

Estudos em
ENGENHARIA E TECNOLOGIA
Processos e Desenvolvimento

Volume 05



Organizadora:
Glauceia Warmeling Duarte





Centro Universitário Barriga Verde
Orleans – Santa Catarina – Brasil
www.unibave.net

Disponível em:
periodicos.unibave.net

Editora:
FEBAVE

Orleans
2022

Título

Estudos em Engenharia e Tecnologia: Processos e Desenvolvimento

Organizador:

Glauceia Warmeling Duarte

Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Catalogação na fonte elaborada pela Biblioteca Universitária UNIBAVE.

E82

Estudos em engenharia e tecnologia: processos e desenvolvimento / Glauceia
Warmeling Duarte (Org). - Orleans/SC - UNIBAVE, 2023.

153 p.: il. Ebook

Inclui: bibliografias

ISBN: 978-65-87961-09-5 (Versão on-line)

Modo de acesso: <http://periodicos.unibave.net>

Formato - PDF

1. Processos de Engenharia. 2. Tecnologias da Informação. 3. Pesquisa Científica. I.
Duarte, Glauceia Warmeling, (org). II. Título.

CDD: 620.007

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	06
CAPITULO 1 – UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (<i>Luana Furlan Orbem; Glaucea Warmeling Duarte</i>)	07
CAPITULO 2 – ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DO USO DE NANOPARTÍCULAS EM ARGAMASSA (<i>Maurício Wanderlind; Glaucea Warmeling Duarte</i>)	26
CAPITULO 3 – ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO: PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES PARA HABITAÇÕES DE INTERESSES SOCIAIS (<i>Hugo Vicentini Elias; Júlio Preve Machado; Cláudio da Silva; Maria Emília Crocetta Redivo; João Paulo Mendes; Camila Lopes</i>)	43
CAPITULO 4 – SISTEMA STEEL FRAME - DRYWALL X ALVENARIA CONVENCIONAL: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS DE VEDAÇÃO INTERNA (<i>Julia Fernanda Oenning da Silva; Julio Preve Machado; Claudio da Silva; Camila Lopes</i>)	57
CAPITULO 5 – ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC (<i>Marcia Volpato Lubave; Julio Preve Machado; Aline Mendes; Camila Lopes</i>)	74
CAPITULO 6 – DETERMINAÇÃO DA TAXA DE BDI PARA OBTENÇÃO DO PREÇO DE VENDA DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA CIDADE DE LAURO MULLER/SC (<i>Bruna Schlickman; Júlio Preve Machado; Júnior Serafim Côrrea; Rovânio Bussolo; João Paulo Mendes; Ana Sônia Mattos; Camila Lopes Eckert</i>)	92
CAPITULO 7 – AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA AQUISIÇÃO DE UMA GRUA POR UMA CONSTRUTORA LOCALIZADA EM ORLEANS-SC (<i>Maurício Wanderlind; Júlio Preve Machado</i>)	103
CAPITULO 8 – PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE MATERIAIS NO RAMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (<i>Hericles Felipe Weber; Mauricio Wanderlind; Nacim Miguel Francisco Junior; Camila Lopes</i>)	114

CAPITULO 9 – GESTÃO INTEGRADA DE FROTA: O CONTROLE ESTRATÉGICO DE MANUTENÇÕES COMO FATOR DECISIVO NA LOGÍSTICA DE ENTREGAS DE UMA PEQUENA EMPRESA AVÍCOLA (*Vandrei Masiero Padilha; Alessandro Zanini; Nacim Miguel Francisco Junior; Johnny Pereira; Ismael Mazzuco; Max Pereira*) 127

CAPITULO 10 – A TECNOLOGIA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA: ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS PEDAGÓGICAS (*Liane Pedroso; Nacim Miguel Francisco Junior; Johnny Pereira; Ismael Mazzuco; Alessandro Zanini; Max Pereira*) 143

APRESENTAÇÃO

Este e-book se propõe a apresentar trabalhos de pesquisa desenvolvidos por acadêmicos e professores dos cursos de Engenharia e Tecnologia do Centro Universitário Barriga Verde-Unibave.

Os trabalhos aqui publicados se relacionam com as áreas estudadas pelos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Design de Interiores e Sistemas de Informação.

Os assuntos abordados são temas discutidos no âmbito das disciplinas de cada curso, não se limitando, porém a estes.

Glaucea Warmeling Duarte
Núcleo de Pesquisa e Extensão em Engenharia e Tecnologia – NUTEC
Centro Universitário Barriga Verde

CAPITULO 1**UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS**

**Luana Furlan Orbem
Glaucea Warmeling Duarte**

Resumo: As águas residuais, provenientes das mais diversas fontes industriais, quando despejadas nos corpos d'água sem tratamento prévio, implicam em alterações negativas na saúde humana, fauna e flora do local. Sabe-se que, atualmente, diversos processos foram desenvolvidos para tratamento destes resíduos de modo a adequar suas propriedades, principalmente químicas, para que o mesmo possa ser reutilizado no processo ou despejado novamente na natureza, causando o mínimo possível de prejuízos ambientais. Dentre estes processos, os mais recentes tratam do uso de nanomateriais. Logo, este trabalho trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, através da utilização da técnica de bibliometria, com o objetivo de avaliar os estudos existentes relacionados a utilização de nanopartículas no tratamento de águas residuais. Avaliou-se, dentre outros, alguns itens como autores, anos e países de publicação. Ainda, a partir dos artigos selecionados para a revisão, fez-se uma categorização dos trabalhos com base no tipo de nanopartículas utilizadas. Constatou-se que esta é uma temática recente, a qual se encontra em ascensão, e que a China, possivelmente por ser um país desenvolvido, com uma preocupação maior com a poluição, e com poucos recursos hídricos, escreve mais sobre o tema abordado. De modo geral, as nanopartículas abordadas nos estudos mostraram resultados satisfatórios para utilização no tratamento de águas residuais, porém na maioria dos casos devem-se realizar estudos mais detalhados, investigando os efeitos e a eficiência em estações de tratamento de efluentes em escala industrial, além da avaliação dos custos para aplicação e operação do sistema.

Palavras-chave: Nanopartículas. Bibliometria. Águas residuais.

Introdução

A necessidade de se realizar o tratamento de águas residuais se deve ao fato de que, caso estes resíduos sejam despejados na natureza na sua forma in natura, os mesmos provocarão diversas consequências negativas ao meio ambiente, prejudicando a fauna e a flora dos corpos hídricos e solos afetados e, para a saúde pública, pois em alguns casos podem ser considerados transmissores de doenças (UNESCO, 2017). A fim de minimizar estes danos, seja o efluente de quaisquer origens, podendo-se citar a doméstica, industrial ou de infiltração (pluviais), é necessário estudar as opções de tratamentos existentes (LEME, 2014).

Muitos são os esquemas de estações de tratamento de águas residuais que existem, e aspectos como localização, carga a tratar, propriedades do efluente e custos são determinantes na escolha de qual método utilizar (COELHO, 2008).

Independentemente do modo que será realizado o tratamento é importante entender que, segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP (2018), “O tratamento de esgotos consiste na remoção de poluentes e o método a ser utilizado depende das características físicas, químicas e biológicas”. O processo físico, também chamado de tratamento primário, objetiva barrar os sólidos sedimentáveis e corpos flutuantes, evitando que estes danifiquem os equipamentos que serão utilizados nas etapas seguintes. O processo biológico, ou tratamento secundário, atua de forma metabólica e forçando a floculação das partículas finas em suspensão, eventualmente removendo também nutrientes como nitrogênio e fósforo. O tratamento terciário, que pode ser chamado de processo químico, também remove estes nutrientes, porém é através de reações químicas. Além deles, remove organismos patogênicos (bactérias, vírus), cloro e outros organismos não removidos nas etapas anteriores, além da adição ou remoção de gás (LEME, 2014).

Estes métodos citados são considerados métodos tradicionais, normalmente utilizados para efluentes domésticos. Entretanto muitas águas residuais, principalmente as industriais, possuem poluentes mais difíceis de tratar, como metais pesados provenientes da mineração (OLIVEIRA; LUZ, 2001), corantes e outros contaminantes de indústrias têxteis (FREITAS, 2002), substâncias de indústrias farmacêuticas (SALES et al., 2012), entre outras, sendo necessário realizar um tratamento mais específico, que dependerá da contaminação existente no efluente. Estudos já estão sendo realizados quanto a novos procedimentos e/ou novos materiais que sejam mais eficientes para tratamento destas águas residuais.

Dentre as áreas envolvidas no estudo destes tratamentos, pode-se citar o ramo da nanotecnologia, caracterizada como uma ciência multidisciplinar, que combina engenharia química e material, biotecnologia e tecnologia de processamento industrial (VILLENA DE FRANCISCO; GARCÍA-ESTEPA, 2018), e que atua a partir de nanomateriais, ou seja, materiais de tamanho extremamente pequeno, apresentando pelo menos uma de suas dimensões entre 1 e 100 nm (DISNER; CESTARI, 2016).

Neste campo, é possível encontrar estudos que utilizam diversos nanomateriais para tratamento e desinfecção de águas residuais, sendo bastante evidente a aplicação das nanopartículas de prata, que revelou um desempenho importante nas aplicações relacionadas a desinfecções, relacionados com sua eficácia, durabilidade e liberação controlada de íons (MACHADO, 2012). Outra nanopartícula é a de óxido de ferro, que através de análises, apresentou elevada capacidade de remoção de corante orgânico azul de metileno em água (GONÇALVES et al., 2009). Entretanto, existem muitas outras nanopartículas que são utilizadas com diferentes propósitos.

Portanto, este trabalho teve seu enfoque nos estudos referentes à utilização de nanopartículas no tratamento de águas residuais, discutindo os resultados finais obtidos a fim de obter dados para a comparação entre os materiais e técnicas utilizadas, verificando assim os tratamentos mais eficientes para cada tipo de efluente avaliado.

Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho pode ser classificado, quanto à sua abordagem, como uma pesquisa quali-quantitativa, pois há a coleta sistemática das informações, as quais são analisadas estatisticamente, além da análise de materiais narrativos, com caráter subjetivo. Dada combinação entre métodos qualitativos e quantitativos, objetiva oferecer resultados mais completos ao final da pesquisa (POLIT; HUNGLER, 1995 apud DYNIEWICZ, 2014, p. 92).

Quanto aos seus objetivos, a mesma classifica-se como descritiva, pois segundo Dyniewicz (2014, p. 97) esse tipo de pesquisa busca-se frequência, característica, relação e associação entre variáveis, interpretando fatos e fenômenos. Com isso, a presente pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo bibliográfico, que se baseia em material já elaborado, e este em especial, constituído por artigos científicos (GIL, 2008, p. 44).

Este artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica desenvolvida utilizando o método de bibliometria, o qual busca revisar, de forma integral na literatura, os estudos pertinentes ao assunto estabelecido, gerando análises detalhadas sobre os dados obtidos e avaliando sua

qualidade. Assim, é possível realizar uma sintetização e integração de dados, explorando afinidades e contradições entre estudos, fornecendo base para comparações finais (VOUGA; AMATUCCI, 2015).

Os trabalhos avaliados foram obtidos a partir de três bases de dados, sendo elas: *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. A busca dos trabalhos foi feita estabelecendo-se as palavras-chave relativas ao tema, assim divididas em dois grupos. O primeiro incluiu as palavras *nanoparticles*, *nanomaterials* e *nanotechnology*, utilizando o operador booleano “or” entre as palavras; e o segundo grupo contendo as palavras “*liquid effluente*”, “*residual water*” e *sewer*, também utilizou o mesmo operador entre elas. Os dois grupos de palavras foram interconectados com o uso do operador booleano “and”. Foi obtido um total de 105 artigos. Após a retirada dos artigos duplicados e dos que não foram encontrados na íntegra, obteve-se um total de 87 artigos.

Posteriormente, uma seleção prévia foi realizada avaliando os objetivos, métodos e resultados dos artigos, com o objetivo de encontrar estudos referentes à utilização de nanopartículas para o tratamento de águas residuais. Esta identificou que apenas 19 artigos se enquadraram quanto à abordagem do tema. Este artigo, apesar de se tratar em sua maioria por um trabalho qualitativo, alguns indicadores bibliométricos foram avaliados de forma quantitativa: (1) número de artigos referentes ao tema estudado; (2) quantidade de artigos por país; (3) quantidade de artigos por autor; (4) ano de publicação dos artigos.

Qualitativamente, os artigos foram avaliados quanto aos objetivos, métodos empregados e resultados obtidos a partir da utilização de diversos tipos de nanopartículas em tratamento de efluentes com objetivo de descontaminação.

Resultados e Discussão

Avaliando-se o número de artigos publicados, nas três bases de dados avaliados, por ano de publicação, conforme mostra a Figura 1, percebe-se que a produção científica sobre o tema iniciou no ano de 2012, tendo seus dois primeiros artigos publicados. Os anos de 2013 e 2014 foram os que menos publicaram, apenas 1 artigo ao ano. Enquanto no ano de 2015 constata-se somente 2 artigos, em 2016 este número aumentou consideravelmente, com publicação de 6 artigos referentes ao tema. Esta quantidade volta a cair nos anos seguintes, 2017 e 2018, ficando com 4 e 3 artigos publicados, respectivamente.

Percebe-se, em função da pequena quantidade de artigos publicados, que este tema é bastante recente e que poucos trabalhos foram desenvolvidos com foco na utilização de

nanopartículas para tratamento de efluentes. Este fato pode ser justificado supostamente por se tratar de uma nova tecnologia, e pelo fato de que os métodos utilizados atualmente ainda são eficientes e economicamente viáveis.

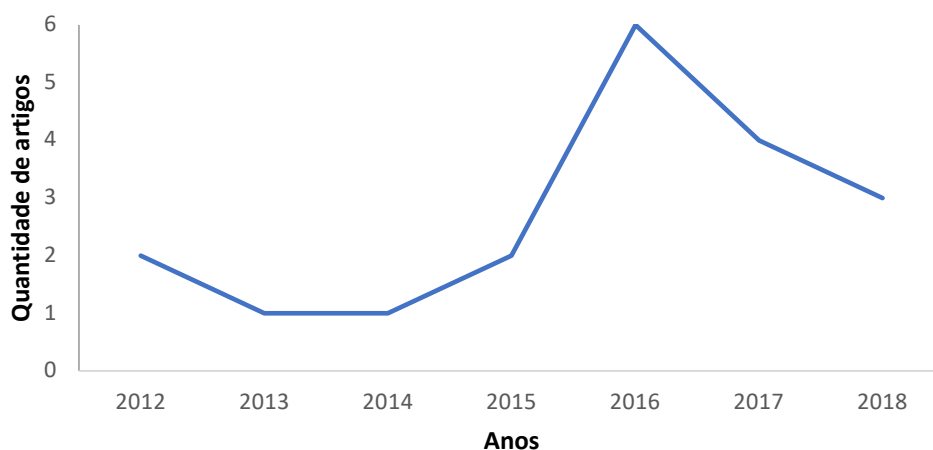
Na Figura 2, pode-se verificar a quantidade de artigos publicados em cada país, ficando em primeiro lugar a China, com 4 artigos. Austrália, Espanha e Portugal também se destacam com a publicação de 3 artigos, assim como Alemanha, França e Irã, que possuem 2 artigos cada. Os demais países publicaram somente um artigo referente ao tema pesquisado. Ainda no mesmo gráfico, observa-se que a quantidade total de artigos é maior que os 19 trabalhos que se enquadraram no tema, uma vez que alguns deles possuem autores de países diferentes, e esta classificação aborda todos os países inclusos no artigo.

