tem dois reforços de diferentes características, cada um irá atuar para um papel separado, aumentando assim sua eficácia na matriz. Porém, surge a dúvida quanto ao possível ganho ou não de resistência do composto, fazendo o uso de duas fibras poliméricas de diferentes comprimentos.

Desta forma, este trabalho buscou avaliar os efeitos da incorporação de fibras poliméricas com dois diferentes comprimentos, na resistência a tração das argamassas cimentícias. Para isso, pretende-se avaliar a absorção de água das

argamassas produzidas com a adição das fibras, determinar a resistência à tração na flexão com a adição das fibras e a resistência de compressão das mesmas.

Procedimentos Metodológicos

As pesquisas podem ser classificadas quanto à abordagem do problema, natureza, objetivos e quanto aos seus procedimentos técnicos utilizados. O presente trabalho pode ser classificado quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada, envolvendo interesses locais e tendo como objetivo resolver um problema específico, resultando em um produto aplicado e atendendo as demandas sociais. A forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa quantitativa, considerando a possibilidade de todas as etapas e materiais serem mensurados, traduzindo-os em números e informações para depois serem analisados e estudados (OTANI; FIALHO, 2011).

No que diz respeito aos fins da pesquisa, a mesma caracteriza-se como explicativa, em razão da preocupação de identificar os fatores que determinam para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando mais o conhecimento da realidade (GIL, 2008). Por fim o procedimento adotado, trata-se de um estudo experimental, onde é investigado os fenômenos ou fatos que visam ressaltar as diferenças e igualdades entre os materiais analisados, uma vez que exige a realização de testes e controle de variáveis (GIL, 2008).

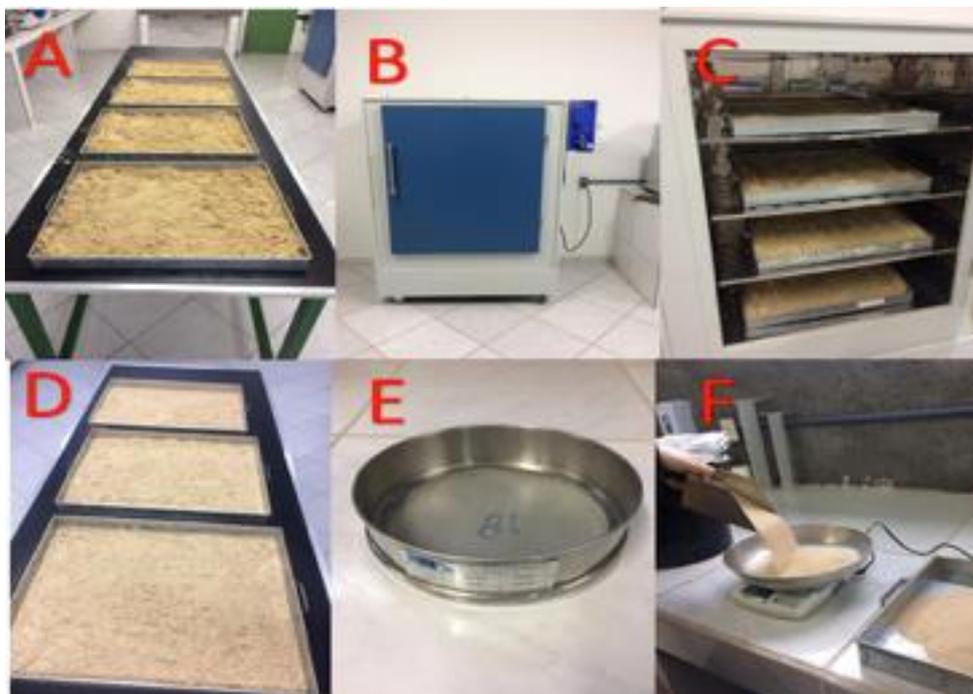
Materiais Utilizados

Foi utilizado cimento Portland CP- II - Z 32, NBR 11578 (ABNT, 1991). Tais cimentos precisam da água para que se processem as reações de hidratação para o seu endurecimento. A água deverá ser potável, não podendo estar contaminada, atendendo a NBR 15900-10 (ABNT, 2009).

A areia utilizada na mistura foi do tipo média lavada, a mesma passou por processo de secagem em forno, sendo depositadas em recipientes metálicos, cada amostra de areia passou por 8 horas de secagem em temperatura constante de 110 °C, posteriormente a secagem do material, foi realizado o peneiramento para retirada de possíveis sujeiras, depois de preparado o material foi pesado e separado para utilização, a Figura 01 apresenta o processo de secagem, peneiramento e pesagem do material.

As fibras foram incorporadas diretamente no processo, sendo adicionado primeiramente metade da areia na betoneira, logo após as fibras são adicionadas e batidas até sua dispersão completa, em seguida a outra metade da areia é adicionada, em seguida adicionou-se o cimento como último material seco, após a completa mistura dos materiais secos adiciono se o volume de água gradativamente até a mistura completa dos materiais. As fibras adotadas para os ensaios, foram às de polipropileno com os comprimentos padronizados de 6,0 e 12,0 mm, por serem comprimentos comercializados. A Figura 02 apresenta as fibras de polipropileno.

Figura 01 - (A) Material separado para secagem; (B, C) Forno para secagem do material; (D) Material após 8 horas de secagem a 110 °C; (E) Peneira número 18 para retirada de sujeiras do material; (F) Pesagem do material.

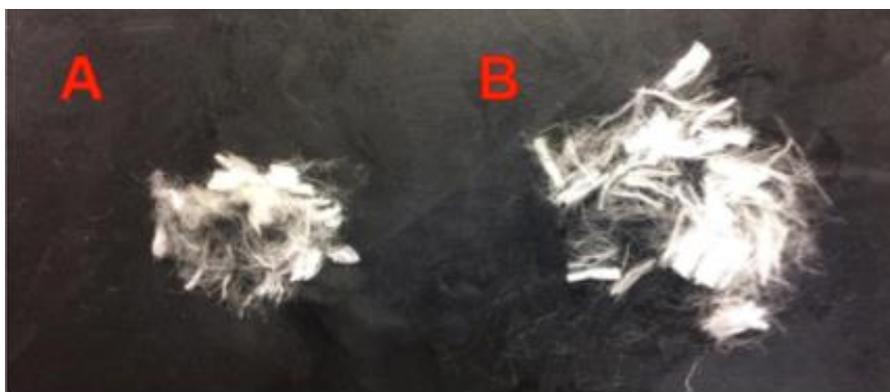


Fonte: Autores (2019).

Todos os materiais foram adicionados conforme traço adotado em proporções volumétricas, sendo cinco partes de areia para uma parte de cimento, e 1,93 de água (1:5:1,93), todos os materiais, exceto a água, estavam totalmente secos, e foram pesados para a obtenção de resultados coerentes. Durante o processo de produção das argamassas à única variação entre as amostras foi a porcentagem dos comprimentos das fibras inseridas na mistura, garantindo amostras homogêneas. Na Tabela 01 está demonstrado as composições efetuadas neste estudo.

As fibras poliméricas, quando adicionadas em grandes quantidades, sendo adicionadas acima de 2% do total de massa produzida, podem vir a prejudicar a mistura e homogeneização da argamassa (BENTUR; MINDESS, 2007). Com isso, baseando-se em trabalhos de Silva (2006), Cortez (1999) e Balanguru (1994), fixou-se o teor de incorporação de fibras em 900 g/m³ em relação ao volume de argamassa produzido, respeitando o limite máximo de incorporação de fibras em 2% do volume total da argamassa produzida.

Figura 02 - (A) Fibras de polipropileno 6 mm de comprimento; (B) Fibras de polipropileno 12 mm.



Fonte: Autores (2019).

Tabela 01 - Variação dimensional das fibras utilizadas para produzir as amostras.

Amostra	% Fibras com 6 (mm)	% Fibras com 12 (mm)
AG0	0	0
AG1	75	25
AG2	25	75
AG3	50	50
AG4	0	100
AG5	100	0

Fonte: Autores (2019).

Metodologia de ensaios

Os ensaios foram realizados em laboratório, para assim, obter uma avaliação do comportamento das amostras de argamassa mais precisa, para isso, a moldagem de amostras ocorreu em moldes de madeirite naval plastificado, com dimensões internas padrão, possuindo 4x4x16 (cm).

A moldagem dos corpos de prova ocorreu seguindo as prescrições da NBR 13279 (ABNT, 2005), onde foi adicionada metade do volume da argamassa produzida nos moldes, aplicando pequenos golpes na massa para a expulsão do ar presente na argamassa, logo em seguida, adicionou-se o restante da massa e repetiu-se o procedimento de golpes na massa, por último foi realizado o nivelamento da amostra, A Figura 03 apresenta o processo de moldagem dos corpos de prova.

Figura 03 - (A) Moldes de madeirite plastificado; (B) Argamassa no estado fresco; (C) Preenchimento dos moldes.



Fonte: Autores (2019).

Para análise e discussão dos resultados, adotou-se como critério, a realização de 4 unidades de cada composição, excluindo a amostra com o menor valor de resistência a tração na flexão, todos os ensaios foram executados com base na NBR 13279 (ABNT, 2005), o procedimento dos ensaios ocorreu 28 dias após a moldagem das amostras.

A realização dos ensaios ocorreu na empresa QUALIFY, sendo executada por prensa mecânica, do modelo FORTEST, com capacidade de 200.000 kg sendo inicialmente realizado o ensaio de tração na flexão da peça, com aplicação de uma carga uniforme e sem choque de 50+/- 10N/s. A Figura 04 apresenta o processo de realização dos ensaios.

A resistência à tração na flexão foi calculada seguindo a Equação 1, conforme indica a NBR 13279 (ABNT, 2005):

$$R_t = \frac{1,5 \cdot F_1 \cdot L}{40^3} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Rt é a resistência à tração na flexão, em Megapascais (Mpa);

F1 é a carga aplicada verticalmente no centro do prisma, em Newtons (N);

L é a distância entre suportes, em milímetros (mm).

Figura 04 - (A) Prensa mecânica Fortest; (B) Ensaio de tração na flexão;(C) Ensaio de compressão.



Fonte: Autores (2019).

Para a realização dos ensaios de compressão axial, foram utilizadas as mesmas amostras usadas no teste de resistência à tração na flexão, neste caso, os corpos de prova rompidos em duas partes foram transformados em cubos com dimensões mínimas de 4x4x4 (cm), sendo realizado o ensaio nas duas extremidades da peça. A carga aplicada nas peças foi de 500+/-50 N/s, respeitando as mesmas condições do teste anterior. Estes ensaios se basearam na norma NBR 13279 (ABNT, 2005). Para os valores da resistência a compressão, realizou se a média dos valores obtidos em cada lado, resultando em uma média de valores, como sugere a norma.

A resistência à compressão axial foi calculada segundo a Equação 2, conforme indica a NBR 13279 (ABNT, 2005):

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

Rc é a resistência à compressão axial, em Megapascais (Mpa);

Fc é a carga máxima aplicada, em Newtons (N);

1600 é o valor da área da amostra em mm².

Para a realização dos ensaios de absorção de água por imersão, utilizou-se a NBR 9778 (ABNT, 2009), estabelecendo os métodos para realização do ensaio, após moldados, os corpos de prova foram curados durante 24 horas e logo após, desmoldados, permanecendo durante 28 dias em cura úmida até a realização dos ensaios, após a retirada das amostras do taques de água, elas foram pesadas e devidamente numeradas, obtendo-se os pesos saturados, após 24 horas, as mesmas amostras foram pesadas novamente para obtenção dos valores de seu peso seco. Para posteriormente obter os resultados de absorção de água nas amostras.

A absorção de água foi calculada segundo a Equação 3, conforme indica a NBR 9778 (ABNT, 2009):

$$\text{Absorção de água} = \frac{M_{\text{sat}} - M_{\text{s}}}{M_{\text{s}}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

M_{sat} = Massa do corpo de prova saturado

M_{s} = Massa do corpo de prova seco

Resultados e Discussão

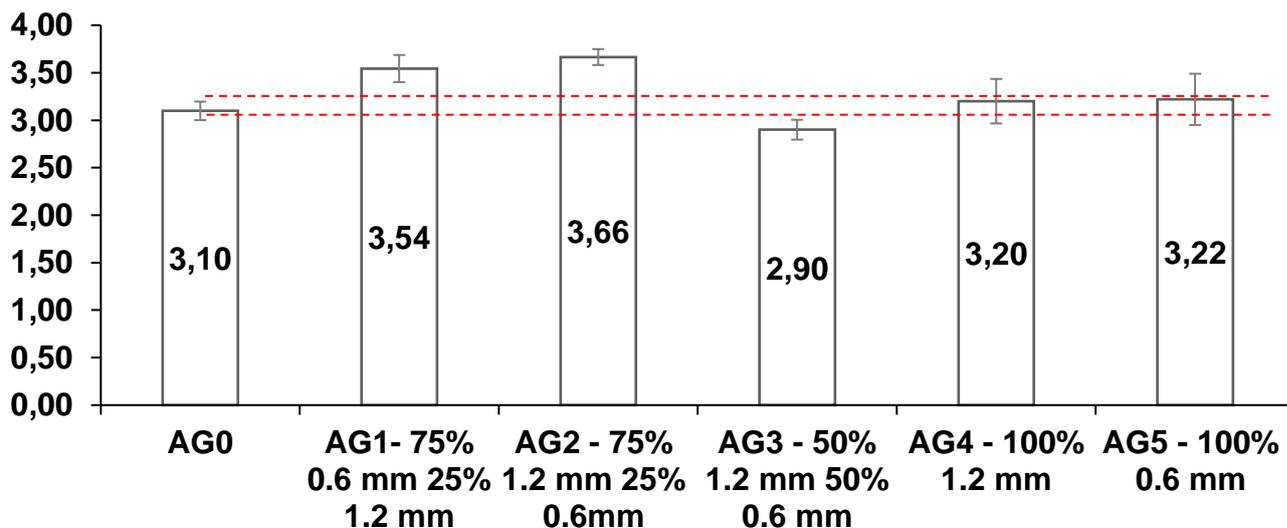
Os resultados obtidos neste trabalho são apresentados e discutidos com o intuito de analisar o efeito da incorporação de fibras de polipropileno nas argamassas de revestimento. Os resultados dos ensaios de absorção de água, compressão axial, e resistência à tração na flexão, foram analisados por métodos estatísticos, como o desvio padrão e análise de correlação de resultados.

Absorção de água

A Figura 05 traz os resultados de absorção de água, bem como o desvio padrão representado pela linha tracejada vermelha. Percebe-se que a argamassa AG2 apresentou o maior dos valores médios de absorção de água (3,66%). Isso pode ser resultado de uma maior porosidade da amostra. Mehta e Monteiro (2014) descrevem que em compostos cimentícios as áreas superficiais das fibras fazem contato com os demais constituintes dificultando a mistura, implicando no aumento da porosidade. As argamassas AG3 (2,90%), AG4 (3,20%) e AG5 (3,22%) apresentaram resultados semelhantes estatisticamente, até mesmo quando

comparada com a argamassa AG0. Tais resultados mostram as que tais compostos (AG3, AG4 e AG5) obtiveram as melhores misturas já que os resultados de absorção de água foram inferiores as argamassas AG1 e AG2. Na Figura 06 são apresentadas as imagens internas dos corpos de prova rompidos, demonstrando os sinais de porosidade indicados pelos círculos azuis.

Figura 05 - Resultados de absorção de água.



Fonte: Autores (2020).

Figura 06 - Imagem interna dos corpos de prova (A) AG0, (B) AG1, (C) AG2, (D) AG3, (E) AG4 e (F) AG5.

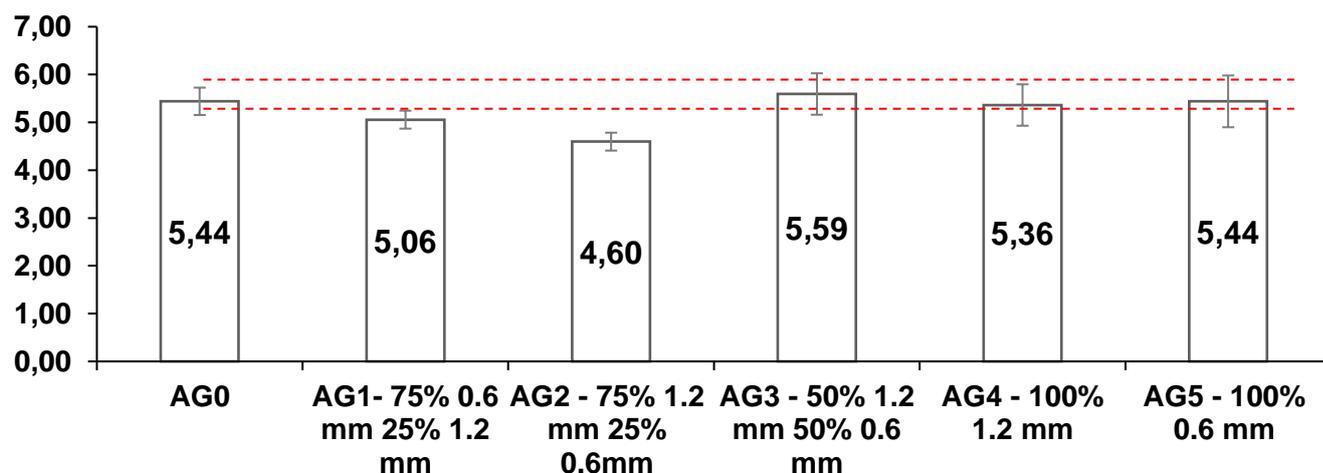


Fonte: Autores (2020).

A Figura 07 apresenta os valores médios de resistência a tração na flexão, e o seu desvio padrão, representado pela linha tracejada vermelha.

Analisando a Figura 07 pode-se perceber que embora o maior valor médio seja obtido na argamassa AG3 (5,59 MPa), as argamassas AG0 (5,44 MPa), AG3 (5,59 MPa), AG4 (5,36 MPa) e AG5 (5,44 MPa) compõem valores estatisticamente semelhantes. As argamassas AG1 e AG2 apresentaram valores menores de resistência, 5,06 MPa e 4,60 MPa, respectivamente. Passuelo et al. (2011) descrevem que para que as fibras sirvam de obstáculos de propagação de tensão interna de tração em compostos cimentícios, precisam ser adicionadas num teor ideal, sem prejudicar a mistura. Piasta e Zarzychi (2017) citam que problemas na mistura podem influenciar no aumento da absorção d'água e conseqüentemente, na redução de resistência.

Figura 07 - Resultados da ruptura à tração na flexão.

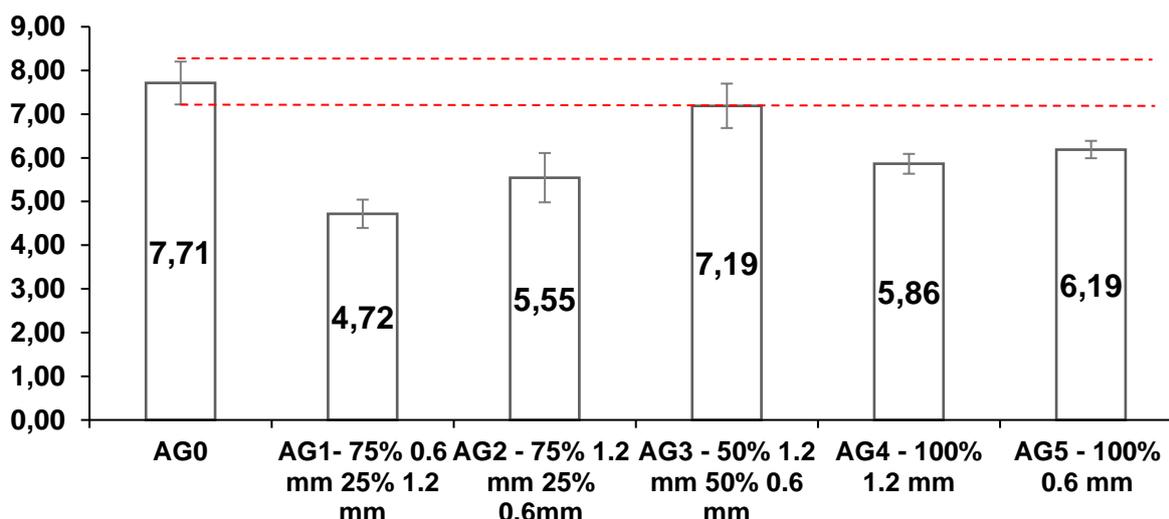


Fonte: Autores (2020).

A Figura 08 apresenta os resultados de resistência à compressão das argamassas. Analisando a Figura 08 pode-se perceber que os maiores resultados de resistência à compressão foram obtidos nas argamassas AG0 e AG3, 7,71 MPa e 7,19 MPa, respectivamente. Estatisticamente, tais resultados são semelhantes e estão relacionados as descrições de Piasta e Zarzychi (2017). Desta forma, calculou-se a correlação entre os resultados apresentados na Tabela 02.

A correlação entre as propriedades é obtida quanto seu resultado estatístico fica mais próximo de [1]. Desta forma, analisando a Tabela 02 percebe-se a correlação comprovada entre os resultados de resistência à tração na flexão/absorção de água (-0,937580755) e resistência à compressão/absorção de água (-0,810619099). O sinal negativo indica que a correlação é inversamente proporcional. Esses resultados coincidem com a afirmação de Piasta e Zarzychi (2017) citada anteriormente, de que o aumento da absorção d'água diminui a resistência mecânica (compressão/tração na flexão). A absorção d'água influenciando na resistência mecânica (compressão/tração na flexão) das argamassas pode ter sido o motivo pelo qual as fibras não tenham apresentado o desempenho de aumentar estatisticamente, os valores de resistência.

Figura 08 - Resultados de resistência à compressão.



Fonte: Autores (2020).

Tabela 02 – Correlação entre os resultados.

PROPRIEDADES	Resistência à compressão (MPa)	Resistência de tração à flexão (MPa)	Absorção d'água (%)
Resistência à compressão (MPa)	1	0,648564991	-0,810619099
Resistência de tração à flexão (MPa)	0,648564991	1	-0,937580755
Absorção d'água (%)	-0,810619099	-0,937580755	1

Fonte: Autores (2019).

Considerações Finais

Nesta pesquisa buscou-se verificar a eficiência da incorporação de fibras poliméricas, com dois comprimentos diferentes, que quando associadas à argamassa de revestimento tendem a melhorar o comportamento deste composto. Os resultados obtidos são importantes para se ter noção da aplicabilidade deste produto no setor da construção civil do Sul de Santa Catarina.

Foi possível perceber que o efeito da existência de poros no composto cimentício influenciou nas resistências mecânicas. Os maiores valores de resistência à tração na flexão e compressão foram obtidos nas argamassas de menor absorção d'água. Conseqüentemente as argamassas de maiores resultados de resistência de absorção d'água resultaram em valores de resistência à tração na flexão e compressão menores. A correlação entre absorção d'água e resistência mecânica foi perceptiva.

O que pode ter tido influência nos resultados de absorção d'água (porosidade) foi a maior dificuldade de mistura nos compostos com fibras, principalmente nas argamassas AG1 (75% 0,6 mm; 25% 1,2 mm) e AG2 (75% 1,2 mm; 25% 0,6 mm). A argamassa AG3 (50% 0,6 mm; 50% 1,2 mm) apresentou o melhor resultado de mistura entre as argamassas com fibras.

Desta forma, neste estudo, não foi possível constatar a influência estatística das fibras no aumento e/ou redução da resistência, exceto nas argamassas AG1 e AG2 que tiveram a ineficácia comprovada.

Esses resultados poderão inspirar futuras pesquisas envolvendo argamassas cimentícias, no sentido de estudar a relação entre diferentes proporções de fibras na resistência mecânicas desses materiais. Pode-se também realizar estudos envolvendo misturas contendo aditivos plastificantes e/ou incorporadores de ar que possam melhorar a consistência do material com a redução de água.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - procedimentos. Rio de Janeiro: 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: Cimento Portland composto - Especificação. Rio de Janeiro: 1991.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão axial. Rio de Janeiro: 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900-10: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro: 2009.

BAÍA, L. L. M; SABBATINI, F. H. Projeto e execução de revestimento de argamassa. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

BALANGURU, P. Contribution of fibers to crack reduction of cement composites during the initial and final setting period. *ACI Materials Journal.*, v.91, p.280-288, mai., 1994.

BENTUR, A.; MINDESS, S. Fibre reinforced cementitious composites. London; New York: Elsevier, 2007.

CASAREK, Helena. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, IBRACON, 2007. Composites: A review. *Carbohydrate Polymers* 86 (2011) 1–18.

CORTEZ, I. M. M. Contribuição ao estudo dos sistemas de revestimento à base de argamassa com incorporações de fibras sintéticas. 1999. 219f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

DAWOOD, E. T.; RAMLI, M. Contribution of Hybrid Fibers on the Properties of High Strength Concrete Having High Workability. *Procedia Engeneering*, v.14, p.814-820, jan., 2011.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JAWAID, M.; KHALIL, FIGURA. P. S. A. Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: a review. *Carbohydrate Polymers*, v.86, n.1, p.1-18, ago., 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. São Paulo: IBRACON, 2014.

OTANI, N.; FIALHO, F. A. P. TCC: Métodos e Técnicas. 2.ed. rev. Atual. Florianópolis: Visual Bookz, 2011. 160p.

PIASTA, FIGURA.; ZARZYCKI, B. The effect of cement paste volume and Figura/c ratio on shrinkage strain, water absorption and compressive strength of high performance concrete. *Construction and Building Materials*, Poland, v. 140, p. 395–402, 9 fev. 2017.

SALVADOR, R., P. Análise comparativa de métodos de ensaio para caracterização do comportamento mecânico de concretos reforçados com fibras. 2013. 201f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SENISSE, J. A. D. L. Influência do Consumo de Água, do Teor de Adição de Microfibras de Polipropileno e do Tipo de Cimento no Fenômeno da Retração Por Secagem em Concretos Empregados em Pisos. Porto Alegre, 2010. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVA, R. da P. Argamassa com adição de fibras de polipropileno: Estudo de comportamento relógico e mecânico. 2006. 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-17112006-141646/pt-br.php>. Acesso em: 28 mai. 2019.

SILVA, A. S. R. *et al.* Avaliação do desempenho de argamassa de revestimento com uso de fibra de polipropileno na cidade de Salvador/BA. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSA, 5, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2003. p.469-479.

CAPÍTULO 02

ESTUDO DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA MANUTENÇÃO DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS NO MUNICÍPIO DE ORLEANS/SC

**Michelle Niehues Corrêa
Camila Lopes Eckert
Julio Preve Machado
Glauceia Warmeling Duarte**

Resumo: Com o crescimento do setor da construção civil, houve um aumento na produção dos resíduos de construção e de demolição, conhecido como RCD. Assim, tornou-se importante encontrar maneiras de reciclar e reutilizar esses resíduos, pois impactam negativamente o meio ambiente e geram despesas financeiras. Este artigo analisa os benefícios que a reutilização do RCD traria ao Município de Orleans/SC, com base nos dados obtidos junto à Secretaria de Infraestrutura Municipal referente aos alvarás de construção e demolição emitidos. Conforme o estudo, não seria possível a substituição total da matéria-prima através do resíduo de construção civil, porém 90% do RCD gerado pode-se utilizar para a manutenção das vias, diminuindo os custos com o descarte do material. Ainda, há a vantagem com a substituição do material, pois diminuiria a quantidade retirada de jazidas, que é um processo que impacta negativamente o meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição. Estradas não Pavimentadas. Meio Ambiente. Construção Civil.

Introdução

A indústria da construção civil vem há muito tempo gerando impactos negativos ao meio ambiente. Este é um dos setores que mais consome recursos naturais atualmente. Devido aos seus processos altamente poluentes, as matérias-primas não renováveis utilizadas e também a grande geração de resíduos (CASARIN; HALMEMAN; SOUZA. 2009).

Em consequência do crescimento e da urbanização dos municípios, houve um aumento dos processos deste setor, ocasionando uma maior geração de resíduos da construção e demolição (RCD) (CASARIN; HALMEMAN; SOUZA. 2009). Estes resíduos são definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2002), como todo o resíduo que foi utilizado na execução de alguma etapa de obras, como construções, reformas, reparos e demolições, e os que resultam da preparação e escavação de terrenos, como tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos e rochas.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, estima-se que 50% dos resíduos sólidos gerados referentes às atividades humanas decorrem da construção. Casarin, Halmeman e Souza (2009) citam que grande parte destes resíduos provem de desperdício no setor.

Percebe-se então a necessidade de desenvolver ações para minimizar os impactos ambientais ocasionados pelo setor. O CONAMA (2002) estabelece diretrizes, critério e os procedimentos para o gerenciamento dos resíduos da construção através da resolução nº 307, de julho de 2002. É determinado que os geradores dos resíduos sejam os responsáveis pela destinação dos mesmos, devendo ser realizado a classificação para posterior destinação final.

De acordo com Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2014/2015), o descarte irregular do RCD pode ocasionar inúmeros inconvenientes, como a ocorrência de enchentes, a perda de infraestrutura de drenagem devido ao entupimento de galerias e o assoreamento de canais. Estes devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para locais próprios para armazenagem até a sua reciclagem futura. Em casos onde ainda não há tecnologias para a sua reciclagem devem ser armazenados e destinados de acordo com a sua especificação técnica.

A reutilização desses materiais pode ocorrer em inúmeros processos, sendo um deles a sua utilização para manutenção de vias não pavimentadas. Conforme Oliveira (2015), não é viável a pavimentação de todas as estradas de terra, devido ao enorme custo que isso geraria, ainda mais considerando que em muitos lugares o volume de veículos que transitam são baixos. Então, a sua manutenção correta é de extrema importância, podendo ser utilizado o RCD.

Motta (2005) enfatiza que a utilização dos resíduos como revestimento primário traz benefícios, como a minimização de lama em dias chuvosos e poeira em dias secos. Também constatou que as vias onde foram aplicados os resíduos, houve uma menor necessidade de intervenções.

Assim, este trabalho tem por objetivo principal desenvolver um estudo teórico para avaliar a viabilidade e os benefícios da utilização de RCDs na manutenção de vias não pavimentadas na cidade de Orleans/SC. Tendo em vista isso, os objetivos específicos para este artigo são: quantificar as vias não pavimentadas do município; abordar as características gerais dos RCDs; estimar a quantidade gerada

anualmente de RCDs na cidade de Orleans; apresentar as características da matéria prima tradicional; avaliar os gastos e quantidade de matéria prima necessários nas manutenções das vias através do modo tradicional; analisar os benefícios do método com o RCD reutilizado.

Procedimentos Metodológicos

O estudo é classificado quanto ao objetivo da pesquisa como exploratória, pois de acordo com Gil (2008), estas pesquisas têm como propósito promover um ponto de vista geral de um determinado evento, através do aperfeiçoamento de conceitos e ideias. Assim, há problemas específicos ou hipóteses que tenham a possibilidade de estudo futuro.

Possui abordagem da pesquisa quantitativa, pois como expõe Mattar (2006), este tipo de abordagem busca a aprovação das hipóteses através de informações estruturadas. Sua natureza é caracterizada como uma pesquisa aplicada, uma vez que fornece conhecimentos em que há a possibilidade de aplicação prática, com a solução de dos problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Ainda será realizado um estudo de caso, que Gil (2008) descreve como um estudo profundo de um ou mais objetos, para obter informações detalhadas e um conhecimento amplo.

Os dados que serão utilizados como bases do desenvolvimento deste projeto foram coletados junto a Prefeitura Municipal de Orleans/SC e envolvem a quantificação das estradas rurais não pavimentadas, quantificação dos valores gastos com os materiais para a manutenção destas estradas, a quantificação de obras autorizadas pela prefeitura e a quantidade de matéria prima utilizada por ano, para posterior avaliação da quantidade estimada de resíduos gerado. Além disso, serão obtidas, de fontes bibliográficas, informações a respeito das características dos materiais utilizados para manutenção de estradas não pavimentadas e características gerais dos resíduos gerados pela construção civil.

Com os dados das áreas obtidos com os alvarás de construção e demolição junto a Prefeitura Municipal de Orleans, pode-se quantificar o volume de RCD por meio da equação abaixo, através do coeficiente de perda proposto por Pinto (1999):

$$\text{Peso de RCD} = \text{Área} \times 150 \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

- Peso de RCD: Estimativa da geração de RCD;
- Área: Valor em m² de alvarás emitidos pela prefeitura municipal de Orleans;
- 150 (kg/m²): Coeficiente de perda baseado na metodologia de Pinto (1999).

Resultados e Discussão

O projeto tem como área de estudo a cidade de Orleans/SC, que foi fundada em 30 de agosto de 1913 e encontra-se no extremo sul de Santa Catarina. De acordo com dados do IBGE, a população estimada de 2019 no município é de 22.912 habitantes e possui área da unidade territorial de aproximadamente 540,00 km². Atualmente, a quantidade de vias não pavimentadas é de 1.200 km, conforme dado obtido com a prefeitura municipal de Orleans. A Figura 01 apresenta a localização do município.

Figura 01 - Localização do município de Orleans.



Fonte: Google Maps (2019).

O material que se utiliza para a manutenção das estradas não pavimentadas constitui de uma mistura de material argiloso com material granular, normalmente

com proporção de 1:2,5 (material argiloso:material granular). A adição do material argiloso serve como ligante, que através da sua combinação com o material granular tem a função de regularizar a via. Já o material granular, auxilia para melhorar o atrito entre o pneu e a pista de rolamento. Esta mistura, após compactado, deve possuir sua espessura variando entre 10 cm e 20 cm. Além disso, para o funcionamento adequado da via, deve possuir uma boa drenagem (MARCELINO, 2009).

De acordo com a Secretaria de Infraestrutura do município de Orleans, os materiais que são atualmente utilizados para a manutenção das vias não pavimentadas são retirados de jazidas na cidade, como o cascalho. Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2009), esse é um material natural que possui dimensões entre 4,8 mm e 100 mm, porém conforme DNIT (2005), para a utilização na manutenção de estradas rurais deve-se empregar uma dimensão igual ou inferior a 25 mm. Sendo assim, para a utilização do RCD, deve-se haver uma britagem e peneiramento do material para a adequação a sua dimensão exigida.

Conforme Abreu et al. (2008), a composição dos RCD podem variar, dependendo do local, tipo de construção e da época do ano. De acordo com seus estudos, os resíduos são compostos aproximadamente de 76% de tijolos e argamassas, 14% de restos de concreto, 3% de cerâmica, 2% de gesso, 2% de madeira e de 1% de pedras. Ainda há porcentagens menores de outros materiais que podem estar presentes, como metal, matéria orgânica, papel, plástico, PVC. Como descreve Cabral et al. (2011), essas perdas confirmam que os maiores desperdícios ocorrem durante as etapas de concretagem, alvenaria, emboço/reboco e revestimento.

Cabral et al (2011) também classificou os resíduos encontrados de acordo com a Resolução CONAMA 307. Conforme o autor, 94,8% dos resíduos são de classe A, 3,1% pertencem a classe B e por último, 2,1% são resíduos de classe C. Sendo assim, por sua maioria ser de classe A, pode ser reutilizado ou reciclado.

Conforme Motta (2005), os resíduos de construção e demolição são compostos por diversos materiais, que vem dos variados processos do setor de construção civil. Alguns desses resíduos, como a madeira, o metal, resíduos de tintas e gesso, não devem ser reutilizados em todo lugar, devido aos seus

componentes. Devido a isto, deve-se retirar estes materiais através da triagem, que é um processo extremamente relevante, onde é realizado a separação dos materiais inadequados, podendo ser feita de forma manual ou através do uso de aparelho magnético. Conforme o CONAMA (2002), os resíduos de classe A são passíveis de reutilização, e como sugere Morand (2016), considerando seu uso para a substituição da matéria granular na manutenção de vias podemos utilizar os materiais compostos de tijolo, argamassa e concreto. Sendo assim, aproximadamente 90% dos RCDs são aptos a reutilização nessas manutenções.

Arnosti e Silva (2005) descrevem que o RCD produzido pela construção civil possui dimensões e formas irregulares, em decorrência dos seus variados processos. Conforme já citado, para a utilização em manutenções das vias não pavimentadas se faz necessário a britagem do material, para atingir um diâmetro máximo de 25 mm. Esse procedimento é composto primeiramente de uma triagem para o beneficiamento apenas do resíduo necessário. Após isso, o material é adicionado ao alimentador vibratório e encaminhado ao britador primário, onde será realizado a britagem do mesmo. Por fim, desloca-se para uma peneira vibratória, onde acontece a separação final baseado na sua granulometria.

As Figuras 02 e 03 mostram o funcionamento de uma usina de beneficiamento. A última etapa de separação é de grande importância, já que existe um limite de dimensão (GARCIA; GARCIA; RIBEIRO, 2016).

Para a quantificação dos Resíduos de Construção e demolição do município, foram coletados os Alvarás de construção e demolição de Orleans, durante o período de 2014 a 2018. Na Tabela 01 encontram-se os dados obtidos, incluindo a área em m² total de cada ano e a quantidade de resíduos gerados, utilizando a fórmula do volume de RCD.

Sendo assim, através da equação 01 do cálculo do peso de RCD que encontra-se na metodologia, há um total aproximado de 32.004,63 toneladas de resíduos da construção e demolição geradas durante o período. Deste modo, a média anual de RCDs que são produzidos pelo município é de 6.400,93 toneladas. Para a utilização nas manutenções das vias não pavimentadas, podem ser utilizados os resíduos que originam-se de tijolos, argamassas e concreto, sendo o equivalente a 90% do total de resíduos gerados. Então, anualmente no município gera-se

5.760,83 toneladas de resíduos que podem ser reutilizados e acabam sendo descartados.

Conforme Agra et al (2006), a massa específica dos resíduos possui valor médio de 1,2 ton/m³. Sendo assim, o RCD do município de Orleans produz aproximadamente um volume de 4.800,69 m³/ano de resíduos que podem ser utilizados na manutenção de vias rurais.

Figura 02 – Usina de beneficiamento



Fonte: Progaru – Progresso e Desenvolvimento de Guarulhos S/A (2018).

Figura 03 – Esteira classificatória



Fonte: Berticelli et al (2017).

Tabela 01 - Quantidade de resíduos gerados por ano.

Ano	Área Total (m ²)	Quantidade de Resíduos Gerados (Kg)
2014	38.740,04	5.811.006,00
2015	38.958,00	5.843.700,00
2016	65.908,45	9.886.267,50
2017	43.117,09	6.467.563,50
2018	26.640,59	3.996.088,50

Fonte: Autores (2019)

De acordo com o manual de conservação rodoviária publicado pelo DNIT (2005), o material utilizado nas manutenções das vias não pavimentadas deve ter diâmetro igual ou inferior a 25 mm. O material deve ser espalhado sobre a via uniformemente e compactado, sendo utilizada uma camada entre 10 a 20 cm de espessura. As vias não pavimentadas do município de Orleans possuem uma largura da faixa de rolamento aproximado de 5 metros e conforme a Prefeitura, são realizados as manutenções conforme necessidade tendo o clima da cidade grande influencia na sua periodicidade.

Conforme a Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura de Orleans, em 2018 foram gastos um total de R\$37.561,60 com o material para a realização das manutenções das estradas não pavimentadas. Esse material é retirado de jazidas e transportado até o local da sua utilização. Conforme o mesmo, são retirados 32 cargas por dia, sendo que cada carga equivalente a 12 m³. Sendo assim, considerando 22 dias úteis por mês, anualmente são retirados 101.376,00 m³ de matéria-prima.

Conforme exposto, a quantidade de RCD que é gerada pelo município é inferior a quantidade de material que é utilizada para a manutenção das vias não pavimentadas. Sendo assim, 90% do resíduo produzido poderia ser aplicado nas estradas, diminuindo a necessidade de utilizar os materiais naturais que são retirados das jazidas.

A reutilização dos resíduos traria benefícios ao município e ao meio ambiente. Com os resíduos de construção e demolição, haveria a economia com o descarte dos resíduos, já que pouco material seria descartado pelos geradores, pois 90% podem ser reutilizados.

Através do reaproveitamento dos resíduos, existiria uma redução nos impactos ambientais que ocorrem no setor da construção. Essa diminuição

decorreria pela diminuição, mesmo que pequena, da necessidade da extração em jazidas para a coleta da matéria prima, que causa impactos negativos na natureza.

Por fim, sugere-se a utilização de uma usina de beneficiamento fixa para a britagem dos resíduos de construção e demolição. Este tipo de usina possui os benefícios de gerar agregados diversificados e com melhor qualidade. Também tem a vantagem de, em um só local, possuir a realização da triagem, a britagem e o peneiramento, sem a necessidade de locomoção das máquinas para isso (GULARTE, 2017).

Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi analisar a possibilidade e os benefícios na reutilização dos resíduos de construção e demolição (RCD) na manutenção das vias não pavimentadas que do município de Orleans.

O Município gera aproximadamente 4.800,69 m³ de resíduos passíveis de utilização na manutenção de vias não pavimentadas por ano, não sendo suficiente para a substituição total do material granular que é utilizado nas manutenções das vias não pavimentadas. Porém a sua reutilização geraria benefícios para a cidade, com uma pequena economia na matéria-prima natural utilizada para a manutenção destas vias.

Por fim, como 90% da quantidade dos RCDs é passível de reutilização, apenas uma parcela do resíduo teria que ser enviada para aterros, diminuindo os custos referentes à este descarte. Com a substituição dos materiais naturais através do RCD, haveria uma diminuição na coleta das jazidas do município, trazendo o benefício ao meio ambiente devido a redução do impacto ambiental deste processo.

Referências

ABRECON. Relatório de pesquisa setorial. [S.l.:s.n.], 2014/2015. Disponível em: <http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 11 mai. 2019.

ABREU, Águida Gomes de.; BERNARDES, Alexandre.; PRIETTO, Pedro Domingos Marques.; THOMÉ, Antonio. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/issue/view/492>. Acesso em: 22 set. 2019.