O Brasil não se encontra entre os países que publicaram sobre o tema abordado neste artigo, sendo muito provável que utiliza os métodos tradicionais para o tratamento de águas residuais, ou que as pesquisas sobre o tema são ainda muito incipientes. Conforme a pesquisa realizada nas bases de dados, cinco artigos brasileiros foram encontrados, os quais se tratavam do comportamento e ação de nanopartículas, não especificamente utilizando-as no tratamento de águas residuais. Posteriormente foram desclassificados, pois não se referiam ao tema proposto (DE FIGUEIRÊDO et al., 2012; JIMÉNEZ-PÉREZ et al., 2012; LIOU et al., 1989; OURIQUE et al., 2014; STRASSER et al., 2014).

Dos 19 artigos publicados sobre o tema e avaliados nesta pesquisa tiveram a participação de 90 autores. Destes, apenas 5 autores publicaram 2 artigos, sendo eles Antonio Martinez-Ferez e Javier Miguel Ochando-Pulido, ambos representantes da Espanha, e Gianaurelio Cuniberti, Klaus Kühn e Sara Teixeira, estes representando universidades alemãs. Os demais, ou seja, 85 autores inclusos nos artigos publicaram somente um artigo sobre o tema.

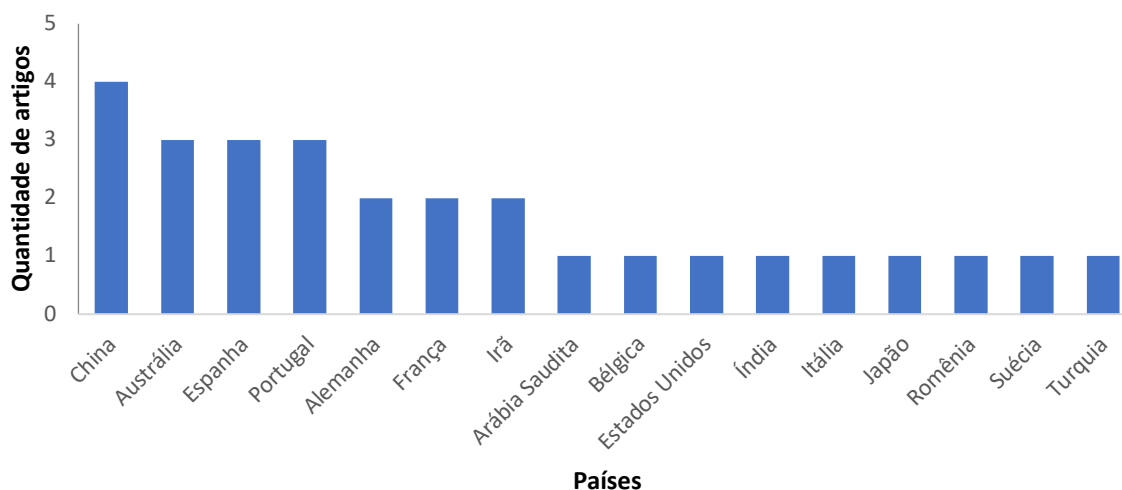
Todos os artigos encontrados nas bases de dados e que se enquadraram ao tema, foram divididos em nove categorias, de acordo com as nanopartículas que foram utilizadas nos respectivos estudos. A categorização está classificada na Tabela 1, onde se observa que as nanopartículas de óxidos de ferro possuem mais artigos publicados, logo, as mais estudadas.

Figura 1 – Quantidade de artigos publicados por ano



Fonte: Autores (2018).

Figura 2 – Produção de artigos por país



Fonte: Autores (2018).

Tabela 1 – Categorização dos artigos

Nº	Categorias	Quantidade de Artigos
1	Nanomateriais de Ferro	5
2	Nanopartículas de Zinco (Zn)	3
3	Nanopartículas de Dióxido de Titânio (TiO ₂)	3
4	Nanopartículas de TiO ₂ e ZnO juntas	2
5	Nanopartículas de Prata (Ag)	2
6	Nanopartículas Poliméricas	1
7	Nanopartículas de Alumínio (Al)	1
8	Nanopartículas de Grafeno e Grafite	1
9	Nanopartículas de Óxido de Cério (CeO ₂)	1
Total		19

Fonte: Autores (2018).

Nanomateriais de Ferro

A primeira classificação trabalha os nanomateriais de ferro, incluindo óxido de ferro Fe_3O_4 , óxido de ferro magnético e ferro zero valente.

Na categoria das nanopartículas de óxidos de ferro foram publicados cinco artigos, que dentre seus objetivos, tratam da remoção de poluentes orgânicos, que foram substituídos por corantes para realização dos testes (DAI et al., 2018; FUJIOKA et al., 2016), além de também possuir a finalidade de separação óleo-água no artigo de Kumar et al. (2015); utilização como floculantes para sedimentação e desidratação de lodo no tratamento de efluentes (LAKSHMANAN; KUTTUVA RAJARAO, 2014) e também o controle de sulfetos em esgotos (LIN et al., 2017).

As nanopartículas de Fe_3O_4 , que possui propriedades magnéticas, foram utilizadas no artigo dos autores Dai et al. (2018) e revestidas com hexanodiamina, realizando testes com o corante orgânico vermelho do Congo, simulando um poluente orgânico. Sob condições ótimas de preparação, a capacidade de absorção do corante das nanopartículas de Fe_3O_4 com cobertura hexanodiamina atingiu 97,3 mg/g, que foi maior do que a de muitos adsorventes relatados. Além disso, sua adsorção chegou a 80% da quantidade de adsorção em equilíbrio em um tempo de 200 min. O poder magnético do nano-adsorvente utilizado superou a atividade de outros da categoria, uma vez que a separação em soluções aquosas é obtida facilmente através de um campo magnético externo.

Outro artigo que utilizou corante em seus testes foi o dos autores Fujioka et al. (2016), porém neste foi utilizado o azo-corante *Orange II*, também simulando a utilização de um poluente. Seu objetivo incluiu conhecer o consumo de eluição do ferro e oxigênio dissolvido (OD) na remoção do poluente, através da nanopartícula de ferro zero-valente, com o pH da solução variando entre 3,0 e 9,0. O teste realizado foi composto por duas fases, onde a descoloração completa do corante se deu em menos de um minuto na primeira fase, desacelerando na segunda fase, concluindo que a dissolução do ferro zero valente e posterior formação do óxido de ferro estiveram ligadas à remoção do poluente.

Com as finalidades de separação de água e óleo, a fotodegradação de componentes como o bisfenol-A (BPA) e o corante verde malaquita (MG), foram realizados estudos quanto à utilização de um nanocompósito superparamagnético de Fe_3O_4 e β -ciclodextrina – ou SPION/ β -CD –, o qual resultou em um sistema extremamente eficiente, quando sob iluminação solar. Os testes apresentaram o melhor desempenho ao fotodegradar 82,55% de BPA, quando adicionado H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) junto ao SPION/ β -CD, componente determinante para este

resultado satisfatório devido à maior geração de radicais livres (KUMAR et al., 2015).

Além disso, SPION/ β -CD exibe uma maior degradação, de 94,22% de MG após 2 h, num processo de fotocatalise. Assim, o sistema formado para a separação da água com óleo foi obtido através da utilização do SPION/ β -CD, uma vez que esta nanoestrutura separa o óleo e o liberta facilmente ao entrar em contato com etanol. Outro ponto a ser destacado sobre este estudo é a constatação de que as nanoestruturas do SPION/ β -CD são estáveis, reutilizáveis e magneticamente recuperáveis, uma vez que a degradação a partir do nanocompósito foi avaliada e comparada no primeiro e sexto ciclo de uso, resultando respectivamente em 94,22% e 90,13% de degradação de MG, e 70% e 64,2% de degradação de BPA (KUMAR et al., 2015).

Os autores Lakshmanan e Kuttuva Rajarao (2014) realizaram experimentos comparando três flocculantes para esgoto, sendo um deles a nanopartícula de óxido de ferro magnético (MION), em diferentes concentrações (5, 10 e 25 mg/L). O lodo de águas residuais utilizadas foi separado em menos de 5 min usando um ímã externo. A alta velocidade de sedimentação se deve ao fato de o lodo possuir baixo teor de água. As medições foram realizadas para o teor de água do lodo, peso úmido do lodo, peso seco do lodo, turbidez e cor do efluente.

Os resultados apontaram a rápida sedimentação do lodo, a partir de um campo magnético externo e a presença do MION nas partículas de lama, devido à formação de flocos maiores. A redução máxima de 95% do teor de água do lodo foi alcançada com tempo de mistura de 20 minutos quando a concentração de MION foi de 25 mg/L. Nas mesmas condições, a utilização de MION resultou na maior redução de turbidez, com 32-36%, e também de cor, com 33%. Em relação ao peso úmido do lodo, com a mesma concentração anterior de MION, as amostras tratadas apresentaram um peso úmido de lodo máximo de 310 mg/100 ml com um tempo de mistura de 15 min. Já o peso seco do lodo não foi afetado independentemente do tempo de mistura e concentração testados, quando comparado aos dois outros flocculantes (proteínas químicas e coagulantes) utilizados neste estudo que não se encontram em tamanho nanométrico (LAKSHMANAN; KUTTUVA RAJARAO, 2014).

Ainda nesta categoria, foi estudado sobre o controle de sulfetos (S) através de nanopartícula de Fe_3O_4 , descrita como nanopartículas de magnetita tipo placa (MNP), as quais foram produzidas com tamanhos variando entre 120 e 160 nm. O resultado disso foi que, num período de 90 min, o MNP reduziu efetivamente os níveis de sulfeto no esgoto de $12,7 \pm 0,3$ para $0,2 \pm 0,0$ mg de sulfeto/L em uma proporção de sulfeto para MNP de 0,26 g de sulfeto/g de $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}$. Ainda, uma análise custo-benefício baseada nos resultados mostra o potencial econômico desse novo método, destacando claramente a viabilidade prática e econômica do uso

de MNP para o controle de sulfeto em esgotos em estações de tratamento reais (LIN et al., 2017).

Nanopartículas de Zinco (Zn)

Esta categoria cita nanopartículas de óxido de zinco e sulfeto de zinco, sendo três artigos selecionados e que tratam de assuntos referentes à remoção de poluentes em efluentes, cada um com suas particularidades, porém com a semelhança de utilizar a nanopartícula de zinco nos testes (NAUDIN et al., 2016; TEIXEIRA et al., 2016a; WANG et al., 2012).

Um dos três artigos teve como objetivo a remoção de poluentes farmacêuticos de um efluente real em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na Alemanha, utilizando nanopartículas de óxido de zinco (ZnO) por suspensão e de dióxido de titânio (TiO₂) em tamanho não nanométrico, ambos sendo expostos à radiação UVA. Os resultados levaram à conclusão de que com nanopartículas de ZnO, a radiação UVA de 40 min foi suficiente para degradar mais de 95% dos fármacos existentes. Neste mesmo tempo, também exposta à radiação UVA, a amostra tratada com TiO₂ degradou apenas 40% deles, e a previsão para alcançar o mesmo resultado de degradação do ZnO seria de mais 4 (quatro) horas. Portanto, os autores supõem que a utilização de nanopartículas de ZnO é mais eficiente quando comparada ao TiO₂, uma vez que sua taxa de degradação é maior, mesmo que a maior área de superfície seja do TiO₂ (TEIXEIRA et al., 2016a).

O segundo método para remoção de poluentes foi a utilização do óxido de grafeno reduzido (RGO), revestido com nanopartículas de ZnO (óxido de zinco), sendo representado também por RGO@ZnO. O corante comum Rodamina-B (RhB) foi utilizado para simular um poluente orgânico comumente existente na água. Além disso, a capacidade de adsorção de corante por RGO@ZnO foi investigada comparando com a capacidade de NPs de ZnO com recobrimento de PVP. Pode-se observar que na presença de NPs de ZnO com cobertura PVP, a degradação do corante foi completada dentro de 75 min, e na presença de RGO@ZnO, ocorreu dentro do tempo de 60 min (WANG et al., 2012).

Além disso, os autores Wang et al. (2012) apontam o corante RhB foi adsorvido por RGO@ZnO mais do que pelo ZnO com cobertura de PVP mesmo antes da degradação induzida por UV, resultando em uma drástica e rápida diminuição da concentração de RhB.

A aplicação e reutilização do composto RGO@ZnO foi investigada através da realização de vários ciclos de adsorção e irradiação da luz solar. Em cada ciclo, após RhB ser adsorvida, a luz solar simulada foi irradiada por 20 min em temperatura ambiente. Ao final do primeiro ciclo

de adsorção e irradiação solar, 78% da capacidade de adsorção de RGO@ZnO foi recuperada. Após quatro ciclos, ela foi mantida a 77% do valor original. Sem irradiação, diminuiu para 48% do valor original após o quarto ciclo. Portanto, a irradiação da luz solar simulada foi eficaz para recuperar a eficiência de adsorção de RGO@ZnO (WANG et al., 2012).

A síntese de novos nanocompósitos cristalinos combinando nanobastões de titanato (TNR) com nanocristais de ZnS (sulfeto de zinco) foi realizada com modificações químicas utilizando NaOH (como fonte de Na) e HNO₃ (como fonte de H), resultando nos compostos ZnS/NaTNR e ZnS/HTNR, respectivamente. A aplicação destes nanocompósitos na degradação fotocatalítica de poluentes faz parte do objetivo do artigo dos autores Naudin et al. (2016) que utilizaram o corante modelo safranina-T como molécula poluente.

Os dados obtidos pelos testes com diferentes concentrações dos nanocompósitos preparados indicam que eles têm potencial para serem utilizados como fotocatalisadores para a remoção de poluentes orgânicos. O melhor resultado foi obtido com 97% de remoção ao utilizar a amostra 0,01 ZnS/HTNR como catalisador, resultando em uma combinação de baixa adsorção de corante e uma alta degradação fotocatalítica do corante, de 20% e 77% respectivamente (NAUDIN et al., 2016).

Nanopartículas de Dióxido de Titânio (TiO₂)

Nesta categoria estão inclusos os artigos que estudam as nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂), abordando temas relativos à degradação de contaminante farmacêutico (LIU et al., 2016), e ao tratamento de águas residuais resultantes de vegetação olivária (OCHANDO-PULIDO et al., 2012, 2013).

O estudo dos autores Liu et al. (2016) está relacionado à degradação de um contaminante farmacêutico, a fenazopiridina (PAP), sendo investigada através da utilização de nanofibras de TiO₂ e de nanofibras de TiO₂ infundidas com PEDOT [Poli (3,4-etilenodioxitiofeno)]. O óxido de titânio foi produzido com diferentes fases cristalinas: fase anatase pura, fase mista e fase rutilica pura. Foi então analisada a atividade fotocatalítica das três fases sob a PAP usando espectroscopia de absorção UV-Vis.

As nanofibras de TiO₂ infundidas com PEDOT mostraram um melhor desempenho fotocatalítico em comparação com suas nanofibras de TiO₂ puras para a degradação da PAP. A nanofibra de PEDOT infundida com rutilo apresenta o maior percentual de degradação, 125%, em comparação com outros dois tipos de fibras, 70% para o anatase infundido com PEDOT e 30% para a fase mista infundida com PEDOT. Isto se deve à introdução da camada de transporte

de furos do PEDOT, levando a uma melhor transferência de furos das nanofibras de TiO_2 para o PEDOT (LIU et al., 2016).

Um dos trabalhos referentes ao tratamento da água residual de vegetação olivária (OVW) é proveniente de um processo de extração de óleo de oliva bifásico (OVW-2). A água residual gerada foi tratada por meio de operações de membrana em batelada em sequência compreendendo ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF) e osmose reversa (RO). Segundo os autores, este tratamento é capaz de remover, com êxito, matéria orgânica e outros poluentes existentes (OCHANDO-PULIDO et al., 2012).

As etapas de pré-tratamento realizadas na matéria-prima incluíram processos como floculação de pH e temperatura e sucessivamente fotocatalise por nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2) feitas em laboratório. Estas, por sua vez, proporcionaram 22,3%, 17,6% e 20,4% de acréscimo no fluxo limite para UF, NF e RO, respectivamente. No final, um permeado com DQO (demanda química de oxigênio) igual a 121 mg/L foi obtido com sucesso, respeitando os padrões italiano e espanhol para a descarga de OVW-2 purificado em esgotos municipais (OCHANDO-PULIDO et al., 2012).

Outro artigo encontrado nesta área de vegetação olivária possui como objetivo o tratamento das águas residuais, além de reduzir a incrustação de membranas, avaliando os efluentes gerados nos processos bifásicos e trifásicos. Os procedimentos deste estudo e do outro comentado anteriormente apresentam as mesmas características, incluindo as etapas de pré-tratamento como floculação de pH e temperatura; e fotocatalise UV/ TiO_2 com nanopartículas de núcleo ferromagnético para reduzir a incrustação de membranas, e também os processos de membrana em série, compreendendo UF, NF e RO. O resultado obtido dos dois processos foi de uma água de qualidade para irrigação e dentro dos padrões italiano e espanhol para descarga nos sistemas de esgoto com valores abaixo de 500 e 125 $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente. Os valores finais de DQO para irrigação: abaixo de 1000 $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ (OCHANDO-PULIDO et al., 2013).

Ambos os trabalhos que estudaram o tratamento de águas residuais provenientes de vegetação olivária afirmam que o conceito de fluxo de limiar é uma ferramenta chave para controlar problemas de incrustação comuns a todas as aplicações de membranas de grande escala. Assim torna o processo de tratamento técnica e economicamente viável, garantindo também um projeto e operação seguros e estáveis da planta de tratamento (OCHANDO-PULIDO et al., 2012, 2013).

Nanopartículas de TiO₂ e ZnO Juntas

Os efeitos causados com a utilização das nanopartículas de TiO₂ e ZnO juntas, são estudadas quando empregadas em estudos que propõem a reutilização das mesmas em tratamento de águas residuais através de fotocatalise (TEIXEIRA et al., 2016b) e também o impacto destas duas, juntamente com a nanopartícula de prata (Ag) sob a produção de metano (metanogênese) durante a digestão anaeróbica em lote mesofílico do lodo primário (SAKARYA; AKYOL; DEMIREL, 2015).

O trabalho de Teixeira et al. (2016b) abordou a utilização da fotocatalise para reutilizar nanopartículas no tratamento de águas residuais, relatando as nanopartículas comerciais de TiO₂ e ZnO imobilizadas em poli (difluoreto de vinilideno)-co-trifluoretileno [P (VDF-TrFE)]. A atividade fotocatalítica em questão foi testada por meio da degradação do corante orgânico azul de metileno, em uma solução aquosa sob radiação UV.

O nanocompósito de P (VDF-TrFE) foi escolhido neste teste para imobilizar os fotocatalisadores (NPs de ZnO e TiO₂) devido à sua boa estabilidade química, não toxicidade e fácil processo de síntese. Foi utilizado com diferentes concentrações de nanopartículas de TiO₂ (5, 10 e 15% em peso) e nanopartículas de ZnO (15% em peso), os quais foram produzidos por vazamento de solvente e testados na degradação do corante. Cada nanocompósito foi testado três vezes para avaliar sua capacidade de reutilização (TEIXEIRA et al., 2016b).

Como resultado, a maior concentração de TiO₂ (15% em peso) apresentou maiores taxas de degradação, e por este motivo, o teste com ZnO foi realizado somente com concentração de 15% em peso, a fim de comparação. Quanto à reutilização dos nanocompósitos, a fotoatividade diminuiu em 12,8% e em 11% após três utilizações, para TiO₂ e ZnO, respectivamente, ambos com concentração de 15% em peso, com 5 h de exposição a UV, indicando que possuem capacidade de reutilização adequada. A reutilização do sistema imobilizado não foi examinada neste estudo, porém em um único uso, após 4 h aproximadamente 40% do fenol foi degradado (TEIXEIRA et al., 2016b).

Outro estudo realizado com as nanopartículas TiO₂ e ZnO foi o dos autores Sakarya, Akyol e Demirel (2015), que as utilizaram, incluindo também a nanopartícula de prata (Ag) nos testes, com o objetivo de verificar o efeito em curto prazo na metanogênese durante a digestão anaeróbica em lote mesofílico do lodo primário. Para isso, foram analisados diversos parâmetros como pH, sólidos totais (TS), sólidos voláteis (VS), demanda química de oxigênio (COD/DQO), DQO solúvel (sCOD/sDQO), cloreto (Cl⁻), sulfato (SO₄²⁻), fosfato (PO₄³⁻) e total

nitrogênio de *Kjeldahl* (TKN). Os conjuntos experimentais consistiram no uso de 1,10 mg NP/g TS, e um grupo de controle para TiO₂NPs, ZnONPs e AgNPs, separadamente.

Os resultados mostraram que nenhuma das NPs (TiO₂, ZnO e Ag) demonstrou notavelmente alteração na atividade de produção de metano. A diminuição dos sólidos voláteis para grupos de controle e conjuntos experimentais de TiO₂ e ZnO foi em 22-28% dos valores iniciais de VS, e em 14-17% para conjuntos de AgNP. Os rendimentos de metano foram entre 0,08 e 0,13 m³ CH₄/kg VS e não mostraram diferença significativa entre os grupos de controle e os conjuntos experimentais para as NPs testados. As concentrações de Ti solúvel ficaram abaixo de 0,07 mg/L após o término da digestão anaeróbica. As concentrações de Zn solúvel e Ag solúvel ficaram abaixo de 0,78 e 2,02 mg/L, respectivamente. A maioria dos NPs permaneceu no lodo em vez de no sobrenadante aquoso. De acordo com os autores, os resultados obtidos com estas NPs selecionadas não parecem afetar a produção de metano na digestão anaeróbica mesofílica de lamas primários em curto prazo (SAKARYA; AKYOL; DEMIREL, 2015).

Nanopartículas de Prata (Ag)

São dois os estudos relacionados ao tema deste artigo, que utilizam nanopartículas de prata (AgNPs) sem associações com outros nanomateriais. Um deles objetiva a degradação catalítica de pesticidas contidos em águas residuais agrícolas (DUMÉE et al., 2017), e o outro investigou os efeitos da exposição contínua de AgNPs, diante de alguns parâmetros, em zonas úmidas (CWs) com e sem plantas (HUANG et al., 2018).

O artigo que se trata da degradação catalítica de pesticidas, neste caso o 2,4 Ácido Diclorofenoxiacético (2,4-D), encontrado em águas residuais agrícolas, analisou o impacto da carga de metal da estrutura híbrida de película fina Ag@MOF (*Metal Organic Frameworks*), o tamanho das nanoestruturas e a homogeneidade dos filmes finos de membrana. (DUMÉE et al., 2017).

Resultados apontam que a cinética de degradação do 2,4-D, em contato com o nanocristalino Ag@MOF, se mostrou extremamente rápida e a degradação total foi conseguida ao fim de 17 minutos de teste. Verificou-se que a eficiência catalítica das amostras carregadas com quantidades crescentes de MOFs era respectivamente de 3%, 5% e 11% da eficiência nominal dos cristais de Ag@MOF. Verificou-se também que a presença das NPs de prata produziu elevadas propriedades antimicrobianas (DUMÉE et al., 2017).

Outro estudo foi de Huang et al. (2018) ao investigar os efeitos da exposição contínua de AgNPs na remoção de DQO (demanda química de oxigênio), $\text{NH}_4^+\text{-N}$, nitrogênio (TN) e fósforo (TP) em zonas úmidas construídas (CWs) com e sem plantas, ao esclarecer a eficiência de distribuição e remoção de AgNPs nos CWs, e também revelar a diferença da comunidade microbiana dos CWs com ou sem plantas após exposição prolongada de AgNPs.

As concentrações de AgNPs de águas residuais sintéticas no presente estudo foram de 100 $\mu\text{g/L}$ para os efluentes CW1 (CW não plantado) e CW2 (CW plantado) (HUANG et al., 2018). Cada parâmetro analisado conduziu a um resultado, realizando a comparação entre antes e depois da ação das AgNPs.

Levando em consideração a DQO, que levou cerca de duas semanas para estabilizar os resultados de remoção, após a atuação das NPs houve um aumento na eficiência média de remoção. As macrófitas, que são plantas aquáticas, desempenharam um papel importante para as terras úmidas para remover a matéria orgânica e os nutrientes das águas residuais (HUANG et al., 2018). Os parâmetros TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ e TP foram expostos às AgNPs durante dois, dez e noventa dias, respectivamente. As concentrações no efluente aumentaram em ambos os CWs após a exposição de AgNPs. Quanto a eficiência de remoção, ocorreu uma diminuição significativa nos três parâmetros analisados após a adição de AgNPs (HUANG et al., 2018).

Após todos os experimentos, foi necessário analisar também a remoção de AgNPs das zonas úmidas construídas (CWs). Com a concentração de AgNPs de 100 $\mu\text{g/L}$, a eficiência de remoção das AgNPs em ambos os CWs ultrapassou os 95%, identificando a camada de solo como um papel importante na remoção das nanopartículas. Já em relação à atividade microbiana, os experimentos apresentaram formas variadas devido ao fato de a área ser plantada ou não (CW1 ou CW2) e ao tipo de classe bacteriana presente. Os filos dominantes foram *Proteobacteria*, *Acidobacteria* e *Bacteroidetes* em quatro comunidades sob a exposição de AgNPs (HUANG et al., 2018).

Outras Nanopartículas

Neste tópico serão abordados todos os outros estudos que utilizaram nanopartículas diferentes das citadas anteriormente, que são NPs poliméricas, para remoção de boro da água residual (ALVES et al., 2017); NPs de alumínio, com o objetivo de adsorção de metais pesados (GEORGESCU; NARDOU; NISTOR, 2016); NPs de grafeno e grafite, para remoção de sulfato (NAGHIZADEH et al., 2017); e NPs de óxido de cério, para remoção de poluentes (TANG et al., 2018).

Nanopartículas poliméricas termo responsivas contendo grupos dióis vicinais foram utilizadas na eliminação de boro da água residual. Seis amostras, com diferentes concentrações de nanopartículas (equivalentes a dióis vicinais), foram utilizadas, as quais ficaram incubadas durante 4 horas à 20°C. A capacidade de remoção foi avaliada tanto para o ácido bórico como para o ácido fenilborônico, com objetivo de alcançar a concentração final de boro em 10ppm. As nanopartículas apresentaram eficiências de remoção de boro de até 96%, sendo a remoção do ácido fenilborônico mais eficiente que a do ácido bórico. A melhor eficiência eliminadora de boro foi obtida para as partículas de área superficial específica mais elevada, e contendo grupos d-gluconoamidoetil (ALVES et al., 2017).

As nanopartículas de alumínio (Al) foram estudadas a partir da observação da evolução de modificações morfológicas e químicas que podem ocorrer após o processo de pilarização Al (III) da bentonita de cálcio romena (Al-PCBs), por ser o adsorvente que apresenta as melhores propriedades para sua utilização na adsorção de metais pesados a partir de efluentes líquidos. As melhores características foram obtidas no caso da bentonita de cálcio PCB-10Al-300/1, devido à sua área superficial específica ótima ($155 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) e a distância basal ótima (1,7 nm) (GEORGESCU; NARDOU; NISTOR, 2016).

As nanopartículas de grafeno e grafite foram estudadas com o intuito de remover sulfato de águas residuais, investigando as condições de equilíbrio, cinética, termodinâmica e isoterma do processo. Explorou-se os efeitos dos parâmetros, incluindo pH, dosagem de adsorvente e concentração inicial de sulfato, bem como os impactos do tempo de contato e temperatura no processo de remoção de sulfato em um sistema de batelada (NAGHIZADEH et al., 2017).

Os resultados revelaram que o processo de adsorção do sulfato com as nanopartículas estudadas é endotérmico. Em comparação com as nanopartículas de grafeno, verificou-se que as nanopartículas de grafite têm maior eficiência na remoção de sulfato de solução aquosa. Além disso, a maior eficiência de remoção por nanopartículas de grafeno e grafite ocorre em concentrações mais altas de sulfato. Essas nanopartículas apresentaram a maior capacidade de adsorção no pH ácido 3, dose de adsorvente de 0,2 g/L e concentração de sulfato de 75 mg/L (NAGHIZADEH et al., 2017).

Outra nanopartícula estudada em um único artigo encontrado relativo ao tema investigou os efeitos de nanopartículas de óxido de cério (CNPs – CeO_2) nas propriedades fisiológicas e remoção de poluentes como fósforo, nitrogênio e cobre, além de matéria orgânica (DQO), através de biofilme perifítico. Buscou determinar também a composição e diversidade de

comunidades microbianas e a distribuição e transformação de CNPs em biofilme perifítico a nível celular e comunitário (TANG et al., 2018).