AGRA, Leonilde Gomes da Silva.; BANDEIRA, Arilmara Abade.; BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento.; FILHO, José Daltro. Avaliação da

composição e quantidade dos resíduos sólidos da construção civil de Aracaju-Sergipe-Brasil. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8, 2006, Fortaleza. Anais eletrônicos... Fortaleza: ABES, 2006. Disponível em: <<https://Figura.abes-dn.org.br>>. Acesso em: 22 set. 2019.

ARNOSTI, Sergio Jr.; SILVA, Robson Willians. Caracterização do resíduo de construção e demolição (RCD) reciclado. Revista Holos Environment., Rio Claro, v. 5, n. 2, p. 137-151, jun. 2005. Disponível em: <<https://Figura.cea-unesp.org.br/holos/issue/view/583>>. Acesso em: 22 set. 2019.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra.; OLIVEIRA, Lúcia Andréa Sindeaux.; OLIVEIRA, Maria Elane Dias de.; SALES, Raquel Jucá de Moraes. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. Revista Eng.Sanit.Ambient., Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 219-224, jul./set. 2011. Disponível em: <http://Figura.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a03.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

CASARIN, André Nascimento.; HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues; SOUZA, Paula Cristina. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão – PR. Revista Tecnológica, Maringá/PR, Edição especial ENTECA 2009, p. 203-209, out. 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Manual de conservação rodoviária. 2 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. 564 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. Economia mineral do Brasil. S.l.:s.n.], 2009. Disponível em: < <http://Figura.dnpm.gov.br> >. Acesso em: 01 set. 2019.

GARCIA, Gabriella Faina.; GARCIA, Paulo Roberto.; RIBEIRO, Erlon Lúcio. Utilização de resíduos de construção e demolição como revestimento primário em estradas não-pavimentadas. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, Uberaba, v. 1, n. 3, p. 43-56, jan./dez. 2016. Disponível em: <<http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/rbcti/issue/view/210/showToc>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel.; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200p.

GULARTE, Luis Carlos Pais. Modelo de avaliação da viabilidade econômico-financeira da implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil em municípios brasileiros. 2017. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 2017.

MARCELINO, Flávia Aléssio. Avaliação dos sistemas de redes viárias florestais em função dos custos e do risco de erosão. 2007. 129p. Tese (Doutorado em

Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2007.

MATTAR, Fauze Najib. Pesquisa de Marketing. 3ed. São Paulo: Atlas, 2006. 224p.
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Construção Sustentável. [S.l.:s.n.]. Disponível em:<<http://Figura.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

MORAND, Fernanda Guerra. Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção. 2016. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MOTTA, Rosangela dos Santos. Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego. 2005. 134p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

OLIVEIRA, Bruno Almeida de. Resíduos sólidos da construção civil – produção de misturas para formação da camada de base a ser aplicada em uma estrada vicinal de terra utilizando agregados reciclados da construção civil. 2015. 16p. Iniciação Científica (Engenharia Civil) – Faculdade ICESP, Brasília/DF. 2015.

CAPÍTULO 03

ANÁLISE DO EFEITO DO PÓ DE ALUMÍNIO NA RESISTÊNCIA À ABRASÃO DO CONCRETO

Ana Elise Chuch
Bruna Destro Jung
Caroline Weber Buss
Daniela Simiano
Micaella Borgert Miguel
Solange Vandresen
Daniel Magagnin
Glauceia Warmeling Duarte

Resumo: A busca por materiais e métodos que reduzem o custo e a degradação dos materiais utilizados pela indústria de construção civil vem crescendo a cada ano. A substituição ou adição de materiais de origem mineral e aditivos químicos possibilitam a potencialização das mais diversas características dos concretos, fazendo com que sua aplicação seja muito ampla. O presente estudo teve como objetivo avaliar a adição do pó de alumínio, oriundo da escória da manufatura, na massa do concreto, a fim de verificar uma possível melhora em sua resistência à abrasão. Ao término, foi possível constatar que as quantidades utilizadas do pó de alumínio não elevam a resistência à abrasão do concreto, deixando-o mais frágil e menos denso.

Palavras-chave: Concreto. Pó de alumínio. Resistência à abrasão.

Introdução

O concreto é o material construtivo mais utilizado dos últimos tempos, sendo um dos principais materiais que integram desde edificações habitacionais e comerciais às rodovias. Segundo a Associação Brasileira do Cimento Portland (2013) os estudos em desenvolvimento de alternativas sustentáveis para a formulação de concreto estão a todo vapor, e as indústrias buscam cada vez mais, produtos sustentáveis que contribuem, não só para a redução da poluição, mas também, para a redução dos custos de fabricação e a otimização do uso dos concretos produzidos, expandindo seu leque de utilização.

Por conseguinte, este projeto tem como propósito, a adição de pó de alumínio, oriundo da escória da manufatura, na formulação do concreto convencional com o intuito de analisar possíveis melhoras de sua resistência à abrasão.

Para tanto, foi necessária uma revisão bibliográfica sobre o tema, a fim de aprimorar conceitos básicos, como a composição do concreto e a possibilidade de adição de diversos materiais, além dos comumente utilizados.

Logo, pode-se perceber que é pouco estudada a adição do pó de alumínio na composição das massas, sendo que seu alto teor de hidratação e sua expansão interferem de forma significativa a densidade do material, desta forma, o presente projeto possibilitara um estudo efetivo com resultados concretos a cerca de sua aplicação para melhora da resistência à abrasão.

Composição e características do concreto

O concreto é um material construtivo amplamente usado atualmente, podendo ser encontrado das obras mais simples até as mais complexas, como na construção de plataformas de extração petrolífera. Ele é definido como um material compósito que consiste de um meio aglomerante no qual estão aglutinadas partículas de diferentes naturezas como: aglomerante, agregado, aditivos e água. (INSTITUDO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2009).

Além do concreto convencional, mais usado comercialmente para pequenas construções, o concreto ainda pode ter algumas outras divisões como o concreto armado, e concreto protendido. Uma das principais diferenças entre eles é que o protendido recebe um pré-alongamento na sua armadura interna, conferindo a ela uma maior resistência mecânica.

Aglomerantes

Segundo Hagemann (2011), o aglomerante é um material ativo empregado na construção civil que tem como principal função fixar ou aglomerar outros materiais entre si. São geralmente encontrados na forma de pó, acabando por formar uma pasta quando misturados com água.

Os aglomerantes inertes e ativos se diferem por seu processo de secagem, sendo que o primeiro tem um processo de secagem simples e o outro através de uma reação química. Ainda, é possível a divisão dos aglomerantes ativos em aéreos e hidráulicos, onde, o primeiro apresenta pouca resistência à água e o segundo, resistência satisfatória. (HAGEMANN, 2011)

A autora ainda subdivide os aglomerantes hidráulicos em três categorias:

- a) Simples: quando um único produto aglomerante é usado;
- b) Composto: quando acontece a mistura de um aglomerante simples com subprodutos industriais ou de baixo custo;
- c) Com adições: quando forem feitas adições ao simples, e estas excedam os limites especificados que garantem certas propriedades físicas.

O aglomerante mais utilizado na construção civil é o Cimento Portland que segundo Neville (2016), pode ser descrito como um material com propriedades adesivas e coesivas capaz de unir fragmentos minerais na forma de uma unidade compacta.

Agregados

Os agregados usados na construção civil são materiais granulares, sem forma ou volume definidos, tais como o cascalho, as areias naturais ou a pedra britada. Eles podem ser classificados como naturais, quando encontrados de forma particulada na natureza; ou artificiais, quando oriundos de processamento industrial. Quanto ao tamanho ainda podem ser classificados como grãos ou miúdos. (AGREGADOS, 2014).

Alguns exemplos de agregados utilizados são areia fina, areia grossa, pó de pedra, e brita, conforme mostra a Figura 1.

Quando adicionados ao concreto, os agregados possuem a capacidade de acrescentar ao material, diversas propriedades como o aumento da resistência à abrasão e dureza, porém, é preciso atentar para as quantidades, e os tipos de características que se deseja potencializar, pois a dosagem incorreta ou a escolha do material errado resulta em propriedades indesejadas. (AGREGADOS, 2014)

Figura 1 – Agregados



Fonte: AREIA E PEDRA (2018).

Como nem todo concreto é bom para as inúmeras aplicações existentes, é interessante ter em mente que o melhor concreto nem sempre é o mais resistente, mas sim aquele que melhor se adequa as necessidades da obra a ser realizada. Fatores como a boa trabalhabilidade ou o custo podem interferir na escolha final do tipo de agregado. (AGREGADOS, 2014)

Cimento PORTLAND

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002), Cimento Portland é o nome dado ao cimento comum usado na construção civil. Ele se apresenta como um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, endurecendo em contato com a água e não voltando mais a sua forma inicial depois de curado.

A adição correta do cimento confere ao produto final as características ideais para sua utilização. Para tanto é necessário saber usa-lo adequadamente, conhecendo suas características e propriedades para aproveitá-las da melhor forma possível. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002)

Pó de Alumínio

O alumínio é o segundo metal mais utilizado no mundo, e seu processo de manufatura geram diversos tipos de sobras que são reutilizados em outros processos, sendo um dos metais mais recicláveis do mundo. Segundo Branco (2018), o pó de alumínio é um componente altamente inflamável obtido da moagem do alumínio em grãos muitos finos.

O pó de alumínio é um componente que ao adicionado no concreto, faz com que a resistência à tração do mesmo aumente porém, sua capacidade de hidratação faz com que o uso seja limitado e controlado pela adição de substâncias antioxidantes, devido sua expansão. (DOMICIANO; DE OLIVEIRA; PANDOLFELLI, 2004).

Procedimentos Metodológicos

O presente projeto tem como método uma abordagem quali-quantitativa em seu desenvolvimento, uma vez que seu objetivo é a adição de pó de alumínio, oriundo da escoria da manufatura, na formulação do concreto convencional com o

intuito de analisar possíveis melhoras de sua resistência à abrasão, comparado ao concreto convencional.

É de cunho experimental, tendo em vista a necessidade de testes e ensaios laboratoriais para análise dos resultados.

O estudo se baseia prioritariamente na substituição parcial de areia por pó de alumínio em quatro porcentagens diferentes, visando analisar se a resistência à abrasão sofre algum tipo de alteração. A escolha das quatro porcentagens se deu buscando explorar qual delas satisfaz melhor a condição de melhora à abrasão, sendo elas 5%, 10%, 15% e 20%, além da formulação padrão que é feita conforme a referência do concreto usualmente utilizado nas construções.

Os materiais utilizados na composição da massa do concreto são: cimento, água, agregado miúdo, pó de alumínio e desmoldante.

Os materiais utilizados foram cedidos pelo Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, com exceção do pó de alumínio, este foi fornecido pela AS Indústria de Metais Decorativos LTDA, que produz, por meio da fundição de alumínio, insumos para a indústria de fabricação de urnas mortuárias, funerárias e também, itens de decoração domiciliar. Nenhum dado sobre a composição ou granulometria do alumínio foi repassado pelo fornecedor.

Para a preparação, foram utilizados os seguintes equipamentos: balança de precisão, pipeta, colher de pedreiro, recipientes para separação dos materiais, balde para mistura, mesa vibratória e moldes de madeira.

Não se fez uso de betoneira para a mistura dos materiais, pois haveria muito desperdício de massa, devido à baixa quantidade de insumos presentes nas formulações.

A comparação das composições elaboradas teve como ponto de partida a formulação padrão, conforme segue na Tabela 1.

As substituições de areia por pó de alumínio nas formulações foram feitas conforme a pesquisa bibliográfica, baseando-se na utilização de outros materiais devido à falta de estudos específicos sobre o alumínio.

Processamento das formulações

A preparação do concreto se deu de forma manual, conforme a listagem a seguir:

1. 80% da água utilizada na massa;
2. Adicionar areia e cimento respectivamente;
3. Mistura;
4. Adição de pó de alumínio, conforme preestabelecido na Tabela 3
5. Mistura;
6. Adição dos 20% de água restante;
7. Mistura até obter uma massa homogênea e a moldável;
8. Untar os moldes com desmoldante e despejar a massa;
9. Colocação dos moldes com material na mesa vibratória por cerca de 60 segundos a fim de assentar a massa.

Tabela 1 – Formulações utilizadas

	FP=F1	F2	F3	F4	F5
Componente	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
Cimento	500	500	500	500	500
Agregado miúdo	2000	1900	1800	1700	1600
Água	225	225	225	225	225
Pó de alumínio/gramatura	0	100	200	300	400
Pó de alumínio/porcentagem	0	5	10	15	20
Total	2725	2725	2725	2725	2725

Fonte: Autores (2018).

Todo o processo de preparação e cura da massa foi realizado no Laboratório Tecnológico Henrique Ernesto Hilbert do Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE, Orleans/SC, bem como o teste de abrasão superficial. Já o teste de abrasão profunda foi realizado na empresa Eliane Revestimentos Cerâmicos, situada na cidade de Cocal do Sul/SC, com os materiais e equipamentos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Materiais e Equipamentos para ensaios

Materiais e Equipamentos para ensaio de abrasão profunda e superficial.
Córindon
Esferas de aço de 0,15 a 0,5 mm de diâmetro
Estufa
Abrasímetro para teste superficial SERVITECH CT-246
Abrasímetro para teste profundo

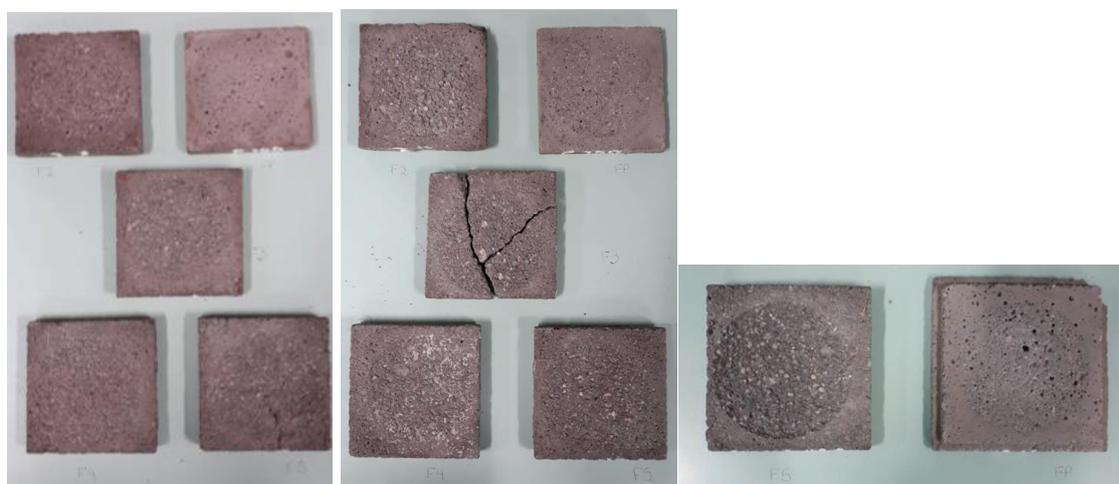
Fonte: Autores (2018).

Resultados e Discussão

O teste de abrasão superficial foi realizado segundo a norma SQG.05.02.12/01, com o uso do Abrasímetro Servitech CT-246 e as cargas abrasivas de córindon e bolas de aço. Ao término, foi possível perceber as grandes variações entre os corpos de prova que foram produzidos.

Após a secagem das formulações expostas a 100 rpm pode-se perceber que a F2 teve maior desgaste do que as demais, sendo a F5 a que menos apresentou desgaste, conforme é possível observar na Figura 2(A). No decorrer do teste de 150 rpm, ocorreu ruptura da F3, e novamente a F2 apresentou maior desgaste. A peça que apresentou menor desgaste foi a F4, como segue na Figura 2(B). O teste de 600 rpm foi possível aplicar somente na F5, pois os demais corpos de prova romperam. Em comparação com a F1, a F5 apresentou desgaste significativo como é possível analisar na Figura 2(C).

Figura 3 – (A) Teste 100 rpm; (B) Teste 150 rpm; (C) Teste 600 rpm



Fonte: Autores (2018).

Para o teste de abrasão profunda, utilizou-se o Abrasímetro Servitech, e os parâmetros da norma ISO 10545-6, porém não foi possível realizar as análises, pois todos os corpos de prova se desmancharam com o atrito.

Considerações Finais

Atualmente o cenário da construção civil cresce de maneira exponencial no Brasil, criando espaço para produtos e criações novas a serem utilizadas no setor. É

o que acontece, por exemplo, com o concreto. Além do convencional usado fortemente na construção civil e nas construções menores, como por exemplo: calçadas e casas de alvenarias; não podemos deixar de citar o concreto celular.

O concreto celular é uma alternativa para a substituição do concreto convencional em diversos seguimentos, por apresentar características mais positivas em determinados aspectos quando comparado com o concreto simples.

Os resultados obtidos dos testes de abrasão profunda e superficial não se mostraram positivos, dado o alto teor de hidratação, o pó de alumínio acabou criando peças frágeis e quebradiças, não sendo possível sua utilização, por exemplo, em pisos e calçadas com fluxo de pessoas.

Outro fator que contribuiu para os resultados obtidos foi a característica do pó de alumínio utilizado, sendo oriundo de reaproveitamento e sem um controle efetivo de sua granulometria. Este fator contribui para a falta de homogeneidade das peças, visto que em alguns corpos de prova foi possível observar pedaços de alumínio de cerca de 5mm.

Entretanto é importante ressaltar que caso fossem analisadas outras características, como a densidade, os resultados obtidos poderiam ser considerados satisfatórios, uma vez que a expansão criada no material o deixaria apropriado, devido a leveza, para aplicação em isolamento térmico ou acústico, necessitando, para tanto, os testes cabíveis.

É importante destacar que novos estudos a cerca dos corpos de prova junto ao concreto celular, também resultaria em resultados bastante ressoáveis, devido as características semelhantes entre ambos.

Logo, conclui-se que a adição do pó de alumínio, nas quantidades descritas neste estudo, não são ideias para a melhora da resistência a abrasão do concreto convencional.

Referências

AREIA E PEDRA. Produtos. Disponível em:
<http://Figura.areiaepedra.sorocaba.emp.br/>. Acesso em: 28 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico da utilização do cimento Portland. 7ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10545-6 : Placas cerâmicas: determinação da resistência à abrasão profunda para placas não esmaltadas.2017.

_____. Pesquisa inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto. 2013. Disponível em: <<http://Figura.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

BEATRIZ, M, MAURY. BLUMENSCHNEIN, R, NAVES. Produção do cimento: impactos à saúde e ao meio ambiente. Sustentabilidade em Debate, v. 3, n.1 (2012).

BRANCO, Renata. Para que serve o alumínio em pó. Disponível em: <<http://Figura.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/5196-para-que-serve-o-aluminio-em-po/>>. Acesso em: 05 abr. 2018

CAVALCANTE, P.M.T, et.al. Fatores chaves na resistência a abrasão de pisos de grês porcelanato. Cerâmica Industrial, v.8, n. 5/6 (2003).

DOMICIANO, V. G.; DE OLIVEIRA, I. R.; PANDOLFELLI, V. C. Tendência à hidratação do pó de alumínio em concretos refratários contendo elevado teor de carbono. Universidade Federal de S. Carlos, 2004. Disponível em: <<http://Figura.scielo.br/pdf/ce/v50n315/a0850315.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2018.

HAGEMANN, S. E. Materiais de construção básicos. Universidade Aberta do Brasil – Instituto Federal do Sul-rio-grandense, 2011.

INSTITUDO BRASILEIRO DO CONCRETO. Concreto: material construtivo mais consumido no mundo. Concreto e Construções. São Paulo, 2009. 80p.

MARCONDES, C, Gustavo. Adição de minerais nos pisos de concreto. Disponível em: <http://Figura.cimentoitambe.com.br/adicoes-minerais-nos-pisos-de-concreto/>. Acesso em: 12 mar. 2018.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 5 ed. São Paulo, 2016.

PORTAL DO CONCRETO. Agregados para concreto. Disponível em: <http://Figura.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html>. Acesso em: 28 mar. 2018

TRABALHOS GRATUITOS. Agregados miúdos e graúdos. Disponível em: <https://Figura.trabalhosgratuitos.com/Outras/Diversos/Agregados-gra%C3%BAdos-E-Mi%C3%BAdos-218946.html>. Acesso em: 26 mar. 2018.

CAPÍTULO 04

A UTILIZAÇÃO DE VIDRO RECICLADO NA PRODUÇÃO DE ENGOMBES CERAMICOS: ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO VIDROS DE LÂMPADAS

Andrieli Germano da Silva
Elaine Oliveira Brizola Silva
Igor de Souza
Martinho Extekotter Junior
Sandra de Freitas Faria
Julia Zomer de Moraes
Glaucea Warmeling Duarte
Solange Vandresen
Daniel Magagnin

Resumo: É de grande importância a destinação correta dos resíduos, buscando um fim sustentável, considerando a alta quantidade de resíduos de vidro do tipo lâmpadas fluorescentes gerado pela humanidade atualmente. Todavia buscando fins sustentáveis a este resíduo o engobe cerâmico é uma das opções para a redução destes resíduos no meio ambiente, a incrementação do vidro das lâmpadas em peças cerâmicas na forma de engobe, agrega as propriedades da peça, tal como o brilho. Para a produção dos engobes cerâmicos foi utilizado, frita branca, esmalte branco, argila, quartzo, defloculantes e vidros pré-moldados de lâmpadas fluorescentes O engobe cerâmico obtido foi aplicado sobre peças de cerâmicas vermelha, em seguida foram queimadas em forno industrial cerâmico. Com os resultados obtidos através dos ensaios fora concluído que quanto mais vidro reciclado de lâmpadas fluorescentes mais escuro o engobe se torna devido a transparência do vidro reciclado.

Palavras-chave: Engobe Cerâmico; Lâmpadas Fluorescentes, Produção Cerâmica.

Introdução

Os resíduos fazem parte dos ciclos da natureza e da economia, mas o progresso econômico fez com que o desenvolvimento se acelerasse e, como consequência, aumentou a quantidade de resíduos, que são difíceis de serem reciclados naturalmente. O descarte dos resíduos no ar, na água ou no solo geralmente produz efeitos prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio homem. Esta problemática torna-se mais visível quando se trata de resíduos sólidos, pelo fato de seu grau de dispersão ser bem menor que dos líquidos ou gases (MONTEIRO et al., 2007).

Segundo deStoa Garcia et al. (2012), no Brasil se produz aproximadamente 890 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de um quarto de matéria prima reciclada na forma de fragmentos. Parte deles foi gerada como refugo

nas fábricas e parte retornou por meio da coleta. Devido ao peso, uma das principais dificuldades para a reciclagem do vidro é o custo do transporte da sucata. Outros fatores relevantes como contaminação por outras classes de materiais e heterogeneidade da sucata de vidro implica em limitações para reutilização do material.

Dentre os resíduos sólidos domésticos ou industriais que merecem atenção especial, encontram-se os vidros provenientes dos vários tipos de lâmpadas, mas principalmente as fluorescentes, que tiveram nas últimas décadas grande aceitação no mercado devido as suas características de maior eficiência, melhor iluminação, menor consumo de energia e melhor dissipação de calor no ambiente (ATYEL, 2001).

Processo de fabricação das placas cerâmicas

Conforme a ABCERAM, boa parte das matérias-primas utilizadas na indústria cerâmica vem da natureza, retiradas de depósitos espalhados pela crosta terrestre. Depois da mineração, os materiais são beneficiados e moídos conforme granulação e se necessário purificados. Já a matéria-prima sintética geralmente é fornecida pronta para uso, por vezes sendo necessário corrigir apenas a granulometria.

Essas placas cerâmicas são geralmente produzidas com a mistura de duas ou mais matérias-primas, aditivos, água ou outro meio. Uma das etapas mais importantes da fabricação, é a dosagem das matérias-primas e aditivos, com formulações rigorosas pré-estabelecidas, diferentes tipos de massas são produzidas conforme a forma de cada peça. Essas massas são classificadas em: suspensão, também conhecida como barbotina, para produção de peças em moldes de gesso ou resinas porosas; massa seca ou semi-seca, possui forma granulada na obtenção de peças por prensagem e massas plásticas, na obtenção de peças via extrusão, seguida ou não de torneamento e prensagem (ABCERAM).

Colagem ou fundição é o processo que consiste em verter uma suspensão (barbotina), em um molde de gesso, onde permanece por um certo tempo, até que a água existente seja absorvida pelo gesso, enquanto isso, as partículas sólidas vão se acomodando na superfície do molde, formando a parede da peça. O produto formado então apresentará uma configuração externa que reproduz a forma interna do molde de gesso (ABCERAM).

Prensagem, nesse processo é utilizado sempre que possível, massas granuladas e com baixo teor de umidade, existem diversos tipos de prensa como a, hidráulica, fricção e mecânica. A massa granulada com praticamente 0% de umidade é colocada num molde de borracha ou outro material polimérico, que em seguida é fechado hermeticamente e introduzido numa câmara contendo um fluido que é comprimido e em consequência exercendo uma forte pressão igual no molde (ABCERAM).

No processo da extrusão a massa plástica é colocada em uma extrusora, que é conhecida como maromba, onde é compactada e forçada por um pistão ou eixo helicoidal, através de bocal com determinado formato. Como resultado obtém-se uma coluna extrudada, com seção transversal, com formatos e dimensões desejados, logo em seguida essa coluna é cortada, obtendo-se de se modo então peças como: tijolos vazados, blocos, tubos e outros produtos de formato regular (ABCERAM).

Uma das etapas desse processo é a secagem, depois da etapa de formação as peças continuam a conter água resultante da preparação da massa. Para evitar tensões e defeitos na peça, essa água precisa ser totalmente eliminada de forma lenta e gradual, com temperaturas variando entre 50°C e 150°C, em secadores contínuos ou intermitentes (ABCERAM).

Outra etapa seria a queima, chamada também de sinterização, onde os produtos adquirem suas propriedades finais, após a secagem, maioria das peças são submetidas a temperaturas elevadas entre 800°C e 1700°C em fornos que operam em três fases: aquecimento da temperatura ambiente até a temperatura desejada; patamar durante certo tempo na temperatura especificada e resfriamento até temperaturas inferiores a 200° (ABCERAM).

Esse ciclo de queima que inclui essas três fases, pode variar de minutos, até vários dias, dependendo do tipo do produto. Durante esse período de tratamento muitas transformações irão ocorrer nas peças, como a perda de massa, surgimento de novas fases cristalinas, formação da fase vítrea e soldagem de grãos. Com esse tratamento térmico e características das diferentes matérias-primas, são obtidos produtos para as mais diversas aplicações (ABCERAM).

O vidro

Os fenícios foram os reperfusores da história do vidro, sua origem teria sido casual: Ao voltarem ao Egito pararam em Sidom e prepararam uma fogueira em uma praia nas margens do rio Belus; acenderam a fogueira deitaram-se para descansar e acabaram dormindo deixando o fogo aceso aqueceu-os; assim quando acordaram se depararam que ao invés de pedras; encontraram blocos brilhantes e transparentes que pareciam enormes pedras preciosas e que atualmente conhecemos como o vidro (REGES, 2015).

Reciclagem das lâmpadas

Segundo Zanicheli et al. (2004), a reciclagem de lâmpadas é o procedimento correto por se tratar de elementos químicos perigosos que estão presentes nas lâmpadas fluorescentes. O processo de reciclagem tem início com uma criteriosa separação dos componentes, materiais e substâncias, que serão reutilizados na produção de outros produtos, como por exemplo, uma nova lâmpada. Por mais que as lâmpadas de LED e fluorescentes consumam cerca de 90% menos energia elétrica, ainda conseguem produzir a mesma luminosidade, mesmo por vezes, sendo fabricadas a partir de elementos tóxicos. Pois essas lâmpadas podem conter até 5 mg de mercúrio, o que pode causar demência a partir de certa dosagem.

Conforme publicação no Jornal de Pneumologia, há cerca de doze elementos que são utilizados nessas lâmpadas, e que podem causar impactos ambientais negativos. Todos os estudos realizados no que se refere a impactos ambientais das lâmpadas, destacam-se então, o mercúrio e o sódio, pois são os que têm mais relevância quantitativa nessas lâmpadas.

Ainda, Durão Jr e Windmüller (2008), atualmente há diversos tipos de tecnologias para a reciclagem de lâmpadas. Todos funcionando num sistema de pressão negativa, garantindo então que não ocorram emissões de gases tóxicos durante esses processos.

Incorporação de vidro de lâmpadas na formulação de engobes cerâmico

Segundo Rabach (2004) o engobe cerâmico é a camada de esmalte entre a peça cerâmica e o esmalte da superfície do produto. Evita problemas devido à porosidade da peça, favorece um acoplamento adequado do esmalte, impossibilita a

formação de curvatura, gretamento e descolamento, forma um substrato branco e opaco que permite o desenvolvimento ideal dos esmaltes que são aplicados sobre o corpo cerâmico. Os engobes devem possuir densidade adequada para controlar a porosidade e a dilatação deve ser adequada para evitar tensões excessivas na interface entre engobe/esmalte e engobe/suporte cerâmico.

A gretagem, trata-se do aparecimento de pequenas fissuras sobre a superfície dos revestimentos cerâmicos esmaltados, geralmente o formato é circular, ou espiral, ou em forma de teia de aranha, sendo o resultado da dilatação entre esmalte e base. Todavia, somente altera o efeito estético das peças não causando nenhum problema de assentamento, como descolamentos ou trincas estruturais. (ROVERI, 2001).

Uma pesquisa desenvolvida por Monteiro et al. (2007) investigou a substituição parcial da matéria prima filito pelo vidro de lâmpada fluorescente, para a obtenção do produto Grês Porcelanato, visando melhoria nas características físicas. As amostras foram preparadas com incorporações de 0,5 e 15% de vidro de lâmpada em formato de pó e sintetizadas a 1140, 1200 e 1250°C. Com os resultados obtidos, a amostra contendo 15% do resíduo de vidro de lâmpada fluorescente em substituição a matéria prima filito, possibilitou o uso desta composição para confecção de produtos cerâmicos com características aos do porcelanato. Com essa pesquisa foi possível concluir que a cerâmica incorporada com vidro de lâmpada, queimadas a 800 e 900°C foram favoráveis para a melhoria da durabilidade química. Utiliza-se o resíduo de vidro de lâmpada fluorescente para obtenção de engobes para revestimento monoporoso, com o intuito de minimizar ou tornar nulo o aparecimento de mancha d'água nos revestimentos, evitando assim um efeito estético desagradável. O vidro de lâmpada fluorescente utilizado no engobe em substituição total a frita cerâmica, encontra-se nas proporções de 10, 15, 20 e 25%. A adição do vidro no engobe de composição 10% obteve resultado não satisfatório, porém o engobe com a adição de até 25% de vidro obteve resultados satisfatórios, ou seja, no ensaio de mancha d'água o aparecimento de mancha estava quase imperceptível. Portanto, é viável a utilização do vidro de lâmpada fluorescente para a produção de engobes impermeáveis para revestimento monoporoso, sendo 25% em peso do resíduo incorporado o limite para a sua utilização, por ocasionar mudança de cores no engobe e problemas reológicos.

Segundo o estudo de Monteiro et al. (2007) foi observado que o resíduo de vidro de lâmpada fluorescente se comporta bem no processamento cerâmico. Levando-se em conta que se trata de material reciclado incorporado a um processo de produção, trata-se de logística reversa, dando um fim sustentável ao material.

Procedimentos Metodológicos

Seleção das matérias primas

As matérias-primas utilizadas no processo foram disponibilizadas pela empresa Torrecid do Brasil, indústria localizada em Içara-SC e Eliane Revestimentos, todavia os vidros de lâmpadas utilizadas nesse projeto foram fornecidos pela empresa Frigorífico São Pedro localizado em Braço do Norte e pelo Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE).

Segundo Moreno (2012) a composição da argila é feita de aluminossilicatos hidratado, mas a grande maioria das argilas é constituída por filosilicatos.

O quartzo é composto por 46,75% de sílica e 53,25% de oxigênio (VIANA, 2008). O esmalte cerâmico é composto por feldspatos, areias feldspáticas, quartzo e calcitas (OLIVEIRA, 2000).

A frita é um material de natureza vítrea composto por vários minerais fundentes, vitrificantes e químicos como: chumbo, sódio, boro, quartzo, feldspatos, caulins, bórax, ácido bórico, carbonatos e outros (EPPLER, 1998).

Segundo Modesto e Felisbino (2009), os defloculantes são compostos por sais de lítio e sódio; hidróxidos de lítio e sódio; compostos orgânicos e soluções de combinações de silicatos, sulfatos, acrilatos, entre outros.

Ainda Rabach (2004), a partir de processos adequados de reciclagem de lâmpadas descartadas pode-se reaproveitar grande parte dos materiais constituintes das mesmas, em novos processos produtivos. O emprego deste resíduo na formulação de um engobe possibilita uma alternativa de redução de custos industriais e valorização do resíduo.

Planejamento das formulações

O desenvolvimento dos engobes cerâmicos incorporando vidro reciclado, faz parte da disciplina Projeto Integrador I atrelado a disciplina de Processo de Produção

Cerâmica, da quinta fase do curso de Engenharia de Produção, os engobes foram desenvolvidos com o objetivo de desenvolver um produto que mostrasse uma aplicação prática dos conteúdos relacionado a disciplina estudada.

Os materiais utilizados na produção de engobes cerâmicos incorporando o vidro reciclado de lâmpadas na formulação foram os seguintes: vidros pré-moldados de lâmpadas, esmalte branco, frita branca, argila, quartzo e defloculante.

A frita cerâmica é produzida através de fusão por alta temperatura, sendo uma mistura de materiais cristalinos. Ao final do processo de fundição a frita recebe um choque térmico por ar ou água assim sendo resfriada rapidamente (SANCHES, 1997).

Segundo Reges (2015) a frita é composta através do balanço de diversos óxidos, a dosagem dos óxidos interfere diretamente nas suas características entre elas a sua temperatura de fusão, brilho e transparência.

Segundo GIACOMINI (S.D.) o vidro tem como matéria prima básica a utilização de soda, cal e sílica, com o passar dos anos foi visto que esse tipo de vidro não seria mais tão eficaz para o uso, assim outros materiais começaram a ser colocados junto com a mistura que formaria o vidro e foi observado que cada material que era colocado no vidro ficava com uma característica diferente e tinham desempenho diferente.

Vidro de borrossilicato é um tipo de vidro resistente a corrosão por ação química e uma resistência grande a expansão térmica. É o vidro ideal para a utilização nas lâmpadas (GIACOMINI, S.D.).

Para Oliveira e Hotza (2011), os defloculantes servem para dispersar suspensões e são muito utilizados nos processos de moagem de produções cerâmicas. Eles são capazes de separar os aglomerados de partículas através da mudança de carga elétrica, aumentando suas forças de repulsão e evitando que as partículas se atraiam. Com o uso dos defloculantes é possível que suspensão adquira um estado de viscosidade adequado e diminuía-se a quantidade de água utilizada durante o processo.

O quartzo é um material que constitui cerca de 12% da crosta terrestre, sendo o mais abundante do planeta é formado principalmente por sílica (SiO_2) e possui uma estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros. É utilizado para fabricar

diversos produtos como: vidro, componentes eletrônicos, cerâmicas, abrasivos, fibras óticas, ornamentos e joias (NEVES; BACHI, 2008).

Os engobes cerâmicos foram desenvolvidos no espaço físico do Instituto localizado em Cocal do Sul/SC, em seu laboratório de Química que foi disponibilizado para todos os acadêmicos da quinta fase de engenharia de produção bem como os equipamentos para a pesagem, medição e moagem, balança; Binil 0,30mm e Moinho periquito.

Processamento das formulações

As formulações foram processadas e, estão sistematizadas na Tabela 01.

Tabela 01 – Formulações utilizadas para a fabricação dos engobes cerâmicos.

COMPONENTES	PADRÃO	F1	F2	F3	F4
	%	%	%	%	%
VIDRO DE LAMPADA	-	33	49	15,6	36
FRITA BRANCA	58	25	20	30,2	26
ARGILA	12	12	12	29	22
QUARTZO	30	30	19	25,2	16
DEFLOCULANTE	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
AGUA	35	35	35	35	35
TOTAL (%)	100,3	100,3	100,3	100,3	100,3

Fonte: Autores (2017).

A moagem foi efetuada em um moinho laboratorial tipo periquito com volume de 1 L calibrado com bolas de alta alumina com diâmetro de 13 a 23 mm, sendo feita a moagem pelo tempo de 15 min, as formulações foram submetidas a testes de densidade e tempo de escoamento. O engobe deve ser depositado sobre as peças cerâmicas. Entre 02 peças cerâmicas coloca-se uma folha, em cima é colocado o binil, onde deve ser depositado o engobe, então o binil é puxado a fim de colocar o engobe sobre a cerâmica. As peças cerâmicas são queimadas em forno industrial cerâmico, cerca de 1.157 °c, ciclo de 24 min.

Técnicas de caracterização

Foram realizados testes de colorimetria, reologia densidade e o tempo de escoamento e impermeabilidade azul de metileno.

Sendo realizado a leitura colorimétrica de cada formulação, considerando que se trata uma ciência conhecida em diversas áreas para determinar cores a partir de números quantitativos, onde se determina a diferença coluna (L), entre claro (número positivo) e escuro (número negativo); coluna (a), mais vermelho (número positivo) e mais verde (número negativo), coluna (b), mais amarelo (número positivo) e azul (número negativo); e intensidade do brilho. (LOPES, [S.D.]

Resultados e Discussão

O resultado alcançado foi a formação de engobes cerâmicos a partir do vidro reciclado de lâmpadas fluorescentes que pode ser visualizado na Figura 01.

Figura 1 - Engobes cerâmicos a partir do vidro reciclado de lâmpadas fluorescentes



Fonte: Autores (2017).

Os resultados obtidos foram através das formulações dos engobes utilizados nos ensaios de laboratório. Logo após as etapas do processo foram calculados os níveis de densidade do engobe produzido.

Tabela 02 - Densidade do engobe cerâmico

	PADRÃO	F1	F2	F3	F4
Densidade	1,86	1,76	1,8	1,78	1,79
Tempo de Escoamento (s)	31	34,5	38,3	37	50,9

Fonte: Autores (2017).

Houve a variação maior de tempo na F4, devido à redução de quartzo tratando-se de matéria-prima não plástica, o engobe líquido se tornou mais grosso e sua viscosidade aumentou consideravelmente.

Verifica-se que a formulação que apresenta maior densidade em relação ao tempo de escoamento é a formulação padrão e 04, que apresenta maior percentual de materiais fundentes em sua composição

Os resultados colorimétricos do padrão colorimétrico e das 04 amostras produzidas e apresentam-se na Tabela 03 e 04, sob a forma de valores médios. Conforme apresentado na Tabela 03 na coordenada L a F3 se apresentou mais clara onde se empregou menor percentual de vidro reciclado entre as aplicadas e a F2 a mais escura, onde utilizou maior percentual de vidro reciclado.

Tabela 03 - Leitura colorimétrica do engobe cerâmico

Aplicação	Formulação	L	a	b	Brilho / DE
Engobe	Padrão	80,78	0,63	-0,46	32,9
	F1	64,77	3,71	4,15	43
	F2	59,62	4,52	5,39	44,9
	F3	74,98	1,47	2,69	26,4
	F4	61,64	4,25	4,66	54,5
Engobe	PadrãoxF1	-16,31	3,09	4,63	17,23
	PadrãoxF2	-18,61	3,52	5,79	19,8
	PadrãoxF3	-8,27	1,23	3,14	8,93
	PadrãoxF4	-15,13	3,24	5,29	16,35

Fonte: Autores (2017).

Tabela 04 – Leitura colorimétrica do esmalte

Aplicação	Formulação	L	a	b	Brilho/DE
Esmalte	PadrãoxF1	-4,3	0,7	-0,06	4,35
	PadrãoxF2	-3,8	0,57	0,54	3,88
	PadrãoxF3	-4,27	0,53	0,06	4,3
	PadrãoxF4	-3,82	0,66	0,55	3,1
	Padrão	89,58	0,45	-0,61	89,6
Esmalte	F1	85,27	0,2	-0,7	75,7
	F2	84,81	0,28	-0,48	74,2
	F3	85,56	0,16	-0,39	51,7
	F4	83,61	0,44	-0,61	92,2

Fonte: Autores (2017).

Observa-se que quando analisado o esmalte aplicado na Tabela 04 a variação nas coordenadas L, a, b, é mínima, porém na coordenada Brilho/DE a F4 destaca-se onde se empregou o percentual mais baixo de quartzo, conforme tabela 01.

Como os materiais cerâmicos apresentam um alto ponto de fusão, onde foi disponibilizado o forno industrial próprio para material cerâmico, existente na Eliane Revestimentos, considerando as condições de processamento onde ocorreu a queima das peças.

Os resultados averiguados em cada formulação (01, 02, 03, 04), foi comparada com a formulação padrão, sendo utilizado o teste azul de metileno para avaliar a permeabilidade de cada peça, a análise segue na Tabela 05.

Tabela 05 - Análise realizada nas peças após a aplicação do azul de metileno

	Análise
Padrão	Impermeável
F1	Impermeável
F2	Gretou, porém mais impermeável que o padrão
F3	Gretou
F4	Gretou

Fonte: Autores (2017).

Avaliando as peças que contem mais percentual de materiais fundentes utilizados no processo de fabricação, possuem boa fusibilidade, densificação do fluxo viscoso, proporcionando a massa: plasticidade.

Na Tabela 06, observamos que as formulações que apresentam maior percentual de matérias fundentes são formulação padrão, 03 e 04 percebemos a olho nu um tom de branco que caracteriza materiais fundentes e correlacionando com a tabela 03 comparando com a formulação padrão as formulações 02 e 04 apresentaram tom escuro e menos brilho.