Os experimentos de exposição, realizados no período de 30 dias, envolveram testes em frascos com 100 mL de solução de CNPs, adicionando 0,05g de biofilme perifítico. Os resultados mostraram que as concentrações dos poluentes diminuíram com o tempo e atingiram taxas de remoção de 66,7% para DQO, 61,7% para fósforo, 82,5% para nitrogênio e 80,9% para cobre. Este resultado implica que os biofilmes perifíticos expostos a CNPs foram capazes de manter sua função de remoção de poluentes aos níveis encontrados nos biofilmes periféricos de controle (TANG et al., 2018).

Considerações Finais

Pode-se observar com as informações coletadas e apresentadas que a utilização de nanopartículas para o tratamento de águas residuais é um tema recente, visto que os artigos avaliados foram publicados a partir de 2014. Em relação aos autores e países, a China se destaca dos demais países, sendo, no entanto os autores que publicaram mais artigos são da Espanha e Alemanha.

Na produção dos artigos estudados, muitos deles substituíram os poluentes por corantes, assim como outros utilizaram águas residuais reais. Em um geral, os resultados foram satisfatórios, levando em consideração os valores de remoção dos poluentes em tempos não muito longos, dependendo da nanopartícula testada. Alguns trabalhos ainda avaliaram a possibilidade de reutilização das nanopartículas, e através da realização de vários ciclos alcançaram resultados positivos, o que torna a utilização do sistema mais viável economicamente

São várias as aplicações para as nanopartículas em águas residuais, que inclui a remoção de poluentes como metais pesados, fármacos, pesticidas e matéria orgânica, além de afetarem também na atividade antimicrobiana, na diminuição do teor de água do lodo das águas residuais, na remediação para derramamento de óleo, entre outros.

Métodos diferentes foram testados para aproveitar propriedades do material estudado. Um deles foi utilizar revestimentos, como por exemplo, a hexanodiamina ou estruturas orgânicas de metal como cobertura de uma nanopartícula ou o próprio nanomaterial, como ZnO, os quais levaram a resultados melhores que de outros adsorventes já investigados. Estes revestimentos normalmente são utilizados com finalidade de aproveitar sinergicamente as propriedades dos dois materiais utilizados, o da nanopartícula e o do revestimento, ou em alguns

casos de melhorar alguma propriedade do material de núcleo. Outro método foi a utilização da capacidade magnética do óxido de ferro, onde foi possível separar soluções aquosas, através de campo magnético externo.

Um detalhe importante é que, muitos dos autores utilizaram radiações luminosas, normalmente de UV, do tipo UVA, para causar algum efeito nos poluentes estudados, ou degradá-los, ou aumentar a capacidade de reutilização dos materiais e a velocidade das reações. Além disso, algumas especificações na obtenção dos melhores resultados foram comentadas, como o pH da solução e a concentração do poluente.

De um modo geral, a utilização de nanopartículas para o tratamento de águas residuais é eficiente, mas ainda são necessários estudos aprofundados para confirmar isso, principalmente realizando mais testes em estações de efluentes reais. Um dos problemas que pode tornar a utilização inviável é o custo relacionado à produção das nanopartículas, dependendo do material, já que até mesmo em alguns artigos contidos neste trabalho, é frisada a possibilidade de utilizá-las em escala real com um valor acessível ou compatível aos tratamentos já utilizados atualmente.

Referências

ALVES, S. et al. Smart polymeric nanoparticles for boron scavenging. *Chemical Engineering Journal*, v. 319, p. 31–38, 2017.

DAI, R. et al. A facile approach towards amino-coated ferromagnetic oxide nanoparticles for environmental pollutant removal. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 513, p. 647–657, 2018.

DE FIGUEIRÊDO, M. C. B. et al. Life cycle assessment of cellulose nanowhiskers. *Journal of Cleaner Production*, v. 35, p. 130–139, 2012.

DISNER, G.; CESTARI, M. *Nanociência & Nanotecnologia. Evidência Joaçaba*, v. 16, n. 1, p. 71–76, 2016.

DUMÉE, L. F. et al. Hybrid thin film nano-composite membrane reactors for simultaneous separation and degradation of pesticides. *Journal of Membrane Science*, v. 528, p. 217–224, 2017.

DYNIWICZ, A. M. *Metodologia da pesquisa em saúde para iniciantes*. 3 ed. rev. e ampl. São Caetano, SP: Difusão Editora, 2014. 247 p.

FUJIOKA, N. et al. Linkage of iron elution and dissolved oxygen consumption with removal of organic pollutants by nanoscale zero-valent iron: Effects of pH on iron dissolution and formation of iron oxide/hydroxide layer. *Chemosphere*, v. 144, p. 1738–1746, 2016.

GEORGESCU, A.-M.; NARDOU, F.; NISTOR, I. D. Influence of synthesis parameters on morphological properties of aluminum(III)-pillared bentonites. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, v. 17, n. 3, p. 261–269, 2016.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 175 p.

GONÇALVES, M. et al. Síntese e caracterização de nanopartículas de óxido de ferro suportadas em matriz carbonácea: remoção do corante orgânico azul de metileno em água. *Quimica Nova*, v. 32, n. 7, p. 1723–1726, 2009.

HUANG, J. et al. Comparison of *Iris pseudacorus* wetland systems with unplanted systems on pollutant removal and microbial community under nanosilver exposure. *Science of the Total Environment*, v. 624, p. 1336–1347, 2018.

JIMÉNEZ-PÉREZ, J. L. et al. Photothermal study of two different nanofluids containing SiO₂ and TiO₂ semiconductor nanoparticles. *International Journal of Thermophysics*, v. 33, n. 1, p. 69–79, 2012.

KUMAR, A. et al. SPION/ β -cyclodextrin core-shell nanostructures for oil spill remediation and organic pollutant removal from waste water. *Chemical Engineering Journal*, v. 280, p. 175–187, 2015.

LAKSHMANAN, R.; KUTTUVA RAJARAO, G. Effective water content reduction in sewage wastewater sludge using magnetic nanoparticles. *Bioresource Technology*, v. 153, p. 333–339, 2014.

LEME, E. J. DE A. *Manual Prático de Tratamento de Águas Residuárias*. 2. ed. São Carlos: EsUFSCar, 2014.

LIN, H.-W. et al. Electrochemical Production of Magnetite Nanoparticles for Sulfide Control in Sewers. *Environmental Science and Technology*, v. 51, n. 21, p. 12229–12234, 2017.

LIU, F. T. et al. A 0.8- μ m CMOS Technology for High-Performance ASIC Memory and Channelless Gate Array. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, v. 24, n. 2, p. 380–387, 1989.

LIU, J. et al. Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) infused TiO₂ nanofibers: the role of hole transport layer in photocatalytic degradation of phenazopyridine as a pharmaceutical contaminant. p. 113884–113892, 2016.

MACHADO, F. M. Avaliação do uso de nanopartículas de prata e atividade antimicrobiana para tratamento de águas. p. 111, 2012.

NAGHIZADEH, A. et al. Thermodynamic, kinetic and isotherm studies of sulfate removal from aqueous solutions by graphene and graphite nanoparticles. *Desalination and Water Treatment*, v. 80, p. 247–254, 2017.

NAUDIN, G. et al. Titanate Nanorods Modified with Nanocrystalline ZnS Particles and Their Photocatalytic Activity on Pollutant Removal. *Journal of Materials Science and Technology*, v. 32, n. 11, p. 1122–1128, 2016.

OCHANDO-PULIDO, J. M. et al. Batch membrane treatment of olive vegetation wastewater from two-phase olive oil production process by threshold flux based methods. *Separation and Purification Technology*, v. 101, p. 34–41, 2012.

OCHANDO-PULIDO, J. M. et al. Effective treatment of olive mill effluents from two-phase and three-phase extraction processes by batch membranes in series operation upon threshold conditions. *Journal of Hazardous Materials*, v. 263, p. 168–176, 2013.

OURIQUE, A. F. et al. Redispersible liposomal-N-acetylcysteine powder for pulmonary administration: Development, in vitro characterization and antioxidant activity. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 65, p. 174–182, 2014.

SAKARYA, K.; AKYOL, Ç.; DEMIREL, B. The effect of short-term exposure of engineered nanoparticles on methane production during mesophilic anaerobic digestion of primary sludge. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 226, n. 4, 2015.

SALES, P. DE T. F. et al. Estudo da tratabilidade de efluente da indústria farmacêutica por meio dos fungos *Pycnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune* e fotocatalise. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 5, n. 1, p. 19, 2012.

STRASSER, M. et al. Antiulcerogenic potential activity of free and nanoencapsulated *Passiflora serratodigitata* L. extracts. *BioMed Research International*, v. 2014, 2014.

TANG, J. et al. Sustainable pollutant removal by periphytic biofilm via microbial composition shifts induced by uneven distribution of CeO_2 nanoparticles. *Bioresource Technology*, v. 248, p. 75–81, 2018.

TEIXEIRA, S. et al. Photocatalytic degradation of pharmaceuticals present in conventional treated wastewater by nanoparticle suspensions. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 4, n. 1, p. 287–292, 2016a.

TEIXEIRA, S. et al. Reusability of photocatalytic TiO_2 and ZnO nanoparticles immobilized in poly(vinylidene difluoride)-co-trifluoroethylene. *Applied Surface Science*, v. 384, p. 497–504, 2016b.

VILLENA DE FRANCISCO, E.; GARCÍA-ESTEPA, R. M. Nanotechnology in the agrofood industry. *Journal of Food Engineering*, v. 238, p. 1–11, 2018.

VOUGA, G.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Revista Eletrônica de Negócios Internacionais*, v. 10, p. 1–5, 2015.

WANG, J. et al. Reduced graphene oxide/ ZnO composite: Reusable adsorbent for pollutant management. *ACS Applied Materials and Interfaces*, v. 4, n. 6, p. 3084–3090, 2012.

CAPITULO 2

PIBIC: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DO USO DE NANOPARTÍCULAS EM ARGAMASSA

Maurício Wanderlind
Glaucea Warmeling Duarte

Resumo: Argamassa é um composto cimentício amplamente utilizado na construção civil. Estudos recentes estão focados na utilização de nanomateriais como aditivos em argamassas para proporcionar maior resistência, durabilidade, degradação de poluentes, etc. Através de uma análise bibliométrica, esta pesquisa objetiva investigar os artigos de pesquisa relacionados ao uso de nanopartículas em formulações de argamassas, as principais nanopartículas utilizadas e a sua finalidade. O levantamento dos artigos foi realizado nas bases de dados Scopus® e ScienceDirect®. Percebe-se pelos resultados obtidos que as publicações iniciaram em 2007, mas com crescimento significativo apenas em 2015. Os países que mais contribuíram foram Irã, Portugal e Índia. As nanopartículas mais investigadas foram SiO₂ e TiO₂, que podem melhorar a resistência à compressão da argamassa, demonstram ter boa eficiência para degradação de NO_x, podem tornar a argamassa autolimpante, etc. Outras nanopartículas também foram avaliadas como Al₂O₃, CuO CaCO₃, óxidos de ferro, nanomateriais de carbono, entre outras.

Palavras-chave: Nanopartículas. Argamassa. Bibliometria.

Introdução

Argamassa é um material amplamente utilizado na construção civil, formado pela mistura de agregados miúdos, água e pelo menos um aglomerante, sendo estes, normalmente, cimento Portland, cal ou gesso. Estas misturas são utilizadas como emboço e reboco em paredes, tetos e pisos, ou também no assentamento de pisos cerâmicos, blocos e tijolos, reparos, etc. (AMBROZEWICZ, 2012).

Para cada uma destas aplicações as argamassas necessitam ter propriedades distintas, dentre estas pode-se citar a trabalhabilidade, resistência mecânica, durabilidade e aderência como as mais comuns (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2013).

Melhorias nas propriedades no estado fresco e no estado endurecido de argamassas podem ser obtidas com a utilização de aditivos, que são geralmente utilizados para reduzir fissurações, melhorar a trabalhabilidade, aumentar a aderência, etc. Os aditivos mais comuns para argamassas são materiais macroscópicos como: aditivos plastificantes, que possibilitam, sem alterar a quantidade de água, melhorar a trabalhabilidade da argamassa; aditivos incorporadores de ar que aumentam a trabalhabilidade através da formação de microbolhas de ar distribuídas na argamassa; aditivos retentores de água que são capazes de diminuir a evaporação e a exsudação de água da argamassa no estado fresco; aditivos aumentadores de aderência que concedem a aderência química ao substrato; e os aditivos hidrofugantes que reduzem a absorção de água da argamassa sem torná-la impermeável (ABCP, 2002). Aditivos em nanoescala estão sendo estudados em argamassas, suas aplicações procuram, além de melhorias mecânicas, melhorar o conforto térmico de ambientes, a qualidade do ar, etc. (SENFF *et al.*, 2015; TOBÓN *et al.*, 2012).

O uso de nanomateriais em compósitos cimentícios têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, com o objetivo de melhorar as propriedades e desempenho destes materiais. Os materiais em escala nano são definidos como aqueles que possuem pelo menos uma de suas dimensões entre 1 e 100 nm. (HORSZCZARUK *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2015).

No caso das argamassas, muitos estudos envolvendo o uso de nanopartículas tem sido realizados. Normalmente, as pesquisas pretendem verificar as melhorias nas propriedades mecânicas e microestruturais que estes nanomateriais propiciam nas argamassas através de análises de resistência à compressão e à flexão, durabilidade, trabalhabilidade, microscopias, etc. (LTIFI *et al.*, 2011; MOHSENI *et al.*, 2016).

Diversas nanopartículas têm sido alvo dos estudos desenvolvidos, podendo-se citar dentre as mais comuns o Al_2O_3 , o TiO_2 , o SiO_2 , e nanotubos de carbono. Foram utilizados em argamassas para degradar poluentes atmosféricos como NO_x , torná-las mais resistentes, aumentar sua durabilidade, etc. (AREFI; SARAJAN, 2012; JO; KIM; LIM, 2007; KHATAEE *et al.*, 2013).

É possível verificar, a partir da análise da produção científica desenvolvida e publicada sobre a utilização de nanomateriais em traços de argamassa que até o momento grandes avanços já foram obtidos. Porém, em decorrência da grande diversidade de nanomateriais encontrados, torna-se importante avaliar os benefícios da utilização dos principais deles, além de dados mais detalhados sobre as propriedades obtidas e as formas de utilização.

Assim este trabalho teve seu enfoque no desenvolvimento de um estudo bibliográfico, a partir da técnica de bibliometria, com objetivo de avaliar os trabalhos científicos publicados a respeito da utilização de nanopartículas em argamassas.

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa, quanto aos seus objetivos, é classificada como descritiva, pois de acordo com Gil (2002) estas pesquisas realizam a caracterização de uma população ou fenômeno utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados. Foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica que, como afirmam Marconi e Lakatos (2010), o pesquisador fica em contato direto com tudo o que já foi publicado e gravado sobre o assunto e segundo Cervo e Bervian (1996) “pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental”.

A técnica de bibliometria foi utilizada para realizar a coleta de dados. Esta técnica é útil para identificar padrões, tendências e potencialidades que possibilitam reflexões sobre a produção científica (SACARDO, 2012). Esta pesquisa possui abordagem quali-quantitativa. A abordagem quantitativa utiliza métodos matemáticos que, segundo Freixo (2012), são de importância para medir os resultados e também para ampliar as argumentações da abordagem qualitativa que tem como finalidade apontar as causas, pensamentos e consequências referentes a determinado assunto (FLICK, 2009).

Os artigos foram analisados em duas etapas. Na primeira etapa foi realizado levantamento dos artigos, seguida de filtragem e agrupamento dos dados. Já a segunda etapa constitui-se na análise descritiva dos dados coletados e do conteúdo das pesquisas.

O levantamento dos artigos foi realizado em agosto de 2018 nas bases de dados Scopus® e ScienceDirect®. Utilizou-se as palavras-chave na língua inglesa *nanoparticles e mortar*, conectadas pelo operador booleano AND em ambas as bases de dados. As palavras-chave foram escolhidas pois tem relação com o tema que se deseja avaliar, ou seja, o uso de nanopartículas em argamassas. O critério de busca booleana “and” visa filtrar por pesquisas que contenham apenas as duas palavras. Foi utilizado o filtro para filtrar os artigos que continham as palavras-chave selecionadas no título, resumo e/ou palavras-chave dos artigos. Restringiu-se também a busca apenas para artigos de pesquisa.

A base de dados Scopus® e ScienceDirect® identificou 190 e 88 artigos, respectivamente. Estes resultados foram exportados para o software Endnote®, no qual os

artigos foram integrados em uma biblioteca única. Através de uma verificação, artigos duplicados foram excluídos, totalizando 68 cópias excluídas.

Os artigos restantes tiveram seus resumos analisados. Os seguintes critérios de exclusão foram aplicados para artigos: que estavam fora do contexto da pesquisa; cuja palavra *mortar* não signifique argamassa, que não avaliavam argamassa de cimento e/ou cal; que avaliavam tratamentos superficiais das argamassas; que avaliavam apenas concreto. Já pesquisas que utilizaram nanopartículas no cimento e realizaram ensaios em argamassas foram mantidos. Ao fim dessa avaliação restaram 83 artigos.

Posteriormente os anos de publicação dos artigos, autores e seus respectivos países de filiação foram avaliados. Os objetivos, métodos e resultados dos artigos também foram estudados a fim de entender a finalidade de uso das nanopartículas nas argamassas e também os resultados obtidos com a inclusão das mesmas.

Posteriormente, os artigos foram classificados quanto ao tipo de argamassa, nanopartículas e sua finalidade. Os tipos de argamassa foram subdivididos em argamassas de cimento, de cal e de cimento/cal. Também foi necessário criar um grupo para pesquisas que introduziram nanopartículas no cimento e posteriormente realizaram ensaios em argamassas. Com a etapa de padronização dos dados concluída foi possível iniciar a análise dos dados. Primeiramente analisou-se a quantidade de publicações por ano. Em seguida, foi realizada a análise da quantidade de publicações por autor e autores que mais publicaram. Foi possível verificar os países com maiores participações e ainda analisar a distribuição das pesquisas por continentes. Por fim, foi realizada uma descrição dos resultados obtidos em alguns artigos, destacando-se os principais dados e conclusão fornecidos por eles. Estes artigos são os que estudaram as nanopartículas mais pesquisadas.

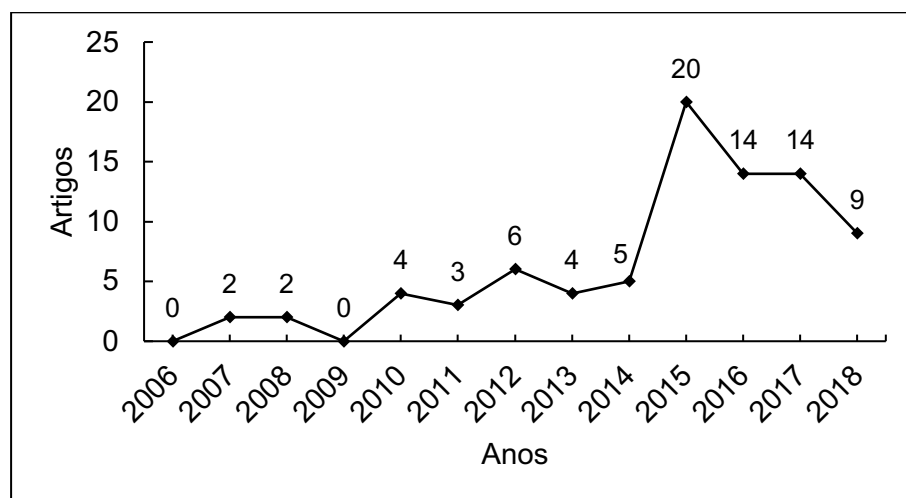
Resultados e Discussão

Através da análise da quantidade de artigos publicados por ano (Gráfico 1), foi identificado que as publicações a respeito da utilização de nanopartículas em argamassa iniciaram em 2007. Neste ano foram realizadas duas publicações, sendo uma delas o artigo de Campillo *et al.* (2007), realizado na Espanha e que teve como objetivo analisar o potencial de nanopartículas de Al_2O_3 para a ativação da força inicial do cimento belite. A segunda publicação, dos autores Jo, Kim e Lim (2007), realizada na Coreia do Sul, avaliou argamassa de cimento com nanopartículas de SiO_2 para identificar a possibilidade da produção de concreto de alto desempenho.

Houve crescimento acentuado das publicações até 2015, com contribuição de 17 países, dentre eles, a China, Irã e Índia, que realizaram 55,00% das publicações neste ano. Em 2015 35,48% dos artigos avaliaram a utilização da nanopartícula de SiO₂.

Nos anos seguintes a produção científica sobre a temática continuou em alta, porém com pequena regressão, quando comparadas com o ano de 2015. Cabe ressaltar que o levantamento dos artigos foi realizado em agosto de 2018, portanto, o número de publicações neste ano pode ter aumentado após essa data.

Gráfico 1 – Quantidade de artigos publicados por ano



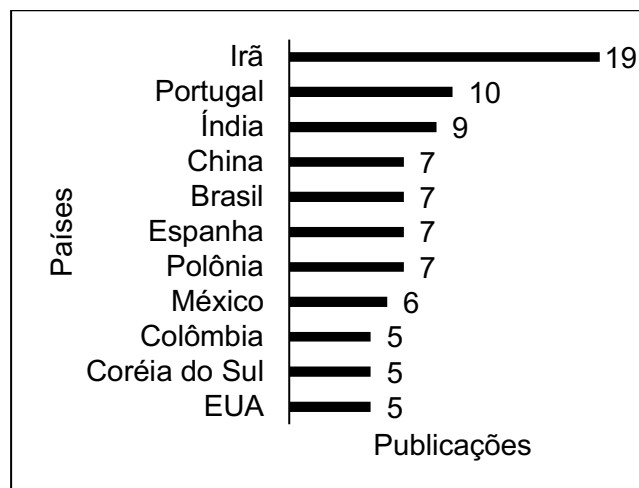
Fonte: Autores (2019).

A quantificação e avaliação dos países que participaram das pesquisas resultou em 33 países que realizaram pesquisa a respeito de nanopartículas em argamassa e está apresentada na Gráfico 2. O Irã é o país que mais se destaca, possui 19 publicações, representando 22,89%. Em seguida estão Portugal e Índia com 10 e 9 publicações respectivamente. Os demais países presentes no gráfico possuem quantidades de publicações variando entre 7 e 5, dentre eles encontra-se também o Brasil, com 7 publicações. Percebe-se que há maior concentração de pesquisas na Ásia, Europa e América, com 49, 39 e 25 publicações respectivamente.

Com a análise dos autores verificou-se que 290 pesquisadores estudaram e publicaram trabalhos sobre o tema avaliado. Em média, cada artigo teve participações de 3 a 4 autores. Conforme apresentado na Gráfico 3 a grande maioria participou apenas de uma pesquisa. Os autores que realizaram mais de uma publicação, juntos, representam apenas 16,21%. De forma geral, o universo pequeno de autores com mais de uma publicação, dentre os artigos avaliados,

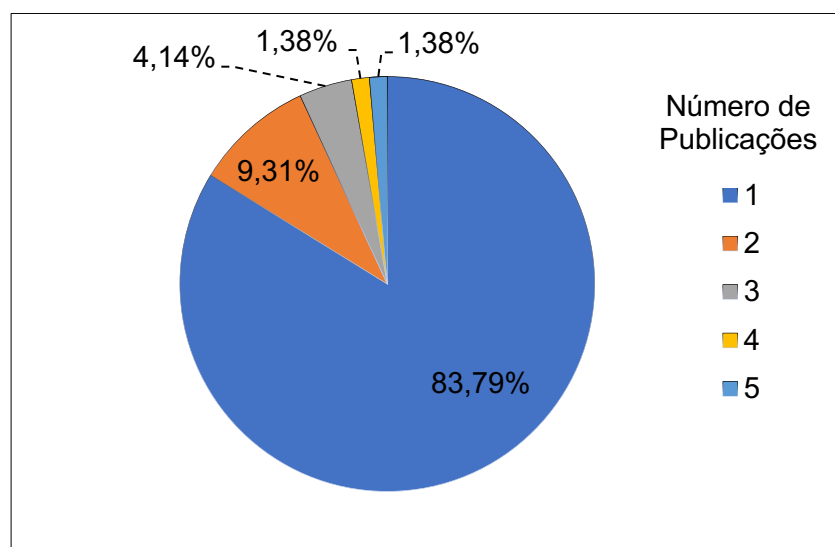
indica que apesar de haver uma quantidade significativa de pesquisadores estudando o tema, presume-se que o número de especialistas nestes temas seja relativamente pequeno.

Gráfico 2 – Países de filiação dos autores com maior destaque



Fonte: Autores (2019).

Gráfico 3 – Distribuição percentual do número de publicações realizadas por autor



Fonte: Autores (2019).

Os autores que possuem mais publicações no tema avaliado são listados na Tabela 1, possuindo quatro ou cinco publicações e representando apenas 2,76% do total de autores. Foi possível perceber que estes poucos autores publicaram grande quantidade das pesquisas, totalizando 22 artigos publicados, que representam 26,51% do total dos artigos avaliados. O

autor Senff L. participou de 4 trabalhos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Brasil e, dentre estes, em um esteve afiliado a Universidade de Aveiro de Portugal.

Tabela 1 – Autores com maior número de publicações no tema avaliado

Autores	Países de atuação	Publicações
Bahari Ali	Irã	5
Ferreira V.M.	Portugal	5
Tobón J.I.	Colômbia	5
Labrincha J.A.	Portugal	5
Khotbehsara M. M.	Irã Austrália	4
Lucas S.S.	Portugal Reino Unido	4
Sadeghi-Nik A.	Irã	4
Senff L.	Brasil Portugal	4

Fonte: Autores (2019).

A classificação dos artigos quanto ao tipo de argamassa e artigos sobre cimento está apresentada na Tabela 2. Percebe-se que grande parte dos trabalhos focam nas argamassas de cimento, provavelmente devido ao fato de estas serem as mais comuns na indústria da construção civil.

Tabela 2 – Classificação quanto ao tipo de material que foi acrescentado nanopartículas

Grupos	Quantidade
Argamassas de cimento	67
Cimento	12
Argamassas de cal	4
Argamassas de cimento e cal	3

Fonte: Autores (2019).

Verificou-se que 24 diferentes nanopartículas foram analisadas nas pesquisas, sendo apresentadas na Tabela 3 apenas as 7 nanopartículas mais utilizadas. Foi realizado dois agrupamentos, para facilitar a discussão dos resultados, sendo eles: “C” que são nanomateriais de carbono, constituídos por nanopartículas de carbono e grafeno, nanotubos de carbono e nanoplaquetas de grafeno; e os “óxidos de ferro”, constituídos por nanopartículas de Fe_2O_3 e Fe_3O_4 . As nanopartículas que tiveram maior destaque foram as nano- SiO_2 e nano- TiO_2 , estas foram analisadas em 45,78% e 26,51% dos artigos, respectivamente. 22 pesquisas utilizaram nano- TiO_2 porém, uma pesquisa analisou simultaneamente argamassas de cal, de cimento e de cimento/cal, e outra pesquisa analisou simultaneamente argamassas de cimento e de cal.

Tabela 3 – Principais nanopartículas analisadas nas pesquisas

Nanopartículas	Argamassa de cal	Argamassa de cimento	Argamassa de cimento/cal	Cimento	Total
SiO ₂		32		6	38
TiO ₂	4	17	3	1	22*
Al ₂ O ₃		6		2	8
C		7			7
Óxidos de ferro		6			6
CuO		4			4
CaCO ₃		2		1	3

Fonte: Autores (2019).

Argamassas que utilizaram cal como aglomerante foram analisadas em quatro artigos. O principal problema investigado por estas pesquisas foi a possibilidade de degradação de gás NO_x, que é um poluente que pode causar problemas ambientais e à saúde humana, normalmente produzido por fontes produtoras antropogênicas em áreas urbanas, como veículos e indústrias. Como solução para a remoção dessas partículas do ar interno de edificações avaliou-se o uso do fotocatalisador TiO₂ em argamassas, considerando que este material necessita apenas de luz solar para realizar as reações com o gás e degradá-lo. A adição de nanopartículas de TiO₂ não compromete significativamente as propriedades da argamassa no estado endurecido e por isso podem ser utilizadas tanto para edifícios novos quanto antigos (LUCAS; FERREIRA; DE AGUIAR, 2013). Além disso, adições de até 5% de TiO₂ em peso, diminuem ligeiramente a concentração de cal, causando aumento da porosidade (até 32%), aumentando por consequência, a absorção de água da argamassa. O aumento da porosidade interfere na durabilidade da argamassa pois possui relação inversa a resistência à compressão, além disto possibilita o acúmulo de umidade na argamassa (POZO-ANTONIO; DIONÍSIO, 2017).

SAELI *et al.* (2017) objetivaram melhorar a atividade fotocatalítica das nano-TiO₂ dopando-as com 1 mol% de prata. Estas nanopartículas dopadas foram adicionadas em argamassas de cal, e os resultados indicam que não houve alteração significativa nas propriedades físicas no estado fresco e endurecido destas argamassas. Adições de 1% a 5% destas nanopartículas realizaram em 45 minutos a degradação de 10,6% a 21% de NO_x.

Estes estudos mostram que as argamassas podem possuir múltiplas funcionalidades, diferentes das tradicionais, com adições de diferentes materiais. Porém, isso pode ser complexo devido as mudanças que ocorrem no material. No entanto, o uso combinado de microcápsulas de materiais de mudança de fase, como polimetil metacrilato com mistura de cera de parafina e nano-TiO₂, criam uma argamassa com capacidade de despoluição, autolimpeza e

armazenamento de calor latente, podendo degradar NO_x e auxiliar no conforto térmico dos ambientes (LUCAS; BARROSO DE AGUIAR, 2018).