Tabela 06 - Somatório dos materiais fundentes

Σ DOS MATERIAIS FUNDENTES (%)				
PADRÃO	F1	F2	F3	F4
70	37	32	59,2	48

Fonte: Autores (2017)

Analisando as peças que contem mais percentual de materiais refratários utilizados no processo de fabricação. Ocorre a perda de cor, aumento da transparência.

Conforme a Tabela 07, observamos que as formulações que apresentam maior percentual de materiais refratários são formulação 01 e 02. Comparando com a tabela 03 as formulações com maior percentual de materiais refratários destacaram-se em comparação com a padrão foram as que mais apresentaram brilho e tons de amarelo.

Tabela 07 - Somatório dos materiais refratários

<i>Σ DOS MATERIAIS REFRAATÁRIOS (%)</i>				
PADRÃO	F1	F2	F3	F4
30	62,8	68	40,6	51

Fonte: Autores (2017).

Considerações finais

Ao incorporar o vidro de lâmpadas fluorescentes na composição do engobe não altera suas funções, todavia o engobe adquire mais brilho, menos opacidade e aumenta sua transparência, levando-se em conta que resíduo de vidro de lâmpada fluorescente se comporta bem no processamento cerâmico.

Destacamos a influência do vidro reciclado na F2 e F4, onde foram empregados os maiores percentuais 49% e 33% respectivamente, na coordenada Brilho/DE segundo dados da leitura colorimétrica realizada, ressaltando-se que houve a redução de quartzo tratando-se de matéria-prima não plástica tanto na F2 e na F4,

Quanto maior for o percentual de vidro reciclado de lâmpadas fluorescentes mais escuro o engobe se torna devido a transparência do vidro reciclado, porém o brilho aumenta proporcionalmente, quanto mais vidro reciclado mais brilho terá a peça; apresentando pequena variação quando analisado o esmalte, quando empregamos essa técnica de incorporação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERAMICA –ABCERAM-. Informações Técnicas - Processos De Fabricação. Disponível em: <<http://abceram.org.br/processo-defabricacao/>>.

- ATIYEL, S.O. Gestão de resíduos sólidos: o caso das lâmpadas fluorescentes. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 101 p., 2001.
- DURÃO, Walter Alves; WINDMÖLLER Cláudia Carvalhinho. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. Química Nova Escola 2008. P.5. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf>>.
- EPPLER, Richard A. e Douglas R. Glazes and Glass Coatings. Westerville, Ohio, EUA: The American Ceramic Society, 1998. Disponível em: <<http://Figura.cipzo.com.mx/portal/news.php?item.23.4.>>.
- GARCIA, C. M. et al. Sludge valorization from wastewater treatment plant to its application on the ceramic industry. Journal of Environmental Management, n. 95, p. S343-S348. 2012. PMID:21723033. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.016>>.
- GIACOMINI, Eliana. Material: o Vidro. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. S.D. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~vpfreita/mce04008_O_vidro.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2017.
- JORNAL DE PNEUMOLOGIA: Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. 2002. Volume 28. São Paulo – SP. Acesso em 01 de junho de 2017.
- LOPES, Lincoln da Cunha. Fundamentos da colorimétrica. PUC-Rio. S.D. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0621484_09_cap_02.pdf>.
- MODESTO, C.; FELISBINO, B.V. Estudo comparativo de diferentes defloculantes. Instituto Maximiliano Gaidzinski. 2009. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/682/1/Douglas%20Meneghel.pdf>>.
- MONTEIRO, B.R.; SANTOS, D.; PEREIRA, G.C.; JESUS, J. VIEIRA; V. SAITO, N.FIGURA. Reaproveitamento de lâmpada fluorescente em massa de grés porcelanato. Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica (CBC). 2007.
- MORENO, Maria Margarita Torres. ARGILAS: Composição Mineralógica, Distribuição Granulométrica e Consistência de Pastas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. 2012. Disponível em: <http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/106730/moreno_mmt_ld_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=Figura>. Acessado em 10 de junho de 2017.
- NEVES, Paulo César Pereira das; SCHENATO, Flávia; BACHI, Flávio Antônio. Introdução à Mineralogia Prática 2ª edição. Editora Canoas. 2008. Acesso em 01 de junho de 2017.
- OLIVEIRA, Antônio Pedro Novaes de; HOTZA, Dachamir. Tecnologia de Fabricação de Revestimentos Cerâmicos. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2011. Acesso em 01 de junho de 2017.

OLIVEIRA, Antônio Pedro Novais. Tecnologia de Fabricação de Revestimentos Cerâmicos. Centro de Tecnologia em Cerâmica – CTC. 2000. Disponível em: <http://Figura.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n06/v5n6_6.pdf>. Acessado em 10 de junho de 2017.

RABACH, M. A. Recovery of aluminium, nickel-cooper alloys and salts from spent fluorescent lamps. Waste Management, v. 24, p. 119-126, 2004.

REGES, Thalita Rodrigues. Relatório do Estágio Industrial. Escola Superior de Tecnologia e Educação de Porto Ferreira. 2015. Disponível em: <<http://webartigos.com/storage/app/uploads/public/588/508/076/588508076a848729104709.pdf>>. Acesso em 01 de junho de 2017.

ROVERI, Carolina Del et.al.. Controle Dimensional e do Formato de Revestimentos Cerâmicos. Parte I: Dimensões, Cerâmica Industrial. P.28. 2001 Disponível em: <http://Figura.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v06n05/v6n5_4.pdf >.

SANCHES, E. Matérias-Primas para a Fabricação de Fritas e Esmaltes Cerâmicos. Instituto de Tecnologia Cerâmica (ITC). 1997. Disponível em: http://Figura.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v02n34/v2n34_5.pdf. Acesso em 01 de junho de 2017.

VIANA, Rubia, Adriano, Laysa, Amanda, Rogério. Caracterização química e estrutural de quartzo. Departamento de Química – Laboratório Multi Usuário de Técnicas Analíticas. 2008. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T05631.pdf>>. Acessado em 10 de junho de 2017.

ZANICHELI, Claudia et. al. Reciclagem de lâmpadas e Aspectos Ambientais e Tecnológicos. UNICAMP. 2004. Disponível em: <http://Figura.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/reciclagem_de_lampadas_aspectos_ambientais_e_tecnologicos.pdf >.

CAPÍTULO 05

COMPARATIVO DE CUSTOS NA UTILIZAÇÃO DE LAJE DO TIPO PRÉ-MOLDADA COM VIGOTA PROTENDIDA E COM VIGOTA TRELIÇADA CONVENCIONAL, EM UMA RESIDÊNCIA NA CIDADE DE ORLEANS/SC

Evandro Mazzuco Bussolo
João Paulo Mendes
Camila Lopes Eckert
Ana Sonia Matos
Júlio Preve Machado

Resumo: Atualmente o setor da construção civil apresenta um grande crescimento, onde além de sua importância para a evolução da sociedade, alguns aspectos relevantes estão diretamente relacionados a ele, como os custos que o envolvem. Devido à grande quantidade de obras sendo construídas, as lajes têm sido um dos elementos estruturais mais consumidos durante estas execuções, podendo evidenciar sua imposição nas vastas edificações. Diante dos vários tipos de lajes existentes para complementar este ramo, este estudo tem como objetivo comparar o custo na utilização de laje do tipo pré-moldada com vigota protendida e com vigota treliçada convencional, em uma residência de 397,59 m² na cidade de Orleans/SC. Os resultados do estudo mostraram que o sistema construtivo com laje de vigota protendida apresenta uma maior viabilidade econômica, quando comparada com a laje de vigota treliçada convencional.

Palavras-chave: Orçamento. Construção Civil. Viabilidade Econômica.

Introdução

A laje é um dos elementos estruturais que compõem uma edificação, e estas têm como função a disseminação das cargas para vigas e posteriormente pilares. As lajes pré-moldadas são constituídas por vigotas de concreto e tabelas, onde essas tabelas podem ser do tipo cerâmica ou EPS (Poliestireno Expandido). Essas lajes apresentam inúmeras vantagens, como ganho de velocidade na execução da obra, por apresentar uma montagem simples, têm qualidade, baixo custo e facilitam a organização no canteiro de obras (BONAFÉ, 2018).

Em razão do constante crescimento do mercado imobiliário, bem como o surgimento de novas empresas no ramo de construção civil, um fator importante para estas empresas é a busca por soluções convencionais, econômicas e que satisfaçam as necessidades dos clientes (FAULIN, 2010).

Segundo Mamede (2001, p. 06), “a aplicação de (elementos) pré-fabricados nos processos construtivos tem como objetivo proporcionar um aumento da

racionalização construtiva e com isso, elevar a produtividade e reduzir desperdícios e custos”.

Com a busca por manter-se atuante no mercado, torna-se indispensável que os profissionais deste ramo, busquem soluções adequadas para cada tipo de situação que envolve às necessidades das obras, e a satisfação dos clientes. Referente ao trabalho de engenharia, cabe ressaltar que se deve buscar diferentes alternativas e analisar aspectos importantes da construção, como a estética e funcionalidade do projeto, métodos de construção e custos.

Contudo, o desenvolvimento da pesquisa pretende responder ao seguinte problema: qual dos dois tipos de lajes pré-moldadas, com vigota protendida ou vigota treliçada, possui a melhor viabilidade econômica para construção de uma residência com 397,95m² na cidade de Orleans/SC? Para que a resposta seja obtida, a pesquisa se pauta no objetivo geral de comparar o custo, de materiais, na utilização de laje do tipo pré-moldada com vigota protendida e com vigota treliçada convencional em uma residência de 397,59 m² na cidade de Orleans/SC. Quanto aos objetivos específicos, que darão suporte ao estudo, pretende-se analisar as diferenças construtivas entre os dois modelos de lajes, ao qual direciona esta pesquisa; realizar um levantamento do quantitativo e de custo dos materiais empregados para as duas lajes e; apresentar resultados que forneçam uma estimativa de valores que possam ser utilizados por profissionais da construção civil como referência de escolha da alternativa estrutural a ser implantada.

Quanto a justificativa do estudo, esta se dá em razão de o tema poder contribuir com situações convencionais, uma vez que o ramo da construção civil está cada vez mais avançado e os clientes buscando melhores informações e serviço de qualidade. Assim, é válido ressaltar a importância dos valores envolvidos nos custos orçamentários que fazem parte de uma construção, pois nesta envolve diversos gastos, aos quais deverão ser mensurados, ou pela construtora contratada ou pelo interessado na construção.

Lajes

Como visto, as lajes são elementos estruturais de uma construção, e possuem diversos tipos, sendo: maciças, nervuradas, protendidas e pré-moldadas. Bastos (2015) explica que lajes são estruturas planas apoiadas em vigas ou

paredes, tendo sua estrutura preenchida por concreto, sendo que sua resistência depende de uma armadura na parte inferior.

As lajes pré-moldadas podem ser com vigotas treliçadas ou com vigotas protendidas. Em relação as lajes treliçadas, sua classificação pode se dar quanto à direção, em dois casos, laje armada em uma direção e laje armada em duas direções. Quanto a laje unidirecional, esta se comporta semelhante a uma viga, no qual a armadura principal se distribui do menor vão para o maior. Já nas lajes com duas direções, há duas direções principais para sua armadura (PINHEIRO, 2010).

Segundo Silva (2018), as lajes protendidas constituem junto a sua estrutura, cordoalhas e cabos, que se unem ao concreto, e isso faz com que seja diminuída a tensão total da estrutura. Com essa funcionalidade, o resultado dessa estrutura se faz com menos pilares e vigas e com maior resistência.

De acordo com Bonafé (2018), as lajes protendidas são mais utilizadas para grandes construções que necessitam de vãos livre entre os apoios, como shoppings, centros de distribuição, prédios, entre outros. Entre suas vantagens podem ser citadas: redução de peso próprio, maior durabilidade, por deixar o concreto mais comprimido, não apresenta fissuras relevantes. Sua execução deve ser cautelosa, e reaver cuidados a cada fase da obra. Em relação as suas desvantagens, destacam-se: necessidade de equipamentos especiais e mão de obra qualificada, o que pode encarecer a obra.

Lajes Com Vigotas Treliçadas

De acordo com Gagliardo (2017) as lajes treliçadas são constituídas por vigotas (elementos pré-moldados), em seus intervalos são colocados outros materiais, podendo ser lajotas ou cerâmicas, em seguida se preenche com concreto. A formação dessas vigotas se faz a partir de uma sapata de concreto armado com uma treliça, caso haja necessidade é colocado como complemento uma armadura inferior de tração.

A vigota treliçada constitui parte da alma das nervuras principais das lajes treliçadas. A armadura longitudinal contida na porção inferior do concreto nas nervuras, resiste os esforços oriundos dos momentos fletores positivos (FAULIM, 2010, p. 06).

Prado (2018) explica que a laje treliçada possui concentração na base, servindo de apoio para a treliça, podendo ser revestidas com tabelas. Um capeamento de concreto deve ser utilizado para unir as peças que serão utilizadas para incorporá-la. O fator determinante para a aplicabilidade desse tipo de laje, deve levar em consideração a dimensão da armadura ou o espaçamento para as vigotas.

Segundo Pereira (2018), as lajes treliçadas necessitam de um projeto bem elaborado, definindo as peças a serem utilizadas por ela, onde estas irão incluir as vigotas treliçadas, assim como o material para seu preenchimento, o que irá refletir no peso da estrutura.

Lajes Com Vigotas Protendidas

No entendimento de Gagliardo (2017), as lajes de vigotas protendidas possuem vigotas feitas com concreto protendido, e possuem lajotas como elementos de enchimentos, ou cerâmicas. Após a montagem das vigotas com os elementos de enchimentos e a colocação da armadura de distribuição, complementa-se a nervura com o concreto de capeamento de laje.

A NBR 14859-1 (BRASIL, 2002, p. 02) dispõe também sobre a vigota protendida, a saber:

[...] de concreto protendido: possuem como seção de concreto mais comum o formato de um T invertido, com armadura ativa pré-tensionada totalmente englobada pelo concreto da vigota. São empregadas na composição de lajes de concreto protendido.

Quanto a protensão, esta remove uma série de limitações de design nos lugares de concretos convencionais de extensão e de carga, e permite a construção de lajes, pisos, pontes e paredes com vãos mais suportados. Isso facilita que arquitetos e engenheiros projetem e construam estruturas de concreto mais leves e menos profundas, sem sacrificar a força (GAGLIARDO, 2017).

As duas lajes são indicadas para empreendimentos residenciais e comerciais. No entanto, a laje pré-fabricada protendida possui capacidade de suportar cargas (capacidade portante) bem acima dos valores normativos das configurações básicas para pequenos vãos, o que representa um fator favorável à segurança do projeto. Conforme estabelece a Norma Técnica NBR 6.120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações, a sobrecarga mínima exigida para um projeto residencial

é de 150 kg/m² (para sala, dormitórios, copa, cozinha e banheiro). A laje protendida adotada no edifício, por exemplo, suporta 400 kg/m² (GAGLIARDO, 2017).

Custo com Laje nas Construções

Realizar orçamentos para construção civil é fundamental para evitar transtornos durante a execução da obra. No entanto, não há como precisar um valor exato para construir uma laje. Segundo Lilian (2019), o preço médio para uma laje varia entre R\$/m² 24,00 e R\$/m² 34,00, e o concreto usinado em torno de R\$/m³ 260,00.

Contudo, algumas variáveis devem ser observadas durante a construção de uma laje, como custo dos materiais que a envolve e mão de obra, além do tipo de laje que se irá construir. As lajes pré-moldadas são aquelas que utilizam peças fabricada em processos industriais. Elas são basicamente encaixadas na obra e passam pelos processos de finalização. De maneira geral, elas tendem a apresentar um menor custo por conta das peças pré-moldadas. Elas utilizam ferragem treliçadas e entre as vigas são colocadas placas. O tipo de material dessas placas pode variar muito conforme o projeto (CAMPOS, 2017).

Segundo Gagliardo (2017), os materiais utilizados em cada tipo de laje são determinantes no momento de verificar um orçamento, pois não são utilizados sempre os mesmos materiais para cada tipo de laje. O tamanho da laje também é fundamental, sendo que quanto maior, mais caro o orçamento se tornará. De modo geral, a mão de obra apresenta uma grande contribuição no orçamento para construir e reformar uma laje. Ela pode representar até 40% do valor total da construção.

Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento da pesquisa pauta-se através de em um estudo de caso. Segundo Yin (2015), este método de pesquisa permite investigar um caso, onde o interesse pela pesquisa nesse aspecto refere-se ao entendimento do contexto que envolve o estudo relacionado. Consiste em coletar dados, analisá-los e elaborar um relatório que contemple as informações.

No que se refere aos objetivos da pesquisa, ela os caracteriza de forma descritiva e exploratória. Prodanov e Freitas (2013) explicam que a pesquisa

exploratória se baseia diante de pesquisas bibliográficas e estudos de caso, desenvolvendo o entendimento a partir de um assunto, buscando chegar a uma conclusão disposta a partir de um problema lançado inicialmente.

Quanto a pesquisa descritiva, Barros e Lehfel (2007) mencionam que ao ser realizado um estudo, ela possui a finalidade de analisar, registrar e interpretar os fatos achados, sem que haja interferência do pesquisador.

Em relação à abordagem do estudo, será de natureza quantitativa, que de acordo com Candeloro (2003), tem por finalidade mensurar algumas variáveis transformando dados obtidos no estudo em análises numéricas.

A obra estudada trata-se de uma residência particular, localizada na cidade de Orleans/SC, e apresenta uma área de 397,59 m². O material necessário para a construção das lajes no referido estudo, foi informado por uma construtora, onde ela é responsável pela elaboração do projeto da residência, e contratada para realizar a execução da obra. Com os projetos elaborados, verificou-se a quantidade de materiais necessários para a execução dos dois tipos de lajes. A construtora utiliza um software, TQS, utilizado para o cálculo estrutural de concreto armado, concreto protendido, alvenaria estrutural e estruturas pré-moldadas. Após a obtenção de todo quantitativo de material necessário, conforme detalhamentos em projetos, procedeu-se com a etapa de orçamento dos materiais, onde foram orçados com cinco fornecedores diferentes, a fim de se obter um valor médio de mercado.

Os materiais para a construção da laje com vigota treliçada são os mesmos para a laje com vigota protendida, ao qual as vigotas são os únicos materiais diferentes entre os orçamentos. A construtora identificou três fornecedores de materiais para a laje com vigota treliçada, aos quais serão designados nesta pesquisa como: Fornecedor A, Fornecedor B e Fornecedor C. Dois destes fornecedores para este tipo de laje encontram-se na cidade de Orleans/SC, o outro na cidade de Braço do Norte/SC.

Para a obtenção das informações orçamentárias acerca da construção da laje com vigota protendida, identificou-se dois fornecedores, sendo relacionados neste estudo como: Fornecedor D e Fornecedor E. Estes estão localizados na cidade de Florianópolis/SC, e na cidade de São Bento, no estado do Rio Grande do Sul. A demanda de fornecedores de lajes com vigota protendida é menor na região de Orleans/SC, assim como em cidades mais próximas, dada esta razão buscou-se o

orçamento nas referidas empresas. Nas Figuras 1, 2 e 3 são demonstradas as plantas de fôrma dos pavimentos.

Resultados e Discussão

No que se refere aos materiais orçados para esta pesquisa, explica-se que foi pedido para cada um dos fornecedores exatamente os mesmos materiais, correspondente a cada uma das lajes, diferenciando-se apenas a vigota treliçada e a vigota protendida dentre os materiais.

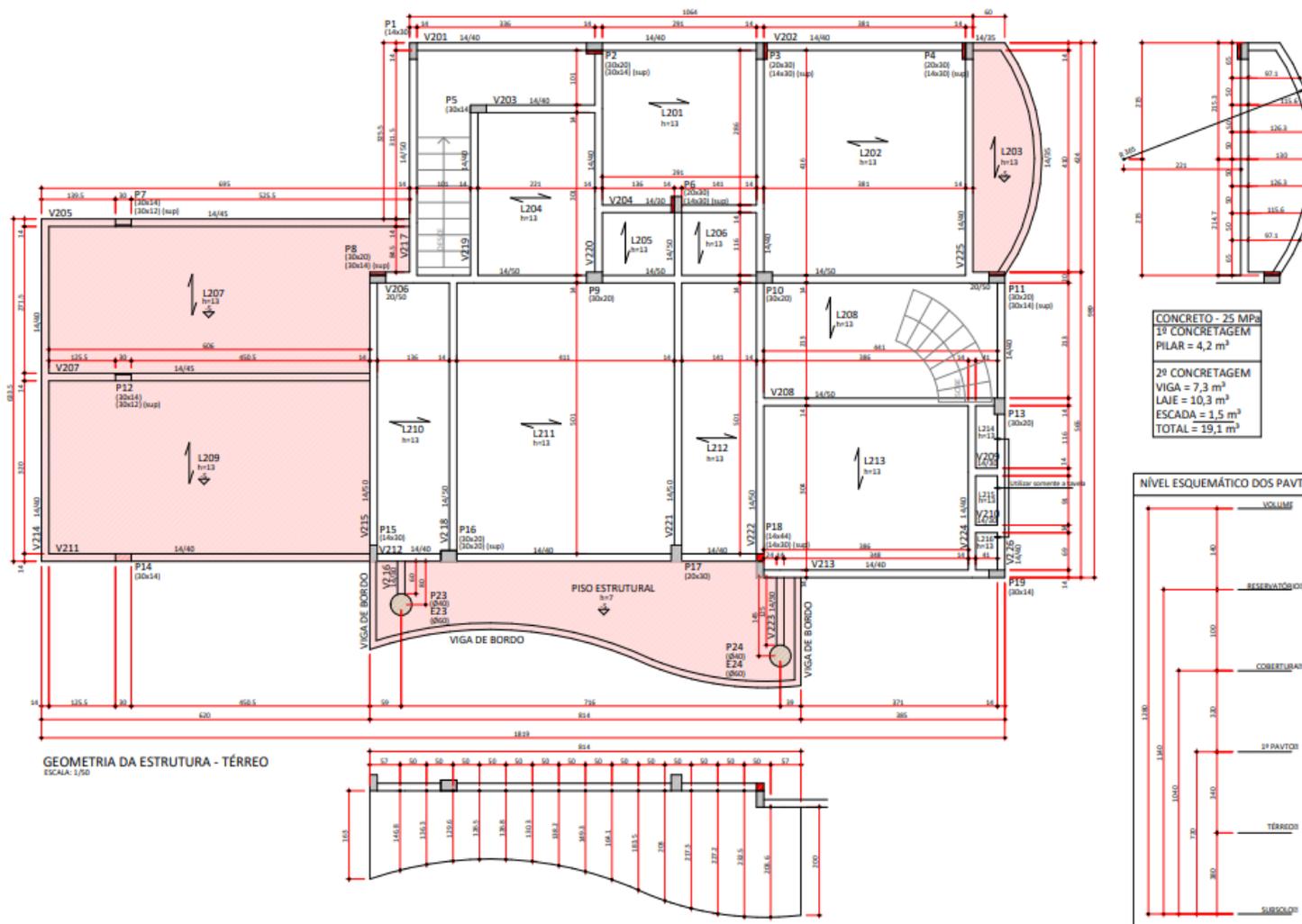
Inicialmente mostrar-se-á o orçamento realizado com os três fornecedores da laje com vigota treliçada. A Tabela 1 aponta o orçamento dos fornecedores para a laje com vigota treliçada.

Tabela 1 – Orçamento Laje com Vigota Treliçada

Fornecedor	Materiais	Quantidade	Custo Unitário R\$	Custo total R\$
A	Aço	6080.30 kg	4,50	27.361,35
	Concreto usinado	67,50 m ³	305,00	20.587,50
	Fôrmas Tábua de caixaria	641,60 m ²	11,20	7.185,92
	Escora	635 peças	3,00	1.905,00
	Laje	359,03 m ²	28,90	10.375,97
	Total			
B	Aço	6080.30 kg	4,50	27.361,35
	Concreto usinado	67,50 m ³	305,00	20.587,50
	Fôrmas Tábua de caixaria	641,60 m ²	11,20	7.185,92
	Escora	635 peças	3,00	1.905,00
	Laje	359,03 m ²	27,90	10.016,94
	Total			
C	Aço	6080.30 kg	4,50	27.361,35
	Concreto usinado	67,50 m ³	305,00	20.587,50
	Fôrmas Tábua de caixaria	641,60 m ²	11,20	7.185,92
	Escora	635 peças	3,00	1.905,00
	Laje	359,03 m ²	28,00	10.052,84
	Total			

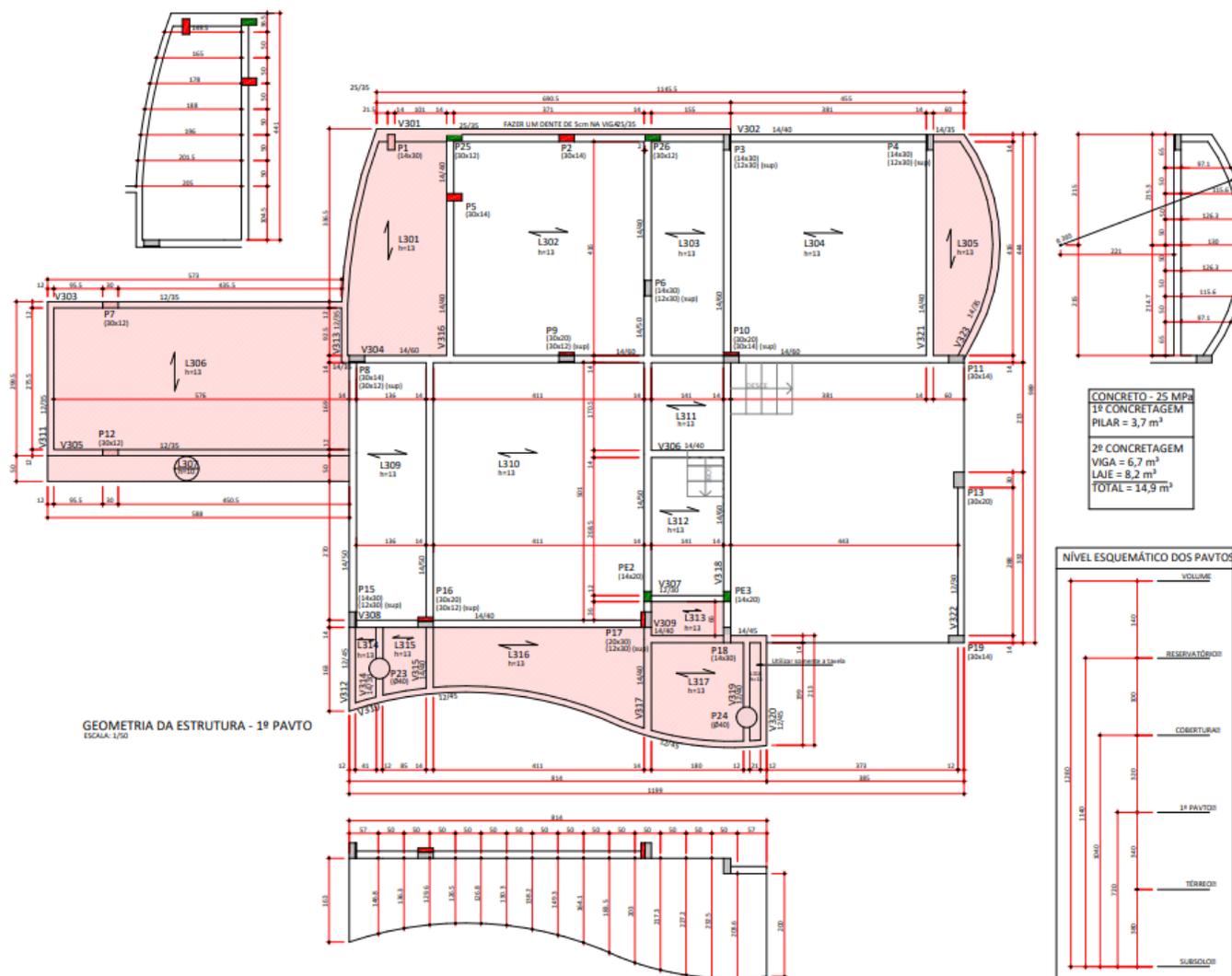
Fonte: Autor (2019)

Figura 1 – Planta de fôrma térreo da residência com 397,59 m².



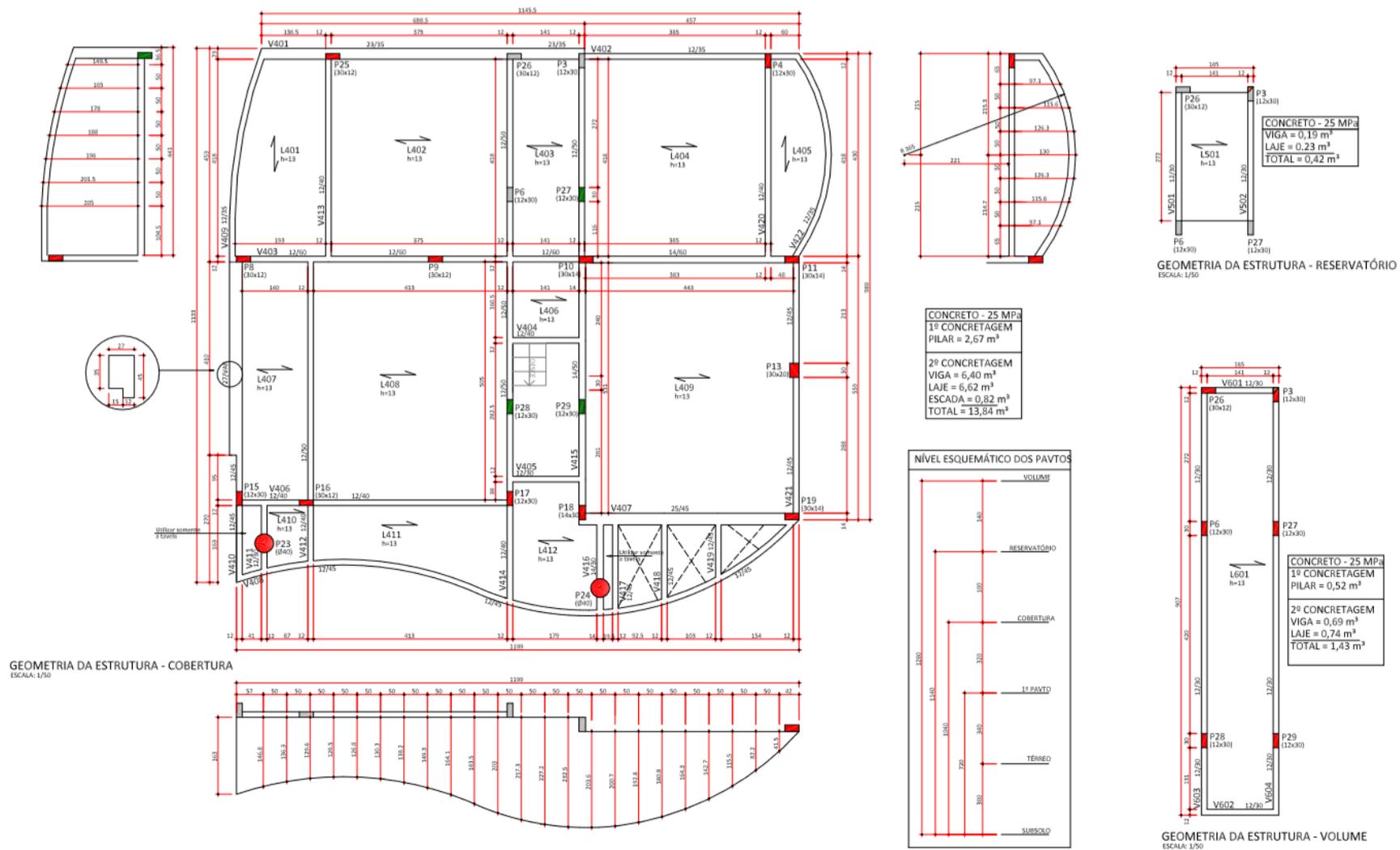
Fonte: Autor (2019).

Figura 2 – Planta de fôrmas do primeiro pavimento.



Fonte: Autor (2019).

Figura 3 – Planta de fôrmas da laje de cobertura.



Fonte: Autor (2019).

Conforme pode ser visto na Tabela 1, percebe-se que diante dos três fornecedores analisados, todos mostram aproximadamente a mesma faixa de preço, ficando em uma média de R\$ 67.188,36 para a construção da residência em questão com laje de vigota treliçada. Pôde ser identificado o preço unitário das lajes com vigotas treliçadas, visto que o menor preço está com o Fornecedor B, e o maior valor com o Fornecedor A R\$ 27,90 e R\$ 28,90 respectivamente. Contudo, subentende-se que os valores referentes a laje não demonstram ser elevados entre os fornecedores, isto é, oscilam entre R\$ 1,00 e R\$ 0,90 de diferença, podendo mencionar que apresentam padrões em seus níveis de preço, assim como para os demais materiais.

Em relação ao orçamento total, dentre os três, diz que o Fornecedor A apresenta o valor maior, ficando R\$ 359,00 mais caro em comparação com o Fornecedor B, e R\$ 1.093,05 mais caro em relação ao Fornecedor C, que apresentou melhor valor de orçamento total. Bem como o Fornecedor B, que mostra um valor de R\$ 323,13 mais caro em comparação com o Fornecedor C, ficando este último caracterizado como o mais viável para a compra de materiais a ser utilizado na construção em estudo, caso opte pela laje de vigota treliçada.

Em um estudo realizado por Cunha (2012), o mesmo buscou informações sobre lajes pré-moldadas com a finalidade de auxiliar outros trabalhos. Seu trabalho evidenciou como se dá a estrutura de uma laje com vigota treliçada, além de outras informações acerca dela. O resultado de sua análise bibliográfica, identificou que as lajes com vigotas treliçadas não são utilizadas em larga escala no Brasil.

Brandalise e Wessling (2015) realizaram um estudo comparativo de custo de entre Laje maciça simples e pré-fabricada de vigotas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos. O resultado da pesquisa identificou que a laje maciça possui um custo 25,29% maior do que a pré-fabricada com vigotas treliçadas. Porém, o estudo não chegou a uma resposta de qual dos dois tipos de lajes seria utilizada na construção de edifícios de até quatro pavimentos, pois ambas possuem vantagens distintas, e fica a critério das empresas construtoras e seus profissionais optar pelo sistema mais adequado para atender suas necessidades.

A seguir serão apresentados os orçamentos realizados para a construção da laje com vigota protendida. A Tabela 2 mostra o orçamento realizado pelos dois fornecedores.

Conforme visto na Tabela 2, os fornecedores dos materiais para a construção da laje com vigota treliçada apontam uma média de R\$ 62.924,94, o que considera uma diferença na média do orçamento realizado na Tabela 1, considerando que há redução de valor em um total de R\$ 4.263,42 se for optado a construção da laje com vigota protendida. Já, no tocante aos dois fornecedores de materiais da laje com vigota protendida, cabe ressaltar que o Fornecedor D oferece orçamento mais viável em relação ao Fornecedor E, que é R\$ 323,12 mais caro, e em comparação com o fornecedor B e o fornecedor D, que apresentam os melhores orçamentos entre as duas lajes, demonstram uma diferença de 1,31% no orçamento.

Tabela 2 – Orçamento Laje com Vigota Protendida

Fornecedor	Materiais	Quantidade	Custo R\$	Custo Total
D	Aço	5.705,30 kg	4,50	25.673,85
	Concreto usinado	60,32m ³	305,00	18.397,60
	Fôrmas Tábua de caixaria	635m ²	11,20	7.112,00
	Escora	150 peças	3,00	450,00
	Laje	359,03m ²	31,00	11.129,93
	Total			
E	Aço	5.705,30 kg	4,50	25.673,85
	Concreto usinado	60,32m ³	300,00	18.397,60
	Fôrmas Tábua de caixaria	635m ²	11,20	7.112,00
	Escora	150 peças	3,00	450,00
	Laje	359,03m ²	31,90	11.453,05
	Total			

Fonte: Autor (2019)

Todavia, foi possível verificar que a opção de construção da residência em estudo, com a laje de vigota protendida gera menor custo, deve ser levado em consideração, que a laje com vigota protendida utiliza menor quantidade de alguns itens, em relação a outra, como no caso dos itens: ferro e fôrmas, que se mostram considerável quando comparado ao quantitativo dos mesmos materiais para a laje com vigota treliçada.

Em relação as informações obtidas durante a prévia na revisão de literatura, viu-se que os dois tipos de sistemas de lajes possuem vantagens. Para tanto, é necessário verificar qual a tipologia de construção a ser executada, bem como suas características para identificar qual o sistema seria mais viável economicamente. Quanto a esta questão, para a residência analisada nesta pesquisa, cabe tanto a

construção da laje com vigota treliçada, quanto com vigota protendida, sendo neste caso, ideal escolher a mais vantajosa economicamente, como visto, a laje com vigota protendida.

Klein (2017), em seu estudo “relação custo/benefício entre lajes com vigotas protendidas e lajes convencionais”, se objetivou a realizar um estudo comparativo apresentando vantagens e desvantagens da utilização de elementos pré-moldados, e realizar comparativo de preços entre os tipos de lajes analisadas. O resultado do estudo identificou que a laje com vigota protendida utiliza menos quantidade de aço que as demais analisadas. O autor também identificou em sua análise, que o custo para a laje protendida é mais viável em comparação as lajes com vigotas treliçadas e maciça. A redução no peso próprio obtido através da utilização de lajes com vigotas protendida em comparação com os demais tipos de lajes é considerável, chegando a mais de 40% se comparando com a laje maciça.

No tocante a estudo realizado pelo referido autor, supracitado, corrobora com a pesquisa aqui realizada, identificando a viabilidade da construção com a laje de vigota protendida.

Em um estudo de viabilidade econômica, realizado por Albuquerque e Pinheiro (2012), identificou-se que a estrutura convencional com lajes maciças apresentou o maior custo. Já a estrutura convencional com lajes nervuradas utilizando caixotes foi a mais econômica, apresentando uma redução de 15,1% em relação à alternativa anterior.

A literatura foi um pouco escassa na busca de estudos comparativos entres lajes com vigotas treliçadas e lajes com vigotas protendidas, partindo deste interesse, poder aumentar os conhecimentos e intensificar estes estudos. Até mesmo porque as lajes pré-moldadas com vigotas protendidas, são sistemas mais recentes no mercado, e ainda devem surgir muitos estudos acerca dela.

Considerações Finais

A busca por um trabalho excelente e satisfação de quem o procura é algo que pressupõe custos, e dada esta razão, as pessoas procuram realizar orçamentos e adequar a melhor oportunidade a ser contemplada. Não é diferente quando alguém deseja construir, fato que deve ser bem analisado, pois demanda de um grande investimento.

Nesse contexto, vale ressaltar a importância de quem oferece esses serviços, em já possuírem um orçamento a oferecer aos seus clientes, quando a questão envolve comparativos. No caso desta pesquisa, o tipo de sistema de laje a ser empregado em uma construção, está ligado as características da obra a ser executada, depende de como ela será, porém em algumas delas podem ser construídas mais de uma opção, cabendo ao cliente escolher a desejável e ao fabricante sugerir a melhor opção.

O desenvolvimento da pesquisa permitiu analisar qual a melhor viabilidade econômica acerca do orçamento para a construção de lajes pré-moldadas, com vigota protendida e com vigota treliçada, possibilitando responder ao problema inicialmente lançado, visto que para a construção da residência com 397,95m² possui melhor viabilidade econômica ao ser construída a laje com vigota protendida, considerando que há uma diferença de valor em um total de R\$ 4.263,42, em comparação com a laje de vigota protendida.

No que concerne aos objetivos, estes puderam ser alcançados, ao qual contribuíram para complementar os conhecimentos do acadêmico, que pôde melhorar seu entendimento acerca da temática, podendo explanar o conteúdo na prática, até então visto somente na teoria. Em relação a diferença entre os dois tipos de lajes, ressalta-se que a laje com vigota protendida utiliza menor quantidade de materiais em sua fabricação, assim como possui maior resistência e também precisa de menos vigas e pilares. A busca pela análise de orçamentos para a construção civil, permitiu identificar quão importante ela no momento da construção, sendo de grande valia esta procura, pois pode gerar grande economia.

Referências

ALBUQUERQUE, R. C. PINHEIRO, C. M. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. 2.ed. São Paulo: PINI, 2012.

BARROS, A. J.da S.; LEHFELD, N. A. de S. Fundamentos de metodologia científica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BASTOS, P. S. dos S. Lages de Concreto. Notas de Aula. Bauru: Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2015.

BONAFÉ, G. Lajes protendidas vencem grandes vãos e reduzem o peso da estrutura. AECweb., 2018.

- BRANDALISE, G.; WESSLING, L. Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil. 2015. 103f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.
- BRASIL. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14859-1: lajes pré-fabricadas – requisitos parte 1 – lajes unidirecionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- CAMPOS, P. E. F. Norma de desempenho de edificações: uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil. Revista Concreto & Construções, n. 70, p. 26-31, 2013.
- CANDELORO, R. J. Trabalhos acadêmicos. Uma orientação para pesquisa e normas técnicas. Porto Alegre: AGE, 2003
- CUNHA, M. O. Recomendações para projeto de lajes formadas por vigotas com armação treliçada. 2012. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- FAULIN, G.C. Influência da adubação em doses variadas na produtividade e no estado nutricional da cultura do café (*Coffea arabica* L.). 2010. 103 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- GAGLIARDO, D. P. Engenharia civil: estudo e aplicações. Joinville: Clube dos autores, 2017.
- KLEIN, É. L. Relação custo/benefício entre lajes com vigotas protendidas e lajes convencionais. 2017. 79f. Dissertação (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional Do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2017.
- LILIAN. Quanto custa um churrasqueiro? Conoshare, 2019. Disponível em: <https://www.cronoshare.com.br/blog/quanto-custa-fazer-impermeabilizacao-da-laje/>. Acesso em: 12 set. 2019.
- MAMEDE, F. C. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. 2001. 187f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- PEREIRA, C. O que é Laje Treliçada? Escola Engenharia. 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/laje-trelicada/>. Acesso em: 27 mai. 2019.
- PINHEIRO, M. Tabelas de vigas: Deslocamentos e momentos de engastamento perfeito. Revisão e adaptação. EESC. Universidade de São Carlos, 2010.
- PRADO, E. Laje pré-moldada: conheça as vantagens e desvantagens. Homify, 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2.ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

SILVA, C. D. Lajes protendidas ou convencionais: diferenças e vantagens. AWA Comercial, 2018.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5.ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2015.

CAPÍTULO 06

INSPEÇÃO DOS SISTEMAS PREVENTIVOS CONTRA INCÊNDIO EM UM GINÁSIO DE ESPORTES LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SÃO LUDGERO-SC

**Caroline Schlickmann
Júlio Preve Machado
João Paulo Mendes
Ana Sônia Mattos
Camila Lopes Eckert**

Resumo: Os incêndios ocorridos nas edificações têm causado prejuízos materiais e humanos. Diante dessas consequências, procurar maneiras de evitá-las e extingui-las é fundamental. Neste sentido, a inspeção predial torna-se ferramenta fundamental para propor as melhorias necessárias em edificações existentes, afim de garantir a segurança e conforto de seus ocupantes. Este artigo teve como objetivo identificar os sistemas preventivos contra incêndio existentes, inexistentes e inadequados no ginásio de esportes localizado no município de São Ludgero (SC), propondo planos de ação para os sistemas inexistentes e inadequados. Essa pesquisa foi realizada por meio de visitas *in loco*, coletando informações e registros fotográficos. Os resultados desta pesquisa revelaram que os planos de emergência, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e sistema de alarme e detecção de incêndio são instalações necessárias, porém inexistentes. Já a sinalização para abandono do local, saídas de emergência e iluminação de emergência são inadequados e precisam de melhorias.

Palavras-chave: Incêndio. Inspeção predial. Planos de ação.

Introdução

A prevenção de incêndios tem aumentado nos últimos tempos em função de casos reais de acidentes desta natureza, que acarretaram em grandes prejuízos financeiros e mortes, que poderiam ter sido evitados se tivessem sido tomadas medidas preventivas. Incêndios importantes ocorreram no Brasil trazendo grandes prejuízos materiais, além de mortes. Em janeiro de 2013 a Boate Kiss em Santa Maria (RS) deixou 241 vítimas fatais por asfixia, além de feridos. Dentre as várias causas desta tragédia poderia citar a superlotação no dia do evento (PERONDI, 2013). Em 2018 o edifício Paes de Almeida (SP) deixou 7 mortos. Além das vítimas fatais, a tragédia gerou grandes prejuízos materiais já que o prédio foi a colapso, desabrigando mais de 144 famílias. Dentre as causas do incêndio, podem-se citar vazamentos de gás e curtos circuitos elétricos (RIBEIRO, 2018). Em Criciúma (SC), o edifício da prefeitura municipal também sofreu incêndio gerando além dos prejuízos materiais provocados pelo estrago do acidente, prejuízos financeiros para

reforma de aproximadamente R\$ 4.000.000,00 (CIPRIANO, 2015). Esses incêndios demonstram a importância da prevenção para a nossa sociedade.

Conforme a Instrução normativa (IN 001/DAT/CBMSC - 2015), os sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico são constituídos por um conjunto de procedimentos, atividades e equipamentos necessários ao imóvel para evitar o surgimento do incêndio, limitar sua propagação, reduzir seus efeitos, possibilitar a sua extinção, permitir o abandono seguro dos ocupantes e o acesso para as operações do CBMSC, tendo como princípios, preservar o meio ambiente e o patrimônio, assegurando a tranquilidade pública e garantindo a segurança das pessoas.

Os incidentes decorrentes de falhas na construção ou na manutenção predial vêm causando mortes e prejuízos insustentáveis. Desabamentos, incêndios, vazamentos, infiltrações e tantos outros contratemplos, que são reflexo dos descuidos com a edificação, podem ser evitados com medidas preventivas simples, de longo prazo, por meio de um planejamento que se inicia com a Inspeção Predial para a posterior implantação do plano de manutenção, que garante o bom desempenho do prédio, a segurança e o conforto dos seus usuários (IBAPE/SP, 2011).

Segundo Campos (2013) a inspeção predial é o check-up da edificação visando identificar eventuais anomalias e falhas de uso, operação e manutenção que comprometam qualidade e segurança do prédio, ela também serve para comprovar se uma edificação é adequada ao uso ou não.

De acordo com as informações levantadas, percebe-se a importância da análise de riscos de uma edificação, a fim de garantir a segurança dos usuários. O ginásio de esportes em análise, localizado no município de São Ludgero (SC) é um local onde possui uma grande concentração de público em eventos realizados ao longo do ano. Por se tratar de uma edificação de aproximadamente 30 anos de existência, surge a preocupação por parte das autoridades competentes e população se as condições de segurança contra incêndio do local são adequadas para a realização de eventos. Neste sentido, para que os riscos possam ser gerenciados e se garanta instalações contra incêndio adequadas, necessita-se inspecionar os sistemas preventivos existentes, a fim de compará-los com as exigências

normativas, identificando os itens normativos inexistentes e/ou inadequados, definindo planos de ação caso seja encontrado não conformidades.

Por meio de uma inspeção in loco, o objetivo do presente estudo é analisar os sistemas preventivos existentes no Ginásio de esportes, localizado no município de São Ludgero (SC). Como objetivo específico buscou-se compará-los com as exigências normativas vigentes de Santa Catarina, identificando os itens normativos com o intuito de verificar possíveis itens inexistentes e/ou inadequados. Caso seja encontradas não conformidades a partir das informações obtidas, será definido planos de ação para assegurar segurança à população.

Procedimentos Metodológicos

O artigo pode ser classificado como sendo de natureza aplicada, pois segundo Gil (2010), esse tipo de pesquisa trata de situações específicas onde se busca a obtenção de novos conhecimentos. Pesquisas descritivas visam prever características do objeto de estudo, podendo ser utilizadas com o objetivo de identificar relações entre as variáveis envolvidas (Gil, 2010). Diante disso, pode-se dizer que esta pesquisa é descritiva. Em relação à abordagem do problema, a pesquisa pode ser definida como qualitativa. Segundo Prodanov e Freitas (2013) a abordagem do problema pelo método qualitativo analisa situações em seus locais de ocorrência sem qualquer influência por parte do pesquisador, e ainda, sem fazer uso de qualquer método estatístico para estudo do problema, pois não é prioridade medir ou quantificar algo. Ainda segundo Gil (2010), um estudo de caso caracteriza-se pelo estudo demasiado dos objetos, possibilitando assim obter o conhecimento detalhado sobre os mesmos. Desta forma, essa pesquisa também pode ser considerada como estudo de caso. Alves (2009) cita que pesquisa de campo consiste em levantar dados, observar fatos como eles ocorrem podendo ser em campo ou em laboratório a fim de se conseguir informações ou maior conhecimento a respeito de um problema ou hipótese, sendo assim, este trabalho também é uma pesquisa de campo.

O objeto de estudo foi um ginásio municipal de esportes localizado no município de São Ludgero/SC, sendo que o mesmo está em funcionamento a cerca de 30 anos. A área da edificação é de 2.376,62 m², com lotação máxima de 1.500

peças. O pé direito do ginásio é de 11,10 metros, possuindo somente um pavimento. A Figura 01 apresenta a fachada frontal da edificação em estudo.

Figura 1 – Fachada Frontal do Ginásio de Esportes.



Fonte: Autores (2020).

Segundo a IN001/DAT/CBMSC (2015), o tipo de ocupação da edificação em estudo enquadra-se em reunião de público com concentração. Para este tipo de ocupação, os sistemas preventivos que obrigatórios independe das situações são: plano de emergência, proteção por extintores, saídas de emergência, iluminação de emergência e sinalização para abandono do local. Já os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, sistema hidráulico preventivo e sistema de alarme e detecção de incêndio são obrigatórios em edificações com área superior a 750 m² e/ou em edificações de 4 ou mais pavimentos. As exigências das IN's 018/DAT/CBMSC (2016) e 033/DAT/CBMSC (2018) não foram levadas em consideração neste trabalho.

Quanto à classe de risco de incêndio, neste estudo a edificação foi classificada como grau de risco leve (IN003/DAT/CBMSC, 2014).

Foi realizada uma inspeção “*in loco*”, utilizando registros fotográficos, com o intuito de analisar os sistemas preventivos existentes e compará-los com as exigências normativas vigentes do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Desta forma, foram verificados os possíveis itens inexistentes e/ou inadequados. Caso fossem encontradas não conformidades a partir das informações obtidas, planos de ação foram definidos.

Resultados e Discussão

Em função das características descritas do imóvel em estudo, os sistemas de segurança exigidos pela IN 001 - CBM SC (2015), que competem a este trabalho são: plano de emergência, extintores, saídas de emergência, iluminação de emergência e sinalização para abandono de local, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sistema hidráulico preventivo e sistema de alarme e detecção de incêndio.

Sistemas inexistentes

De acordo com a inspeção *in loco*, o plano de emergência, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sistema hidráulico preventivo e sistema de alarme e detecção de incêndio são sistemas inexistentes porém exigidos pela IN 001/DAT/CBMSC (2015).

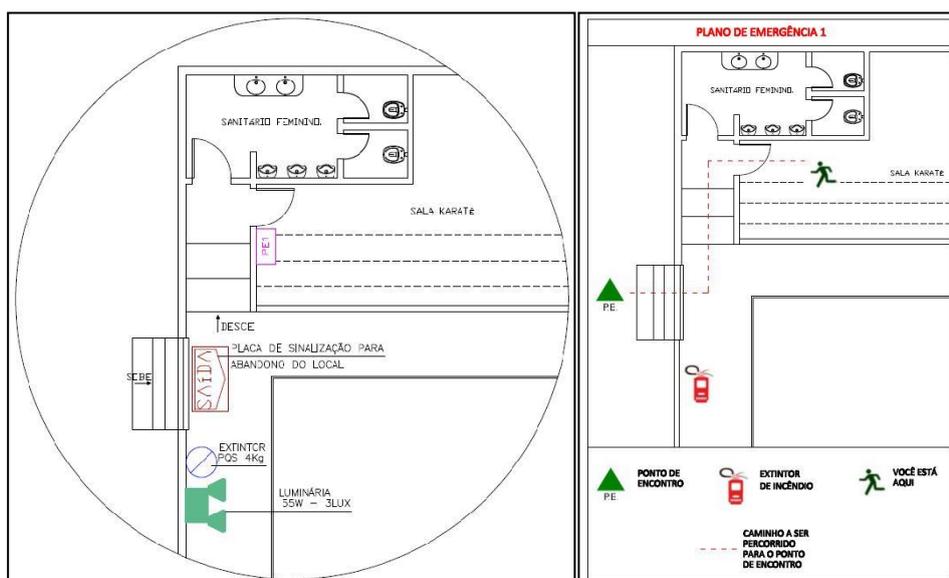
De acordo com a IN031/DAT/CBMSC (2014), a planta de emergência objetivo facilitar, por parte da população e das equipes de resgate o reconhecimento do local da edificação, dividindo-se em dois tipos: interna e externa. A planta interna precisa estar localizada em unidades independentes, a qual indica claramente o caminho a ser percorrido para que a população saia do imóvel em caso de incêndio ou pânico, devendo conter a indicação do local exato no imóvel onde a pessoa se encontra; indicação através de linha tracejada das rotas de fuga e acesso às portas de saída ou escadas de emergência; indicação das escadas de emergência; indicação da localização dos extintores de incêndio; indicação da localização do acionador do alarme de incêndio e a indicação da localização dos hidrantes de parede.

As plantas de emergência devem ser fixadas atrás das portas dos ambientes com altura de 1,7m, sendo que quando os ambientes que tiverem portas que permaneçam abertas, a planta deverá ser afixada na parede ao lado desta. Tendo em vista que a instalação destas plantas é de suma importância para o ginásio de esportes em estudo, como plano de ação deste sistema, foi desenvolvido um projeto de um plano de emergência do mesmo. As Figuras 2(a) e 2(b) apresentam, como exemplo, a planta do plano de emergência da sala de karatê.

O sistema de proteção contra descarga atmosférica (SPDA) é indispensável no ginásio de esportes em estudo, conforme IN001/DAT/CBMSC (2015). O método de proteção sugerido para esta edificação é o condutores em malha (gaiola de

faraday). Este método é constituído por condutores horizontais ou inclinado, em forma de anéis, formando uma malha ou gaiola apoiada sobre a estrutura envolvendo todos os lados a proteger. Estes condutores devem estar interligados na borda superior da estrutura e na terra, formando um anel superior e inferior. Desta forma, garante-se que nenhuma parte da edificação fique de fora, pois se ficar, não haverá a gaiola. Sugere-se que em cada vértice da edificação, deve haver uma descida do SPDA, e em cada haste, junto à descida, deverá ser instalada uma caixa de inspeção. Considerando-se 15 descidas, o cabo deverá ser de cobre nu, com diâmetro de 35mm² e as dimensões mínimas de cada haste deve ser 2,44m x 5/8" (16mm). Estas informações foram obtidas na IN010/DAT/CBMSC (2018) e NBR 5419 (2018).

Figura 2 –(a) Planta baixa para sinalização do plano de emergência e (b) Plano de emergência.



Fonte: Autores (2020).

Quanto a IN007/DAT/CBMSC (2017) fica isenta a instalação do SHP (Sistema Hidráulico Preventivo) para imóveis com carga de incêndio $\leq 5 \text{ kg/m}^2$ (carga de incêndio desprezível). Já a IN005/DAT/CBMSC (2015) cita que se admite reduções, substituições e compensações para o Sistema Hidráulico Preventivo quando a carga de incêndio da edificação for considerada desprezível, e em caso de inexistência do mesmo, fazendo uma compensação com o aumento do número de capacidades

extintoras no pavimento ou setor afetado. Desta forma, esta foi a decisão a ser tomada.

Segundo IN012/DAT/CBMSC (2018) o sistema de alarme e detecção de incêndio (SADI) deve ser composto por central de alarme, detectores de incêndio, acionadores manuais e avisadores sonoros ou visuais. O acionador manual deve ser instalado a uma altura entre 0,9 e 1,35 metros acima do piso acabado, devendo ser instalados em áreas comuns de acesso e/ou circulação, próximo às rotas de fuga ou a equipamentos de combate a incêndio. Os avisadores sonoros e visuais devem ser perceptíveis em toda a área protegida pelo SADI, devendo ser instalados a uma altura mínima de 2,2 m. Por não possuir local com vigilância permanente, deve-se instalar a central de alarme no hall de entrada. Quando for exigido o SADI, é obrigatória a instalação de detectores de incêndio. Em locais com reunião de público com concentração, é exigido apenas para: teatros, cinemas, boates, clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, bares dançantes, sendo assim, a edificação em estudo não necessita ser instalado os detectores.

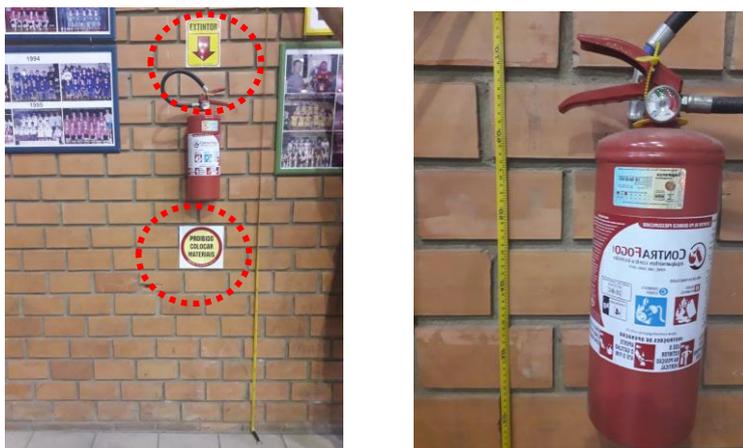
Sistemas existentes

Quanto aos sistemas exigidos pela IN 001/DAT/CBMSC (2015) e existentes na edificação em estudo, pode-se citar o sistema de proteção por extintores.

A IN006/DAT/CBMSC (2017) estabelece que os extintores devem ser na cor vermelha, tendo uma distância máxima percorrida, para risco leve, de 30 metros. Devem ser instalados de maneira que sua alça de transporte esteja, no máximo, 1,60 metros acima do piso acabado. Para a sinalização de parede, deve ser previsto sobre o extintor uma seta vermelha com bordas em amarelo, contendo a inscrição "EXTINTOR". Os extintores devem estar localizados em circulação e em área comum, locais onde a probabilidade do fogo bloquear o acesso do extintor seja a menor possível e em locais onde possa se garantir uma boa visibilidade e acesso desimpedido. Torna-se proibido o depósito de materiais abaixo ou acima dos extintores e colocar extintor de incêndio nas escadas, rampas, antecâmaras e em seus patamares. As Figuras 3 (a) e 3 (b) mostram a forma de como o extintor está disposto na parede e suas dimensões.

Conforme pode ser visto na Figura 3 (a) e 3 (b) a proteção por extintores está atendendo a normativa (IN006/DAT/CBMSC, 2015).

Figura 3 – (a) Extintor fixado na parede e (b) altura de fixação.



Fonte: Autores (2020).

Sistemas inadequados

Os sistemas inadequados identificados na edificação em estudo foram os sistemas de sinalização e abandono de local, saídas de emergência e iluminação de emergência.

Conforme IN013/DAT/CBMSC (2017), o sistema de sinalização de abandono do local (SAL) é constituído por luminárias indicativas para auxílio no abandono do local, localizadas acima das portas de saída do ginásio e em todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas, escadas, rampas, de tal forma que em cada ponto de SAL, seja possível verificar o ponto seguinte. Nos ambientes como salas comerciais, ginásios, supermercados, depósitos e galpões, com pé direito superior a 4 metros e com área superior a 400 m², o tamanho mínimo da placa de SAL deve ser de 50 x 32 cm, com distância máxima entre dois pontos de SAL de 30m. Ainda, a altura máxima de instalação das SAL, é imediatamente acima das aberturas do ambiente, como portas, janelas ou elementos vazados.

Conforme vistoria *in loco*, verificou-se que este sistema não atende todos os critérios da IN013/DAT/CBMSC (2017), pois nem todas as saídas e ambientes possuem a instalação das placas de sinalização para abandono do local conforme pode ser visto na Figuras 4 (a) e 4 (b).

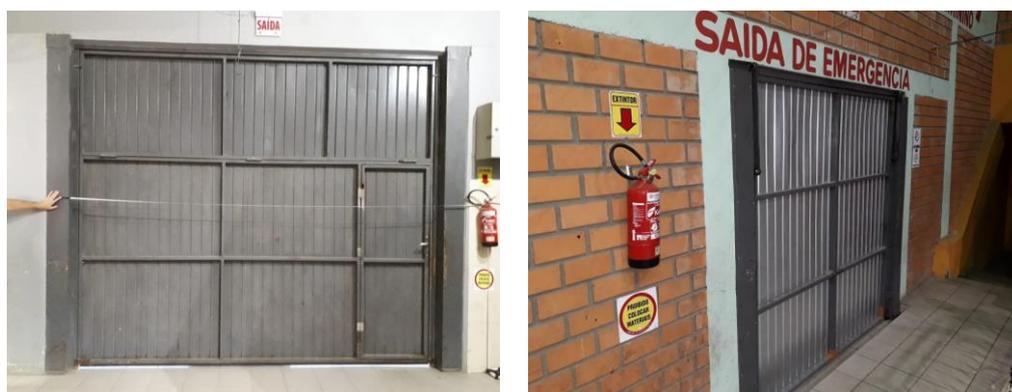
Quanto às saídas de emergência, a edificação conta com duas saídas de emergência, conforme pode ser visto nas Figuras 5(a) e 5(b).

Figura 4 – Placa de sinalização para abandono do local (a) localizada próximo ao sanitário masculino e (b) sala de materiais esportivos.



Fonte: Autores (2020).

Figura 5 – (a) Saída de emergência 1 e (b) Saída de emergência 2.



Fonte: Autores (2020).

A saída de emergência 1, apresenta uma largura de 3,53 metros por 3,08 metros de altura. Já a saída de emergência 2 apresenta 2,05 metros de largura por 2,15 metros de altura, conforme pode ser visto nas Figuras 6 (a), 6 (b), 7 (a) e 7 (b).

A IN009/DAT/CBMSC (2014) descreve que as saídas de emergência são dimensionadas em função da população da edificação e/ou área de risco, devendo ser determinada em função da natureza da ocupação da edificação. Usa-se o termo unidade de passagem para o dimensionamento, no qual deve ser fixado em 55cm. Desta forma, o número de unidades de passagem é resultado da divisão da população pela capacidade de evacuação da unidade de passagem. As equações 1 e 2 apresentam os cálculos realizados para a determinação da dimensão das saídas de emergência.

Figura 6 – (a) Largura da saída de emergência 1 e (b) Altura da saída de emergência 1.



Fonte: Autores (2020).

Figura 7 – (a) Largura da saída de emergência 2 e (b) Altura da saída de emergência 2.



Fonte: Autores (2020).

$$N = \frac{1500}{100} = 15 \text{ unidades de passagem} \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{Largura} = 15 \text{ unidades de passagem} * 55 \text{ cm} = 825 \text{ cm} \quad \text{Equação 2}$$

Analisando as equações 1 e 2 percebe-se a necessidade de 825 cm de abertura de porta de fuga. Desta forma, as portas existentes não atendem a normativa, pois a soma das aberturas totaliza 5,58 metros. O plano de ação seria aumentá-las.

Quanto aos sistemas de iluminação de emergência (IN011/DAT/CBMSC - 2017), a distância máxima entre 2 pontos de iluminação de ambiente deve ser equivalente a 4 vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso e a altura máxima de instalação dos pontos de iluminação de emergência é imediatamente acima das aberturas do ambiente (portas, janelas ou elementos vazados) .Em inspeção *in loco*, verificou-se que as luminárias estão instaladas a uma altura de 4,20 metros e a distância horizontal entre dois pontos de iluminação é de 15,40 m, conforme Figura 08.

Figura 08 – Luminárias de emergência.



Fonte: Autores (2020).

Portanto, verificou-se em inspeção, que este sistema não atende aos critérios da normativa, pois as mesmas estão instaladas a uma altura superior, ao que cita a norma (IN011/DAT/CBMSC - 2017).

Considerações Finais

Este estudo buscou analisar as demandas necessárias por instalações preventivas contra incêndio num ginásio de esporte de São Ludgero (SC) e seu estado atual de conservação. Os dados coletados *in loco* mostraram que o ginásio de esportes carece de instalações indispensáveis, como plano de emergência, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e sistemas de alarme e detecção de incêndio. O estudo mostrou ainda que os sistemas de sinalização para abandono de local, saídas de emergência e iluminação de emergência precisam de

adequações. A execução dos planos de ação propostos neste estudo aos sistemas inexistentes e inadequados são fundamentais para que eventos esportivos possam ser realizados, garantindo a segurança dos usuários da edificação com a prevenção do incêndio ou, em caso de incêndio, com a garantia de condições seguras para se fazer o combate do incêndio e a evacuação do população do local.

Como limitação dessa pesquisa pode-se citar a impossibilidade de simular uma situação de incêndio durante um evento esportivo, verificando o comportamento dos usuários frente um possível sinistro. Como sugestão de futuros trabalhos pode-se citar a análise das condições das instalações contra incêndio em outros centros esportivos da região da encosta da Serra Geral, levantamento dos edifícios com concentração de público que se encontram de acordo com as instruções normativas do CBM/SC para a realização de um evento, além de estudos voltados para a análise de riscos dessas possíveis construções caso estejam em condições inadequadas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419: Proteção de estruturas contra descarga atmosférica. Rio de Janeiro, 2018.

ALVES, L. FIGURA. D. Utilização do Método de Taguchi na modelagem e otimização de vazios relacionados à solidificação em processos de fundição de aço ABNT 1030. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, UNESP, São Paulo, 2009.

CAMPOS, D. T. A. Plano de inspeção predial em sistemas de segurança contra incêndio em edificações residenciais multifamiliares. Curitiba, 2013.

CIPRIANO, Daniel. Fogo atinge Prefeitura de Criciúma pela segunda vez em duas semanas. [S.l.: s.n.], 2015.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5a ed. Santo André, São Paulo, 2010.

IBAPE. NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL. Instituto brasileiro de avaliações e perícias de Engenharia de São Paulo, 2011.

PERONDI, Maurício. Narrativas de Jovens: Experiência de Participação social e sentidos atribuídos às suas vidas. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

RIBEIRO, Bruno. Um mês após tragédia, acampamento no Paiçandu continua sem previsão de fim. [S.l.: s.n.], 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul, 2013.

SANTA CATARINA. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 001: Da atividade técnica. Florianópolis, 2015.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 03: Carga de incêndio. Florianópolis, 2014.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 05: Edificações existentes. Florianópolis, 2015.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 06: Sistema Preventivo por Extintores. Florianópolis, 2017.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 07: Sistema Hidráulico Preventivo. Florianópolis, 2017.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 09: Sistema de Saída de Emergência. Florianópolis, 2017.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 10: Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Florianópolis, 2018.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 11: Sistema de Iluminação de Emergência. Florianópolis, 2017.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 12: Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio. Florianópolis, 2018.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 13: Sinalização para Abandono do Local. Florianópolis, 2017.

SANTA CATARINA, Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. IN 31: Plano de Emergência. Florianópolis, 2014.

CAPÍTULO 07

IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA BREVE REVISÃO

Diogo Ghisi Freitas
João Paulo Mendes
Júlio Preve Machado
Solange Vandressen
Camila Lopes Eckert

Resumo: Há muito tempo a indústria mundial vem vivenciando modificações, alguns desses períodos de transformações ficaram conhecidos como revoluções industriais. No início do século XXI começou a quarta Revolução Industrial, também conhecida como indústria 4.0. Diante disso, esse artigo buscou realizar uma revisão bibliográfica sobre os possíveis impactos que a indústria 4.0 poderá trazer para a área da construção civil, apontar onde está o setor da construção civil nesse contexto, apresentar o potencial das tecnologias BIM (Building Information Model) e da manufatura aditiva (Impressão 3D). Pode-se perceber no decorrer da pesquisa que existe uma alta resistência na construção civil à introdução de novas técnicas e aplicações por ser uma indústria muito apegada à tradição. Apesar dessa alta resistência, a construção civil já está se beneficiando dessa nova era tecnológica, e tem grande potencial para continuar crescendo e tendo seus diversos processos melhorados, automatizados e geridos sob o contexto da indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Revolução Industrial. BIM. Impressão 3D.

Introdução

A indústria mundial vem vivenciando modificações desde meados do século XVIII, com o início da primeira revolução industrial. Iniciada na Inglaterra, essa revolução originou mudanças econômicas e sociais através das transformações dos processos produtivos que proporcionaram um novo conceito entre o trabalho humano e as máquinas. Essas renovações do processo produtivo se deram com a invenção da máquina a vapor. Apesar do vapor já ter sido utilizado como fonte de energia anteriormente, foi o aperfeiçoamento da máquina, feito pelo engenheiro mecânico James Watt (1736- 1819), que permitiu um ganho de produtividade na atividade mineral e no transporte (TAVARES, 2008).

A mecanização da produção, o surgimento das primeiras máquinas a vapor e a energia utilizando o carvão como combustível, são algumas das principais características colocadas pelas reformas técnicas e econômicas ocorridas no final do século XVIII na Inglaterra, as quais foram denominadas Revolução Industrial (OLIVEIRA, 2004).

Já a segunda revolução industrial, ocorrida no final do século XIX e consolidada no início do século XX, foi promovida por novidades técnicas, como o descobrimento e aproveitamento da eletricidade, a transformação de ferro em aço, a eclosão e a evolução dos meios de transporte e dos meios de comunicação, o desenvolvimento da indústria química e de outros setores (SILVA; GASPARIN, 2006).

Aconteceu, além disso, uma fabricação em massa de bens padronizados e a organização ou administração científica do trabalho, além de processos automatizados e o início da utilização da correia transportadora (HOBSBAWM, 1968). Tendo Frederick Winslow Taylor (1856 - 1915) e Henry Ford (1863 - 1947) como as principais personalidades dessa nova forma de produção material dos bens de consumo.

Em meados do século XX, iniciou-se aquela que viria a ser considerada a terceira revolução Industrial. Essa revolução foi promovida pela inovação digital. A invenção dos computadores, o desenvolvimento dos semicondutores, a automação e a robotização nas linhas de produção industriais com informações armazenadas e processadas de forma digital, foram as principais mudanças características desta revolução (COELHO, 2016).

Começou na virada deste século, a quarta Revolução Industrial, com a internet extremamente presente, permitindo a comunicação a longas distâncias entre pessoas e equipamentos cada vez mais desenvolvidos, que com o uso da inteligência artificial tem a capacidade de aprenderem e colaborarem entre si e com o usuário, criando uma vasta rede hoje conhecida com a internet das coisas (SCHWAB, 2016).

Segundo Schwab (2016), esses acontecimentos começaram a ser chamados de indústria 4.0 em 2011 na feira Industrial de Hannover, na Alemanha. Conforme o diretor do Instituto IPK da Sociedade Fraunhofer e professor da Universidade de Berlim, Eckart Uhlmann, o principal conceito da indústria 4.0 é uma produção completamente conectada ao mundo digital. O intuito da indústria 4.0 é possibilitar produtos customizados individuais, mas com a velocidade apresentada em uma produção em massa (ACATECH, 2013).

O ramo da construção civil buscou implantar a racionalização da operação, reproduzindo o modelo taylorista na tentativa de conseguir um maior controle sobre

o serviço. Ainda assim, como os processos de trabalho não contam com muitas repetições em suas execuções, ou seja, variam bastante conforme a obra, as tentativas de uniformizar o processamento acabam desapontando e o treinamento nesse novo método de trabalho se torna mais difícil devido a alta rotatividade da mão de obra no setor (FLEURY E VARGAS, 1983).

A utilização de tecnologias de compartilhamento digital de informações, a produção digital (customização em massa e impressoras 3D), a automatização de processos mentais e a coleta de dados por sensores, são mencionadas pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2018) como exemplos de mudanças provocadas pela indústria 4.0 que estão surgindo no cenário da construção.

Diante disso, esse artigo objetiva realizar uma revisão bibliográfica sobre os possíveis impactos que a indústria 4.0 poderá trazer para a área da construção civil. Além disso, pretende-se com esse trabalho apresentar o histórico da indústria 4.0, apontar onde está o setor da construção civil nesse contexto, e apresentar o potencial das tecnologias BIM (Building Information Model) e da manufatura aditiva (Impressão 3D).

Considerando que este trabalho pretende destacar as inovações que estão sendo apresentadas no setor da construção civil, fica clara a relevância e a necessidade de desenvolver esta pesquisa, que poderá auxiliar em algumas tomadas de decisões em futuros investimentos. Visto que olhar para o futuro é fundamental quando se deseja traçar estratégias de crescimento e desenvolvimento de uma sociedade.

Segundo o CBIC (2016), as condições de trabalho podem melhorar com a implantação da indústria 4.0 e suas inovações, utilizando ferramentas e máquinas modernas, a produtividade pode ser melhorada e os custos de produção tendem a serem reduzidos. Ou seja, a indústria da construção civil tem muito potencial e espaço para melhorias, visto que há muito a se ganhar com o aumento da qualidade e produtividade nas empreitadas. Logo, a existência de estudos como este é de grande auxílio para colocar em prática esses progressos, trazendo benefícios para todos os envolvidos; desde os empreiteiros, construtoras, fornecedores, entre outros, que ao empregarem a utilização dessas tecnologias em seus negócios, estarão dispostos de processos mais confiáveis, eficientes, seguros e lucrativos; até o

consumidor final, que encontrará obras de menor custo, maior qualidade e que serão entregues em menos tempo.

Procedimentos Metodológicos

Com o intuito de atingir o objetivo apresentado neste trabalho, a metodologia adotada foi a de pesquisa bibliográfica de caráter explicativo com uma abordagem qualitativa, por meio da realização de uma análise de conteúdo acerca do assunto estudado. O primeiro passo foi acessar sites como o Google acadêmico <scholar.google.com.br> e o Capes <periodicos.capes.gov.br>, em seguida, foram feitas pesquisas com palavras-chave relacionadas a indústria 4.0 e as novas tecnologias na área da Indústria da Construção Civil.

A pesquisa bibliográfica busca fazer uma análise do apanhado geral acerca dos principais trabalhos relevantes concluídos, com o propósito de fundamentar teoricamente um determinado objetivo (MARCONI; LAKATOS, 2003). Conforme enfatizado por Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos, periódicos, Internet, etc.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa explicativa tem como principal preocupação identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de determinados fenômenos. Este tipo de pesquisa busca explicar a razão das coisas, e é a que mais aprofunda o conhecimento da realidade.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, ou seja, é uma pesquisa que considera que existe uma relação entre o mundo e o sujeito que não pode ser traduzida em números, por isso não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, a pesquisa é descritiva e o pesquisador tende a analisar seus dados indutivamente (SILVA e MENEZES, 2005). Conforme Marconi e Lakatos (2003), uma pesquisa qualitativa procura compreender diferentes perspectivas relevantes acerca do assunto em estudo, com a finalidade de entender o fenômeno analisado.

Construção Civil

Há dados de que cerca de 17 séculos A.C., alguns conceitos da construção civil já eram regulamentados, de certa forma, em um dos conjuntos de leis mais antigos da humanidade, o conhecido Código de Hammurabi, que, entre outras coisas, estabelecia que um construtor devia ser remunerado pelo seu trabalho, bem

como deveria ser punido se sua construção desmoronasse e prejudicasse outros (KING, 1996 apud AKTAN; ELLINGWOOD; KEHOE, 2007).

Apesar de configurar uma das maiores parcelas dos setores econômicos mundiais e ser uma das indústrias mais antigas da civilização, o setor da construção tem sido um dos mais lentos na adoção de novas tecnologias (BALAGUER; ABDERRAHIM, 2008).

De acordo com Balaguer e Abderrahim (2008) a contribuição da indústria da construção para o PIB dos países industrializados é de 7 a 10%. No Brasil, a construção civil responde por 6,2% e conta com 176 mil estabelecimentos, o que representa 34% do total da indústria do país (FIGUERÊDO, 2017). Já nos EUA, essa colaboração com o PIB aumenta para 12% e na União Européia existem aproximadamente 2,7 milhões de empresas envolvidas no setor, sendo a maioria delas pequenos e médios negócios (BALAGUER; ABDERRAHIM, 2008).

Os métodos construtivos são do ponto de vista tecnológico, basicamente três: tradicional, convencional e industrial. O processo tradicional fundamenta-se em um padrão artesanal, enquanto no método convencional a mecanização é parcial, ou seja, ocorre a divisão de trabalho entre máquina e trabalhador. Já o processo industrializado é todo mecanizado (PORTO; KADLEC, 2018).

O fato dos processos na construção civil serem, no geral, bastante desestruturados, é um dos maiores motivos que complicam a modernização dos métodos de construção. O trabalho na construção civil compreende a manipulação de materiais com grande volume e pesados; uma situação de industrialização e pré-fabricação mediana; uma condição baixa de padronização; além de incluir trabalhos em ambientes abertos, expostos ao sol, chuva, neve, ventos, poeiras, mudanças de temperatura e demais intempéries que variam constantemente. Por isso, expandir as tecnologias deixando-as mais complexas, perante tais circunstâncias, se transforma em um grande desafio (HAAS et al., 1995).

Porém, a aplicação de inovações, de acordo com vários autores enfatizados pela CBIC (2016), destaca-se como uma escolha viável para melhoria ao atendimento das demandas da construção civil, exibindo alguns benefícios em seu uso, como por exemplo, a redução de custo de mão de obra, o aumento de produtividade, a redução de custo de produção.

Indústria 4.0

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é definida pela inserção de avanços tecnológicos no mercado, como a robótica, impressão em 3D, inteligência artificial, internet das coisas, veículos autônomos, nanotecnologia, biotecnologia, armazenamento de energia e computação quântica (SCHWAB, 2016).

Esse movimento vem sendo encarado como a quarta revolução industrial, porque assim como as anteriores, a inovação tecnológica é o ponto de partida para afastar velhos paradigmas e remodelar drasticamente os sistemas de produção. E isso terá impactos significativos na economia, sociedade e cultura, pois alteram não só as nossas formas de produção, mas também de consumo, as relações de trabalho, o comércio e as próprias relações interpessoais.

Mas diferentemente das três revoluções anteriores, a Indústria 4.0 seria a única revolução industrial idealizada através de um estímulo consciente mediante colaborações entre agências governamentais, indústria, pesquisa e instituições acadêmicas. Os países que se apresentam como líderes para provocar essa próxima evolução em aplicações tecnológicas são a Alemanha e os EUA (REIS; HEIDRICH; FACÓ, 2017).

A Indústria 4.0 proporciona que as empresas integrem os desejos dos clientes nos seus sistemas de desenvolvimento e de produção. Da mesma forma, ela promete um aumento de produtividade, uma maior eficácia operacional, e melhoria da competitividade, assim como a criação de novos modelos de negócios, serviços e produtos (KAGERMANN et al, 2013).

Porém, algumas questões ainda atrapalham o desenvolvimento colaborativo entre os diferentes prestadores de serviços. As maiores preocupações, quando se analisa sobre a integração da Indústria 4.0 em um plano de negócios, estão em volta das questões de segurança e proteção digital; dos processos e da organização do trabalho; da padronização das conexões de comunicação, da disponibilidade de mão de obra qualificada e da incorporação das pequenas e médias empresas (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016). Ou seja, da mesma maneira que essa revolução estabelece vários ganhos, existem também desafios e riscos que devem ser observados.

Novas tecnologias na construção civil

Conforme Freitas (2015), no Brasil a indústria da construção civil ainda é muito tradicional, seus métodos de gestão e de produção já estão ultrapassados quando comparados com países de primeiro mundo.

Por ser uma indústria muito apegada à tradição, existe uma alta resistência na construção civil à introdução de novas técnicas e aplicações. Conforme o CBIC (2016), boa parte dos profissionais da área não tem muito conhecimento sobre os reais benefícios das novas tecnologias e possuem medo de investir seus recursos nessas inovações. Isso acaba limitando o potencial do setor. Por isso, estudos como esse se tornam essenciais para proporcionar um olhar mais amplo sobre as novas possibilidades que estão surgindo no mercado, chamando a atenção de empresários e investidores do ramo para as alternativas que estão definindo o futuro da construção civil no mundo. Segundo Frey e Osborne (2013), apesar das mudanças que estão acontecendo no mercado, os profissionais da área não serão facilmente substituídos por automação ou robótica e estão com suas posições asseguradas, porém eles devem buscar estar sempre atualizados para garantir a continuidade desses avanços tecnológicos que estão trazendo grandes impactos para a humanidade.

Segundo Costa e Leite (2014), para o crescimento de um país é essencial que sua indústria procure se beneficiar de novas tecnologias, novos materiais e novos processos de produção. Diante disso, os tópicos a seguir irão apresentar o potencial de algumas das novas tecnologias e processos de produção que estão sendo aprimorados dentro da indústria 4.0 e aplicados na construção civil pelo mundo.

Building Information Model – BIM

Tradicionalmente cada engenheiro cuida separadamente do seu projeto, geralmente tendo como referência apenas o projeto arquitetônico. Essa falta de integração e os processos isolados, em alguns casos, não raros, acabam gerando conflitos entre os projetos complementares (hidráulico, sanitário, elétrico, dentre outros), essas incompatibilidades afetam prazos, custos e muitas vezes até a qualidade do produto final.

Uma das principais tecnologias desenvolvidas para suprir essa demanda do setor da construção civil é o Building Information Modeling - BIM (ou Modelagem de Informações da Construção), que é retratado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2018) através da NBR ISO 12006-2:2018 como um modelo digital para armazenamento e compartilhamento dos dados referentes ao projeto, possível de ser acessado e modificado por toda a equipe integrante do processo. Segundo Succar (2009), o BIM pode ser descrito como um conjunto interligado de processos, políticas e tecnologias, a fim de criar métodos de gerenciamento dos projetos essenciais de uma edificação, assim como os dados referentes ao empreendimento em formato digital, que podem ser utilizados durante todo o ciclo de vida da construção.

Essas ferramentas integradoras ainda permitem simular a evolução da construção, com a inclusão do tempo em forma de cronograma. Isso possibilita, além de detectar os conflitos geométricos, também identificar as divergências em função do tempo e as falhas na programação. Pode-se até associar as atividades de planejamento e visualizar ao longo do tempo os equipamentos de grande porte usados durante a construção, como guias e elevadores provisórios, possibilitando a análise de uma melhor disposição no canteiro, a fim de evitar interferências no andamento da obra (RUSCHEL et al., 2013).

O uso do BIM está bastante avançado em vários países do mundo. Segundo Kassem e Amorim (2015), devido às melhorias de eficiência e qualidade dos projetos realizados com a metodologia, alguns países do mundo estão adotando-a como obrigatória em projetos financiados com recursos públicos. Na Finlândia, que é pioneira na utilização da plataforma tendo projetos desde 2001, a estatal Senate Properties obriga a utilização do BIM em seus Projetos desde 2007 (HAMILTON BONATTO, 2019). Vale destacar também países como Chile, que foi pioneiro na adoção do modelo na América do Sul, e desde 2011 o Ministério de Obras Públicas exige BIM em licitações de hospitais, e os Estados Unidos, que desde 2006 tornou obrigatório a utilização do sistema em todos os projetos custeados pela General Services Administration - GSA (prédios civis federais) (SANTOS, 2014).

No Brasil as perspectivas são de um aumento do desenvolvimento do uso da ferramenta BIM nos próximos anos, isso não somente por que alguns governos estaduais, seguindo o exemplo de Santa Catarina, começaram a exigir cada vez

mais a utilização do modelo nas licitações públicas, mas principalmente em razão do Decreto 9.377 de 17 de maio de 2018, do governo federal, que oficializou a instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* (LAVORATTI, 2019). Estratégia essa que tem entre seus principais objetivos difundir o BIM e seus benefícios; coordenar a estruturação do setor público para a adoção do sistema; criar condições favoráveis para o investimento público e privado no modelo, desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM (BRASIL, 2018).