Apenas três artigos realizaram análises de nanopartículas em argamassas de cimento e cal, e todos eles com utilização de nanopartículas de TiO_2 com foco na degradação de NO_x e na alteração das propriedades físico-mecânicas. O autor Lucas (2017) observou que a eficiência fotocatalítica de 1% de nano- TiO_2 aumenta com a redução da concentração de NO_x , a degradação chega a 70%. Além disso, a atividade catalítica do material pode ser restaurada efetivamente após 8 horas de ausência de luz. Ainda, a dopagem das nanopartículas com íons Fe^{3+} torna a degradação mais eficiente para o mesmo percentual de nanopartículas, chegando a 76%, podendo reduzir o consumo de nano- TiO_2 . Senff *et al.* (2015) constataram que 1% de nano- TiO_2 em peso degrada 77% de NO_x e a utilização de poliácridonitrila pode corrigir a trabalhabilidade das argamassas tendo maior eficiência com cerca de 0,05% em peso. Pozo-Antonio e Dionísio (2017) observaram uma relação proporcional inversa entre o teor de nano- TiO_2 e a perda de material superficial e também identificaram que com o aumento de nano- TiO_2 maior é a mudança global de cor da argamassa detectável ao olho humano.

As argamassas de cimento, por sua vez, foram analisadas em 67 artigos, sendo a maioria deles como utilização de SiO_2 e TiO_2 . Adições de nanopartículas de SiO_2 (nano- SiO_2) podem melhorar as propriedades mecânicas destas argamassas, como resistência à compressão e à corrosão.

A incorporação de nano- SiO_2 aumenta a espessura da pasta de cimento e acelera o processo de hidratação. No estado fresco, a incorporação das nanopartículas causa o empacotamento de partículas, necessitando de maior relação água cimento para corrigir este efeito. (LTIFI *et al.*, 2011). As nano- SiO_2 , além de melhorar o preenchimento na argamassa, comportam-se como ativador para promover reações pozolânicas podendo ser utilizadas para produção de concreto de alto desempenho (JO; KIM; LIM, 2007). Também diminuem a porosidade, reduzindo o volume de poros e seu diâmetro. A expansão devido ao ataque de sulfato é reduzida em até 95% após dois anos para adições de 10% das nanopartículas (TOBÓN; PAYÁ; RESTREPO, 2015). As nano- SiO_2 reduzem o acesso do SO_4^{2-} e Cl^- aos poros, diminuindo o conteúdo total de sulfato e cloreto (HEIKAL; ABD EL ALEEM; MORSID, 2016).

Ainda, percebe-se que o método de síntese das nanopartículas influencia na propriedade final obtida pela argamassa. O trabalho de Singh *et al.* (2015) mostrou que a utilização de nano- SiO_2 sintetizadas pelo método sol-gel (40 nm) mostra-se mais eficaz do que nano- SiO_2 coloidal

(20 nm). As nanopartículas sintetizadas aumentam a resistência à compressão da argamassa em 37%, já as nanopartículas coloidais aumentam em 27% (SINGH *et al.*, 2015).

A resistência à corrosão de argamassas pode ser melhorada de 30% a 50% com a substituição de 10% de cinza de casca de arroz e 1% de nano-SiO₂ por cimento Portland comum (PELLEGRINI-CERVANTES *et al.*, 2013; PELLEGRINI CERVANTES *et al.*, 2015), mostrando que as nanopartículas podem também ser utilizadas para auxiliar a inclusão de resíduos industriais em argamassas sem perda das propriedades desejadas.

Argamassas submetidas a altas temperaturas (200 °C à 800 °C) podem ter suas propriedades mecânicas melhoradas com a incorporação de nanoestruturas núcleo-casca de Fe₃O₄/SiO₂. As nanoestruturas mostram-se mais benéficas do que nanopartículas de Fe₃O₄, pois o revestimento (SiO₂) das nanopartículas impede a extensão das fissuras e melhora a força residual (SIKORA *et al.*, 2018).

Nanoplaquetas de grafeno e óxido de grafeno também promovem melhorias em argamassas, principalmente no aumento da resistência à compressão e à corrosão. Porém, estas nanoplaquetas possuem efeito oposto para resistência ao congelamento, nas quais apenas o óxido de grafeno traz resultados positivos em relação a argamassa comum (TONG *et al.*, 2016).

Jarolim *et al.* (2016) analisaram o problema de dispersão e estabilidade de nanotubos de carbono em argamassas, avaliando o uso de energia acústica. A energia de ultrassom ótima para dispersão dos nanotubos de carbono utilizados na pesquisa é de 800 J/mL, observou-se que para adições de apenas 0,005%, após 7 dias de cura, aumento de 5,5% e 10,4% nas resistências à compressão e à flexão, respectivamente. Aos 28 dias de cura os ganhos foram de 8,6% e 6,1%.

Sharma e Kothiyal (2016) estudaram a utilização de nanotubos de carbono bruto com baixo custo, composto de nanotubos de carbono e nanopartículas de carbono, em argamassas, concluindo que a utilização em 0,5% deste material possibilita melhoras no comportamento mecânico, como aumento de 18% e 34% na resistência à compressão e a flexão, respectivamente.

Nanopartículas de TiO₂ foram utilizadas para análises de durabilidade e de degradação de NO_x em argamassas de cimento e percebeu-se que a deterioração de argamassas devido ao ataque de sulfato aumenta com a adição de nano-TiO₂, podendo ser diminuída pela utilização de escórias granulada de alto forno em conjunto com o nanomaterial (ATTA-UR-REHMAN *et al.*, 2018). Além disso, a exposição de argamassas ao sal de nitrato de cálcio pode causar danos que aumentam com o uso de nano-TiO₂, pois estes induzem estruturas de poros refinados podendo resultar em maior pressão de cristalização de sal. Lee e Kurtis (2017) sugerem a

utilização de nano-TiO₂ em concentrações inferiores a 5% e com relação água/cimento menor que 0,4 podem minimizar este problema. Ainda, a combinação de 15% de cinza de casca de arroz e 5% de nano-TiO₂ podem aumentar a durabilidade das argamassas, reduzem em 30% a absorção de água e aumentam a resistência à compressão (MOHSENI *et al.*, 2016).

Alguns autores também avaliaram a utilização de nanopartículas de TiO₂ para degradação de NO_x em argamassas de cimento, assim como apresentado anteriormente para argamassas de cal e argamassas de cimento e cal. Vieira *et al.* (2014) verificaram que a utilização de 1% de nano-TiO₂ degradou 45% de NO_x. Senff *et al.* (2016) afirmam que a utilização de 1% de nano-TiO₂ pode alcançar 80% de desempenho de degradação de NO_x. Além disso, quando combinados com 0,9% de polímero superabsorvente e 10% de vermiculita, torna a argamassa multifuncional, sendo também capaz de reduzir a condutividade térmica.

Argamassas com substituições de 2% do cimento por nanopartículas de CaCO₃ e TiO₂ também podem ter suas propriedades melhoradas. Essas argamassas possuem menor queda de pH e aumento da atividade antibacteriana devido a influência da nano-TiO₂ (VISHWAKARMA *et al.*, 2016), o que também pode ser obtido pelo uso de nanopartículas de prata coloidais. A quantidade ideal estudado por Aciu *et al.* (2015) é a substituição da metade da água utilizada na mistura por uma solução de 25 mg/L das nanopartículas. Esta substituição além de induzir propriedades antibacterianas, ainda possibilita ganhos nas propriedades mecânicas. Konował *et al.* (2017) obtiveram ganhos de 20% da resistência à compressão das argamassas e também confirmam as propriedades antibacterianas. Argamassas com essas propriedades podem ser utilizadas em diversos locais que necessitam de higiene como em escolas, hospitais, indústrias alimentícias, etc.

As nanopartículas de óxido de alumínio também foram avaliadas e alguns trabalhos mostram que quando utilizadas em argamassa na proporção de 1% e 3% podem melhorar suas propriedades mecânicas. As nanopartículas preenchem os poros aumentando a densidade da argamassa e reduzem os cristais de CaOH₂. Porém, adições de 5% pioram as propriedades, tornando a resistência inferior a argamassa comum (AREFI; JAVERI; MOLLAAHMADI, 2011; AREFI; SARAJAN, 2012). Nanopartículas de Al₂O₃ também foram utilizadas em argamassas para aumentar a possibilidade de reciclar cinza de lodo de esgoto doméstico. A adição das nanopartículas na argamassa com cinzas de lodo de esgoto melhora a hidratação do cimento com o aumento de silicatos de cálcio hidratado e aluminatos de cálcio hidratado, melhorando a resistência à compressão (LUO *et al.*, 2015).

Também foram verificados artigos que analisaram a incorporação de nanopartículas no cimento para posterior produção de argamassas. No total, foram 12 pesquisas que fizeram este tipo de análise. Horszczaruk *et al.* (2015) investigaram os efeitos da incorporação de nanopartículas de óxido de grafeno ao cimento e os resultados mostram que a adição de 3% desta nanopartícula resulta em um alto aumento do módulo de elasticidade sem afetar significativamente o processo de hidratação do cimento. Ślosarczyk, Kwiecińska e Pełszyk (2017) observaram que teores de 2% e 3% de óxidos metálicos (micropartículas de Fe_2O_3 e Fe_3O_4 e nanopartículas de NiO) podem formar estruturas mais densas através do preenchimento de lacunas entre as partículas de cimento sem reagir com os componentes da pasta de cimento. Bahari *et al.* (2015) relatam que a adição de 2% em peso de nanopartículas de SiC na matriz de cimento aumenta a resistência a compressão da argamassa em 10%. Khataee *et al.* (2013) investigaram a autolimpeza e propriedades mecânicas do cimento Portland branco com adição de nano-TiO₂. Adições de até 1% em argamassas aumentaram a autolimpeza, melhoraram a resistência à compressão e à flexão e diminuíram o tempo de endurecimento. A resistência à compressão em idades precoces de argamassas de cimento de belite (cimento ecoeficiente) aumenta significativamente com adições de nanopartículas de Al₂O₃, (CAMPILLO *et al.*, 2007).

Seis dos artigos que realizaram a incorporação das nanopartículas no cimento utilizaram nano-SiO₂. A nano-SiO₂ produz um forte aumento na taxa de hidratação e na quantidade de fases hidratadas até o sétimo dia de cura. Substituições de nano-SiO₂ por cimento de 5% a 10% influenciam positivamente na resistência à compressão das argamassas chegando a ganhos de até 80% aos 28 dias de cura. Para contribuição positiva nas propriedades mecânicas, observando as reações de hidratação no estágio inicial, a dosagem ótima de nano-SiO₂ fica entre 2% e 3% (QUERCIA *et al.*, 2013; SINGH; ALI; SHARMA, 2016; TOBÓN *et al.*, 2012; TOBÓN; RESTREPO; PAYÁ, 2010).

Considerações Finais

Esta pesquisa, desenvolvida através do uso de técnicas bibliométricas, buscou identificar a evolução das publicações de artigos que utilizaram nanopartículas em argamassas ao longo dos anos. Também buscou verificar a frequência de contribuições dos autores e seus países de filiação. Além disso buscou-se descrever os principais resultados das pesquisas.

Foram encontrados 83 artigos relacionados ao tema. Estas pesquisas iniciaram em 2007, contudo só houve alta nas publicações em 2015, permanecendo nos anos seguintes. Os países com maiores participações foram Irã, Portugal e Índia.

A grande maioria dos autores (83,79%) realizaram a publicação de apenas um artigo sobre a temática. Entretanto, há alguns autores que participaram de até quatro artigos. No total, 290 autores participaram das pesquisas, 8 destes tiveram maior destaque contribuindo para a realização de 26,51% dos artigos.

O aglomerante mais utilizado nas análises das argamassas foi o cimento, compondo 67 artigos do total avaliado. Já as nanopartículas mais investigadas foram SiO_2 e TiO_2 , com 45,48% e 26,51% dos artigos, respectivamente.

O uso de nanopartículas de TiO_2 , em todas as argamassas estudadas apresenta boa eficiência para degradação de NO_x . Em argamassas de cal apresenta também propriedades autolimpantes, sendo recomendada em adições de até 5%.

Os estudos de uso de nanopartículas de TiO_2 utilizadas em argamassas de cimento e cal mostram que a atividade catalítica da argamassa pode ser restaurada efetivamente após 8 horas em ausência de luz.

Nanopartículas de SiO_2 podem ser utilizadas em argamassa de cimento para aumentar sua resistência à compressão e à corrosão e afetam as propriedades frescas da argamassa, necessitando de mais água para correção da trabalhabilidade. Nanoplaquetas de grafeno e óxido de grafeno também melhoram ambas as propriedades (resistência à compressão e à corrosão).

No caso de argamassas de cimento, o uso de nano- TiO_2 para degradação de NO_x , aumentam o efeito de ataque de sulfatos, que por consequência, pode ocasionar aumento da porosidade, causar expansão, rachaduras, fragmentação e reduzir a resistência. Este fator pode ser reduzido se utilizar escórias granuladas de alto forno. Além disso, as nano- TiO_2 também podem tornar a argamassa antibacteriana.

Diversas nanopartículas atuam com melhorias nas propriedades mecânicas das argamassas de cimento, assim como as nano- Al_2O_3 , que podem tornar as propriedades mecânicas das argamassas melhores, e as nanopartículas de óxidos de grafeno, que aumentam significativamente o módulo de elasticidade.

Além de suas propriedades como degradante de NO_x , a nano- TiO_2 melhora a resistência à compressão e diminuem o tempo de endurecimento da argamassa. Nano- SiO_2 aumentam a taxa de hidratação do cimento e os ganhos de resistência chegam até 80%.

Esta pesquisa apresenta resultados e características de pesquisas desenvolvidas sobre a utilização de nanopartículas em argamassa. Os resultados aqui presentes podem fornecer dados como nanopartículas, dosagens e características já estudadas que se mostram importantes para pesquisadores que desejam iniciar pesquisas experimentais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Manual de revestimentos de argamassa, 2002. Disponível em: <www.comunidadeconstrucao.com.br>. Acesso em: 27 jun. 2019

ACIU, C. *et al.* Mortars for the enhancement of the indoor environmental quality. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Chemia*, v. 60, n. 4, p. 45–54, 2015.

AMBROZEWICZ, P. H. L. *Materiais de Construção. Normas, Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório.* São Paulo: Pini, 2012.

AREFI, M. R.; JAVERI, M. R.; MOLLAAHMADI, E. To study the effect of adding Al₂O₃ Nanoparticle on the mechanical properties and microstructure of cementmortar. *Life Science Journal*, v. 8, n. 4, p. 613–617, 2011.