Com a adoção desses objetivos, a Estratégia BIM BR espera alcançar metas como, aumentar a adesão do BIM, que hoje é utilizado por 5% do PIB da construção civil e elevar esse número para 50% do PIB do setor; reduzir em 9,7% os custos de produção das empresas que adotarem o BIM; aumentar em 10% a produtividade das empresas que utilizam o sistema; e elevar em 28,9% o PIB da construção civil até 2028, ou seja, espera-se que o setor cresça com o aproveitamento do BIM, ao invés de 2,0% ao ano, 2,6% ao ano entre 2018 e 2028 (BRASIL, 2019).

Manufatura aditiva (Impressão 3D)

A sustentabilidade vem tendo cada vez mais destaque nos projetos de construção. A alta demanda de habitações gerada pelo frenético crescimento populacional, principalmente em grandes centros urbanos, provoca um consumo enorme de recursos naturais e, simultaneamente, geram toneladas de resíduos, causando assim um sério impacto ambiental. (KHOSHNEVIS, 2012). Segundo Farias (2013), a construção civil no Brasil ainda é marcada por grandes desperdícios e pela utilização de técnicas muito artesanais.

De acordo com Porto (2016), o desenvolvimento da impressora 3D visa reduzir consideravelmente os desperdícios da indústria. Devido à elevada precisão que essa tecnologia possui é possível reduzir o consumo de materiais, energia, e também diminuir as emissões de ruído, poeira e outras substâncias prejudiciais. Conforme Yossef (2015), a impressão tridimensional é um sistema de fabricação que, a partir de um modelo digital, reúne camadas para criar um objeto sólido 3D. Ela possibilita a produção de formas complexas que dificilmente poderiam ser produzidas por outros meios.

Segundo WU et al. (2018) a aplicação da impressão 3D na construção civil tem a capacidade de modificar todo o setor, oferecendo um potencial de redução de custos, desperdícios e do tempo de execução das obras; melhoria no que diz respeito a qualidade do produto, a segurança dos trabalhadores, a eficiência na produção e a sustentabilidade; além da diminuição do retrabalho e da dependência de mão-de-obra.

Esse processo de fabricação que envolve a impressão 3D pode ser empregado, tanto na execução de casas simples e funcionais como em edificações com arquitetura complexa. Pode ser utilizada na produção de pré-moldados ou até mesmo implantada *in loco*. Obras a céu aberto muitas vezes apresentam condições adversas e irregulares, de modo que para se ajustar a esse ambiente é necessário um alto grau de adaptabilidade. Diante disso, a pré-fabricação se apresenta como uma alternativa interessante, visto que a produção e montagem parcial de peças em ambientes fechados, para então serem transportados até a obra, permitem que diversas tarefas construtivas sejam executadas sob condições controladas que eliminam os riscos de variabilidade, dispensando boa parte da parcela de necessidade de adaptabilidade da obra. Um exemplo desse modelo é a construtora chinesa WinSun, estabelecida em Xangai, que operando dentro de uma fábrica, tira proveito do ambiente controlado e da liberdade de personalização que a impressão 3D permite, para fabricar grandes peças em concreto. Em 2015, a construtora foi capaz de montar dez casas em menos de 24 horas, a empresa também conseguiu imprimir um prédio de cinco andares e área de 1.100 metros quadrados que está exposto no Parque Industrial de Suzhou, conforme mostra a Figura 1. O edifício foi todo montado a partir das peças criadas por uma grande impressora 3D com 6,6 metros de altura, 10 metros de largura e 40 metros de comprimento, e teve a sua estrutura reforçada com metal para se enquadrar aos padrões de construção exigidos pelas autoridades (O GLOBO, 2015).

Conforme a Contour Crafting Corporation (2017), projeções apontam que obras feitas a partir de tecnologias de impressão 3D poderão eliminar as despesas com desperdícios, e custar até cinco vezes menos do que os métodos construtivos convencionais, além de permitir a construção, em menos de 24 horas, de casas de 185m². Segundo Feuser (2017), algo de extrema relevância desses

empreendimentos impressos em 3D é sua vida útil, que possui expectativa de ser até 175 anos.

Figura 1 - Empresa chinesa constrói primeiro edifício do mundo com uma impressora 3D.



Fonte: Chinalink (2018).

No âmbito internacional, a tecnologia 3D, apesar de ainda estar em fase de aprimoramento, já é aplicada na construção civil em sua forma final, como é o caso da China que dispõe de casas totalmente construídas através desse processo. Já no cenário brasileiro ainda que existam alguns estudos e startups desenvolvedoras de impressoras tridimensionais específicas para a construção civil, as aplicações na prática ainda são inexistentes (PAIM; ALMEIDA, 2018).

Considerações finais

Com a indústria 4.0, a construção civil é um dos ramos de atividade que está em processo de transformação. Com o intuito de melhorar a qualidade, diminuir os desperdícios, baixar os custos e minimizar os riscos aos trabalhadores, inovações estão surgindo tanto na parte de planejamento como na de execução das obras. O conteúdo apresentado nesse trabalho mostra que, apesar de lento, o setor também está se adaptando ao novo momento de aquecimento tecnológico que está sendo experimentado ao redor do mundo, e essa adaptabilidade às novas tecnologias é um item fundamental para o avanço socioeconômico de uma sociedade, visto que a

construção civil é uma das áreas de maior importância para o desenvolvimento da humanidade.

Várias aplicações da indústria 4.0 na construção civil foram observadas no decorrer dessa pesquisa, no entanto foi dado foco neste artigo a duas destas inovações: o BIM e a impressão 3D. O BIM por ser na atualidade a tecnologia da indústria 4.0 mais difundida na construção civil a nível mundial, e a impressão 3D por ser uma grande promessa de solução para diversos problemas presentes na construção civil, como o alto desperdício de matéria prima.

Este trabalho possibilitou ao autor, de forma muito satisfatória, aperfeiçoar seus conhecimentos sobre a construção civil, suas aplicações atuais e potenciais em termos de desenvolvimento tecnológico. Espera-se que esta pesquisa repercuta de modo positivo à comunidade da construção civil, servindo como fonte de estudos e referência para acadêmicos e profissionais da área, visto que a presença das indústrias na quarta revolução industrial tende a ser cada vez mais intensificada. Como sugestão para artigos e trabalhos futuros, recomenda-se o estudo de casos referente à viabilidade de aplicação das tecnologias advindas da indústria 4.0 no cenário atual da construção civil brasileira.

Referências

ACATECH. National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Working Group, Germanz, 2013.

AKTAN, A. Emin; ELLINGWOOD, Bruce R.; KEHOE, Brian. Performance-Based Engineering of Constructed Systems. 2016. 13 f. School Of Civil And Environmental Engineering, Georgia Institute Of Technology, Atlanta, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12006-2: Construção de edificação - Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação. Rio de Janeiro, 2018. 26 p.

BALAGUER, Carlos; ABDERRAHIM, Mohamed. Robotics and Automation in Construction: Trends in Robotics and Automation in Construction. [s.L.]: Intech, 2008. 23 p.

BLOG CHINALINK. Conheça a WinSun e seus prédios feitos por uma impressora 3D. Disponível em: <<http://Figura.chinalinktrading.com/blog/winsun-predios-imprensa-3d/>> Acesso em: 14 set. 2019.

BRASIL. Constituição (2018). Decreto nº N° 9.377, de 17 de março de 2018. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling.:

legislação federal. Brasília: Diário Oficial da União, 18 maio 2018. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br>>. Acesso em: 14 set. 2019.

BRASIL, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. BIM BR Construção inteligente. Disponível em: <http://Figura.mdic.gov.br/images/REPOSITARIO/sdci/CGMO/Livreto_Estrat%C3%A9gia_BIM_BR_vers%C3%A3o_site_MDIC.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

CBIC. Câmara Brasileira da Construção Civil. Catálogo da Construção Civil. Brasília: CBIC, 2016

CBIC. CBIC Hoje: Indústria 4.0 e o futuro da construção são discutidos em reunião da Comat/CBIC. 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2018/06/CBIC-HOJE-14.06.2018-1.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2019.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Rumo à Indústria 4.0. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2016.

CONTOUR CRAFTING CORPORATION. Building Automated Construction. [S.l.: S.N.]. 2017. Disponível em: <<http://contourcrafting.com/building-construction/>>. Acesso em: 22 set. 2019.

COSTA, D., LEITE, R. Caderno de casos de inovação na construção civil, CBIC, 2014. Disponível em: <http://cbic.org.br/caderno_inovacao/caderno%20inovacoes%20abril_2014%20web.pdf> Acesso em: 29 set. 2019.

EUROPEAN PARLIAMENT. Industry 4.0. União Europeia, 2016.

FARIAS, J. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Framing numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

FEUSER, T. Impressora 3D na construção civil. Tudo Imobi, 2017. Disponível em: <<https://Figura.youtube.com/watch?v=bckovqHALil>>. Acesso em 28 de set. de 2019.

FLEURY, A. C.; VARGAS, N. (Orgs.). Organização do trabalho. São Paulo: Atlas, 1983.

FIGUERÊDO, P. (Distrito Federal). Federação das Indústrias do Distrito Federal. Notícias: Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil. 2017. Disponível em: <<https://Figura.sistemafibra.org.br>>. Acesso em: 14 mai. 2019.

FREITAS, J. T. Automação na Construção Civil. Trabalho de conclusão de curso, Publicação ENC., Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2015.

FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A.. THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION? [s.i]: Oxford Martin Programme On Technology And Employment, 2013. 79 p.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, p. 61, 2002.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo, 6 ed., p. 22, 2008.

HAAS, Carl; SKIBNIEWSKI, Mirosław; BUDNY, Eugeniusz. Robotics in Civil Engineering. 10. ed. Cambridge: Blackwell Publishers, 1995. 11 p.

HAMILTON BONATTO (Paraná). Secretaria de Infraestrutura e Logística - Seil. BIM no Mundo. Disponível em: <<http://Figura.bim.pr.gov.br/>>. Acesso em: 14 set. 2019.

SANTOS, Eduardo Toledo. Panorama de uso de BIM no Brasil: [São Paulo]: 1º Seminário Regional "construindo O Bim: Desafios e Perspectivas Para Implantação no Brasil", 2014. 68 slides, color.

HOBSBAWM, Eric J. (1968). Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1983.

KAGERMANN, FIGURA.; WAHLSTER, FIGURA.; HELBIG, J. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013.

KASSEM, Mohamad; AMORIM, Sérgio R. Leusin de. Building Information Modeling No Brasil e Na União Europeia. Brasília: Mdic, 2015. 162 p. Disponível em:<<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>> Acesso em: 14 set. 2019.

KHOSHNEVIS, B., ZHANG, J. Extraterrestrial Constructing Using Contour Crafting, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos da metodologia científica. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 303 p.

LAVORATTI, Liliana. PLANO DE VOO: 'A gente não quer somente salário'. 2019. Disponível em: <<https://Figura.dci.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2019.

O GLOBO. Companhia chinesa constrói o primeiro prédio do mundo feito a partir de uma impressora 3D. [S.l.: S.N.]. 2015. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/companhia-chinesa-constroi-primeiro-predio-do-mundo-feito-partir-de-uma-impressora-3d-15107866>>. Acesso em: 22 set. 2019.

OLIVEIRA, Elisângela Magela. TRANSFORMAÇÕES NO MUNDO DO TRABALHO, DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL AOS NOSSOS DIAS. 2004. Disponível em: <Figura.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia>. Acesso em: 02 mai. 2019.

PAIM, Fabiane Gomes; ALMEIDA, Márcia Rego Sampaio de. Estudo prospectivo sobre a utilização da impressora 3d na área da construção civil. Cadernos de Prospecção, [s.l.], v. 11, p.463-474, 30 jun. 2018. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v11i2.23379>.

PORTO, Gabriele de Bonis Patekoski; KADLEC, Thalita Malucelli de Moraes. MAPEAMENTO DE ESTUDOS PROSPECTIVOS DE TECNOLOGIAS NA REVOLUÇÃO 4.0: UM OLHAR PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2018. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, 2018.

PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. ESTUDO DOS AVANÇOS DA TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D E DA SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2016. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

REIS, C.; HEIDRICH, F.; FACÓ, J. O Impacto Competitivo na Indústria Brasileira com a Aplicação dos Conceitos da Indústria 4.0. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 20. 2017, São Paulo. Anais. São Paulo: FGV, 2017. p. 1 - 14.

RUSCHEL, Regina Coeli et al. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, [s.l.], v. 7, n. 3, p.36-54, 12 dez. 2013. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v7i3.27487>.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution. Cologny/geneva: World Economic Forum, 2016. 172 p.

SILVA, E. L.. MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação – 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005;

SILVA, Márcia Cristina Amaral da; GASPARIN, João Luiz. A SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E SUAS INFLUÊNCIAS SOBRE A EDUCAÇÃO ESCOLAR BRASILEIRA. 2006. Disponível em: <<http://Figura.histedbr.fe.unicamp.br>>. Acesso em: 02 maio 2019.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v.18 n.3, p.357-375, 2009.

TAVARES, Luiz Alberto. James Watt: A trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Puc-sp, São Paulo, 2008.

WU, P.; ZHAO, X.; BALLER, J.; WANG, X. 2018. Developing a conceptual framework to improve the implementation of 3D printing technology in the construction industry. Architectural Science Review: pp. 1-10.

CAPÍTULO 08

A DIGITALIZAÇÃO DA ENERGIA E A MODERNIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Lucas Dutra Della Giustina
Flávio Schlickmann

Resumo: *Smart Grid* ou Rede Elétrica Inteligente representa a revolução do setor elétrico mundial. Esse novo conceito de distribuição de energia elétrica utiliza tecnologias de ponta, ligadas à infraestruturas de comunicação e sistemas embarcados, impactando diretamente na digitalização das atividades, traduzido para as distribuidoras em ganhos monetários, ambientais e de imagem. Diante disso, o objetivo deste artigo é diagnosticar o estágio de desenvolvimento das redes inteligentes de energia elétrica no Brasil e no mundo, incluindo as políticas regulatórias e institucionais desenvolvidas no Brasil e seus respectivos benefícios. Trata-se de uma abordagem de natureza básica e qualitativa, explorada por meio de uma pesquisa bibliográfica. Ao final, chega-se à conclusão que o *Smart Grid* representa não só a revolução do setor elétrico, como também, a revolução de toda a economia mundial por meio do aumento das energias renováveis, da digitalização e da inteligência artificial. O Brasil ainda está no início da efetiva expansão.

Palavras-chave: Digitalização. Descarbonização. Descentralização. Inteligência. Energia.

Introdução

O setor elétrico brasileiro, seguindo a tendência que ocorreu em vários outros países, passou por transformações e reformas institucionais significativas nas últimas duas décadas. De um modelo estatal e fortemente regulado, passou a ser mais dirigido pela ótica de mercado, com estímulos à concorrência em segmentos como a geração e a comercialização, sendo que em 2004 após a crise do racionamento entre 2001 e 2002 e com a instituição do novo modelo do setor elétrico brasileiro o estado retomou o planejamento do setor de energia elétrica, tendo como princípios fundamentais: garantir a segurança no suprimento, promover a modicidade tarifária e também promover a inserção social (TOLMASQUIM, 2011). As mudanças institucionais ocorreram, principalmente, em função de alterações no ambiente político regulatório do setor, sendo pouco influenciadas pelo ambiente tecnológico, portanto, a maneira como é feita a distribuição de energia elétrica pouco evoluiu com o passar dos anos.

Porém, na última década, a ascensão das tecnologias de informação e telecomunicações, e sua aproximação com o setor de energia elétrica, notadamente no segmento de distribuição, têm sinalizado mudanças substanciais nesse quadro levando, inclusive, a uma quebra de paradigmas no setor elétrico mundial, ao acrescentar inteligência às redes de energia elétrica.

Essa transição para o novo modelo de distribuição de energia elétrica, que se convencionou chamar de Redes Elétricas Inteligentes, no Brasil, é inevitável e altamente desejável. Por outro lado, a implantação bem-sucedida desse modelo requer providências importantes dos responsáveis pela formulação de políticas públicas e pela regulação do setor, bem como das empresas de energia elétrica e seus fornecedores de tecnologia.

Procuramos, portanto, por meio desse artigo, diagnosticar o atual estágio de desenvolvimento das redes inteligentes de energia elétrica no Brasil e no mundo, incluindo as políticas regulatórias e institucionais desenvolvidas no Brasil para aplicação dela no setor elétrico brasileiro e seus respectivos benefícios. Como objetivo específicos temos: Compreender as características principais das redes inteligentes, diagnosticar o estágio de desenvolvimento atual no Brasil e no mundo, compreender o atual estágio regulatório, descrever os possíveis benefícios de sua implantação.

Procedimentos Metodológicos

Este estudo foi realizado com base em artigos e livros, e em face do seu contexto, trata-se de um artigo aplicado de maneira qualitativa que procurou descrever e diagnosticar o atual estágio de desenvolvimento das redes inteligentes de energia elétrica no Brasil e no mundo, como também, as políticas regulatórias e institucionais desenvolvidas no Brasil para aplicação dela no setor elétrico brasileiro. Por fim, procuramos identificar, de maneira geral, os benefícios que esse novo modelo de distribuição de energia elétrica pode trazer ao setor em geral, bem como, ao ambiente de distribuição.

Do ponto de vista da natureza, ou finalidade da pesquisa, este artigo classifica-se como uma pesquisa básica, visto que o objetivo é gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Na qual envolve verdades e interesses universais. Com relação à forma de abordagem do

problema, classifica-se este estudo como qualitativo, pois o mesmo não emprega métodos estatísticos como base na análise de um problema, não pretendendo medir ou numerar categorias. Quanto aos objetivos, esta pesquisa possui um caráter de pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, Gil (2008) explica que o mesmo pode se dar através de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento, estudo de campo, estudo de caso e/ ou pesquisa – ação. Diante disso, esta pesquisa para ser realizada, foi conduzida na forma de pesquisa bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada para elaboração da fundamentação teórica do trabalho estando baseada na investigação em livros, artigos, apresentações em congresso e internet. Conforme Fonseca (2002, p.32) “Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”.

Redes elétricas Inteligentes: conceituação

O conceito de rede elétrica inteligente ou *smart grid*, dada a sua vasta aplicabilidade no setor energético, difere de acordo com quem o define. Segundo Toledo (2012):

“[...] alguns especialistas focam o conceito mais na área de automação da rede, outros na cadeia de fornecimento de energia, outros ainda na melhoria dos canais de interação e serviços para o consumidor. A razão disso é que tal definição varia de acordo com as necessidades (reduzir perdas, poluentes, custos operacionais) e com a ótica (financeira, ambiental, entre outras) de seu autor.”

Ou ainda, segundo Boccuzzi (2013):

“Smart grid ou rede elétrica inteligente, em português, são nomes genéricos e populares dados a uma cesta de tecnologias que estão disponíveis para modernizar e aprimorar os serviços de eletricidade que atualmente são prestados pelas empresas de energia no mundo. Estas tecnologias abrangem a incorporação de sensoriamento (ou monitoramento ou medição), de telecomunicações e de capacidade de processamento de dados (tecnologia de informação) nos ativos de energia.”

Dessa forma, em termos gerais, pode-se conceituar o *smart grid* como a

automação inteligente do sistema elétrico de potência utilizando tecnologias para monitoramento, controle e medição do sistema juntamente com a introdução de sistemas de geração de energia distribuída pela rede, sistemas de armazenamento de energia elétrica e fontes de energia renováveis como a solar e a eólica (TOMASIN, 2014). O que permite a distribuidora ter um melhor gerenciamento dos seus ativos, das suas operações e dos seus próprios consumidores, que por sua vez, disponibilizam de mais informações e autonomia no controle diário de sua demanda, passando a ter um papel ativo e preponderante nesse processo, podendo, inclusive, gerar sua própria energia e gerir melhor o seu uso, seja em sua residência, comércio ou indústria. E, ainda, demandar novos serviços ao distribuidor de energia elétrica, o qual, pode integrar, serviços de utilidade pública, como internet, telefone e outros.

Cenário Internacional

Na atualidade, as redes elétricas inteligentes e seus componentes são assuntos muito discutidos no cenário energético internacional, sendo que diferentes iniciativas vêm sendo adotados em diferentes países, cada qual conforme as suas necessidades.

Até o final de 2020 o mercado mundial de redes inteligentes deve chegar ao patamar de investimento de US\$ 73 bilhões anuais. É esperado que o mercado global das redes inteligentes passe dos \$400 bilhões acumulados para o próximo ano. O crescimento dos investimentos em redes inteligentes no mundo vem crescendo a uma taxa de 8,4% a.a. A Ásia, liderada pela China é o maior responsável por esse crescimento, cerca de 1/3 de todo o investimento mundial nesta tecnologia é aplicado na China (ARRUDA JUNIOR, 2018).

Por ser um conceito relativamente recente e ao mesmo tempo complexo, a sua implantação está, ainda, em estágio inicial de desenvolvimento na maior parte dos países do mundo. Alguns se encontram em estágios mais avançados que outros pelo seu nível de qualificação e desenvolvimento econômico e social, como é o caso dos Estados Unidos, Europa e Japão, porém, é certo que a tecnologia terá um papel cada vez mais relevante em todas as áreas da cadeia de geração, transmissão, comercialização e consumo de energia, sendo imprescindível o investimento e implantação da mesma em todos os países do mundo. Segue abaixo o estágio atual

de desenvolvimento dessa tecnologia nos mercados Norte-Americanos, europeu e japonês segundo Kagan et al (2011):

- **Estados unidos:** Grau mediano de automação do sistema com uma crescente quantidade de geração distribuída conectada ao sistema;
- **Europa:** Médio/Alto grau de automação do sistema com um aumento intensivo de unidades de geração distribuída e microgeração conectadas ao sistema, sendo destaque a Alemanha com intensos investimentos em microgeração solar;
- **Japão:** Alto grau de automação do sistema com um aumento intensivo de unidades de geração distribuída e microgeração conectadas ao sistema.

Em cada país, a implantação de sistemas elétricos inteligentes parte de fatores motivadores individuais, de acordo com as suas necessidades. Ainda, segundo Kagan et al (2011) os fatores que impulsionam a implantação nos Estados Unidos, Europa e Japão são:

- **Estados Unidos:** Escassez de recursos naturais, confiabilidade do sistema, envelhecimento dos ativos, prospecção de novos serviços;
- **Europa:** Questões climáticas, escassez de recursos naturais, confiabilidade do sistema, envelhecimento dos ativos;
- **Japão:** Questões climáticas, escassez de recursos naturais, prospecção de novos serviços.

Ainda, nesse contexto, a União Européia (UE) fez um apelo para a instalação de medidores inteligentes em 80% dos lares da UE até 2020, com isso a maioria dos estados membros da UE instituiu medição inteligente de eletricidade. O Japão por sua vez tem como objetivo reduzir suas emissões de gases até em 30% até 2030. Na China a Lei de Energias Renováveis de 2009, que especifica o desenvolvimento e implantação de tecnologias de redes inteligentes e armazenamento de energia para melhorar operação e gerenciamento da rede e facilitação da integração de renováveis é uma das leis do país que indica o compromisso da China com o desenvolvimento de redes inteligentes (ZAME, 2017).

Enquanto vários países reconhecem a necessidade de reforma de políticas para o desenvolvimento da rede inteligente, a implementação de tais políticas geralmente enfrentam desafios ou dificuldades como rigidez e inércia. Tais barreiras

institucionais são algumas vezes resultado de restrições financeiras e/ou riscos de segurança e privacidade relacionados a redes inteligentes (ZAME, 2017).

Em relação à evolução da tecnologia nos próximos anos, a tendência é que o mercado internacional foque seus investimentos de forma integrada em diversas áreas, como:

- Infraestrutura avançada de medição com comunicação bidirecional;
- Automação de subestação e sistemas de distribuição;
- Eficiência energética e redução de demanda;
- Investimento em TI com implantação de novos serviços;
- Preparação ou adequação do sistema para integração de unidades de geração distribuída e micro geração.

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento e difundir esse tema ao redor do planeta, através da implantação de mecanismos de colaboração e troca de experiências entre os países no desenvolvimento de redes de energia elétrica inteligentes, foi criado um grupo de trabalho internacional (*International Smart Grid Action Network - ISGAN*) no âmbito da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency – IEA*). Participam desse grupo de trabalho: Austrália, Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia do Sul, Espanha, EUA, Finlândia, França, Holanda, Índia, Inglaterra, Irlanda, Itália, México, Noruega, Rússia, Suécia e Suíça. Foram convidados a integrar o ISGAN: África do Sul, Brasil, China, Dinamarca, Japão e Turquia (ISGAN, 2020).

Conforme Bandeira (2012), todos esses países possuem projetos pilotos de implantação de *smart grids* e espera-se que, com a instituição do ISGAN, os países integrantes promovam intercâmbio de conhecimentos no desenvolvimento de ferramentas, e divulguem entre si as melhores práticas adotadas na coordenação de projetos voltados para a implantação de redes de energia elétrica inteligentes.

Cenário Brasileiro

O Brasil investiu pesadamente nestes últimos anos para estender e dar acesso aos serviços de eletricidade para todos os brasileiros. Devido a diversas diferenças geográficas, carência de investimentos e uma grande necessidade de inovação tecnológica, a implantação de *smart grid*, no Brasil, requer diversas adaptações de modelos atualmente empregados em países de primeiro mundo.

Apesar dos problemas com a regulamentação e implantação de redes inteligentes, o grande foco no país é o desenvolvimento de projetos piloto nas chamadas cidades inteligentes (BECKER, 2015).

Há alguns anos as principais ações e projetos no cenário nacional estavam voltados a programas pilotos em concessionárias de energia, que tinham como foco a implantação da medição inteligente avançada, geração distribuída, mobilidade elétrica e armazenamento de energia. Destaque-se algumas concessionárias de distribuição de energia elétrica, como Light, Cemig, AES Eletropaulo de São Paulo, agora ENEL energia, CPFL, Copel e Endesa/Ampla.

Já em relação a automação de subestações e de sistemas elétricos de média e alta tensão, áreas menos dependentes de forças externas como normas e regulamentações, como também, menos complexas de serem aplicadas o seu desenvolvimento se encontra mais avançado e foram os primeiros a serem explorados pelas distribuidoras.

Com o avanço das tecnologias e dos regulamentos os consumidores também passaram a gerar sua própria energia através de sistemas de geração distribuída, essa evolução vem ganhando força no mercado brasileiro e em 2019 passaram-se de 96 mil conexões, tendo uma média diária de 293 novos sistemas instalados por dia. (MATTAR,2019)

Está em vigor também, desde janeiro de 2020, a possibilidade de solicitar a adesão da chamada tarifa branca para os consumidores de baixa tensão. Na tarifa, existem 3 diferentes preços para a energia - ponta, intermediário e fora de ponta. Essas novas implementações estão impulsionando a troca dos tradicionais medidores de energia por novos modelos de medidores inteligentes (CORTEZ et al., 2019).

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, que realiza estudos sobre as redes inteligentes com o objetivo de avaliar os desafios, oportunidades e impactos econômicos, industriais, tecnológicos e sociais desta tecnologia na economia brasileira. Os estudos também buscam obter subsídios para formulação de políticas públicas relativas aos diversos órgãos governamentais setoriais envolvidos nas questões. Esse trabalho compõe uma das metas da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação composto por representantes de entidades como o Ministério

de Minas e Energia – MME, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio – MDIC, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, universidades, CPqD, Operador Nacional do Sistema – ONS, Empresa de Pesquisa Energética – EPE e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, além de dois participantes internacionais, do Reino Unido (National Grid) e da Alemanha (GIZ, ex-GTZ) (CGEE, 2012).

Outras entidades nacionais, também, realizam estudos relativos ao tema *Smart Grids*. Dentre eles, merece destaque o conduzido pela Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADEE, em conjunto com a Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações – APEL, financiado com recursos do programa de P&D (pesquisa e desenvolvimento) do setor elétrico coordenado pela Aneel. O estudo, que contou com a participação das concessionárias brasileiras de distribuição de energia elétrica, propôs um plano nacional para a migração tecnológica do setor elétrico brasileiro, da atual posição, para a adoção plena do conceito de Rede Inteligente. Desse estudo nasceram dois livros sobre as redes elétrica inteligentes no Brasil, ambos com o objetivo principal de analisar e demonstrar os custos e benefícios bem como os subsídios para um plano nacional de implantação (BOCCUZZI, 2013).

De maneira geral, os fatores motivadores que tem impulsionado o estudo e a implantação desse novo modelo de distribuição no Brasil são financeiros e fortemente ligados a redução de perdas comerciais, redução de custos operacionais, aumento da confiabilidade do sistema e prospecção de novos serviços (TOLEDO, 2012).

No entanto, muitos desses motivadores e desafios variam de acordo com a região envolvida e a concessionária ou permissionária que atende tal região. No Brasil, em decorrência de sua expressiva extensão territorial e das diferentes culturas predominantes, as diferentes concessionárias e permissionárias vivenciam realidades distintas. Por exemplo, algumas sofrem com altos índices de perdas não técnicas e inadimplência em sua área de atuação, outras atendem regiões com baixa densidade de clientes. Portanto, é essencial que a tecnologia de redes inteligentes não seja copiada do exterior, mas sim, adaptada para as diferentes necessidades do cenário nacional.

Regulamentação das Redes Inteligentes no Brasil

Segundo Bandeira (2012), a implantação de projetos de redes inteligentes, a princípio, não requer alteração nas leis que regem o setor elétrico, no entanto, serão necessárias importantes alterações na regulação setorial abrangendo:

- A redefinição das tarifas, isto é, a instituição de tarifas dinâmicas que induzam a otimização do serviço;
- O estabelecimento de mecanismos que permitam a recuperação dos investimentos realizados anteriormente e dos investimentos necessários para a implantação de *smart grids*;
- A instituição de normas relativas a novos eletrodomésticos, prédios, processos industriais, geração distribuída e armazenagem de energia; e
- A definição de protocolos e procedimentos que garantam a segurança das informações que trafegarão na rede de fornecimento de energia elétrica, o que é essencial para a viabilização das *smart grids*.

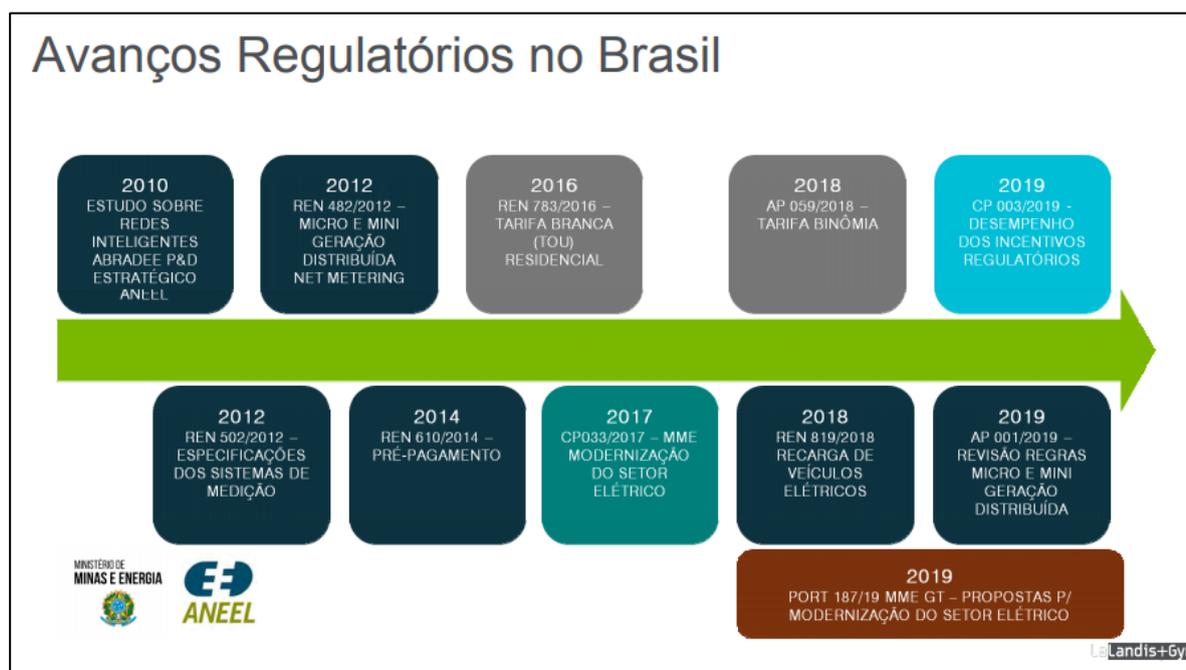
Em termos nacionais, portanto, normas e regulamentações ainda encontram-se em fase de desenvolvimento e adaptação, sendo que inicialmente podemos destacar o trabalho do Ministério de Minas e Energia - MME, que com a edição da Portaria nº 440, de 15 de abril de 2010, criou um Grupo de Trabalho para analisar e identificar ações necessárias para subsidiar o estabelecimento de políticas públicas para a implantação de um Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente – *Smart Grid* sob gestão da secretaria de energia elétrica.

Além do MME, nos últimos anos, apesar de até recentemente não haver uma política nacional para as redes inteligentes de energia elétrica, a ANEEL, também vem desenvolvendo diversas atividades associadas à implantação de redes inteligentes de energia elétrica no país. A Figura 1 demonstra os avanços regulatórios no Brasil.

Para subsidiar a implantação das redes inteligentes, a princípio, até que seja definida uma política nacional e formas para financiar ou amortizar tais investimentos, as empresas de energia elétrica estão utilizando recursos dos programas obrigatórios de P&D e PEE (Pesquisa e Desenvolvimento e de Eficiência Energética), onde as mesmas são obrigadas a investir cerca de 1% da receita operacional líquida anual nestes dois Programas. Os projetos são propostos e desenvolvidos pelas próprias empresas a seu exclusivo critério, mas dentro de

regras estabelecidas pela Agência, que objetivam garantir uma efetividade mínima destes investimentos (BOCCUZZI, 2013).

Figura 1 – Avanços regulatórios no Brasil.



Fonte: (MACHADO, 2019)

A regulamentação necessária à implantação dessas tecnologias e de novos serviços e tarifas é de responsabilidade da ANEEL, enquanto as normas contendo as especificações e métodos de ensaios para os novos medidores eletrônicos inteligentes requerem a participação da ABNT, sendo que a certificação é de responsabilidade do INMETRO. Portanto existe uma série de leis, órgãos, regulamentos e normas vinculadas a esse novo conceito de redes de energia elétrica:

- Leis e decretos federais: relativos ao fornecimento de energia elétrica e ao modelo tarifário vigente no país;
- Regulamentos da ANEEL: tratam das condições gerais de fornecimento de energia elétrica e uma serie de resoluções voltadas à medição de energia elétrica;
- Regulamentos do INMETRO: tratam dos requisitos técnicos e metrológicos que os sistemas de medição centralizada devem satisfazer para uso de

medição de energia elétrica em unidades consumidoras estabelecendo obrigações para distribuidoras e fabricantes;

- Normas da ABNT: voltadas aos medidores eletrônicos e ou inteligentes, que tratam de especificações, métodos de ensaio, procedimentos gerais e padronização.

Benefícios das Redes Inteligentes

O setor elétrico mundial está vivendo um momento de grandes transformações, motivadas por novas tecnologias que mudarão significativamente a forma de produzir, transportar, distribuir e consumir energia, através de uma evolução tecnológica jamais vista nesta área, desde a invenção da lâmpada incandescente comercializável em 1879 por Thomas Alva Edison. Essas transformações passam por novos sistemas avançados de medição e de controle inteligentes, pela possibilidade de geração de energia renovável a preços competitivos em pequenas quantidades e principalmente pelo advento de sistemas e equipamentos de uso final muito mais eficientes, que demandam menos energia para proporcionar o mesmo conforto (BOCCUZZI, 2013).

A implantação das redes elétricas não interessa somente as distribuidoras de energia elétrica. Os benefícios das redes inteligentes se estendem a diversos segmentos da sociedade, como por exemplo, consumidores, distribuidoras, sistema elétrico, sociedade, meio ambiente, órgãos reguladores, enfim, contribuindo de maneira geral para o desenvolvimento do país e da nação.

Para as distribuidoras essas novas tecnologias permitirão uma melhor administração do sistema elétrico (ativos, energia distribuída e serviços ao consumidor) resultando em uma maior eficiência técnica, econômica, social e ambiental. Segundo Bandeira (2012) para as empresas distribuidoras de energia elétrica os desafios são, principalmente, associados à estruturação e implantação de um plano de mudança de plataforma operativa e de atualização tecnológica, enfocando seus processos operacionais relativos a:

1. gestão de ativos, abrangendo: expansão da rede, manutenção programada e de emergência, reservas de capacidade e flexibilidade operativa, controle do perfil da carga atendida e da qualidade do fornecimento, e manutenção dos cadastros dos ativos;

2. gestão do trabalho, com ênfase para despacho otimizado, localização de equipes e materiais, segurança do trabalho, qualidade e eficiência nas as operações;
3. gestão da receita, englobando leitura de medidores e entrega de contas, ligação de novos clientes, corte e religação de clientes, controle de perdas, manutenção de cadastros de clientes, gestão de canais de atendimento aos clientes, eficiência energética e novos serviços.

Por outro lado, os consumidores, se beneficiarão de uma participação mais ativa na gestão de sua energia sendo uma grande oportunidade de estreitar o relacionamento das distribuidoras com os clientes através da ampliação do número de canais de interação como, por exemplo: o acompanhamento do consumo da sua unidade consumidora e de notícias da distribuidora mediante a utilização de televisores, telefones celulares, aplicativo computacionais, redes sociais, canais adaptados para pessoas deficientes ou com necessidades especiais e outros. Além disso, irá permitir a prestação de novos serviços ou tornar mais ágeis os que já existem, através, principalmente, da manutenção e do atendimento remoto, além de possibilitar o acompanhamento dos níveis de qualidade de energia recebida.

Para a sociedade, como também, para o meio ambiente, a aplicação dessas tecnologias proporcionarão maior eficácia na realização dos programas de uso racional e eficiente de energia elétrica, melhorias na qualidade da energia distribuída, reduções de furtos de energia, redução das emissões de CO² e garantias no suprimento de energia visto a ampliação de novas formas de geração, principalmente relacionadas a micro/mini geração e/ou geração distribuída.

De acordo com Toledo (2012), os benefícios para os clientes, para a sociedade, partes interessadas relacionadas e para o sistema elétrico incluem:

- Suporte à geração e ao armazenamento distribuído de energia. Possibilidade de participação ativa do consumidor no mercado por meio do conceito de “prosumidor”, em que o produtor-consumidor pode armazenar ou fornecer energia para a rede através de geração de energia dentro da própria casa com o uso de gás, etanol, biodiesel, miniturbinas eólicas ou de células fotovoltaicas;

- Ampliação dos canais de interação com os clientes e detalhamento do serviço executado, podendo acessar as informações em tempo real do serviço prestado e do consumo de energia;
- Fornecimento de informações aos clientes em tempo real, tarifas, produtos e serviços inovadores, apropriados a sua realidade, proporcionando um melhor planejamento e controle dos gastos com energia elétrica e adequação de seu consumo ao orçamento doméstico;
- Redução de emissões de CO² por consequência da melhora na eficiência energética ocasionadas por diversos motivos entre eles à instalação de equipamentos mais eficientes e inteligentes que consomem menos energia que os atuais;
- Mais produtos e serviços oferecidos pela distribuidora de energia e por parceiros com expansibilidade e suporte a novos tipos de consumidores (veículos elétricos e/ou híbridos recarregáveis);
- Medição inteligente e gestão pelo lado da demanda com possibilidade de uso de tarifas diferenciadas e custos que variam ao longo do ano e do dia. Possibilidade de sincronização dos eletrodomésticos com estes sinais tarifários, por exemplo, bloqueando o uso de equipamentos em determinados horários;
- Melhoria na qualidade do serviço prestado pela distribuidora, além da redução do tempo de atendimento, onde a distribuidora passa a detectar falhas em tempo real deslocando, se necessário, uma equipe o mais rápido possível até o consumidor ou trecho de rede danificado, antes de o próprio consumidor afetado reclamar;
- Maior privacidade em decorrência da não necessidade de visitas frequentes de funcionários das distribuidoras para realizar leituras de dados, cortes e religação dos medidores de energia que passam a ser telecomandados;
- Detecção e correção inteligente de falhas na rede em tempo real, com reconfiguração automática quando possível;
- Gestão preventiva via monitoramento dos ativos da rede e gestão em tempo real da oferta versus demanda de energia;
- Monitoramento da qualidade do fornecimento de energia com melhoria dos índices associados e da confiabilidade do sistema elétrico;

- Redução de perdas técnicas gestão e monitoramento de ativos de rede em tempo real;
- Redução de perdas comerciais com ações de combate ao furto de energia e redução dos índices de inadimplência;
- Melhorias na eficiência operacional das distribuidoras;

Por fim, a realidade das redes inteligentes deve transformar o sistema elétrico em uma moderna rede que permitirá às concessionárias e permissionárias de energia e seus consumidores mudarem a forma como disponibilizam e consomem energia. O momento aponta para um rol cada vez mais extenso de possibilidades tecnológicas a serem implantadas desde medidores eletrônicos de energia, que permitem, em curto prazo, exercer novas modalidades tarifárias e novos comportamentos de consumo até automação de subestações e sistemas de distribuição, permitindo uma melhor eficiência operacional, principalmente no ambiente de distribuição de energia.

Considerações Finais

O *Smart Grid* ou Rede Elétrica Inteligente representa não só a revolução do setor elétrico, como também, a revolução de toda a economia mundial, visto a sua complexidade e abrangência. O setor elétrico, não somente brasileiro, mas mundial, está diante da oportunidade de evoluir e encontrar soluções práticas que reflitam a realidade dos consumidores e das empresas de energia do século 21.

Eficiência operacional e energética, novas fontes de energia, menor emissão de carbono, tarifas módicas, redução de perdas e maior participação do consumidor são somente alguns dos benefícios vinculados às redes inteligentes de energia elétrica sendo que o principal desafio está em adaptar tais tecnologias ao atual modelo do setor elétrico brasileiro, juntamente com suas leis, decretos, normas e regulamentos.

As distribuidoras de energia elétrica já estão mobilizadas e motivadas para empreender esse salto tecnológico que muito contribuirá para a melhoria da qualidade do fornecimento de energia elétrica e conseqüentemente desenvolvimento do Brasil. Cabe, agora, ao governo e o órgão regulador, promoverem os necessários aperfeiçoamentos do ambiente regulatório de modo a viabilizar os investimentos massivos das distribuidoras na implantação das redes elétricas inteligentes.

Referências

ARRUDA JUNIOR, Elson Vieira de. ANÁLISE PROSPECTIVA DE REDES INTELIGENTES NO BRASIL: UMA ABORDAGEM DE DINÂMICA DE SISTEMAS. 2018. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Produção Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

BANDEIRA, Fausto de Pula Menezes. Redes De Energia Elétrica Inteligentes. Brasília: Consultoria Legislativa, 2012. 10p. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br>>. Acesso em: 13 out. 2013.

BECKER, Daniel Pavan. Smart Grid – estudo das experiências nacionais e internacionais das redes inteligentes. 2015. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade SATC, Criciúma, 2015.

BOCCUZZI, Cyro Vicente. A Modernização Tecnológica e as recentes mudanças no Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: <Figura.smartgrid.com.br>. Acesso em: 15 out. 2013.

BOCCUZZI, Cyro Vicente. Tecnologias de Smart Grid no Brasil: Avanços Regulatórios e Institucionais. Disponível em: <Figura.smartgrid.com.br>. Acesso em: 15 out. 2013.

CGEE. Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2012.

CORTEZ, Arturo Jordão et al. OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE SMART GRID NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO. 2019. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao_-_oportunidade_e_desafios_smart_grid_-_arturo_e_adriano.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002.
GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KAGAN, Nelson et al. Redes Elétricas Inteligentes no Brasil: Análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação. Rio de Janeiro: Synergia, 2011. 260 p.

ISGAN. International Smart Grid Action Network. Disponível em: <<https://Figura.iea-isgan.org/>>. Acesso em: 18 abril.2020.

MACHADO, Marcelo. A digitalização das redes e das empresas de energia. In: 12º FÓRUM LATINO-AMERICANO DE SMART GRID. Disponível em: <http://Figura.smartgrid.com.br/eventos/smartgrid2019/marcelo_machado.pdf>. Acesso em: 18 abril.2020.

MATTAR, Carlos Alberto Calixto. A evolução da regulamentação da distribuição no Brasil. In: 12º FÓRUM LATINO-AMERICANO DE SMART GRID. Disponível em: <

http://Figura.smartgrid.com.br/eventos/smartgrid2019/carlos_mattar.pdf>. Acesso em: 18 abril.2020.

TOLEDO, F. Coordenador. Desvendando as redes elétricas inteligentes. Rio de Janeiro: Brasport, 2012. 293 p.

TOLMASQUIM, Mauricio T. Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia, 2011. 290 p.

TOMASIN, Samuel G. et al. Smart grids – Uma visão geral com enfoque em condicionamento e qualidade de energia elétrica. In: EEL805 Condicionamento de energia, 1, 2014, Itajubá. Smart Grids – uma visão geral com enfoque em condicionamento e qualidade de energia elétrica. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2014. P. 1 – 10.

ZAME, Kenneth K.. Smart grid and energy storage: Policy recommendations. 2017. Disponível em:
<https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/09/323226156459456152459.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020

CAPÍTULO 09**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS UTILIZADAS PELAS EMPRESAS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES DAS REGIÕES DA AMREC E AMUREL**

**Felipe Borges da Silva
Gabriel Vagner
Glaucea Warmeling Duarte
Nacim Miguel Francisco Junior**

Resumo: Atualmente há uma grande variedade de tecnologias disponíveis para realizar o desenvolvimento de um software, dentre elas pode-se citar os métodos de estruturação de código e as formas de armazenar dados. Assim, este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa sobre as principais tecnologias de desenvolvimento de software que são normalmente utilizadas por empresas da região da AMREC e AMUREL. Os resultados dos estudos mostram que existe uma grande variedade de tecnologias que podem ser empregadas no desenvolvimento de um software e que elas mudam de acordo com a necessidade e área de atuação da empresa. Além disso, o mercado tecnológico está em constante evolução e o cenário apresentado na pesquisa provavelmente se modificará com o decorrer dos anos, tanto pelo surgimento de tecnologias menos onerosas como por ferramentas que apresentem resultados mais efetivos ao modelo de negócios das organizações.

Palavras-chave: Linguagem de Programação, Banco de Dados, TI.

Introdução

De acordo com Welchen (2016) o mundo passa por uma constante inovação tecnológica em diversas áreas. Na área de tecnologia da informação (TI) percebe-se que as mudanças são constantes e acontecem em um curto período de tempo, com o surgimento de novas ferramentas de trabalhos, novas linguagens, novos bancos de dados, novas arquiteturas e formas de se desenvolver um software.

De acordo com Albertin (2009) a área de TI tem sido considerada um dos componentes mais importantes do ambiente empresarial atual, e as organizações brasileiras têm utilizado ampla e intensamente vários tipos de software, tanto em nível estratégico como operacional.

Um software ou programa, é composto por uma sentença escrita em uma linguagem de programação (computável), para qual será interpretada por uma máquina (computável) (FERNANDES, 2002). Nesse sentido, Fernandes (2002) explica que o software é composto por:

“Uma sequência de instruções (comandos) e declarações de dados, armazenável em meio digital. Ao interpretar o software, a máquina computável é direcionada à realização de tarefas especificamente planejadas, para as quais o software foi projetado.”

Um software bem desenvolvido é normalmente criado pela área engenharia de software e inclui não apenas o programa de computador em si, mas também material de apoio, particularizações e conformações.

É amplamente aceito na comunidade de sistemas de informação que existem três fatores principais que influenciam a qualidade dos produtos de software, dentre elas: pessoas, maturidade tecnológica e de processos (ESPINOSA, RODRIGUEZ, FERNANDEZ, 2013; GORLA, LIN, 2010, STAPLES, 2007).

Os softwares com objetivo de prover apoio ao gestor no desenvolvimento das atividades diárias de sua empresa são conhecidos como Sistemas de Informação operacionais (STP) ou ainda, Transaction Processing.

Estes sistemas são ferramentas de desenvolvimento das operações empresariais rotineiras da empresa, de modo a controlar os dados detalhados das operações das funções empresarias com foco em transações rotineiras, imprescindíveis ao funcionamento da empresa (DA SILVA, 2018).

Nesse sentido, Rossetti (2007) elenca de forma muito didática a funcionalidade dos Sistemas de Informação operacionais: (1) atuam no processamento de operações e transações rotineiras cotidianas; (2) no seu detalhe, incluindo seus respectivos procedimentos; (3) controlam os dados detalhados das operações das funções empresarias imprescindíveis ao funcionamento da empresa, auxiliando a tomada de decisão do corpo técnico das unidades departamentais. (4) possuem como usuários o corpo técnico (engenheiros, assistentes), dividido em setores ou subunidades departamentais.

Ainda, enumera também suas características: (1) foco – transações rotineiras; (2) função básica – registrar transações; (3) origem dos dados – operações internas no contexto empresarial; (4) nível de agregação – dados analíticos precisos; (5) volume de dados gerados – grande (devem ser tratados rapidamente); (6) pessoal – pouca ou nenhuma responsabilidade gerencial; (7) operadores – exigência de pouca decisão.

Dentre suas funcionalidades, Rossetti (2007) destaca: (1) executam o processamento de grupo de dados das operações e transações operacionais,

transformando-os em informações para gestão; (2) trabalham com dados agrupados (ou sintetizados), auxiliando a tomada de decisão do corpo gestor ou gerencial, em sinergia com outros setores; (3) utilizam as informações produzidas para otimizar uma determinada área ou função e não a empresa inteira; (4) possuem como usuários os técnicos com funções de supervisão e gerência organizacional.

O mesmo autor cita as características destes sistemas: (1) foco – informações para decisões gerenciais; (2) função básica – consulta a informações; (3) nível de agregação – dados agregados; (4) origem dos dados – operações internas e fontes externas; (5) volume dos dados – dados agregados.

Assim, com base no que foi exposto, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver um estudo de caso com abordagem qualitativa, em empresas da região da AMREC e AMUREL (SC), com o intuito de analisar o desenvolvimento e atualização das tecnologias regionais e as ferramentas utilizadas para desenvolver os softwares.

Linguagem de Programação

De acordo com Fischer (1993) a linguagem de programação é um método padronizado, que é estruturado por regras semânticas que varia de uma linguagem para outra, que pode ser compilado e transformado em um programa de computador. Há uma grande variedade de linguagens no mercado atualmente, sendo grande parte bastante semelhante, o que as diferencia são certas características que fazem algumas serem mais utilizadas que outras.

A linguagem de programação permite ao programador escrever e agrupar comandos de modo que a máquina possa reconhecê-los e interpretar estes comandos ou instruções, criando as ações dentro do software, e permitindo seu funcionamento (REISSWITZ, 2009).

Na compreensão de Reisswitz (2009), uma das principais metas da linguagem de programação é permitir aos programadores maior produtividade, tendo em vista que possibilitam aos programadores expressar suas intenções muito mais facilmente do que, se estes tivessem que programar diretamente com o código nativo da máquina.

A maior produtividade decorre do fato que as linguagens de programação utilizarem uma sintaxe de alto nível, que possuem certa semelhança com a

linguagem humana, o que torna relativamente mais fácil de se desenvolver do que utilizar o código nativo, ou como também é chamado o código de máquina (binário) (REISSWITZ, 2009).

Conforme já mencionado, o mercado dispõe de inúmeras linguagens de programação, todas com seus pontos fortes e fracos, no entanto, dentre as linguagens de programação utilizadas, é relevante discorrer sobre algumas das mais populares, senão vejamos:

O PHP é uma linguagem de programação normalmente usada na construção de sites, isso porque o programa PHP é normalmente executado em um servidor web e acessado por muitos usuários diferentes através de seus navegadores web em seus respectivos computadores.

Isso difere o PHP de grande parte das linguagens de programação, cujos softwares desenvolvidos normalmente são executados em um computador desktop para uso de um único usuário, fato que demonstra o papel que a linguagem PHP desempenha, interagindo com um navegador e um servidor web (SKLAR, 2016).

O servidor web, ao acessar os programas PHP, lê as instruções escritas na linguagem de programação e descobre o que fazer, seguindo as instruções (SKLAR, 2016). Nesse mesmo diapasão, Sklar (2016) faz uma relação entre este dialogo ocorrido na máquina e o dialogo utilizando a língua portuguesa, vejamos:

“Se compararmos o PHP (a linguagem de programação) ao idioma português a linguagem humana), o engine PHP seria uma pessoa que fala português. O idioma português define muitas palavras e combinações que, quando lidas ou ouvidas por alguém que fala português, produzem significados que fazem as pessoas terem reações, como se sentir embaraçado, ir à loja comprar leite ou vestir as calças.”

Portanto, verifica-se que os softwares escritos em linguagem PHP causam reações no engine PHP como conversar com um banco de dados, gerar uma página web personalizada ou exibir uma imagem (SKLAR, 2016).

O HTML (HyperText Markup Language) é a principal linguagem utilizada na web, permitindo a criação de documentos estruturados em títulos, parágrafos, listas, links, tabelas, formulários, animação e vídeo.

É importante mencionar que a linguagem HTML permite incluir elementos de outras linguagens em um documento web, tais como JavaScript e o PHP, fato que

possibilita maior interatividade com o usuário e possibilita acessar informações de bancos de dados (PRESCOTT, 2015).

Quanto as hiperligações intrínsecas da linguagem HTML, Prescott (2015) leciona:

“O HTML contém instruções especiais que permitem a linhas de texto apontarem para informação na internet. Esses apontadores são chamados de “hiperligações”, e são componentes importantes para da World Wide Web. Os web browsers visualizam como uma cor azul, com texto sublinhado. Se a hiperligação for selecionada conduzirá o usuário para uma página da internet”.

É válido mencionar que a linguagem HTML evolui periodicamente, com sua última versão, o HTML 5 posta em pleno funcionamento no ano de 2011 e trazendo com ela a possibilidade de criar aplicações web capaz interagir com os dados locais, servidores, de maneira mais fácil e ainda fornece suporte há conteúdos multimídia mais ricos (PRESCOTT, 2015).

Linguagem Java é conhecida por ser uma linguagem orientada a objetos, independente de plataforma e segura, projetada com o objetivo de ser mais fácil de aprender do que algumas linguagens mais antigas como a “C++” e mais seguras do que as linguagens “C” e “C++”.

No ano de 1996, finalmente foi lançada a primeira versão da linguagem Java, que evoluiu através de múltiplas versões até o Java que conhecemos hoje (LEMAY, CADENHEAD, 2005).

Dentre as principais características da linguagem JAVA, se destacam a possibilidade de programação orientada a objetos e a neutralidade da plataforma, cujos conceitos lecionam Lemay e Cadenhead (2005):

“A programação orientada a objetos são um grupo de objetos que trabalham juntos. Chamados de classes, cada classe contém informações e instruções para utilizar estes dados. O JAVA é uma linguagem completamente orientada a objetos”.

Ainda, quanto a neutralidade da plataforma pode-se dizer que é a capacidade de um programa executar sem modificações em diferentes ambientes de computação. Os programas Java são compilados para um formato chamado

bytecode, que é executado por qualquer sistema operacional, software ou dispositivo com um interpretador Java.

Você pode criar um programa Java em uma máquina Windows XP, que será executado em um servidor Web Linux, Apple Mac usando OSX assistente digital pessoal Palm. Desde que uma plataforma tenha um interpretador Java, ela pode executar o bytecode (LEMAY, CADENHEAD, 2005).

Todas estas características que compõem a linguagem JAVA consolidaram sua popularidade como uma linguagem de programação orientada a objetos com capacidade de criar aplicativos para desktop, aplicações comerciais, softwares robustos, completos e independentes, aplicativos para a Web.

Banco de Dados

O Banco de Dados é uma coleção de dados que representam informações de algo específico, ou seja, tem como função organizar informações que se relacionam e tratam de um mesmo assunto (KORTH, SILBERSCHATZ, 1994).

Segundo Doneda (2011, p.92) banco de dados é um conjunto de informações organizadas de acordo com uma lógica, ou seja, ela procura dedicar-se ao máximo proveito a partir de um dado conjunto de informações.

Existem diversos tipos de bancos de dados que tem como função o objetivo de armazenar informações, entre eles está o NoSQL (Not Only SQL), MySQL e o PostgreSQL.

A evolução dos serviços da web agregou ao banco de dados a integrações de aplicativos, tornando fácil as aplicações escolherem seu próprio banco de armazenamento de dados. Dada a necessidade de as empresas buscarem novas soluções para seus negócios. (Politowski; Maran, 2014, p.3)

O NoSQL não possui um significado padrão, segundo (Flower, 2012), podendo ser traduzido em um conjunto de características, apresentadas a seguir: (1) não usa modelos de dados relacionais, portanto, não usa a linguagem SQL, e costuma ser projetado para ser executado em um cluster, consiste em computadores fracamente ou fortemente ligados que trabalham em conjunto; (2) costuma ser Open-Source (Código Aberto), não possui esquema fixo (SCHEMA-LESS), permitindo gravar qualquer dado em qualquer estrutura.

O MySQL também é banco relacional de código aberto, escrito em C++ desenvolvido e distribuído com licenças GNU/GLP (General Public Licence). Além do programa, o seu código-fonte é disponibilizado para que possa ser alterado de acordo com as necessidades dos seus usuários (MILANI, 2007).

O MySQL oferece vários tipos de tabela para armazenamento de dados, sendo que cada tipo de tabela conta com características próprias. Podendo ter a responsabilidade de armazenar grande volume de informações de dados, dependendo de sua plataforma (RICARDO, 2013).

Para realizar requisições no banco o MySQL utiliza a linguagem SQL (Structured Query Language). Sendo compatível com diversos sistemas operacionais obtendo atualizações em novas versões (RICARDO, 2013).

Segundo Zeldani (2011):

O PostgreSQL é um banco de dados completo tendo suporte com chaves estrangeiras, junções, visões e gatilhos. Tendo a maior parte dos tipos de dados, incluindo INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, TIMESTAMP. Suportando o armazenamento de objetos binários, figuras, sons ou vídeos. Com cópias de segurança (online/hot backup), um planejador de consultas e registrador de transações sendo tolerante a falhas.

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e objetivos descritivos, pois segundo o autor Lüdke e André (1986, p.35) estudo de caso é um método qualitativo que consiste, geralmente, em uma forma de aprofundar uma unidade individual. Ele serve para responder questionamentos que o pesquisador não tem muito controle sobre o fenômeno estudado.

O estudo de caso contribui para melhor compreensão dos fenômenos individuais. É uma ferramenta utilizada para entender a forma e os motivos que levaram a determinada decisão. Conforme Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.

Para desenvolvimento desta pesquisa foram considerados as empresas de softwares atuantes na região da AMUREL e da AMREC. Ao todo foram encontradas 73 empresas, através de pesquisas na internet. Para cada empresa encontrada foi

enviado inicialmente um e-mail explicativo sobre a proposta do projeto, que seria analisar as principais tecnologias utilizadas pelas empresas de desenvolvimento de softwares das regiões da AMREC e AMUREL, juntamente com um questionário, desenvolvido pelo Google Forms.

O questionário era composto de 5 questões objetivas e 5 questões descritivas, com perguntas que tinham como objetivo obter informações a respeito da empresa de Software, sua área de atuação no mercado, tempo de atuação no mercado de TI, número total de funcionários, tipos de linguagens de programação e de banco de dados utilizados pelas empresa, que tipos de instituições seus softwares atendem, a formação dos acadêmica dos funcionários que trabalham na área de TI, a forma de seleção e contratação dos profissionais de TI e se ela considera ou não a mão de obra escassa na região.

As questões objetivas eram o tempo de atuação no mercado, número total de funcionários, área de atuação, formação acadêmica dos funcionários da empresa, métodos de contratação.

E as descritivas eram os tipos de linguagens de programação e banco de dados tendo também a possibilidade de citar outras que os mesmos utilizavam, regiões atendidas pelos softwares, a empresa atua no atendimento de entidades e se ela considera escassa a mão de obra na região.

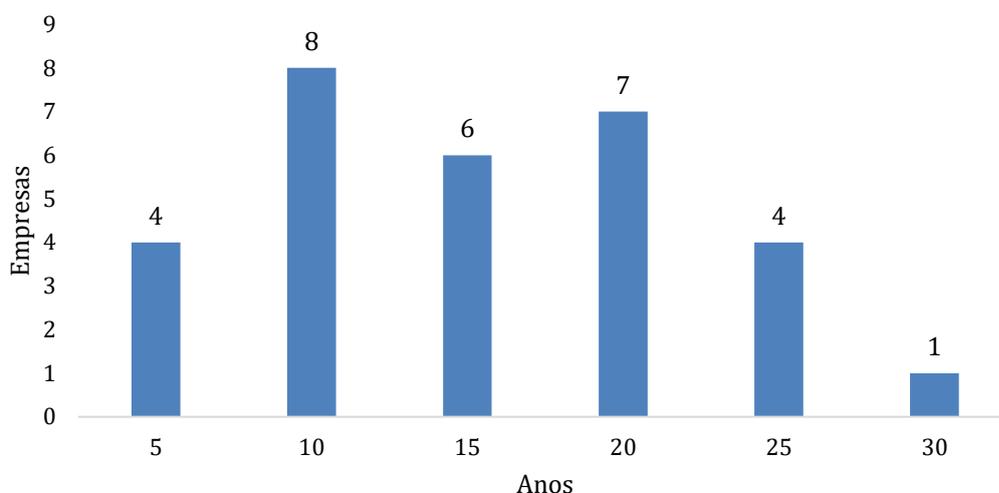
Foi estipulado um prazo de 30 dias para que as empresas retornassem o questionário. Ao final deste processo, obteve-se o feedback de 30 empresas da região.

Com as respostas do questionário foi possível avaliar tecnicamente quais são as principais tecnologias utilizadas pelas empresas de desenvolvimento e qual a realidade de atuação de cada uma.

Resultados e Discussão

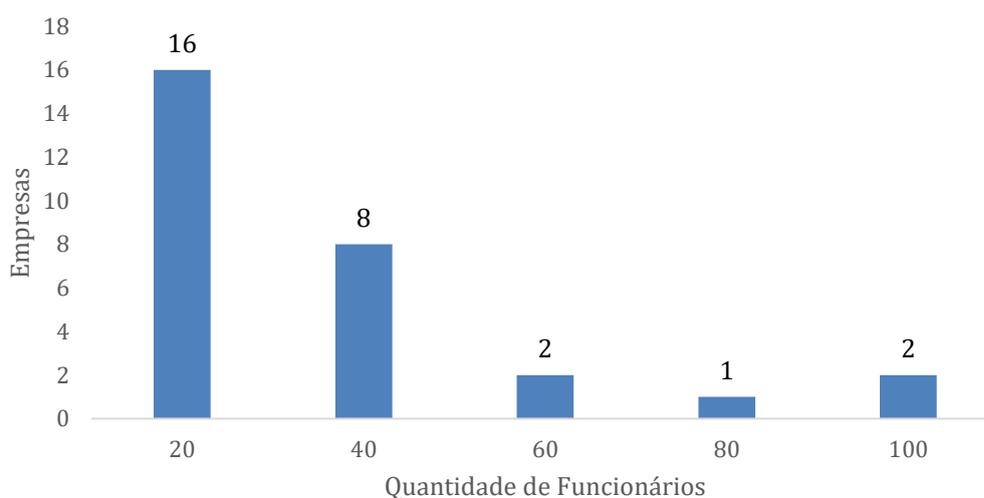
A Figura 1 apresenta os municípios de Santa Catarina selecionados para realização da pesquisa. Foram selecionados os municípios da Região da AMUREL sendo eles Tubarão, Braço do Norte, Imbituba, Capivari de Baixo, São Ludgero, Jaguaruna, Sangão, Laguna, Armazém, Pescaria Brava, Gravatal, Grão Para, Santa Rosa de Lima, Rio Fortuna, São Martinho, Pedras Grandes, Treze de Maio e Imaruí, somando um total de 365.687 habitantes. E os municípios da Região da AMREC,

Figura 2 – Tempo de atuação no mercado de TI.



Fonte: Autores (2020)

Figura 3 – Número total de funcionários.



Fonte: Autores (2020)

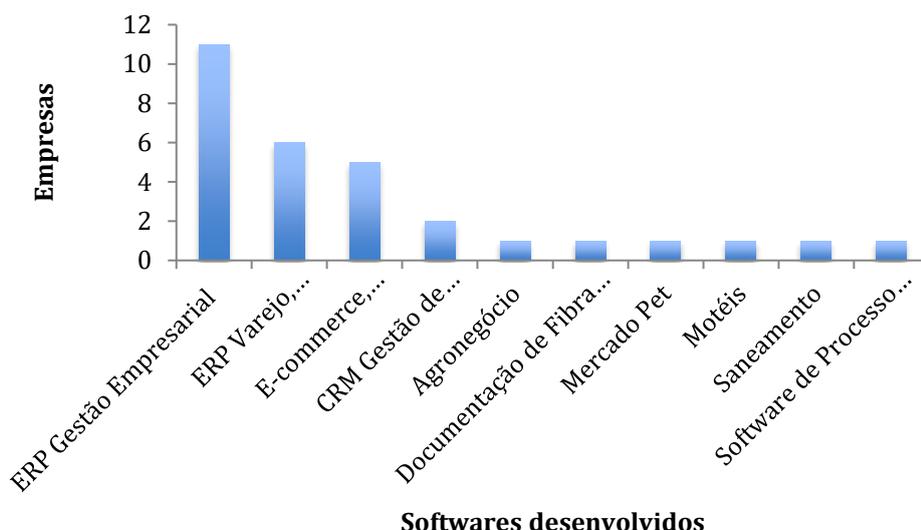
Das 30 empresas que retornaram essa pesquisa percebe-se que grande maioria possui entre 20 e 40 funcionários, totalizando 82,5% das empresas pesquisadas. Isso se dá, pois, a grande maioria das empresas são relativamente pequenas, atendendo em sua maioria em território regional ou nacional.

A Figura 4 apresenta a área de atuação das empresas da região. Observa-se as empresas de TI da região da AMUREL E AMREC atuam em diversos segmentos, sendo que muitas empresas competem no mesmo nicho de mercado, como o

exemplo do ERP Gestão Empresarial, com 37,30% das empresas, sendo os softwares normalmente utilizados em indústrias do segmento plástico, metalúrgicas entre outros.

Algumas empresas atuam em mais de um segmento, ou seja, realizam o ERP para Varejos, Distribuidoras e atacados com 19,8% das empresas.

Figura 4 – Softwares Desenvolvidos pelas regiões da AMUREL e AMREC.



Fonte: Autores (2020)

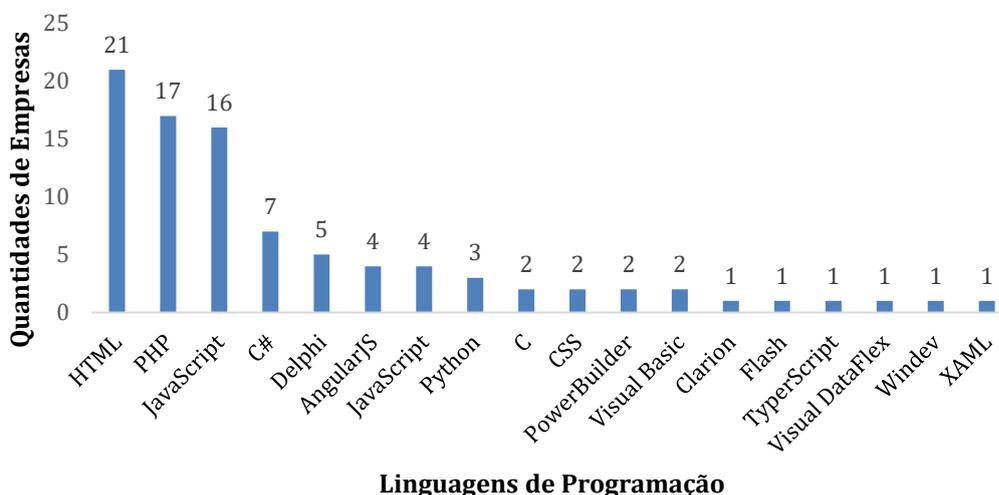
O Figura 5 mostra os tipos de linguagem de programação utilizadas para o desenvolvimento e aplicação dos softwares desenvolvidos, nessa pergunta além de ter algumas linguagens fixadas para a seleção, foi aberto a oportunidade de citarem outras que as mesmas utilizam em seu desenvolvimento.

Observa-se que as linguagens mais utilizadas pelas empresas são o HTML e o PHP, correspondendo à 41,4%, por serem linguagens muito utilizadas em construção de sites, sendo o HTML responsável pela marcação de texto e estruturação, e o PHP pela conexão site-servidor.

A linguagem Java também aparece como a terceira mais utilizada pelas empresas. De acordo com Couto (2017) a linguagem Java se destaca por ter como base o fator de ser simples, neutra, e com capacidade de ser executada em diferentes tipos de hardware, propiciando a ideia de portabilidade.

A maioria das empresas utilizam principalmente em conjunto as linguagens HTML, Java, PHP correspondendo a 58,8% das repostas.

Figura 5 – Linguagens de Programação utilizadas pelas empresas



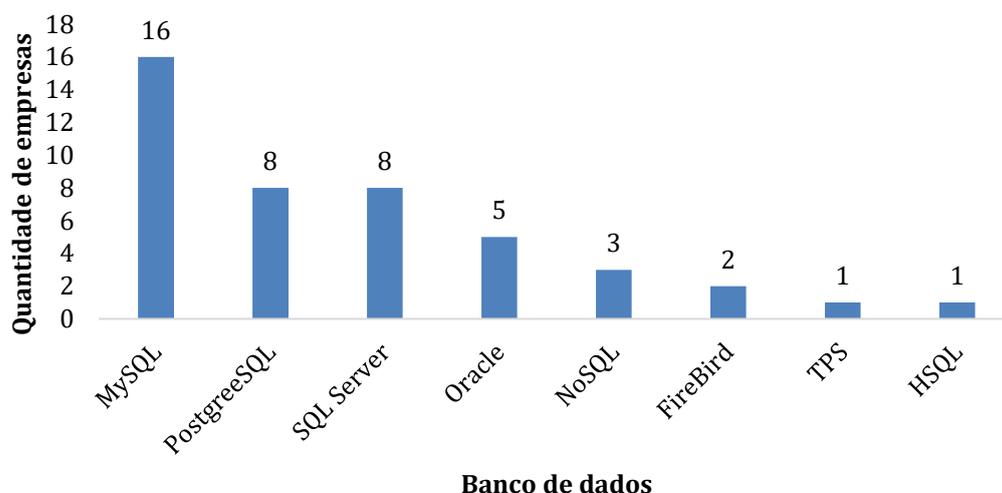
Fonte: Autores (2020).

A Figura 6 apresenta os tipos de bancos de dados utilizados pelas empresas, essa pergunta também tinha possuía uma caixa de seleção na qual a empresa poderia selecionar algumas das opções de banco de dados listadas e/ou descrever outras que utilizavam em seu dia a dia.

Percebe-se pelas respostas obtidas que o MySQL é um dos mais utilizados, correspondendo a 36,3% das respostas, as empresas não utilizam banco de dados em conjunto. Apenas podem migrar de um para o outro de acordo com a sua necessidade. Segundo Milani (2007), o MySQL é um banco relacional de código aberto sendo disponibilizado para que possa ser alterado de acordo com as necessidades dos seus usuários, sendo ele o mais descrito pelas empresas de usabilidade.

O PostgreSQL e o SQL foram também citados por 36,3% das empresas. Sendo considerado um banco de dados completo tendo suporte com chaves estrangeiras, junções, visões e gatilhos (ZELDANI , 2011). E o SQL prove uma integração de aplicativos, tornando fácil para diferentes aplicações escolherem seu próprio meio armazenamento de dados (FOWLER 2012).

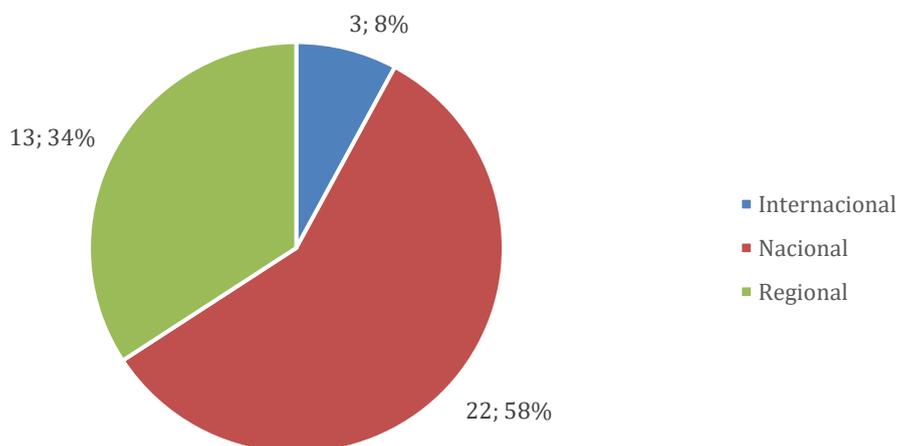
Figura 6 - Bancos de Dados utilizados pelas empresas.



Fonte: Autores (2020).

A Figura 7 apresenta a região atendida pelos softwares desenvolvidos pelas empresas pesquisadas, nesta pergunta as empresas teriam que responder se os seus softwares atendem o mercado Internacional, Nacional ou Regional.

Figura 7 - Regiões atendida pelos softwares desenvolvidos pela empresa



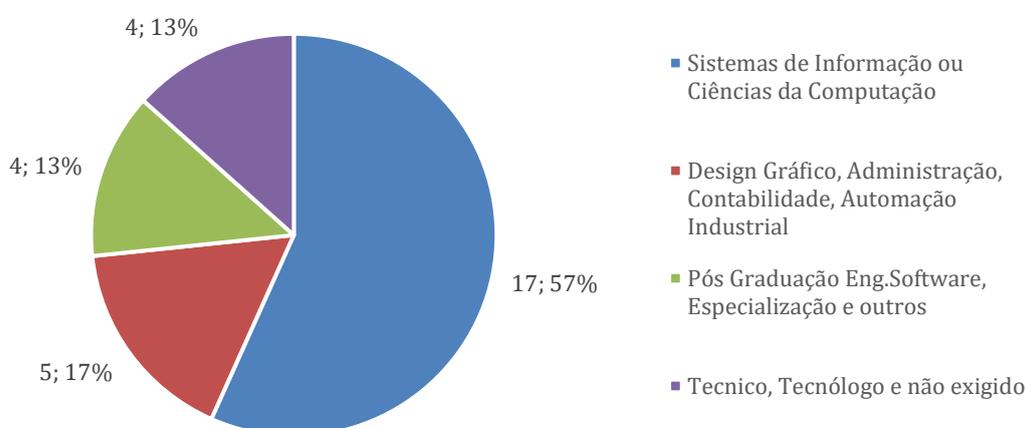
Fonte: Autores (2020).

É constatado que a maioria das empresas atuam principalmente em mercado nacional com 58%, e já na demanda internacional atuam apenas 8% delas. Além disso, as empresas foram questionadas se os softwares desenvolvidos atendiam

entidades privadas, públicas ou ambas. Neste caso, 80% das empresas trabalham exclusivamente para entidade privadas, e apenas 20% delas trabalham para empresas Públicas/Privadas.

A Figura 8 apresenta as respostas das empresas sobre a formação acadêmica dos funcionários da área de TI, com o intuito de saber se elas exigem algum tipo de graduação/especialização para a realização de seus trabalhos ou se contratam funcionários apenas com experiência na área.

Figura 8 – Formação Acadêmica dos Funcionários



Fonte Autores (2020).

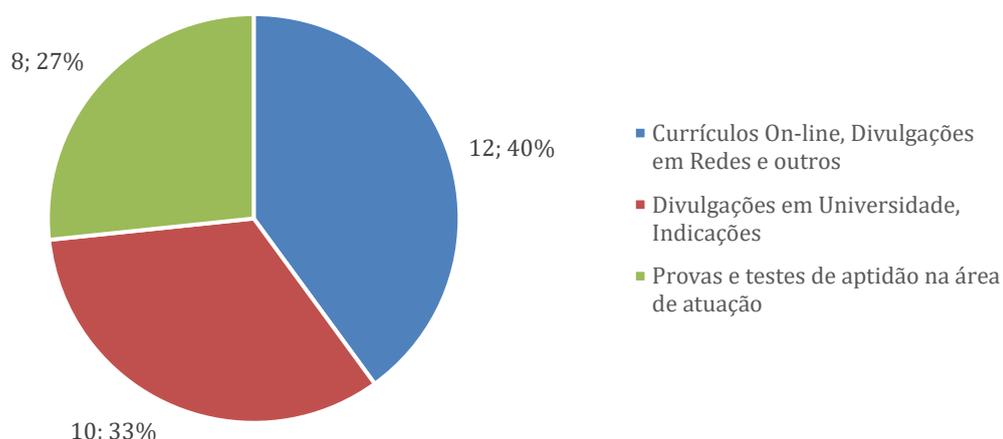
É visto que as empresas de TI exigem diversas tipos de graduações ou especializações, referentes principalmente com a área da tecnologia. Podendo também exercer profissionais da área administrativa, contábil e afins sendo a maior atuação para os acadêmicos de Sistemas de Informação ou Ciências da Computação ou seja 57% da grade de educação.

A Figura 9 apresenta as respostas das empresas sobre os métodos de contratações dos profissionais de TI, se elas utilizam algum meio eletrônico para divulgação, se realizam algum tipo de prova ou teste de aptidão ou utilizam as entidades como forma divulgação. É importante destacar que essa era uma pergunta descritiva, e a Figura 9 apresenta a compilação das respostas obtidas.

Nos métodos de contratação percebe-se que as empresas buscam seus profissionais por meio de divulgações em redes sociais como (Facebook, Whatsapp,

LinkedIn). Além disso uma das formas citadas foi por meio de divulgações e indicações de entidades de ensino da região, podendo também receber currículos e contratar recrutadores para a procura de seus profissionais. A forma que cada empresa seleciona seu mais novo funcionário varia, elas podem se caracterizar por meio de provas e testes específicos na área ou função que iram atuar.

Figura 9 – Métodos de contratação dos profissionais de TI



Fonte: Autores (2020)

Para finalizar as empresas foram questionadas se consideram a mão de obra atuante na área de TI escassa na Região da AMUREL e AMREC. Das 30 empresas que responderam essa pesquisa, 90% das que responderam esse questionário consideram sim a mão de obra escassa na região.

O que mostra que essa é uma área de ascensão na região, onde as empresas buscam profissionais por vários meios de comunicação além dos serviços da web, utilizam as universidades como forma de divulgação ou indicação desses profissionais.

Considerações Finais

É sabido que as tecnologias avançam exponencialmente a cada ano, necessitando não apenas de softwares de ponta, mas também de pessoas com qualificação profissional capaz de realizar tal função para atingir os objetivos da organização.

Esse projeto teve como principal objetivo avaliar tecnicamente quais são as principais tecnologias utilizadas pelas empresas de desenvolvimento da região e qual a realidade de atuação de cada uma.

Das 30 empresas que retornaram essa pesquisa percebe-se que grande maioria possui entre 20 e 40 funcionários, estando a maioria delas presente no mercado entre 10 e 20 anos. Isso se dá, pois, a grande maioria das empresas são relativamente pequenas, atendendo em sua maioria em território regional ou nacional, sendo principalmente empresas privadas

Atuando em diversos segmentos, onde as empresas competem pelo mesmo nicho de mercado.

As empresas exigem que seus profissionais tenham qualificações profissionais ou especializações para sua contratação, possuindo testes de aptidão na área de atuação.

Sendo uma área de ascensão na região, onde as empresas buscam profissionais por vários meios de comunicação além dos serviços da web, utilizam as universidades como forma de divulgação ou indicação desses profissionais.

A empresas devem estar em constante mudança para atender as expectativas do mercado, podendo assim haver mudanças nas tecnologias utilizadas tendo a possibilidade de migração de seu software para um mais abrangente sendo capaz de atender os seus clientes da melhor forma.

Referências

ALBERTIN, Alberto Luiz. Tecnologia de informação e desempenho empresarial: as dimensões de seu uso e sua relação com os benefícios de negócio. São Paulo: Atlas, 2009. Acesso em: 29/04/2020.

COUTO, Hélder Alves; RODRIGUES, Thiago Alves; DE SOUZA, Alan Pinheiro; DA SILVA, Katia Cilene Neles. Sistemas de informações gerenciais. 2018. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/71721848/unidade-01-2?utm-medium=link>>. Acesso em: 16/05/2020.

DONEDA, Danilo. A proteção dos dados pessoais como um direito fundamental. Espaço Jurídico Journal of Law [EJL], v. 12, n. 2, p. 91-108, 2011.

ESPINOSA, Ismael Edrein; RODRÍGUEZ, Josefina; FERNÁNDEZ, José Alberto. Uma estrutura para avaliação e controle dos fatores que influenciam a melhoria do processo de software em pequenas organizações. Revista de software: Evolução e Processo, v. 25, n. 4, p. 393-406, 2013.

FERNANDES, Jorge H. C. O que é um Programa (Software)? Disponível em: <<https://cic.unb.br/~jhcf/MyBooks/iess/Software/oqueehsoftware.html>>. Acesso em: 15/05/2020.

FISCHER, Alice E.; Grodzinsky, Frances (1993). The Anatomy of Programming Languages. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall. p. 3. 557 páginas.

GORLA, Narasimhaiah; LIN, Shang-Che. Determinantes da qualidade do software: Uma pesquisa com gerentes de projetos de sistemas de informação. Tecnologia da informação e software, v. 52, n. 6, p. 602-610, 2010. Niazi, M. (2012). Um estudo exploratório dos riscos de implementação da melhoria de processos de software. Journal de software: Evolution and Process, 24, 877-894.

KORTH, H.F. e SILBERSCHATZ, A.; Sistemas de Bancos de Dados, Makron Books, 2a. edição revisada, 1994. Acesso em: 11 abr. 2020.

LEMAY, Laura; CADENHEAD, Rogers. Aprenda em 21 dias JAVA 2. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=XZKRT3xBGo4C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 16/05/2020.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. Editora Pedagógica e Universitária LTDA.

MILANI, André (2007). MySQL-guia do programador. Novatec Editora, 2007.

MMongoDB. ResearchGate, [S. l.], p. 1-11, 12 maio 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261871960_Comparacao_de_Performanc_e_entre_PostgreSQL_e_MongoDB>

POLITOWSKI, Cristiano; MARAN, Vinicius. Comparação de Performance entre PostgreSQL e MongoDB. X Escola Regional de Banco de Dados. SBC, p. 1-10, 2014.

PRESCOTT, Preston. HTML 5. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=5OyNCgAAQBAJ&pg=PT10&dq=HTML&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwj6ar4yLvpAhXVHbkGHakbCfEQ6wEIPTAC#v=onepage&q=HTML&f=false>>. Acesso em: 16/05/2020.

REISSWITZ, Flavia. Análise De Sistemas Vol X. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=oRJFBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 15/05/2020.

ROSSETTI, A. G.; Morales, A. B. T. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. Ciência da Informação, Brasília, v. 36, n. 1, p. 124-135, jan./abr. 2007.