AREFI, M. R.; SARAJAN, Z. Aluminum oxide nanoparticles in cement mortar. *Materials Performance*, v. 51, n. 9, p. 66–70, 2012.

ATTA-UR-REHMAN *et al.* Influence of titanium dioxide nanoparticles on the sulfate attack upon ordinary Portland cement and slag-blended mortars. *Materials*, v. 11, n. 3, 2018.

BAHARI, A. *et al.* Effect of Silicon Carbide Nano Dispersion on the Mechanical and Nano Structural Properties of Cement. *National Academy Science Letters*, v. 38, n. 4, p. 361–364, 2015.

CAMPILLO, I. *et al.* Improvement of initial mechanical strength by nanoalumina in belite cements. *Materials Letters*, v. 61, n. 8–9, p. 1889–1892, 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica.* 4. ed. São Paulo: MAKRON BOOKS, 1996.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa.* 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIXO, M. J. V. *Metodologia Científica: Fundamentos Métodos e Técnicas.* 4. ed. São Paulo: Instituto Piaget, 2012.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. Santo André: Atlas, 2002.

HEIKAL, M.; ABD EL ALEEM, S.; MORSID, W. M. Durability of composite cements containing granulated blast-furnace slag and silica nano-particles. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, v. 23, n. 1, p. 88–100, 2016.

HORSZCZARUK, E. *et al.* Nanocomposite of cement/graphene oxide – Impact on hydration kinetics and Young’s modulus. *Construction and Building Materials*, v. 78, p. 234–242, 2015.

JAROLIM, T. *et al.* Carbon Nanotubes in Cementitious Composites: Dispersion, Implementation, and Influence on Mechanical Characteristics. *Advances in Materials Science and Engineering*, v. 2016, 2016.

JO, B.-W.; KIM, C.-H.; LIM, J.-H. Characteristics of cement mortar with nano-SiO₂ particles. *ACI Materials Journal*, v. 104, n. 4, p. 404–407, 2007.

KHATAEE, R. *et al.* Self-cleaning and mechanical properties of modified white cement with nanostructured TiO₂. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, v. 13, n. 7, p. 5109–5114, 2013.

KONOWAŁ, E. *et al.* Synthesis of dextrin-stabilized colloidal silver nanoparticles and their application as modifiers of cement mortar. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 104, p. 165–172, 2017.

LEE, B. Y.; KURTIS, K. E. Effect of pore structure on salt crystallization damage of cement-based materials: Consideration of w/b and nanoparticle use. *Cement and Concrete Research*, v. 98, p. 61–70, 2017.

LTIFI *et al.* Experimental study of the effect of addition of nano-silica on the behaviour of cement mortars Mounir. *Procedia Engineering*, v. 10, p. 900–905, 2011.

LUCAS, S. S. Influence of operating parameters and ion doping on the photocatalytic activity of mortars containing titanium dioxide nanoparticles. *Materials Today: Proceedings*, v. 4, n. 11, Part 2, p. 11588–11593, 2017.

LUCAS, S. S.; BARROSO DE AGUIAR, J. L. Multifunctional wall coating combining photocatalysis, self-cleaning and latent heat storage. *Materials Research Express*, v. 5, n. 2, 2018.

LUCAS, S. S.; FERREIRA, V. M.; DE AGUIAR, J. L. B. Incorporation of titanium dioxide nanoparticles in mortars — Influence of microstructure in the hardened state properties and photocatalytic activity. *Cement and Concrete Research*, v. 43, p. 112–120, 2013.

LUO, H.-L. *et al.* Micro-observations of different types of nano-Al₂O₃ on the hydration of cement paste with sludge ash replacement. *Environmental Technology (United Kingdom)*, v. 36, n. 23, p. 2967–2976, 2015.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. Santo André: Atlas, 2010.

MOHSENI, E. *et al.* Microstructure and durability properties of cement mortars containing nano-TiO₂ and rice husk ash. *Construction and Building Materials*, v. 114, p. 656–664, 2016.

PELLEGRINI-CERVANTES, M. J. *et al.* Corrosion resistance, porosity and strength of blended portland cement mortar containing rice husk ash and nano-SiO₂. *International Journal of Electrochemical Science*, v. 8, n. 8, p. 10697–10710, 2013.

PELLEGRINI CERVANTES, M. J. *et al.* Accelerated corrosion test in mortars of plastic consistency with replacement of rice husk ash and nano-SiO₂. *International Journal of Electrochemical Science*, v. 10, n. 10, p. 8630–8643, 2015.

POZO-ANTONIO, J. S.; DIONÍSIO, A. Physical-mechanical properties of mortars with addition of TiO₂ nanoparticles. *Construction and Building Materials*, v. 148, p. 261–272, 2017.

QUERCIA, G. *et al.* Photovoltaic's silica-rich waste sludge as supplementary cementitious material (SCM). *Cement and Concrete Research*, v. 54, p. 161–179, 2013.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. DA S.; STARLING, T. *Materiais de Construção Civil*. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2013.

SACARDO, M. S. *Estudo bibliométrico e epistemológico da produção científica em educação física na região Centro-Oeste do Brasil*. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2012.

SAELI, M. *et al.* Photocatalytic nano-composite architectural lime mortar for degradation of urban pollutants under solar and visible (interior) light. *Construction and Building Materials*, v. 152, p. 206–213, 2017.

SENEFF, L. *et al.* The influence of TiO₂ nanoparticles and poliacrilonitrile fibers on the rheological behavior and hardened properties of mortars. *Construction and Building Materials*, v. 75, p. 315–330, 2015.

SENEFF, L. *et al.* Assessment of the single and combined effect of superabsorbent particles and porogenic agents in nanotitania-containing mortars. *Energy and Buildings*, v. 127, p. 980–990, 2016.

SHARMA, S.; KOTHIYAL, N. C. Facile growth of carbon nanotubes coated with carbon nanoparticles: A potential low-cost hybrid nanoadditive for improved mechanical, electrical, microstructural and crystalline properties of cement mortar matrix. *Construction and Building Materials*, v. 123, p. 829–846, 2016.

SIKORA, P. *et al.* The effects of Fe₃O₄ and Fe₃O₄/SiO₂ nanoparticles on the mechanical properties of cement mortars exposed to elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, v. 182, p. 441–450, 2018.

SINGH, L. P. *et al.* Effect of Morphology and Dispersibility of Silica Nanoparticles on the Mechanical Behaviour of Cement Mortar. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, v. 9, n. 2, p. 207–217, 2015.

SINGH, L. P.; ALI, D.; SHARMA, U. Studies on optimization of silica nanoparticles dosage in cementitious system. *Cement and Concrete Composites*, v. 70, p. 60–68, 2016.

ŚLOSARCZYK, A.; KWIECIŃSKA, A.; PEŁSZYK, E. Influence of Selected Metal Oxides in Micro and Nanoscale on the Mechanical and Physical Properties of the Cement Mortars. *Procedia Engineering*, v. 172, p. 1031–1038, 2017.

TOBÓN, J. I. *et al.* Mineralogical evolution of Portland cement blended with silica

nanoparticles and its effect on mechanical strength. *Construction and Building Materials*, v. 36, p. 736–742, 2012.

TOBÓN, J. I.; PAYÁ, J.; RESTREPO, O. J. Study of durability of Portland cement mortars blended with silica nanoparticles. *Construction and Building Materials*, v. 80, p. 92–97, 2015.

TOBÓN, J. I.; RESTREPO, O. J.; PAYÁ, J. Comparative analysis of performance of portland cement blended with nanosilica and silica fume . *DYNA (Colombia)*, v. 77, n. 163, p. 37–46, 2010.

TONG, T. *et al.* Investigation of the effects of graphene and graphene oxide nanoplatelets on the micro- and macro-properties of cementitious materials. *Construction and Building Materials*, v. 106, p. 102–114, 2016.

VIEIRA, J. *et al.* Functionalization of mortars for controlling the indoor ambient of buildings. *Energy and Buildings*, v. 70, p. 224–236, 2014.

VISHWAKARMA, V. *et al.* Enhancing antimicrobial properties of fly ash mortars specimens through nanophase modification. *Materials Today: Proceedings*, v. 3, n. 6, p. 1389–1397, 2016.

CAPITULO 3**ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO: PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES PARA
HABITAÇÕES DE INTERESSES SOCIAIS****Hugo Vicentini Elias****Júlio Preve Machado****Claúdio da Silva****Maria Emília Crocetta Redivo****João Paulo Mendes****Camila Lopes**

Resumo: Diante da sua representativa no custo total de uma obra, as esquadrias de alumínio precisam ser planejadas de forma racional. Diante disso, percebe-se a necessidade na padronização das dimensões das esquadrias, visando o menor desperdício no seu processo de corte. Com isso, essa pesquisa teve como objetivo geral verificar o custo das esquadrias para 3 (três) obras de uma mesma construtora, seguindo as medidas padrões de projeto e outra opção alterando essas dimensões, sem comprometer o desempenho mínimo de iluminação e ventilação, buscando uma maior otimização dos perfis de alumínio. Foi utilizado o *software* FPPRO, para analisar o possível desperdício dos perfis das esquadrias de acordo com as suas dimensões. Com o auxílio da fabricante de esquadrias BETA, foi possível a comparação dos importes. Após as verificações, constatou-se que as esquadrias com as dimensões padronizadas possuem um menor desperdício de material e um menor custo.

Palavras-chave: Alumínio. Esquadrias. Custo. Desperdício.

Introdução

A utilização de esquadrias de alumínio em edificações tem como objetivo principal o fechamento dos vãos internos e externos, garantindo a estanqueidade e o conforto acústico. Pode-se citar como exemplo as janelas e portas de correr dos dormitórios, área de serviço, maxiars para os banheiros. Ainda, o alumínio também é muito utilizado em guarda-corpos de sacadas e corrimãos para escadas.

As esquadrias e derivados do alumínio utilizados em uma edificação podem representar de 8% (oito por cento) a 14% (quatorze por cento) do custo total da construção (CUELLA; SATTLER, 2004).

Em razão da falta de padronização de dimensões, cada obra possui sua medida específica, tornando inviável a possibilidade de uma melhor otimização para as barras de perfis. Como o alumínio é o material mais representativo dentro do custo da esquadria, verifica-se um grande desperdício, o qual poderia ser evitado, tornando o valor do referido produto muito mais elevado do que aquele encontrado em um cenário de dimensões uniformes (NUNES; GUERRA; RAMOS, 2019).

Uma vez que as esquadrias de alumínio possuem grande representatividade dentro do custo global da obra, a redução dessa proporcionaria economia, a qual poderia, inclusive, ser direcionada para outros fins. Então, a fim de reduzir esse custo, tanto para o fabricante de esquadrias quanto para a construtora, chega-se ao seguinte questionamento: seria possível padronizar as dimensões das esquadrias para diferentes obras de Habitações de Interesses Sociais realizadas pela mesma construtora?

Entende-se por Habitações de Interesses Sociais (HIS), segundo Abiko (1995), edificações que buscam atender as demandas de habitação de populações de baixa renda. Essa tipologia foi criada pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). O auge das construções das Habitações de Interesses Sociais foi em meados de 1960 a 1980, onde os custos eram elevados e haviam muitos dimensionamentos incorretos dos ambientes projetados (MARROQUIM; BARBIRATO, 2007).

Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a possível padronização das dimensões das esquadrias para modelos de projetos de Habitações de Interesses Sociais elaborados por uma mesma construtora. Visando suprir o objetivo geral, busca-se analisar a área dos ambientes internos dos projetos em estudo, avaliar as áreas mínimas das esquadrias de acordo com a legislação local, bem como identificar as possíveis reduções de custos das esquadrias padronizadas para Habitações de Interesses Sociais.

Procedimentos Metodológicos

Caracterização dos Empreendimentos

Para alcançar o objetivo proposto neste artigo, foram analisados 3 (três) projetos de empreendimentos diferentes: 2 (dois) localizados em Joinville; e, 1 (um) em Blumenau. Para

ambas as obras, foram consideradas as esquadrias com maior representatividade, que seriam as do apartamento tipo (banheiro, sala/cozinha, dormitórios e área de serviço).

A primeira obra, situada em Joinville, é composta por 5 (cinco) pavimentos (térreo e mais quatro pavimentos tipo), com 4 (quatro) apartamentos por pavimento tipo. Cada apartamento possui 2 (dois) quartos, 1 (um) banheiro, 1 (uma) sala de estar/jantar, 1 (uma) cozinha/área de serviço e área de circulação, totalizando 41,48m². A Tabela 1 apresenta o caderno das esquadrias e suas dimensões do projeto 1 inicialmente proposto.

Tabela 01 – Caderno de Esquadrias

ESQUADRIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)
P01	620	2100
P03	820	2100
JC01	797	767
JC02	997	1167
JC04	1197	1167
JC09	997	2167

Fonte: Construtora Alpha (2021).

A segunda obra, localizada também em Joinville, é composta por 5 (cinco) pavimentos (térreo e mais quatro pavimentos tipo), com 4 (quatro) apartamentos por pavimento tipo. Cada apartamento possui 2 (dois) quartos, 1 (um) banheiro, 1 (uma) sala de estar/jantar, 1 (uma) cozinha/área de serviço e área de circulação, totalizando 35,66m². A Tabela 02 apresenta o caderno de esquadrias e suas dimensões do projeto 2 inicialmente proposto.

Tabela 02 – Caderno de Esquadrias

ESQUADRIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)
P01	620	2100
P02	720	2100
P03	820	2100
JC01	797	767
JC02	997	1167
JC04	1197	1167
JC11	897	2167

Fonte: Construtora Alpha (2021).

A terceira obra, situada em Blumenau, é composta por 8 (oito) pavimentos (térreo e mais sete pavimentos tipo), com 8 (oito) apartamentos por pavimento tipo. Cada apartamento possui

2 (dois) quartos, 1 (um) banheiro, 1 (uma) sala de estar/jantar, 1 (uma) cozinha/área de serviço, área de circulação e 1 (uma) sacada, totalizando 39,44m². A Tabela 03 apresenta o caderno de esquadrias e suas dimensões do projeto 3 inicialmente proposto.

Os critérios para a determinação das novas dimensões de esquadrias estarão voltados para aspectos relacionados à redução de perdas de perfis durante os processos de corte, bem como à redução de custos produtivos e operacionais. Serão respeitadas as relações de área de abertura sobre a área interna do ambiente ventilado, especificadas nos códigos de obras dos municípios de Joinville (SC) ou Blumenau (SC), sendo o mais restritivo dos dois.

Tabela 03 – Caderno de Esquadrias

ESQUADRIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)
P01	620	2100
P02	720	2100
P03	820	2100
P14	1800	2100
JC01	797	767
JC03	1197	1167
JC04	1197	1167

Fonte: Construtora Alpha (2021).

Avaliação das Esquadrias

As exigências mínimas de ventilação e iluminação das aberturas, foram embasadas pelo Código de Obras da cidade de Joinville, Lei n. 667/1964, Capítulo II, artigo 84.