SKLAR, David. Aprendendo PHP: Introdução amigável à linguagem mais popular da web. Disponível em: <

<https://books.google.com.br/books?id=JLSZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 15/05/2020.

STAPLES, Mark et al. Um estudo exploratório sobre por que as organizações não adotam o CMMI. Revista de sistemas e software, v. 80, n. 6, p. 883-895, 2007.

WELCHEN, Vandoir. Competitivade e Inovação Tecnológica: O Caso Gáutica. Research Gate, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315708799_Competitividade_e_Inovacao_Tecnologica_O_Caso_Gautica>. Acesso em: 25/03/2020

YIN, Roberto K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ª Ed. Porto Alegre. Bookmam Editora, 2001.

Zeldani (2011). Disponível em: <<https://zeldani.blogspot.com/2013/04/>>

CAPÍTULO 10

PROTÓTIPO PARA CONTROLE DE CUSTOS NA PRODUÇÃO DE LEITE: ESTUDO DE CASO EM UMA FAZENDA PRODUTORA DE LEITE NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE - SC

Marcelo Schmoller Heidemann
Ismael Mazzuco
Janaína Veronezi Alberton
Fábio Feltrin Fabro
Nacim Miguel Francisco Júnior
Ricardo Alexandre Vargas Barbosa
Anderson Furlan

Resumo: O Brasil é um grande produtor de leite bovino, com uma grande quantidade produzida a cada ano. Com o crescente avanço nos setores da agropecuária brasileira se vê a necessidade de implementação de novas tecnologias que facilitam o controle da atividade, gerando um conforto para quem realiza a produção de leite. A partir disso a metodologia empregada para a realização deste trabalho foi o estudo de caso de abordagem qualitativa e quantitativa. Foi utilizada a técnica de pesquisa exploratória, pois a mesma possibilita uma visão mais clara quanto ao custo de produção da propriedade estudada. Através disso, foi desenvolvido um aplicativo mobile na plataforma Android que tem como objetivo realizar os cálculos na produção de leite, cálculo das despesas, receitas, depreciações e gerar um relatório que demonstra os resultados da propriedade. Com isso em mãos o produtor tem as informações que ele precisa para tornar a atividade leiteira mais produtiva e com menos gastos, gerando mais lucro e produtividade do rebanho. Com o resultado da pesquisa foi possível concluir que com o uso do aplicativo a propriedade se tornará mais eficiente, pois haverá um controle de produção de forma mais adequada e organizada, gerando assim, aumento na sua produtividade.

Palavras-chave: Pecuária. Produção de leite. Tecnologia na produção de leite.

Introdução

O Brasil teve uma quantidade de 16.357.485 vacas ordenhadas no período de 2018, com uma quantidade de 33.839.964.000 litros de leite produzidos, gerando um valor de 39.256.981.000,00 reais sobre a produção (IBGE, 2018).

De acordo com dados do IBGE (2018), a quantidade de vacas ordenhadas em Santa Catarina foi de 781.882 cabeças, ficando na 8ª colocação no ranking dos estados do país, produzindo uma quantidade de 2.970.654.000 litros de leite, arrecadando um valor de 3.456.288.000 reais, onde ambos se encontram na 5ª posição no período de 2018.

Apesar desses números indicarem crescimento na produtividade, segundo Frühauf (2014) há pouca organização da gestão financeira em propriedades, onde a produção de leite é menor. Em algumas propriedades, é perceptível o baixo controle de custos da produção e manutenção do negócio.

Nesses estabelecimentos menores não há um discernimento de gastos pessoais da família e os gastos com a propriedade, podendo desta forma comprometer a eficiência do empreendimento rural.

Frühauf (2014) ainda comenta que, há muitos fatores que precisam ser observados e controlados para que as propriedades consigam se manter lucrativas, necessitando de atenção ao desempenho produtivo do plantel de animais. Deste modo, o retorno da produção deve ser analisado de forma individualizada para cada animal, para que seja possível realizar a seleção dos animais que não estão alcançando os índices necessários para assim descartá-los. Dessa maneira, a propriedade pode se tornar mais rentável e gerar resultados. Todos esses itens devem ser considerados, além de muitos outros, para que haja uma gestão mais clara e eficiente da propriedade.

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas, buscando identificar o custo de produção de leite em propriedades rurais com pequeno volume de produção. Exemplo é o trabalho realizado por Bianco e Varmeling (2016), que apuraram o custo de produção leiteira em uma propriedade rural no município de Orleans-SC, identificando os gastos que ocorrem no processo, o custo unitário do leite, a margem de contribuição e ponto de equilíbrio da produção de leite. Esses registros foram feitos em planilhas eletrônicas. Segundo os autores, após a análise, foi possível observar que a propriedade gerou lucro no período avaliado, porém, o custo com a alimentação animal ainda poderia ser reduzido, melhorando a gestão do empreendimento rural.

Baseado nisso, o presente trabalho tem o intuito de desenvolver um aplicativo *mobile* na plataforma *Android*, para calcular o custo da produção de leite de forma automatizada e eficiente. Os objetivos específicos são: identificar os gastos que ocorrem na produção de leite; apurar o custo por litro produzido na propriedade; calcular a margem de contribuição e o ponto de equilíbrio da produção.

A pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade rural localizada no município de Braço do Norte, no sul do estado de SC, que não realiza atualmente controle dos custos de produção.

O município destaca-se na 5ª colocação no estado, com uma quantidade de 12.775 vacas ordenhadas em 2018, na quantidade de leite se encontra na 7ª colocação com 51.100.000 litros de leite produzidos, arrecadando um valor de 61.320.000 reais, onde está na 9ª colocação do município que mais arrecadou no estado, segundo dados do IBGE (2018), com muitas das propriedades em condição semelhante a estudada nesse trabalho.

Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho foi desenvolvido em uma propriedade rural familiar, que está localizada no interior do município de Braço do Norte – SC. A propriedade possui cerca de 33 hectares, sendo em torno de 4 hectares destinado para plantação de milho, onde é produzida a silagem, 3 hectares de mata, galpão de 420 m², onde fica a sala de ordenha e espaço para a alimentação dos animais, 2500 m de granja para a atividade suinícola, e o restante é a pastagem para a alimentação dos animais.

Em relação à natureza de pesquisa destaca-se como aplicada, que segundo Vargas (1985, p. 08) “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. A pesquisa se propõe a desenvolver um software que auxilia o produtor no controle dos custos na produção de leite, como por exemplo, custos com insumos, energia, medicamentos, nutrição, etc., desta forma os resultados podem ser analisados e verificados, facilitando a tomada de decisões.

Sobre a abordagem, classificasse como sendo uma pesquisa qualitativa e quantitativa. A abordagem quantitativa segundo Beuren (2013, p. 92) “caracteriza-se pelo emprego de instrumentos estatísticos, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados”. Já em relação a abordagem qualitativa Beuren (2013, p.91) ressalta que “Na pesquisa qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado”. Os aspectos quantitativos destacam-se na análise dos valores registrados de acordo com a produção gerada na propriedade, esses valores são utilizados para calcular o custo de produção do leite. Os aspectos qualitativos

destacam-se em uma análise mais objetiva, identificando os tipos de custos que existem dentro da propriedade para a realização dos cálculos.

Com relação aos objetivos, destaca-se com uma pesquisa exploratória, pois esse tipo de pesquisa possibilita uma maior relação com o problema, podendo torná-lo mais visível ou a incorporar hipóteses (GIL, 2002). Esse tipo de pesquisa é utilizado quando há pouco conhecimento sobre o tema que está sendo abordado, portanto busca-se conhecer mais amplamente o assunto, de modo que fique mais claro para a continuidade da pesquisa (BEUREN, 2013).

O procedimento utilizado pode ser classificado como estudo de caso, pois a pesquisa foi realizada em uma propriedade pecuarista que realiza a atividade de produção de leite de bovinos e segundo Gil (2002, p.54) o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

O protótipo foi desenvolvido usando a tecnologia Android. Na plataforma de desenvolvimento Android Studio que é utilizada para o desenvolvimento de aplicações mobile, no qual pode ser utilizada em qualquer lugar que o usuário necessite. Para o armazenamento de informações (dados), foi utilizado o banco de dados Firebase que funciona em tempo real. A linguagem Java foi utilizada para o desenvolvimento back-end, para o front-end foi utilizada a linguagem Android.

O estudo teve início na pecuária familiar, pois com um controle na produção de leite, será muito mais eficaz controlar o que está sendo produzido, visualizando os gastos, a quantidade de leite produzido, preço de venda, tudo isso engloba para um resultado final, onde o produtor vai ter consciência de que decisões e estratégias ele precisa para obter um melhor resultado. O controle durante o manejo bovino para a coleta de dados e cálculo dos custos é necessário para chegar no manejo ideal.

Resultados e Discussão

De acordo com o trabalho desenvolvido, onde foi verificado o processo da produção de leite em bovinos, foi identificado que o produtor não tinha um controle preciso sobre a produção, e por conta desse fator, a tomada de decisões não era feita de uma forma muito eficiente, ocasionando em perdas desnecessárias na produção e no valor final do produto. A solução foi desenvolver um aplicativo que calculasse os custos na produção de leite, onde o produtor só precisava inserir os

dados da produção. Depois de todos os dados inseridos foi possível analisar o retorno, podendo verificar se a propriedade está gerando resultado positivo e negativo.

Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizado um dispositivo smartphone Motorola Moto Z2 Play com sistema operacional Android conforme demonstração da Figura 1, o dispositivo contém os recursos necessários para o desenvolvimento do aplicativo.

Figura 1 – Dispositivo móvel com sistema operacional Android



Fonte: Autores (2019)

O aplicativo tem a tela de login como inicialização, conforme Figura 2. Existem dois campos na tela onde deve ser inserido o nome de usuário e a senha para poder acessar o aplicativo. Se o usuário ainda não está cadastrado, ele deve iniciar com o usuário e senha padrão, que são: usuário: “admin”, senha: “admin” e depois cadastrar seu próprio usuário e senha no sistema.

Na tela inicial do aplicativo será exibido um dashboard conforme Figura 3, com os resultados da produção. O aplicativo também possui uma tela de menu conforme Figura 4, onde possui diversas opções que ao serem pressionadas

executam uma ação que geralmente é abrir uma outra tela, desse modo o produtor tem uma facilidade na navegação dentro do aplicativo.

Figura 2 – Tela de login do aplicativo



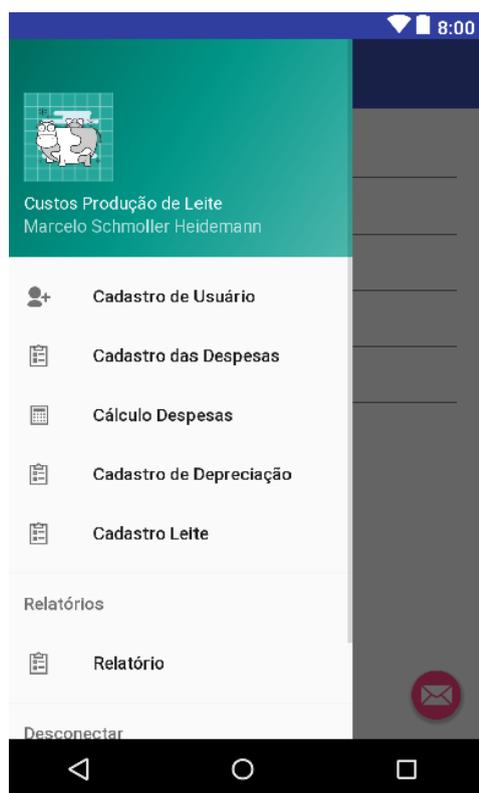
Fonte: Autores (2019)

Figura 3 – Tela inicial do aplicativo



Fonte: Autores (2019)

Figura 4 – Menu do aplicativo



Fonte: Autores (2019)

Após o acesso ao aplicativo deverá ser realizado o cadastro de usuário conforme Figura 5, preenchendo os campos com o nome completo, nome de usuário e senha. Feito isso, deverá ser feito o login novamente com usuário e senha cadastrados.

Na tela de listagem das despesas conforme Figura 6, o usuário deverá cadastrar os tipos de despesas que possui na propriedade, em seguida será mostrado uma lista das despesas que estão cadastradas no sistema.

Na tela de cadastro das despesas conforme Figura 7, o usuário deverá selecionar o tipo de despesa e em seguida preencher os campos de acordo com os dados requeridos sobre a despesa.

Na tela de cadastro de depreciação conforme Figura 8, o usuário deverá cadastrar o tipo de depreciação preenchendo os campos que estão na tela, seja alguma máquina, equipamento, galpão, etc.

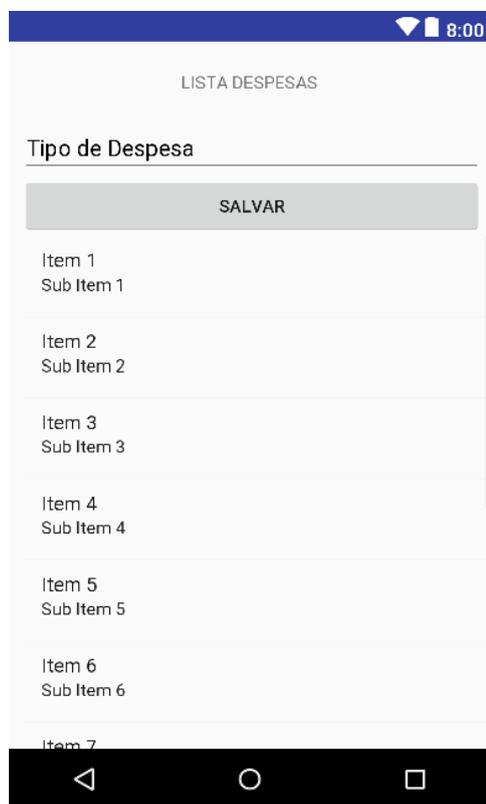
Na tela de cadastro de leite conforme Figura 9, o usuário deverá informar os valores referentes a venda do leite, como a quantidade vendida e o preço, além da data referente ao período.

Figura 5 – Tela cadastro de usuário



Fontes: Autores (2019)

Figura 6 – Tela de listagem das despesas



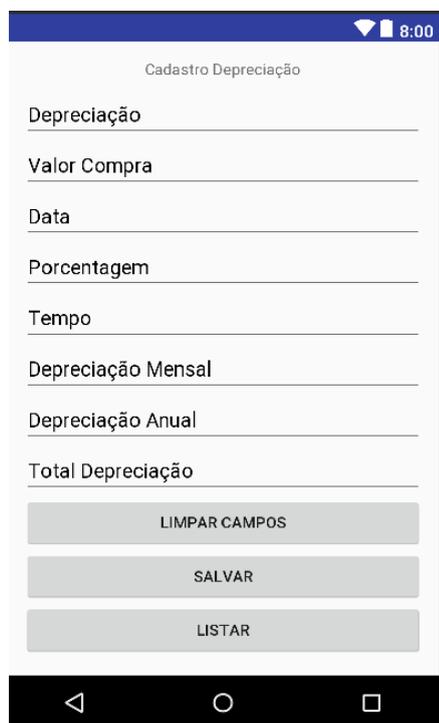
Fonte: Autores (2019)

Figura 7 – Tela de cálculo das despesas



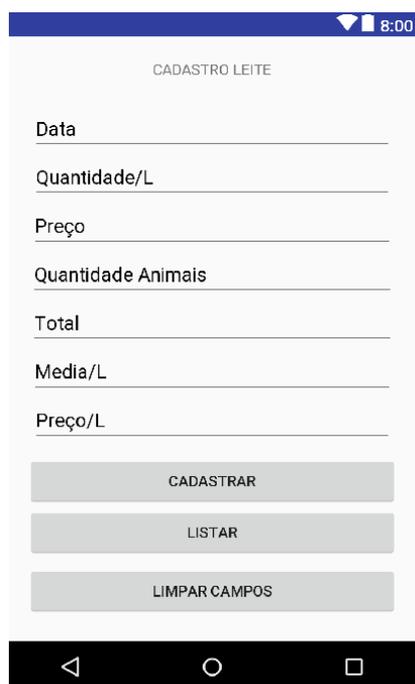
Fonte: Autores (2019)

Figura 8 – Tela de cadastro de depreciação



Fonte: Autores (2019)

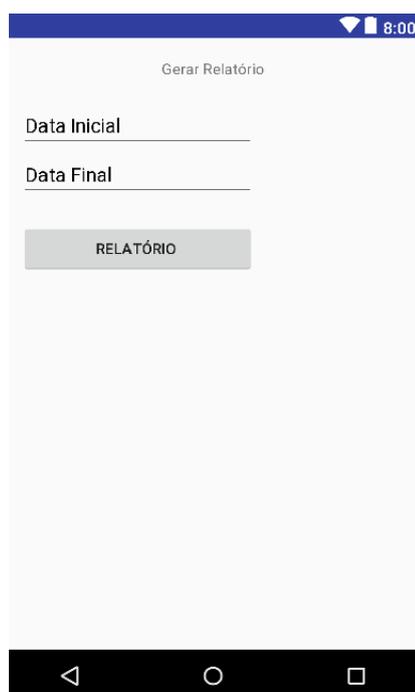
Figura 9 – Tela de cadastro do leite



Fonte: Autores (2019)

Na tela de relatório conforme Figura 10, o usuário deverá informar o período que ele deseja obter as informações, em seguida o relatório será gerado.

Figura 10 – Tela de relatório



Fonte: Autores (2019)

Com todos os procedimentos realizados poderá ser analisado os custos que a propriedade está gerando, seja lucro ou prejuízo. O produtor tendo um controle do que ele está gastando, poderá tomar medidas e decisões para tentar diminuir os custos da produção, afim de obter um lucro maior e até aumentar a produtividade do rebanho.

Considerações Finais

Baseado no protótipo desenvolvido, nos estudos realizados na propriedade e na coleta de dados em uma propriedade produtora de leite, foi encontrado uma forma de facilitar o controle da produção de leite através de um aplicativo que calcula os custos da produção. Com essa necessidade de cada vez mais se obter tecnologias que facilitam o dia a dia das pessoas surgiu a ideia de desenvolver esse aplicativo.

Através desse tipo de tecnologia o produtor tem acesso a informações de uma maneira mais simplificada, facilitando tomar medidas e decisões sobre o plantel e produção, buscando um retorno financeiro cada vez mais favorável.

De acordo com os dados apresentados no aplicativo a propriedade está obtendo lucro, apesar das variações entre um período e outro devido a constante mudança no preço do leite, que depende da demanda de mercado acaba influenciando no valor final, apesar disso a propriedade se mantém estável em relação aos resultados obtidos.

Como proposta para trabalhos futuros, poderá ser desenvolvido o protótipo em outros tipos de linguagem, como por exemplo: web, Swift para desenvolvimento em plataformas iOS, adaptar a estrutura para algum outro ramo de atividade que utiliza cálculos parecidos.

Referências

BEUREN, Ilse Maria. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 195 p.

BIANCO, Maico Bagio; VARMEILING, Berto. Identificação do custo de produção de leite em uma propriedade rural no município de Orleans - SC Maico. 2016. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Barriga Verde - Unibave, Orleans, 2016.

FRÜHAUF, Alexandre Ricardo. Gestão Financeira e Produtiva do Empreendimento Rural: Uma análise da propriedade Frühauf. p. 1-119, 2014.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2018; Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

VARGAS, Milton. Metodologia da Pesquisa Tecnológica. p. 243, 1985.

CAPÍTULO 11

PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE MATERIAIS NO RAMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Héricles Felipe Weber
Maurício Wanderlind
Nacim Miguel Francisco Junior
Johnny Pereira
Alessandro Zanini
Elvis Bloemer
Arlei Zomer

Resumo: Os produtos da construção são considerados complexos por possuírem custo elevado, necessitarem de grande variedade de materiais e período geralmente extenso para sua execução. Para gerenciar estes riscos é necessário ter o controle de custos e materiais, que deve ser realizado na fase de projetos. A adoção de softwares pode auxiliar nesse processo e garantir maior agilidade no mesmo. Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um software de gestão para o ramo da construção civil. O protótipo foi desenvolvido para auxiliar o seu usuário na produção de orçamentos e planejamentos de obras. O protótipo foi desenvolvido utilizando a tecnologia Java como linguagem de programação, foi utilizado o framework JSF e o modelo de trabalho MVC (Model View Controller). O PostgreSQL foi utilizado para o armazenamento de dados. No protótipo é possível fazer o cadastro de clientes, materiais e orçamentos, gerando um relatório detalhado com todas as informações fornecidas ao protótipo, permitindo ao usuário realizar o controle dos materiais utilizados na obra, reduzindo os erros de cálculo de materiais e também de custos. O protótipo foi avaliado e aprovado, possibilitando ao usuário ganhar tempo na execução do orçamento e dados para controle de materiais na obra.

Palavras-chave: Cálculos. Construção Civil. Software de Gerenciamento.

Introdução

As empresas da construção civil estão se tornando mais competitivas e, por consequência, estão mais preocupadas com o gerenciamento de seus projetos, buscando aumentar a qualidade de seus serviços e produtos, tornando-se mais confiáveis e com maior credibilidade. Para isto, é necessário que façam o planejamento de seus empreendimentos a partir de informações sólidas e seguras. No entanto, a obtenção destas informações é difícil, pois apesar de os métodos construtivos serem repetitivos, cada empreendimento possui projetos e localização exclusivos, tornando o processo de orçamentação mais complexo (AZEVEDO, 2011)

Os produtos do segmento da construção civil representam normalmente grandes investimentos para empresas e clientes do ramo, tornando a execução do

orçamento de um empreendimento antes da realização de projetos detalhados e contratos de extrema importância. O orçamento possibilita a avaliação criteriosa de custos, possibilitando identificar divergências durante a execução dos serviços que impactaram nos mesmos, visto que o aumento de custos diminui os lucros do empreendimento e pode ser minimizado com o gerenciamento correto da obra [1].

Para a Martins (1998) custos são os gastos relacionados a um bem ou serviço como mão de obra, energia elétrica, matéria prima, etc. utilizados para a produção de outros bens ou serviços. No caso da construção civil, os custos estão relacionados a mão de obra, como pedreiro, carpinteiro, engenheiros, etc. e também aos materiais, como tijolos, concreto, madeira, revestimentos, etc.

Um fator primordial para o controle de custos é definir quais são os materiais e as quantidades necessárias para realizar um determinado serviço, sendo possível medir o desempenho da construção. Além disso, as informações referentes aos custos podem ser utilizadas pelos gestores do empreendimento para determinar se é válido ou não realizar a obra (HALPI, WOODHEAD, 2004).

A realização de estimativas e previsões dos custos de um empreendimento, através do desenvolvimento de orçamentos prévios, são formas de reduzir riscos durante o processo de produção. O orçamento tem como base as expectativas do que se espera acontecer no processo e nele são realizados levantamentos dos quantitativos e dos preços unitários dos serviços a serem executados.

O real conhecimento dos custos é essencial para saber se o produto ou o empreendimento é rentável ou não. Também é possível verificar desvios do orçamento, como por exemplo, ocasionados por perdas ou erros no processo (SANTOS, ANTUNES, BALBINOT, 2014; COSTA, MOREIRA, PINTO, 2016)

Existem alguns fatores de riscos que as construtoras enfrentam nos canteiros de obras. Este risco é consequência da dúvida em relação a uma atividade que podem gerar ganhos ou perdas e estão normalmente ligados à intensa utilização de maquinários, condições climáticas, legislações e contratos trabalhistas referentes as normas de segurança, entre outros. Há também um grande período de execução das atividades, podendo ocorrer aumento de preços ou crises, ou até mesmo alterações no seu prazo de entrega (PEURIFOY et al., 2015; VERGARA, TEIXEIRA, YAMANARI, 2017).

O gerenciamento destes riscos é realizado por meio da adoção de metodologias, como por exemplo, a elaboração de levantamentos de custos (PEURIFOY et al., 2015; VERGARA, TEIXEIRA, YAMANARI, 2017), que pode auxiliado pelo uso de um software específico para esta finalidade.

A execução do projeto de um empreendimento requer, além de recursos, tempo. E para garantir maior agilidade, do início ao fim de uma obra, pode-se utilizar ferramentas de controle, que permitirão melhores formas de utilização de tempo, pessoas e recursos (VERGARA, TEIXEIRA, YAMANARI, 2017). Uma ferramenta de gerenciamento de custos, como um software com esta finalidade, por exemplo, pode auxiliar no processo de orçamentação e de levantamento de materiais, que são normalmente feitos de forma manual, podendo conter equívocos (SANTOS, ANTUNES, BALBINOT, 2014).

Para o desenvolvimento de um software é necessário o conhecimento sobre sistemas de informação, que podem ser definidos como “um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação”; podendo ser classificados em abertos, quando o sistema recebe e influencia o meio, ou fechado, quando não sofre influência do meio (ROSINI, PALMISIANO, 2008). Sua utilização tem o objetivo de facilitar o desenvolvimento de atividades em empresas e organizações (LAUDON, LAUDON, 2007), como por exemplo, no desenvolvimento de orçamentos e custos.

O presente artigo objetiva desenvolver um software de gestão de orçamentos e materiais no ramo da construção civil que possibilite ao usuário gerenciar os custos da obra, permitindo ao mesmo realizar o controle dos materiais utilizados.

Procedimentos Metodológicos

Neste trabalho foi utilizado a pesquisa aplicada para auxiliar na solução de problemas específicos. Quanto ao problema da pesquisa, utilizou-se abordagem qualitativa, para isso se fez necessário realizar a pesquisa no canteiro de obras, verificando quais são os passos e materiais necessários para o orçamento. Para abordar o objetivo geral foi utilizado o método de pesquisa exploratória pois o tema é atual e existem bastante pontos a serem explorados. Para um melhor detalhamento da pesquisa, decidiu-se aplicar para o procedimento da pesquisa um estudo de

caso, de forma a permitir um amplo e detalhado conhecimento do estudo realizado (GIL, 2008).

Para Lakatos e Marconi (2003), amostra é uma parcela selecionada de uma população dentro de um universo, são os objetos de pesquisa. Nesta pesquisa a população de estudo será composta por uma empresa do ramo de construção civil, que participou do levantamento de requisitos até os testes do protótipo.

O protótipo foi desenvolvido utilizando a tecnologia Java como linguagem de programação. Java é uma ótima linguagem de desenvolvimento para aplicações de pequeno a grande porte, também é multiplataforma e é utilizado para projetos Web (HORSTMANN, CORNELL, 2005). Foi utilizado o framework JSF, pois facilita a elaboração de interfaces de usuário para sistemas web. Portanto, será utilizado o modelo de trabalho MVC (Model View Controller) com objetivo de separar a parte lógica e regras de negócio com a navegação do usuário. O banco de dados PostgreSQL será utilizado para o armazenamento dos dados.

Resultados e Discussão

A partir do estudo realizado foi desenvolvido um protótipo para otimizar e agilizar os processos de orçamentação e cálculos de materiais na construção civil para obras de pequeno porte.

Para isso foi escolhida a linguagem JAVA de programação, que é uma linguagem de muito utilizada para o desenvolvimento de softwares, baseada em linguagens como o C e C++. O Java também é uma plataforma que contém grande variedade de códigos reaproveitáveis em uma biblioteca, possibilitando a portabilidade de serviços para outros sistemas operacionais (HORSTMANN, CORNELL, 2005; COSTA, 2006), sem a necessidade de adaptação do código, sendo considerado como multiplataforma (FURGERI, 2008). Ainda, programadores podem aprender a utilizar esta linguagem rapidamente pois o número de construções é pequeno e é considerada segura pois tem acesso restrito aos recursos locais, impedindo a entrada de vírus nos sistemas e não permite o acesso a memória (COSTA, 2006). Esta linguagem de programação também realiza verificações rápidas, eliminando situações propensas a erros (HORSTMANN, CORNELL, 2005).

As interfaces foram facilitadas com a utilização do framework JSF, que trabalha em conjunto com os objetos do Java. O padrão de projeto MVC (Model View Controller) no qual o JSF é baseado, possibilita separar a parte lógica e regras de negócio com a navegação do usuário e basicamente é dividido em três camadas: na primeira camada os dados ficam localizados, na segunda camada fica a lógica de negócio, já na terceira camada fica a lógica de apresentação, ou seja a parte visual que o usuário consegue ver. Este modelo possibilita ao desenvolvedor prestar manutenção em uma determinada parte do código sem afetar as outras camadas da aplicação. O modelo MVC aplicado com o JSF é de fácil manuseio, bastam apenas alguns termos ou fundamentos de desenvolvimento web. O modelo de negócio aplicado com JSF possui integração com o JAVA EE, o mesmo possui alguns componentes simples, como input e botões sofisticados, ambos podem ser integrados a um container web (FARIA, 2013).

Para o armazenamento e recuperação de informações, de uma empresa por exemplo, é necessário um ambiente que possua eficiência e conveniência. Para isso, pode-se utilizar o Sistema Gerencial de Banco de Dados (SGBD) que é a associação de um conjunto de dados a um conjunto de programas (SILBERSCHATZ, KORTH, SUDARSHAN, 2012). Para que o usuário consulte e gerencie as informações contidas nos SGBD's, os mesmos devem possuir uma estrutura de gerenciamento. De acordo com a Machado (2008) esta "estrutura é a forma como esses dados são agrupados, os relacionamentos entre eles e as restrições que podem recair sobre eles".

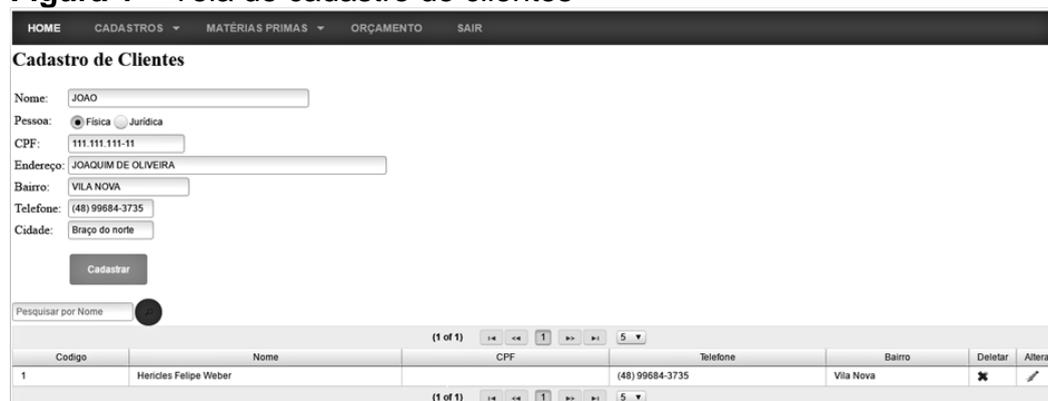
Um SGBD robusto responsável por armazenar e gerenciar as informações em um banco de dados, como o PostgreSQL. O PostgreSQL é um objeto-relacional que possui código aberto, é considerado confiável, flexível e possui muitos recursos, possui características extras de orientação a objetos, não possui custo de licenciamento e seu código fonte está disponível para uso, sendo utilizado em vários sistemas operacionais do mercado (SILBERSCHATZ, KORTH, SUDARSHAN, 2012).

Para que o protótipo possa efetuar os cálculos do orçamento é necessário inserir as informações necessárias, que foram divididas em telas para facilitar o uso do software. Estas telas são chamadas de telas cadastros e são essenciais para o funcionamento correto do protótipo, dentre elas estão contidas as telas de cadastro

de usuário, de cliente, de tipo e quantidade de piso, de tijolos, de outros produtos e de orçamentos. A seguir são apresentadas as principais telas do protótipo e informações importantes contidas nestas telas.

A Figura 1 apresenta a tela onde o cadastrado de clientes é realizado. Por meio desta tela é possível editar, excluir e incluir novos clientes, sendo necessárias informações pessoais como nome, identificação de pessoa física ou jurídica, CPF ou CNPJ, endereço e telefone.

Figura 1 – Tela de cadastro de clientes

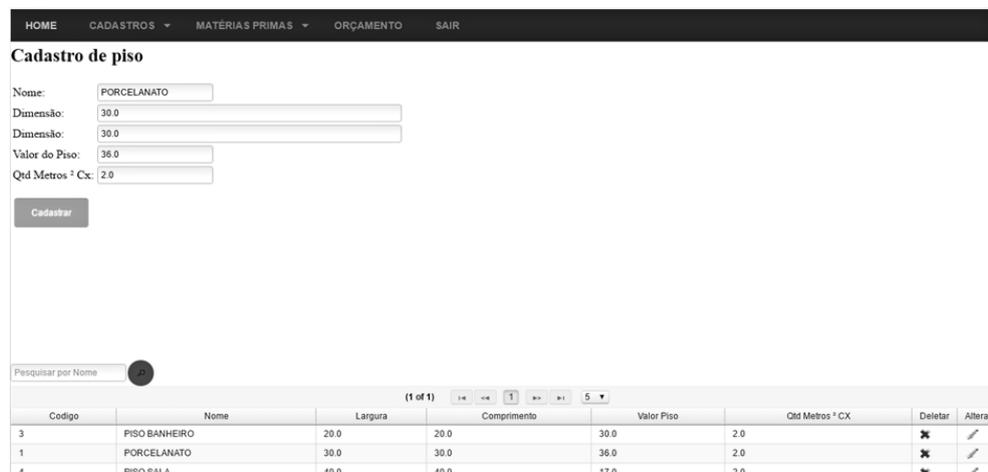


Codigo	Nome	CPF	Telefone	Bairro	Deletar	Alterar
1	Henicles Felipe Weber	(48) 99684-3735	(48) 99684-3735	Vila Nova	✖	✎

Fonte: Autores (2019)

Também é necessário realizar o cadastro dos materiais necessários para execução da obra. A Figura 2 refere-se ao cadastro de revestimento cerâmico, na qual pode-se colocar os dados dos revestimentos, como largura, comprimento, valor da caixa e a quantidade de metros quadrados por caixa.

Figura 2 – Tela de cadastro de revestimento cerâmico

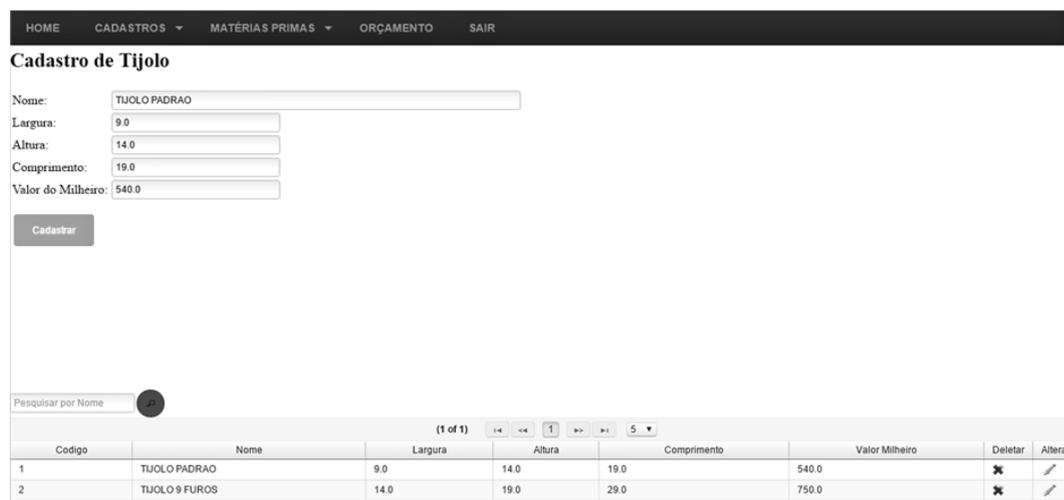


Codigo	Nome	Largura	Comprimento	Valor Piso	Qty Metros² CX	Deletar	Alterar
3	PISO BANHEIRO	20.0	20.0	30.0	2.0	✖	✎
1	PORCELANATO	30.0	30.0	36.0	2.0	✖	✎
4	PISO SALA	40.0	40.0	17.0	2.0	✖	✎

Fonte: Autores (2019)

A Figura 3 apresenta a tela de cadastro de tijolos. Esta tela permite armazenar as principais informações referentes aos tijolos como largura, altura, comprimento de cada unidade e seu respectivo valor para mil unidades, pois a é unidade mais comum para venda de tijolos, chamado popularmente de “milheiro”.

Figura 3 – Tela de cadastro de tijolo



Código	Nome	Largura	Altura	Comprimento	Valor Milheiro	Deletar	Alterar
1	TIJOLO PADRAO	9.0	14.0	19.0	540.0	X	/
2	TIJOLO 9 FURROS	14.0	19.0	29.0	750.0	X	/

Fonte: Autores (2019)

As figuras a seguir referem-se a tela de orçamento, que permitem ao usuário realizar a consulta, inclusão e alterações dos orçamentos. Também é possível emitir um relatório após o orçamento ser cadastrado. A Figura 4 exemplifica a tela dos orçamentos. Nela é possível criar novos orçamentos e acessar os orçamentos já cadastrados. Esta tela apresenta uma breve descrição dos orçamentos cadastrados com código, nome do orçamento, nome do cliente e a data do orçamento.

Figura 4 – Tela de orçamento



Código	Nome Orçamento	Cliente	Data Orçamento	
1	ORCAMENTO X	Hericles Felipe Weber	01/01/2016	🗑️ +
2	ORCAMENTO TESTE	Hericles Felipe Weber	01/01/2016	🗑️ +
112	ORCAMENTO TCC	Hericles Felipe Weber	09/12/2016	🗑️ +

Fonte: Autores (2019)

A tela de cadastro de orçamento é dividida em abas para facilitar o uso. Os dados inseridos são de importância para o cálculo de materiais no orçamento. A Figura 5 mostra a aba “metragem total”, que permite ao usuário informar o comprimento das paredes periféricas da obra no campo “metragem total largura”, a altura das paredes no campo “altura parede” e selecionar o tijolo a ser utilizado e a sua posição de assentamento.

Figura 5 – Aba “metragem total” da tela orçamento



Fonte: Autores (2019)

A Figura 6 e a Figura 7 apresentam, respectivamente, as abas “portas” e “janelas”, que possibilitam ao usuário informar a quantidade de portas / janelas que a construção irá utilizar, bem como suas dimensões (largura e altura). Estas dimensões e quantidades serão posteriormente descontadas da metragem total das paredes, para cálculo do número de tijolos necessários.

A Figura 8 refere-se a aba “parede interna”. Nesta aba pode-se informar a quantidade, largura e altura das paredes contidas no interior da edificação. As paredes que devem ser incluídas nesta aba são as que ainda não foram incluídas no item “metragem total”.

A Figura 9 refere-se a aba “reboco”. Nesta aba deve-se informar se irá ser utilizado reboco nas paredes. O cálculo dos materiais para este item será realizado com os dados fornecidos nas abas anteriores.

Figura 6 – Aba “portas” da tela orçamento

Cadastro de Orçamento

Código: Nome Orçamento:

Data Orçamento: Cliente:

Metragem Total | **Portas** | Janela | Parede Interna | Reboco | Piso | Itens Secundários | Finalização | Valores Base

Qtd Portas:
Largura:
Altura:

Cadastrar

Qtd Portas	Largura	Altura	Deletar
2	1.2	2.3	<input type="button" value="X"/>

Fonte: Autores (2019)

Figura 7 – Aba “janelas” da tela orçamento

Cadastro de Orçamento

Código: Nome Orçamento:

Data Orçamento: Cliente:

Metragem Total | Portas | **Janela** | Parede Interna | Reboco | Piso | Itens Secundários | Finalização | Valores Base

Qtd Janelas:
Largura Janela:
Altura Janela:

Cadastrar

Qtd Janelas	Largura	Altura	Deletar
3	1.2	0.8	<input type="button" value="X"/>

Fonte: Autores (2019)

Figura 8 – Aba “parede interna” da tela orçamento

Cadastro de Orçamento

Código: Nome Orçamento:

Data Orçamento: Cliente:

Metragem Total | Portas | Janela | **Parede Interna** | Reboco | Piso | Itens Secundários | Finalização | Valores Base

Qtd Paredes:
Largura Parede:
Altura Parede:

Cadastrar

Qtd Paredes	Largura	Altura	Deletar
Nenhuma parede inserida			

Fonte: Autores (2019)

Figura 9 – Aba “reboco” da tela orçamento



Fonte: Autores (2019)

A Figura 10 refere-se a aba “piso”. Nesta aba pode-se informar o tipo de revestimento cerâmico a ser utilizado na obra e sua respectiva quantidade em metros quadrados. O tipo de revestimento já deve estar devidamente cadastrado para ser possível de encontra-lo nos registros.

Figura 10 – Aba “piso” da tela orçamento



Piso	Quantidade de Metros	Valor por Metro *	Deletar
PISO SALA	2.0	17.0	

Fonte: Autores (2019)

A aba “finalização” permite ao usuário informar o custo com a mão de obra que será necessária para a execução da construção. Também é possível inserir um percentual no campo “% Acima do Padrão” que será acrescentado aos quantitativos de materiais para possíveis perdas durante o processo produtivo e, caso o usuário necessite, pode-se inserir comentários no campo “observação”. Esta aba está representada na Figura 11.

Ainda é possível fazer quantificações de itens secundários, como pode exemplo, madeira, pregos, etc. Por fim, é possível gerar um relatório que fornece ao

usuário em sua primeira página um modelo de contrato padrão com os dados do construtor e cliente e nas demais páginas os quantitativos dos produtos e seus respectivos valores calculados pelo protótipo. A Figura 12 mostra uma parte de uma das páginas de um relatório completo do orçamento cadastrado contendo os quantitativos de materiais e valores.

Figura 11 – Aba “finalização” da tela orçamento



Fonte: Autores (2019)

Figura 12 – Relatório do orçamento

Dados Metragem e Produtos Orçamento			
Metragem Total: 65	Altura parede: 2.3	Aplicação Tijolo: Padrão	
Dados Tijolo			
Tijolo Selecionado: TIJOLO PADRAO		Valor Milheiro: R\$ 540,00	
Largura: 9.0	Comprimento: 19.0	Altura: 14.0	
	Quantidade de Bolsas Cimento Tijolo	6	
	Total Cimento Tijolos	R\$ 156,00	
	Quantidade Metros Areia Grossa	2.0	
	Total Areia Grossa	R\$ 120,00	
	Quantidade Tijolos	1505	

Fonte: Autores (2019)

Estima-se que com a utilização do protótipo, um orçamento possa ser realizado de forma mais rápida e precisa, reduzindo erros matemáticos. Também pode ser possível aumentar o detalhamento dos relatórios para facilitar o controle durante a execução do empreendimento.

Considerações Finais

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um protótipo que possibilite ao usuário gerenciar os custos de obras, além de possibilitar o controle dos materiais utilizados na obra. O protótipo criado possui linguagem de programação JAVA, utilizando o framework JSF, pois facilita a elaboração de interfaces de usuário para sistemas web. O modelo de trabalho MVC (Model View Controller) foi utilizado para separar a parte lógica e regras de negócio com a navegação do usuário e o banco de dados PostgreSQL foi utilizado para o armazenamento dos dados.

Com a utilização do protótipo uma empresa que trabalhe com a venda de materiais para construção ou com execução de obras pode reduzir desperdícios de tempo e custos com o orçamentista, pois os cálculos são realizados mais rapidamente. Também é possível ter maior controle sobre os materiais utilizados na obra pois pode-se utilizar o relatório gerado pelo protótipo como limites de consumo, o que pode facilitar a tomada de decisões do usuário e da empresa.

O protótipo pode ser aprimorado, com implementação de novos módulos como inclusão de cálculos estruturais (vigas pilares, lajes), telhados, sistemas elétricos e hidráulicos, etc. Também seria interessante estudar a possibilidade de o próprio software reconhecer as dimensões do projeto e quantificar os materiais com a inclusão de poucas informações extras.

Referências

AZEVEDO, A. C. et al., Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil, Ambiente Construído, vol. 11, n. 1, pp. 85-104, Jan./Mar. 2011.

COSTA, D. F., MOREIRA, B. C. M., PINTO, K. L., Proposta de um modelo de orçamento de resultado utilizando métodos estatísticos de previsão, Revista de Administração da UNIMEP, vol.14, n.3, pp. 1-27, Dez. 2016.

COSTA, L. C. M., Java Avançado. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2006.

FARIA T., Java EE 7 com JSF, PrimeFaces e CDI. AlgaWorks, 2013. Disponível: <https://Figura.algaworks.com>

FURGERI S., Java 6 Ensino Didático: Desenvolvendo e Implementando Aplicações. 2a ed. Érica, São Paulo, 2008.

GIL, C. A. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6a ed. Atlas, São Paulo, 2008.
HALPIN, D. FIGURA., WOODHEAD, R. FIGURA., Administração da construção civil. 2a ed. LTC, Rio de Janeiro , 2004.

HORSTMANN C. S., CORNELL G., Core Java 2. 7a ed. Alta, Rio de Janeiro, 2005.

LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A., Fundamentos de metodologia científica. Atlas, São Paulo, 2003.

LAUDON C. K., LAUDON J. P., Sistemas de informações gerenciais. 7a ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2007.

MACHADO F. N. R., Banco de Dados: Projeto e Implementação. 2a ed. Érica, São Paulo, 2008.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de Custos. 6º Ed. São Paulo: Atlas, 1998.

PEURIFOY, L. R., SCHEXNAYDER, C. J., SHAPIRA, A., SCHIMITT, R., Planejamento, equipamentos e métodos para a construção civil, 8a ed. AMGH, VitalSource Bookshelf Online, 2015.

ROSINI M. A., PALMISIANO A., Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento. Cengage Learning, São Paulo, 2008.

SANTOS, A. P. L., ANTUNES, C. E., BALBINOT G. B., Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia bim, Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianopolis, vol. 6, n. 12, pp. 134-155, 2014.

SILBERSCHATZ A., KORTH FIGURA. F., SUDARSHAN S., Sistemas de Banco de Dados. 6a ed. Campus, São Paulo, 2012.

VERGARA FIGURA. E. FIGURA., TEIXEIRA R. T., YAMANARI J. S., Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. Exacta, vol. 15, n. 1, pp. 75-88, 2017.

CAPÍTULO 12

A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES COMPLEMENTARES NO PROCESSO DE APRENDIZADO: VIII SENPEX

Felipi da Silva
Julia Fernanda Oenning da Silva
Layse da Silva Tasca Koch
Mônica da Silva dos Anjos
Glauce Warmeling Duarte
Camila Lopes Eckert

Resumo: As atividades extracurriculares são vistas pelos acadêmicos de várias formas. Alguns, acham desnecessárias, para outros, acham que são cansativas e alguns poucos, consideram como um ponto positivo para seus currículos. As atividades extracurriculares como palestras e conferências têm como objetivo fazer com que o acadêmico tenha contato com pessoas envolvidas na área que desejam atuar e assim despertar ainda mais o interesse dos mesmos no curso escolhido. É um momento onde o aluno tem novas experiências, convivências e realidades, onde tudo isso se transforma em aprendizado. Portanto, o presente artigo tem como objetivo relatar a experiência vivida pelos acadêmicos na feira do SENPEX, que é oportunizada pela universidade de modo gratuito, para que assim todos possam ter acesso e tentar despertar ainda mais o interesse dos alunos. Os autores descreveram sua experiência e primeira participação VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SENPEX e III Feira de Tecnologia, no campus do UNIBAVE – Orleans, juntamente com as pesquisas realizadas em artigos com assuntos relacionados. Tendo como resultado a constatação de que as atividades extracurriculares tendem a enriquecer a grade curricular universitária além de ser uma alternativa para a verdadeira mudança pedagógica do ensino superior.

Palavras-chave: Formação acadêmica. Atividades Extracurriculares. Conhecimento. SENPEX.

Introdução

As novas formas de construção do conhecimento vêm do acelerado processo de modernização científico e tecnológico do mundo globalizado, que está com novas configurações, acelerando e pressionando mudanças no processo de formação de profissionais que sejam competentes para atender a necessidade da população. Essa maior necessidade de mudança no aprendizado decorre dos elementos das novas modalidades de organização do mercado de trabalho e das exigências feitas ao perfil de novos profissionais voltados para a complexidade de um pensamento unificador entre as disciplinas na produção do conhecimento. (BUSSOLOTI et al., 2016).

Considerando o contexto sociocultural e econômico ao quais estamos inseridos, pode-se dizer que as finalidades da educação superior não são simples, pois envolvem um conjunto subjetivo e intencional que torna a formação profissional mais ampla e abrangente do que somente nas ações educativas de estrutura curricular formal, manifesto e previsto, com aulas pré-determinadas, trabalhos práticos e exames. (PERES; ANDRADE; GARCIA,2006).

Desde a década de 1980, o número de trabalhos que tem impacto no contexto universitário tem se intensificado, constituídos tanto por atividades do currículo formal, quanto pelas atividades extracurriculares, não sendo essas obrigatórias, mas que contribuem para um desenvolvimento psicossocial e cognitivo do estudante na universidade. (PERES; ANDRADE; GARCIA,2006).

Segundo Pileggi,et al,(2005), as atividades extraclasse, ou complementares, vêm se mostrando cada vez mais relevantes na formação dos novos profissionais. Por meio dessas atividades o educando pode desenvolver competências que não são tão abrangentes em sala de aula. (BUSSOLOTI et al., 2016).

Assim, o presente artigo tem por objetivo contextualizar uma experiência vivida pelos autores com opiniões de outros autores sobre a participação em programas de ensino ou atividades extracurriculares como o SENPEX (Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão). Este que por sua vez é realizado anualmente, na Instituição de Ensino Unibave, desde 2009, que vem aprimorando a cada ano sua programação, e que contribui para participação efetiva acadêmica e o aumento das apresentações e publicações de trabalhos científicos, enfatizando a produção do conhecimento e o fortalecimento do elo entre ensino, pesquisa e extensão.

Fundamentação Teórica

Escolher a profissão que deseja seguir leva em consideração vários aspectos em que o futuro acadêmico está inserido como sociedade, economia, trabalho, profissões que estão em alta, ramos de atividades que estão crescendo, a partir deste leque de informações primordiais que o futuro acadêmico tem acesso em um primeiro momento o mesmo terá que escolher qual instituição que ingressará para este seguir sua caminhada.

Já as instituições estão cada vez mais diversificadas, inovando, buscando formas de fazerem com que futuros acadêmicos a escolhem, trabalharem apenas no

modo tradicionalista após tantas mudanças na sociedade não chama a atenção dos jovens ingressantes nas universidades.

Sabe-se também que a organização da vida social em grande parte é organizada com base na preparação para a entrada no mundo do trabalho e em sua atuação como profissional. Fazendo com que as universidades se adaptem a este novo contexto da sociedade. (PEREIRA et al., 2011)

Em relação ao universo da formação acadêmica, investigações mais abrangentes ressaltam que, esta não é constituída somente pelo processo de ensino-aprendizagem de procedimentos e habilidades, mas principalmente por um complexo quadro de atitudes que cercam a personalidade deste profissional futuramente. O estudante é muito exigido do ponto de vista do seu amadurecimento emocional e está sujeito a fontes de tensão que por sua vez não estão no seu currículo instituído. Seguindo nesse mesmo referencial, Pachane(1988), Santos(2000) e Fior & Mercury (2003) apontaram em suas pesquisas que as atividades extracurriculares contribuem de forma diferenciada para mudanças pessoais no acadêmico em cinco domínios principais: conhecimentos e habilidades acadêmicas, complexidade cognitiva, competência prática, competência interpessoal e humanitarismo. (PERES; ANDRADE, 2005).

De acordo com a legislação, o tripé formado pelo ensino, pela pesquisa e extensão faz parte do eixo fundamental da Universidade brasileira e não pode ser compartimentado, ou seja, são de igual importância, como numa “santíssima trindade”, no qual a indissociabilidade é um princípio orientador da qualidade da produção universitária. O artigo 207 da Constituição Brasileira de 1988 dispõe que “as universidades [...] obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão”. Equiparadas, merecem igualdade por parte das instituições de ensino superior, do contrário, essas instituições violarão o preceito legal. Defendendo assim, um princípio que posto em ação, enfatiza a produção do novo saber, ou a intervenção nos processos sociais, ou ainda a transmissão de conhecimentos na formação profissional. (MOITA, 2009).

Tendo em vista que a graduação deve oferecer bons conteúdos técnicos profissionais, a mesma não pode se limitar a isso, deve-se também formar além de técnico e especialista a graduação deve proporcionar atividades que desenvolva a capacidade crítica e construtiva do aluno, para que os acadêmicos sejam além de

repetidores de conceitos, mas que tenham sua capacidade analítica de ver e compreender a realidade e a si mesmo bem desenvolvida. Deste modo as atividades extracurriculares tem papel de relevância para aumentar a capacidade analítica do aluno, seu autoconhecimento e seu desenvolvimento na identidade profissional (PERES; ANDRADE; GARCIA, 2006)

Contudo as atividades extracurriculares trazem novas ideias que saem da realidade do currículo, daquela linha preestabelecida do curso, onde leva os alunos a uma realidade diferente do curso, com novas ações e atividades complementando assim seu currículo. (PERES; ANDRADE; GARCIA, 2006)

O tema atividade extracurricular é tratado na literatura como óticas e segmentos distintos que podem indicar a intencionalidade do estudo, sendo entendidas como aquelas que não têm caráter obrigatório, mas encontram-se como parte do currículo para complementar a formação acadêmica, trazendo novas ideias saindo assim da linha preestabelecida pelo currículo acadêmico. (PERES; ANDRADE; GARCIA, 2006)

Sendo assim as atividades extracurriculares podem ser estabelecidas aos acadêmicos de diversas formas como: eventos técnico-científico, palestras, apresentações de trabalhos científicos, aulas práticas, apresentações de projetos e materiais que complementam o currículo acadêmico. (EDUARDO, 2010)

Ressaltando desse modo que as atividade extracurriculares tem significativos impactos aqueles que delas participam, se destacando daqueles que não participaram deste tipo de atividades. (ANDRADE; MOITA, 2009)

Procedimentos Metodológicos

Este artigo foi desenvolvido baseando-se em uma pesquisa bibliográfica contextualizada com um relato de experiência.

A teoria foi pesquisada em base de dados (fontes secundárias), como scielo e google acadêmico, sendo abordados assuntos como: atividades extracurriculares, formação acadêmica, ingresso no ensino superior, formação em engenharia civil, importância das atividade extracurriculares para a formação acadêmica, entre outros.

Foram selecionados ao todo 14 artigos, abordando tópicos como: teoria de fácil entendimento, abrangência significativa dos assuntos, ano de publicação etc.

O relato de experiência foi relativo à participação no VIII Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão – SENPEX e a III Feira de Tecnologia, que aconteceu nos dias 28 e 29 de setembro de 2017, no campus do UNIBAVE – Orleans.

A oitava edição do SENPEX contou com oficinas destinadas aos alunos e pessoas interessadas nas temáticas oferecidas. Foram ofertadas mais de 30 oficinas nas áreas de administração, saúde, tecnologia, ciências agroveterinárias, entre outras, além de palestras e apresentação de artigos.

No dia 28 foi assistida a abertura do seminário, onde se prestigiou-se a apresentação de danças locais. Na sequência, os responsáveis pelo desenvolvimento e produção do SENPEX realizaram as devidas apresentações e agradecimentos. No local estavam expostos alguns produtos desenvolvidos pelos alunos do UNIBAVE, além da participação de empresas da região que tenham foco em Inovação e Tecnologia. Neste dia, os acadêmicos participaram da oficina sobre o tema “impermeabilização”, ministrada por uma empresa, que havia sido escolhida antecipadamente através do site do UNIBAVE, via internet.

Já no dia 29, foram prestigiadas as apresentações de trabalhos acadêmicos realizados por alunos e professores do campus e por pesquisadores de outras instituições, abordando temas referentes ao ensino, pesquisa e extensão.

Resultados e Discussão

As mudanças que ocorrem a partir do momento que o acadêmico ingressa no ensino superior trazem consigo alterações nos métodos de ensino e na rotina dos estudantes, exigindo flexibilidade e autonomia para que se adaptem às novas responsabilidades. O modo com que eles se integram na vida universitária é categórico para as experiências relacionadas à sua formação profissional nesse período (OLIVEIRA; SANTOS; DIAS, 2016).

A escolha de um curso superior, muitas vezes, é uma das decisões mais complexas na vida de um jovem, pois determina sua carreira profissional.

Porém, nem sempre a grade curricular dos cursos de graduação disponibiliza para os acadêmicos todas as habilidades necessárias para a atuação profissional, onde eles necessitam buscar atividades e experiências extracurriculares. O envolvimento do estudante em atividades complementares vem recebendo destaque em pesquisas nacionais e internacionais como um fator importante para o processo

de adaptação ao aluno na universidade (OLIVEIRA; SANTOS; DIAS, 2016). Compreender como essas atividades podem contribuir para o desenvolvimento dos estudantes durante o curso de graduação, geralmente é uma maneira de facilitar suas decisões (PEREIRA et al., 2011).

Outro ponto importante é que a participação em atividades extracurriculares auxilia o acadêmico na escolha de estágios e áreas de especialização, o que contribui para a sua carreira profissional. Os alunos que possuem um percentual maior na realização das atividades complementares se tornam mais satisfeitos com a profissão escolhida, devido à proximidade e o conhecimento que eles adquirem através dessas atividades (OLIVEIRA; SANTOS; DIAS, 2016).

As atividades extracurriculares são abordadas na literatura de uma forma que podem indicar a singularidade e a intencionalidade do estudo. Elas podem ser entendidas como atividades que não são obrigatórias, mas estão sob a responsabilidade da instituição de ensino (PERES; ANDRADE; GARCIA, 2007). Podemos então definir atividade extracurricular como a atividade que não consta no currículo (MICHAELIS, 2008).

As atividades complementares envolvem os três pilares da educação: (I) o ensino que tem por finalidade complementar e reforçar os conteúdos das disciplinas do curso, contribuindo para a formação acadêmica e profissional; (II) a pesquisa que servem para estimular a produção de projetos e incentivar os acadêmicos à prática do pensamento científico; e (III) a extensão que são atividades que estimulam os acadêmicos a desenvolver atividades junto à sociedade, fazendo com que eles busquem a participação em eventos realizados fora do âmbito escolar, visando o melhoramento de ensino realizado em sala de aula (UNIBAVE, 2010; UNINORTE, 2017).

Além disso, pode-se citar com atividades complementares as atividades não obrigatórias, que abrangem a participação em monitoria; iniciação científica; projetos de extensão; grupos de estudos e pesquisa nos órgãos de representação estudantil, em congressos e eventos científicos; estágios remunerados ou não remunerados; entre outras (OLIVEIRA; SANTOS; DIAS, 2016).

Também são consideradas atividades complementares os cursos de idiomas; cursos profissionalizantes; eventos culturais (participante); palestras e seminários; minicursos e oficinas na área do curso ou áreas afins (ouvinte); visitas técnicas

(participante do grupo); defesa de monografia/dissertação/tese (ouvinte); entre outros (UNINORTE, 2017).

Ainda, são consideradas possíveis atividades não obrigatórias: publicação de artigos científicos, capítulos de livro ou livro completo; organização ou participação em atividades extensionistas; disciplinas isoladas; atuação profissional na área de formação etc. (UNIBAVE, 2017).

Tendo como base o número de estudantes de engenharia civil, o percentual de desistência do curso é alto, sendo que muitas vezes os acadêmicos perdem o prestígio social da engenharia, pois o convívio com a sociedade é minoritário, o que acaba desmotivando os jovens, já que eles não têm um contato maior com as pessoas que desfrutarão do seu serviço futuramente. Algo que pode ser feito para mudar isso é a realização de atividades extracurriculares, onde os alunos poderão interagir com pessoas que não ocupam o âmbito escolar, tendo assim, uma visão diferente do que é estudado em sala de aula (MESQUITA et al., 2010).

As atividades complementares realizadas durante o curso de engenharia civil também englobam as atividades de ensino, pesquisa e extensão permitindo o aprofundamento interdisciplinar e tem como objetivo aumentar os horizontes de formação e colaborar no rendimento do acadêmico durante seu período de graduação (UNIBAVE, 2017).

Relato de Caso

A atividade extracurricular é o intermédio social entre os conteúdos técnicos e as dimensões generalista, humanística e crítica deste conhecimento na formação do engenheiro. Desse modo, as atividades complementares devem ser apresentadas nos currículos dos cursos de engenharia civil com carga horária integralizada (TONINI; LIMA, 2009).

Observou-se que durante a participação na palestra do evento mencionado o palestrante preocupou-se mais em vender o produto apresentado ao invés de falar sobre o assunto abordado, a importância da impermeabilização, suas vantagens, utilização e outras diretrizes referentes ao tema, sendo assim, um erro do palestrante, pois não era esse o intuito da palestra. O assunto em si, foi esclarecido em outra oportunidade. Desta forma, contextualizando com os autores previamente apresentados, percebe-se que a participação em oficinas é de extrema importância,

porém deve-se ter o cuidado de advertir o palestrante para que o mesmo siga o foco do evento, evitando portanto o marketing exclusivo.

Em relação aos materiais e empresas expostas, o evento estava excelente, os participantes, sendo muito atenciosos, responderam a todas as dúvidas e explicaram as funções dos seus produtos e serviços que eram de excelente qualidade. Neste caso, a função deste tipo de atividade extracurricular foi atendido, pois os participantes tiveram oportunidade de ter contato com empresas de diversos ramos da indústria e de serviços, podendo ampliar seus conhecimentos e fazer contatos profissionais.

No último dia do SENPEX ocorreu a apresentação de trabalhos acadêmicos, sendo eles artigos e trabalhos de conclusão de curso (TCC) desenvolvidos por docentes, discentes e gestores do UNIBAVE, alunos já formados e acadêmicos de universidades vizinhas. Foi possível perceber com destaque, a apresentação do TCC de uma acadêmica já formada do curso de engenharia civil, onde o mesmo falava sobre a importância do relacionamento das pessoas no canteiro de obras, onde todos devem agir corretamente para assim realizar um excelente trabalho e ter um bom convívio.

Considerações Finais

O resultado obtido com a elaboração do presente trabalho para os autores, é de que a atividade extracurricular na formação dos acadêmicos é de extrema importância, pois traz a experiência dos profissionais que já atuam na área, projetos inovadores além da apresentação de empresas. Essa flexibilização curricular dos cursos universitários indicam que a introdução das atividades complementares nas grades curriculares, e participação em feiras e palestras dentro da própria universidade ou em outras vem sendo um novo o instrumento de mudança de formação para o ensino o que favorece a assimilação dos conteúdos teóricos no campo de aplicação da prática com atuação criativa, eficiente e participativa no desenvolvimento de habilidades, além de colocar o universitário em contato com a realidade do profissional, e de área que pretende seguir.

O SENPEX vem sendo desde sua primeira edição bem avaliado pelos discentes que aguardam ansiosamente pelas suas oficinas sempre bem elaboradas,

que além de agregar conhecimento mostram o interesse da universidade em enriquecer o currículo do futuro profissional que está preparando.

Referências

CENTRO UNIVERSITÁRIO BARRIGA VERDE – UNIBAVE. Projeto Pedagógico do curso de engenharia civil (PPC). Orleans: jan. 2014, jan. 2017.

CENTRO UNIVERSITÁRIO BARRIGA VERDE – UNIBAVE. Regulamento geral das atividades complementares dos cursos de graduação do Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. Orleans. Celso de Oliveira Souza (Reitor), dez. 2010.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE – UNINORTE. Regulamento de atividades complementares. Coordenação de Engenharia Civil. Manaus: fev. 2017.

COSTA, Luciano Andreatta. Educação em engenharia: uma nova realidade. Educ. Porto Alegre. Rio Grande do Sul, v. 1, n. 12, p. 06.

GREGORIM, Clóvis Osvaldo et al. MICHAELIS: dicionário prático de língua portuguesa. 1ª edição. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2008, p.380.

MARIN, Verônica et al. A influência as atividades realizadas por um centro acadêmico em uma formação completa em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2011, Santa Catarina. Santa Catarina: p. 08-09.

MESQUITA, Brehme. Desenvolvimento da educação em engenharia: novas abordagens baseadas em experiências e observações. Jan. 2010.

OLIVEIRA, Clarissa Tochetto; SANTOS, Anelise Schaurich; DIAS, Ana Cristina Garcia. Percepções de estudantes universitários sobre a realização de atividades extracurriculares na graduação. Psicologia: ciência e profissão. Brasília, v.36, n.4, p. 864-876, out/dez. 2016. Disponível em: <
<http://Figura.redalyc.org/html/2820/282048758007/>>. Acesso em: 31 out. 2017.

PEREIRA, et al. A importância das atividades extracurriculares universitárias para o alcance dos objetivos profissionais dos alunos de administração da universidade federal de Santa Catarina. Revista GUAL (Gestão Universitária na América Latina). Florianópolis, edição especial 2011, p. 163-166, 2011.

PERES, Cristiane Martins; ANDRADE, Antonio dos Santos; GARCIA, Sérgio Britto. Atividades extracurriculares: multiplicidade e diferenciação necessárias ao currículo. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 31, n. 3, p. 203-211, 2007.

PILEGGI, Gisele C. F. et al. Formação do engenheiro de produção: participação discente em atividades complementares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Paraíba. Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças. Paraíba: p.01-02. Disponível em: <

<http://Figura.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/EE/Producao/8.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

ROHAN, Ubiratan et al. A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e da sustentabilidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2016, Rio de Janeiro. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro: p. 02-03. Disponível em: <http://Figura.inovarse.org/sites/default/files/T16_389.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.

TONINI, Adriana Maria. Uma proposta de implementação das atividades complementares nos cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2010, Ceará. Ceará: p. 01-03.

TONINI, Adriana Maria; LIMA, Maria L. Rocha. Atividades complementares: uma abordagem pedagógica para mudar o ensino de engenharia. Revista de ensino de engenharia. Minas Gerais, v.28, n.1, p. 36-44, 2009.

KNOLL PEREIRA, Alessandra et al. A importância das atividades extracurriculares universitárias para o alcance dos objetivos profissionais dos alunos de administração da Universidade Federal de Santa Catarina. Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL, 2011.

CAPÍTULO 13

O ENSINO LÚDICO NA QUÍMICA – A OXIDAÇÃO DE METAIS

**Mônica da Silva dos Anjos
Camila Lopes Eckert
Juliana da Silva Natal
Glaucea Warmeling Duarte**

Resumo: Diante da dificuldade enfrentada pelos alunos para aprender temas difíceis nas reações químicas, a necessidade de diversificar as estratégias de ensino se tornaram ainda mais presentes nas salas de aula, sendo necessário assim uma metodologia no qual o aprendiz tem uma postura mais ativa. Neste trabalho utilizou-se um método simples e criativo onde os materiais são de fácil aquisição e usado para ilustrar a oxidação de metais. Dessa forma, essa atividade experimental desenvolvida contribuiu de maneira efetiva para as representações macroscópicas dos fenômenos estudados.

Palavras-chave: Reações, oxidação, redução, oxirredução.

Introdução

A aprendizagem é uma capacidade natural, essencial na vida dos homens e dos animais. Esse fato pode ser observado analisando o desenvolvimento que o homem experimenta desde o nascimento (SOARES, 2004).

Piaget relata que até 5 anos de idade o processo de aprendizagem acontece de forma mais intensa, sujeitos a isso no decorrer de toda a vida. Nesse período há uma mudança de comportamento e de interação com o mundo, que vai da total dependência a uma autossuficiência de pensamento, ocorrendo um rápido aparecimento da linguagem e de outras expressões simbólicas. (PIAGET, 1975)

Além disso, pode-se considerar que a aprendizagem está basicamente ligada ao saber, onde o saber é algo como obter conhecimento sobre algum assunto, no qual envolve o aprender (SOARES, 2004).

Cousinet confirma que toda aprendizagem, está baseada na origem da imitação, seja ela escolar ou vivencial, produzida com fundamentos didáticos ou não, com ajuda de um professor ou não. Portanto a aprendizagem é quase involuntária, porém nem tudo é imitação, em determinado tempo da existência, o ser inova, caso haja sucesso outros imitarão essa tal inovação e haverá uma introdução no meio cultural (COUSINET, 1974).

Para Bruner a curiosidade é o motivo da busca, nossa atenção se desperta para coisas questionáveis, não terminadas ou obscuras, deixando concentrada até estar certo, esclarecido ou acabado. Há satisfação quando se obtém certeza, ou na tentativa de obtê-la. Pode-se dividir em três tipos de conceitos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora (BRUNER, 1969).

A cognitiva resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende. A aprendizagem afetiva vem de sinais internos e pode ser identificada com experiências vividas como dor, prazer, descontentamento ou satisfação, ansiedade ou alegria. Algumas dessas experiências são acompanhadas das experiências cognitivas. Sendo assim a aprendizagem afetiva é simultânea com a cognitiva. Já a aprendizagem psicomotora precisa de respostas musculares obtidas através de treino e prática, porém algumas aprendizagens cognitivas são importantes na aquisição de habilidades motoras (SOARES,2004).

Portanto a aprendizagem ocorreria quando a nova informação se apoiasse a conceitos relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do ser que aprende. Ou melhor, no cérebro ocorre o provimento de informações de uma maneira organizada, o que forma uma hierarquia teórica, em que os elementos mais característicos do conhecimento são ligados e entendidos a conceitos mais abrangentes e mais extensivos (MOREIRA,1981).

Bruner ainda afirma que, o interesse, conhecido através da curiosidade é um recurso gerador de aprendizagem, desde que se permita ao sujeito um diagnóstico intenso do conceito. Sendo assim o interesse e a curiosidade são grandes oportunidades para um aprendizado eficiente. Porém não basta colocar o conhecimento à disposição do aprendiz, se faz necessário mostrar a ele sua capacidade de agir e interagir. Com isso, relacionando interesse com aprendizagem, jogos e brinquedos podem estar inseridos na aprendizagem e na construção de um conhecimento, considerando que o lúdico seja um caminho e não um produto finalizado (BRUNER,1969).

Na brincadeira, pode-se aprender. Aprender pode ser uma brincadeira. Neste artigo se busca demonstrar estas informações. No entanto aprender brincando, não pode ser a mesma coisa que brincar de aprender. O ludismo pode permanecer com o ser humano até na fase adulta, mudando-se apenas os tipos de brinquedo e os tipos de brincadeira (SOARES,2004).

Educação lúdica na aprendizagem da química

O tema eletroquímica vem sendo alvo de estudos nas últimas décadas (De Jong & Treagust, 2002) envolvendo os obstáculos enfrentados pelos docentes para ensiná-la (Sanger & Greenbowe, 1999), as dificuldades encontradas pelos docentes na compreensão de conceitos relacionados (Sanger & Greenbowe, 1997) e as informações presentes em livros didáticos, muitas vezes equivocadas (Sanger & Greenbowe, 1999).

Diante de temáticas consideradas difíceis de serem tratadas em sala de aula, muitos pesquisadores sugerem a associação de estratégias de ensino alternativas, procurando a compreensão da química através da exploração dos conceitos nas competências da representação da química (Cullen & Pentecost, 2011).

O trabalho no qual o aluno tem uma postura mais ativa, mais prática, pode ser uma opção para facilitar o estudo, uma vez que ele pode envolver, além da atividade de laboratório, a aprendizagem auxiliada por computador, as confirmações feitas pelo professor, os vídeos ou filmes, apoiados por atividades registradas, as tarefas escritas e os estudos de casos (Hodson, 1988).

Francisco Jr, Ferreira e Hartwing (2008, p.34) diz que as atividades laboratoriais podem «[...] estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, e espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais». As animações e/ou simulações ajudam na aprendizagem das reações redox uma vez que, permitem a compreensão de processos dinâmicos quase que impossíveis de serem vistos no papel (Sanger & Greenbowe, 1997).

Os problemas enfrentados na docência e aprendizagem das reações redox podem estar relacionadas a:

- Complexidade envolvendo o conceito de ox e obstáculos em identificar os agentes oxidante e redutor (De Jong & Treagust, 2002).
- Vocabulário utilizado pelo professor que não ajuda a aprendizagem dos conceitos. Na reação onde muitas vezes o professor cita que o cobre é o agente oxidante, porém não faz distinção entre cobre iônico e cobre metálico (De Jong, Acampo & Verdonk, 1995).
- Linguagem incorreta e, muitas vezes inadequada, existente em livros didáticos, usada na explicação de conceitos nas reações redox, que pode criar barreiras para o entendimento desses (De Jong & Treagust, 2002).

Pautando um histórico resumido que foi proposto por Cunha ano de 2000, um livro/manual, que foi demonstrado em um minicurso no X Encontro Nacional de Ensino de Química (Porto Alegre, RS). Esse material trouxe sugestões de jogos para serem utilizados nas escolas, ainda, segundo Cunha em 2003 Soares, Okumura e Cavalheiro apresentam uma proposta de jogo para aplicar o conceito de equilíbrio químico. O professor e pesquisador Marlon Soares em 2004 apresenta sua tese de doutorado na Universidade Federal de São Carlos, com o título O lúdico em química: jogos e atividades lúdicas aplicadas ao ensino de química, o que o tornou uma grande referência para esse tipo de estudo.

Vários outros trabalhos e materiais foram apresentados ao longo desta década, principalmente publicados pela revista Química Nova na Escola que publicou em 2006 um jogo de tabuleiro de ludo e dominó químico que abordam conteúdos importantes da Química, como por exemplo, ácidos e bases, ligações tabela periódica, termoquímica, etc.

Muitos pesquisadores afirmam que ensino lúdico deve ser utilizado apenas como uma técnica de ensino e não como a única opção de mecanismo para o aprendizado. Logo, o jogo auxilia na adaptação do conteúdo, ensinando e aprendendo de forma mais agradável, tornando a sala de aula um ambiente bem mais alegre e divertido.

Procedimentos metodológicos

A oxidação de diversos metais gera diversos óxidos, caracterizados muitas vezes por cores diferentes. O óxido de ferro, por exemplo, evidencia uma cor castanha avermelhada, já o hidróxido-carbonato de cobre tem uma coloração azul esverdeada. No entanto, também é possível que a oxidação induza à criação de uma camada superficial de óxido, protetora e aderente, que dificulta a oxidação do metal encoberto, como é o caso do alumínio.

Neste artigo menciona-se um jeito cativante de trabalhar as reações de oxido-redução, utilizando os óxidos resultantes da oxidação de ferro de outros metais, para a criação de quadros.

Os materiais necessários utilizados para a confecção das telas foram: tela de pintura (observação: a tela não deve conter impermeabilizante), pedaços de metais (ferro, aço inoxidável, cobre, prata, ouro, alumínio) e uma solução de vinagre 20% no

qual adiciona-se uma colher de sal (NaCl). Os metais são dispostos sobre a tela, de acordo com a criatividade do aluno, logo em seguida a solução de vinagre é colocada lentamente sobre os metais e a tela é deixada em repouso por um período de três dias. Depois dos dias de repouso os mesmos são retirados e a tela é mantida a temperatura ambiente, para secagem e impermeabilizada ao final.

O experimento foi executado na segunda fase de engenharia civil, na disciplina de química geral com o objetivo de facilitar a aprendizagem sobre oxidação, oxirredução e reações químicas nelas envolvidas. Depois do experimento foi solicitado aos alunos um relato descritivo sobre a atividade realizada em sala de aula, assim foi possível obter um parecer do entendimento e analisar se o experimento foi benéfico para a aprendizagem requerida.

Resultados e Discussão

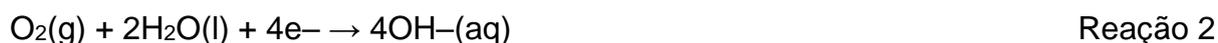
Em sala de aula os alunos foram orientados a se organizarem em equipes de 3 alunos cada, onde foi possível produzir 8 telas, ou seja, uma tela por equipe. Antes disso os alunos tiveram uma aula sobre o assunto que seria abordado na experiência, e com isso trouxeram os materiais que achavam pertinentes para cada tela. Foram abordados os assuntos de Eletroquímica, que é uma área da química que estuda as reações que produzem corrente elétrica através das reações de oxidação e oxirredução, onde foram apresentados os exemplos da pilha, da bateria e da corrosão. Além disso foi explicado que o potencial de oxidação e de redução é medido em volt(V) e é representado pelo símbolo E° . Portanto já sabendo que alguns metais teriam um potencial de oxidação maior, e deixar cores diferentes na tela, eles usaram como critério o que mais ajudaria a deixar o desenho proposto por eles mais bonito e mais nítido.

O contato dos metais com a solução de vinagre e sal acelera o processo de oxidação, resultando na produção de cores sobre a tela. Alguns dos metais são facilmente oxidados, enquanto outros permanecem visivelmente inalterados. Os resultados apresentados nas figuras mostram que os objetos de ferro em contato com a solução, em meio ácido e na presença de NaCl, sentam uma coloração castanha avermelhada intensa, conhecida como ferrugem. Essa coloração é uma indicação da oxidação do metal. Esse processo, conhecido como oxirredução, envolve uma troca simultânea de ferro, conforme apresentado na reação 1.

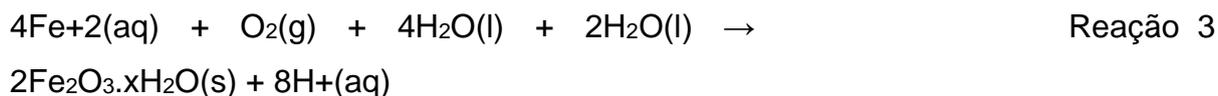


Para a formação de óxido de ferro, são necessários água e oxigênio, etapas subseqüentes das reações.

Os elétrons produzidos em ambas as etapas de oxidação são usadas para reduzir o oxigênio, como expressa a reação 2.



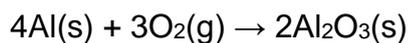
Os íons férricos combinam-se com oxigênio para formar óxido de ferro. Em seguida, o óxido é hidratado com várias moléculas de água. A reação completa é apresentada na reação 3.



Observa-se também que a oxidação de objetos de cobre, principalmente quando em meio aquoso com ácido acético e em contato com o ar, leva à produção de azinhavre, que é um material verde de hidroxicarbonato de cobre (Schumann, 1995). A reação 4 apresenta o produto desta reação química.



De acordo com a fila de reatividade dos metais, o alumínio, devido o seu baixo potencial de redução (= -1,66V) frente ao potencial do ferro (-0,44V), reage muito mais facilmente com o oxigênio do que o ferro. De fato, isto ocorre quando se verifica que um pedaço de alumínio recém-cortado rapidamente adquire uma camada de oxido de alumínio; entretanto essa camada de Al_2O_3 adere fortemente à superfície do alumínio, impedindo a corrosão subseqüente (Masterton et al., 1990). Portanto, esta é a razão de o alumínio não deixar cores na tela. A reação 5 apresenta este resultado.



Reação 5

Os objetos de aço inoxidável, não oxidam facilmente, deixando apenas a marca do seu formato na tela. A resistência dos objetos de aço inoxidável à corrosão deve-se à adição de pelo menos 4% de cromo ao aço (Grupo Peqs, 2000). O cromo presente no aço combina-se com o oxigênio da atmosfera para formar uma fina e invisível camada de óxido de cromo, o que diminui a reatividade do metal e, portanto, dificulta a formação de ferrugem.

Metais como ouro e platina estão entre os poucos capazes de manter “indefinidamente” seu aspecto brilhante quando expostos ao ar. Metais com essas características dificilmente são oxidados, devido às suas baixas reatividades $\text{Au} = 1,69 \text{ V}$; $\text{Pt} = 1,18 \text{ V}$, o que explica suas resistências a corrosão.

Os resultados dessas reações podem ser vistos com clareza nas telas que os alunos elaboraram, tendo diversos desenhos, formas e cores, onde cada objeto metálico teve um papel na formação de cada desenho, imagem ou paisagem que eles com muito empenho produziram durante a aula experimental.

Abaixo nas Figuras 1 estão expostos o antes e depois das telas elaboradas pelos alunos, que muito satisfeitos deixaram em exposição na universidade.

Para a maior parte dos alunos os relatos indicam uma grande satisfação em realizar essa dinâmica em sala de aula, pois ao associar a relação da arte com outras disciplinas, no caso desse projeto, a química, mostrou a possibilidade de criar arte com oxidação de metais, reaproveitando materiais que talvez fossem para o lixo.

Outros alunos relataram que o trabalho foi de suma importância, pois envolveu duas áreas distintas, a química e a arte, colocando em prática a matéria estudada através da atividade extracurricular e a interdisciplinaridade, proporcionando uma aula diferenciada, disponibilizando relaxamento, de um ponto de vista positivo, e um entrosamento maior entre os grupos, além de proporcionar uma visão diferente e divertida de ver e entender os assuntos abordados em sala.

Sendo assim, do ponto de vista dos alunos, a atividade atingiu seu objetivo com excelência, tornando a aula muito produtiva, comunicativa e descontraída.

Figura 1 - Antes e depois das telas.



Fonte: Autores (2020).

Conclusão

Conforme resultados e relatos feitos pelos alunos, existe uma preferência por aulas mais dinâmicas com a utilização de mais recursos lúdicos equilibrando com a fala do professor nas aulas expositivas, isto é, preferem aulas com uma dose de ludicidade, por serem mais agradáveis e de fácil compreensão, além de ter uma interação melhorada em conjunto e também o “espírito” de equipe.

Portanto a falta de interesse pela disciplina esteja relacionada ao nível de dificuldade e muitas vezes pela ausência de atividades práticas, como por exemplo, aulas de laboratório e jogos pedagógicos. Ademais, as pesquisas apontam que durante a vida estudantil, pouco realizou tal atividade em sala de aula.

Na questão da evolução no processo de aprendizagem foi observada uma mudança na assimilação do conteúdo, portando é possível concluir que a ludicidade é de grande importância no processo ensino aprendizagem, contribuindo de forma equilibrada e juntamente com outras metodologias de ensino sem dúvida trará progresso e melhorias no rendimento do aluno ao que refere-se a disciplina de Química.

Referências

BRUNER, J.; Uma nova teoria de Aprendizagem. Nora Levy Ribeiro, Rio de Janeiro, Bloch Editores, 2^a. Ed., 1969.

COUSINET, R.; A Pedagogia da Aprendizagem. J. B. Damasco Penna, São Paulo, Editora Nacional, 1974, p. 98.

Cullen, D. M. e Pentecost, T. C. (2011). A Model Approach to the Electrochemical Cell: An Inquiry Activity. *Journal of Chemical Education* , 88 (11) , 1562-1564.

De Jong, O. e Treagust, D. F. (2002). The Teaching and Learning of Eletrochemistry. Em J. K.Gilbert, M. Reiner e M. Nakhleh, *Chemical Education: Theory and Praticce in Science Education* (pp.317 - 337).Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

MOREIRA, M. A.; Ensino e Aprendizagem – Enfoques Teóricos. São Paulo, Editora Moraes, 3^a. Ed. 1981.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E.F.S.; Aprendizagem Significativa – A teoria de David Ausubel. São Paulo, Editora Moraes, 1982.

PIAGET, Jean; FIÚZA, Rubens. A noção de tempo na criança. 1946.

PIAGET, J.. A formação do símbolo na criança: Imitação, jogo, sonho, imagem e representação. Rio de Janeiro: Zahar, p.26, 1975.

PIAGET, J. A Psicologia da Criança. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998.
PINTO, C. L. TAVARES, FIGURA. M. O Lúdico na Aprendizagem: Aprender a Aprender. Revista da Católica, Uberlândia, v. 2, n. 3, p. 226-235, 201

Sanger, M. J. e Greenbowe, T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. Journal Chemical Education , 853-860.

Sanger, M. J. e Greenbowe, T. J. (1997). Students' Misconceptions in Electrochemistry Regarding Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. Journal Chemical Education , 74 (7), 819.

TORRICELLI, Enéas. Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química. (Tese de livre docência), Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, 2007.