O desempenho mínimo de iluminação e ventilação para os compartimentos de permanência prolongada, foi embasado pelo Código de Obras da cidade de Blumenau, Lei n.º 141/1996, Capítulo VII, artigo 106.

Como a exigência mínima de iluminação e ventilação para a cidade de Blumenau, para todos os ambientes, é de um sexto (1/6), toma-se como base o Código de Obras de Joinville, o qual possui os piores casos.

Composição dos custos das esquadrias

Para a composição do custo das esquadrias, foram levadas em considerações 6 (seis) conjuntos importantes: acessórios; perfis; vidros; embalagens; mão de obra direta; e mão de obra indireta.

ACE é a abreviação do custo total de acessórios utilizados na esquadria. É determinado pela quantidade utilizada de cada acessório na esquadria multiplicado pelo seu custo, conforme apresentado na equação 1.

$$ACE = (Qtd_1 \times C_1) + (Qtd_2 \times C_2) + (Qtd_n \times C_n) \quad \text{Equação 1}$$

Onde Qtd e C são respectivamente a quantidade e custo do acessório.

A CPC é a sigla denominada para o custo dos perfis. O custo de cada perfil na esquadria é formado por meio do seu peso (P) multiplicado pelo custo do alumínio com perda (CP). Para se obter o peso do perfil, é necessário saber o seu Peso por Metro Linear (PML) e a sua dimensão (L). As equações 2 e 3 apresentam, respectivamente, as fórmulas que foram utilizadas para o cálculo do peso (P) e do custo dos perfis (CPC).

$$P = PML \times L \quad \text{Equação 2}$$

$$CPC = P \times CP \quad \text{Equação 3}$$

A formulação do custo dos vidros, chamado de CVC, é feita por meio da área do vidro (A) multiplicado pelo seu custo com perda (CP), conforme apresentado na Equação 4.

$$CVC = A \times CP \quad \text{Equação 4}$$

Para obter-se o custo da embalagem, denominada pela sigla MAT, é necessário multiplicar a quantidade utilizada para determinada esquadria (Qtd) pelo seu custo (C), conforme apresentado na Equação 5.

$$MAT = Qtd \times C \quad \text{Equação 5}$$

Já para obter o custo da mão de obra direta (MOD) e mão de obra indireta (MOI), precisa-se saber os setores e quantidade de pessoas envolvidas no processo de montagem da esquadria (Np), seja de forma direta (produção) ou de forma indireta (comercial). Além desses dados, foi necessário conhecer também o custo por hora (Ch) da mão de obra, além do tempo necessário pelo setor para realizar a atividade para determinada esquadria (t). As equações 6 e

7 apresentam as fórmulas para calcular, respectivamente, o custo da mão de obra direta e o custo da mão de obra indireta.

$$MOD = (Ch_1 \times Np_1 \times t_1) + (Ch_2 \times Np_2 \times t_2) + (Ch_n \times Np_n \times t_n) \quad \text{Equação 6}$$

$$MOI = (Ch_1 \times Np_1 \times t_1) + (Ch_2 \times Np_2 \times t_2) + (Ch_n \times Np_n \times t_n) \quad \text{Equação 7}$$

Após ter conhecimento dos 6 (seis) custos, deve-se somar todos para obter o custo final da esquadria (Cf), conforme apresentado na Equação 8.

$$Cf = ACE + CPC + CVC + MAT + MOD + MOI \quad \text{Equação 8}$$

Resultados e Discussão

A Tabela 4 apresenta o quadro de esquadrias da Primeira obra de Joinville (SC) sem os processos de otimização.

Tabela 4 – Quadro de esquadrias da primeira obra de Joinville (SC).

ESQUADRI A	LARGUR A (mm)	ALTURA (mm)	AMBIENTE	ÁREA DA ESQUADRIA (m ²)	ÁREA MÍNIMA EXIGIDA CONFORME O CÓDIGO DE OBRAS (m ²)	ESQUADRI A ATENDE?
JC01	797	767	BANHO	0,611	0,585	SIM
JC02	997	1167	COZINHA	1,163	1,158	SIM
JC04	1197	1167	QUARTOS	1,397	1,642	NÃO
JC09	997	2167	SALA	2,160	2,037	SIM

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 4 percebe-se que as esquadrias JC01, JC02 e JC09 atendem os requisitos mínimos de iluminação e ventilação do Código de Obras de Joinville (1964) já que sua área de abertura (0,611 m², 1,163 m² e 2,16 m²) é maior do que 1/6 (um sexto) da área do piso dos ambientes (0,585 m², 1,158 m² e 2,037 m², respectivamente). Já a esquadria JC04, localizada no dormitório, possui suas dimensões inferiores (1,397 m²) a 1/5 (um quinto) da área do piso para os dormitórios (1,642 m²), não atendendo aos requisitos mínimos de desempenho exigidos pelo Código de Obras de Joinville (1964), mencionados no Quadro 1. A Tabela 5 apresenta o Quadro de esquadrias da Segunda obra de Joinville (SC) sem os processos de otimização.

Tabela 5 - Conferência das esquadrias da segunda obra de Joinville (SC).

ESQUADRIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	AMBIENTE	ÁREA DA ESQUADRIA (m ²)	ÁREA MÍNIMA EXIGIDA CONFORME O CÓDIGO DE OBRAS (m ²)	ESQUADRIA ATENDE?
JC01	797	767	BANHO	0,611	0,585	SIM
JC02	997	1167	COZINHA	1,163	1,158	SIM
JC04	1197	1167	QUARTOS	1,397	1,614	NÃO
JC11	897	2167	SALA	1,944	1,845	SIM

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 5 percebe-se que JC01, JC02 e JC11 atendem os requisitos mínimos de iluminação e ventilação do Código de Obras de Joinville (1964), já que sua área de abertura (0,611 m², 1,163 m² e 1,944 m²) é maior que 1/6 (um sexto) da área do piso dos ambientes (0,585 m², 1,158 m² e 1,845 m², respectivamente). Já a esquadria JC04, localizada no dormitório, possui suas dimensões inferiores (1,397 m²) a 1/5 (um quinto) da área do piso para os dormitórios (1,614 m²), não atendendo aos requisitos mínimos de desempenho exigidos pelo Código de Obras de Joinville (1964), mencionados no Quadro 1. A Tabela 6 apresenta o Quadro de esquadrias da terceira obra, localizada em Blumenau (SC), sem os processos de otimização.

Tabela 6 - Conferência das esquadrias da obra de Blumenau (SC).

ESQUADRIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	AMBIENTE	ÁREA DA ESQUADRIA (m ²)	ÁREA MÍNIMA EXIGIDA CONFORME O CÓDIGO DE OBRAS (m ²)	ESQUADRIA ATENDE?
JC01	797	767	BANHO	0,611	0,433	SIM
JC03	1197	1167	COZINHA	1,397	0,843	SIM
JC04	1197	1167	QUARTOS	1,397	1,203	SIM
P14	1800	2100	SALA	3,780	2,038	SIM

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 6 percebe-se que todas as esquadrias JC01, JC03, JC04 e P14 estão de acordo com o Código de Obras de Blumenau (1996), mencionados no Quadro 2, já que sua área de abertura (0,611 m², 1,397 m², 1,397 m² e 3,780 m²) é maior que 1/6 (um sexto) da área do piso para todos os ambientes (0,433 m², 0,843 m², 1,203 m² e 2,038 m², respectivamente).

Analisando as Tabelas 4, 5 e 6, percebeu-se que a esquadria JC04, para as duas obras de Joinville, não atende à área mínima exigida no Código de Obras de Joinville (1964). Com isso, é necessário que a sua dimensão seja alterada para atender a área mínima de 1,642m².

As dimensões das esquadrias apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6 foram produzidas a partir do corte de perfis, que são fornecidos para as fabricantes de esquadrias de alumínio, em tamanhos padronizados de barras de 6000 (seis mil) milímetros. Desta forma, considerando que essas barras foram cortadas, visando a obtenção de tamanhos específicos para a montagem das esquadrias com medidas específicas do quadro de esquadrias, têm-se a geração de sobras de perfis no final do processo de corte. A Tabela 7 apresenta os resultados das sobras obtidos por cada perfil, utilizados para montagem das esquadrias das 3 (três) obras analisadas.

Tabela 7 - Sobra de alumínio considerando as dimensões não padronizadas.

PERFIL	BARRA (mm)	SOBRA
BAGUETE	6000	3,9%
E-9114	6000	8,5%
ES-015	6000	9,4%
ES-016	6000	9,4%
ES-017	6000	9,4%
ES-018	6000	6,0%
ES-117	6000	4,6%
ES-2247	6000	8,8%
ES-2250	6000	13,8%
ES-2551	6000	13,3%
ES-2253	6000	11,7%
MÉDIA		9,0%

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 7 percebe-se que, com o tamanho padrão de barra de 6000 (seis mil) milímetros, obteve-se uma sobra média de 9% ao final do processo de corte para todos os perfis.

Dimensões padronizadas

A Tabela 8 apresenta a padronização das dimensões das esquadrias propostas para as 3 (três) obras visando a otimização, sem comprometer o vão de iluminação e ventilação mostrados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 8 - Dimensões padronizadas.

ESQUADRIA	TIPOLOGIA	LARGURA (mm)	ALTURA (mm)	AMBIENTE
JC01	Janela Maxim Ar	800	800	BANHO
JC02	Janela de correr 2 folhas com veneziana	1000	1200	COZINHA
JC03	Janela de correr 2 folhas com veneziana	1200	1200	COZINHA
JC04	Janela de correr 2 folhas	1200	1200	QUARTOS
JC04 CORRETA	Janela de correr 2 folhas	1400	1200	QUARTOS
JC09	Janela de correr de 2 folhas com fixo inferior	1000	2180	SALA
JC11	Janela de correr de 2 folhas com fixo inferior	900	2180	SALA
P14	Porta de correr de 2 folhas	1800	2100	SALA

Fonte: Autores (2022).

As dimensões da Tabela 8, extraídas do *software* FPPRO, indicam que as esquadrias devem ter as suas medidas (largura e altura) múltiplas de 20 (vinte) milímetros. Tendo as variações das dimensões das esquadrias dentro da orientação do programa, é possível reduzir ainda mais as sobras de perfis no processo de corte. Utilizando as novas dimensões e colocando-as no *software*, foi possível adquirir o tamanho de barra mais econômico para cada perfil, tendo a menor sobra possível no processo de corte dos perfis, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Sobra de alumínio considerando as dimensões padronizadas.

PERFIL	BARRA (mm)	SOBRA
BAGUETE	5500	3,7%
E-9114	5000	3,2%
ES-015	4660	3,9%
ES-016	4660	3,9%
ES-017	4660	3,9%
ES-018	5900	5,2%
ES-117	5850	3,1%
ES-2247	5000	4,0%
ES-2250	4000	4,8%
ES-2551	5500	5,2%
ES-2253	5500	3,4%
MÉDIA		4,0%

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 9, pode-se perceber que há uma redução nas sobras de cada perfil. Quando comparada a Tabela 7 (sem a padronização) com a Tabela 10 (com padronização), nota-se uma redução na sobra de alumínio média de 9% para 4%.

Custos das esquadrias

A Tabela 10 apresenta os custos de produção das esquadrias sem a padronização.

Tabela 10 – Custos sem padronização.

NÃO PADRONIZADO			
JC01 - Janela Maxim Ar	ACE - Custo Acessórios	R\$	29,66
	CPC - Custo Perfis	R\$	64,34
	CVC - Custo Vidro	R\$	14,59
	MAT - Custo Embalagem	R\$	4,83
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	5,77
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	7,89
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)		R\$	127,08
JC02 - Janela de correr 2 folhas com veneziana	ACE - Custo Acessórios	R\$	19,41
	CPC - Custo Perfis	R\$	155,11
	CVC - Custo Vidro	R\$	22,97
	MAT - Custo Embalagem	R\$	0,55
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	17,75
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,49
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)		R\$	239,28
JC03 - Janela de correr 2 folhas com veneziana	ACE - Custo Acessórios	R\$	23,56
	CPC - Custo Perfis	R\$	175,12
	CVC - Custo Vidro	R\$	26,89
	MAT - Custo Embalagem	R\$	3,61
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	17,75
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,49
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)		R\$	270,42
JC04 - Janela de correr 2 folhas	ACE - Custo Acessórios	R\$	19,38
	CPC - Custo Perfis	R\$	133,94
	CVC - Custo Vidro	R\$	35,78
	MAT - Custo Embalagem	R\$	3,63
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	11,15
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	14,82
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)		R\$	218,70
JC09 - Janela de correr 2 folhas com fixo inferior	ACE - Custo Acessórios	R\$	28,46
	CPC - Custo Perfis	R\$	247,04
	CVC - Custo Vidro	R\$	107,33
	MAT - Custo Embalagem	R\$	8,12
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	25,26
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,39
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)		R\$	439,61

	ACE - Custo Acessórios	R\$	27,93
JC11 - Janela de correr 2 folhas com fixo inferior	CPC - Custo Perfis	R\$	235,35
	CVC - Custo Vidro	R\$	95,35
	MAT - Custo Embalagem	R\$	8,01
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	25,26
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,39
	CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)	R\$	415,30
	ACE - Custo Acessórios	R\$	20,10
JC04 CORRETA - Janela de correr 2 folhas	CPC - Custo Perfis	R\$	144,69
	CVC - Custo Vidro	R\$	42,40
	MAT - Custo Embalagem	R\$	3,69
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	11,15
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	14,82
	CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)	R\$	236,85
	ACE - Custo Acessórios	R\$	329,43
P14 - Porta de Correr 2 folhas	CPC - Custo Perfis	R\$	213,17
	CVC - Custo Vidro	R\$	67,64
	MAT - Custo Embalagem	R\$	11,46
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	35,46
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	32,98
	CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA (Cf)	R\$	690,14

Fonte: Autores (2022).

A Tabela 11 apresenta os custos de produção dos perfis com padronização.

Tabela 11 – Custos com a padronização

PADRONIZADO			
	ACE - Custo Acessórios	R\$	31,15
JC01 - Janela Maxim Ar	CPC - Custo Perfis	R\$	58,14
	CVC - Custo Vidro	R\$	17,50
	MAT - Custo Embalagem	R\$	5,22
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	5,77
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	7,89
	CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA	R\$	125,67
	ACE - Custo Acessórios	R\$	20,38
JC02 - Janela de correr 2 folhas com veneziana	CPC - Custo Perfis	R\$	140,16
	CVC - Custo Vidro	R\$	27,56
	MAT - Custo Embalagem	R\$	0,64
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	17,75
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,49
	CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA	R\$	229,98
	ACE - Custo Acessórios	R\$	24,74
JC03 - Janela de correr 2 folhas com veneziana	CPC - Custo Perfis	R\$	156,98
	CVC - Custo Vidro	R\$	32,27
	MAT - Custo Embalagem	R\$	4,15
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	17,75
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,49

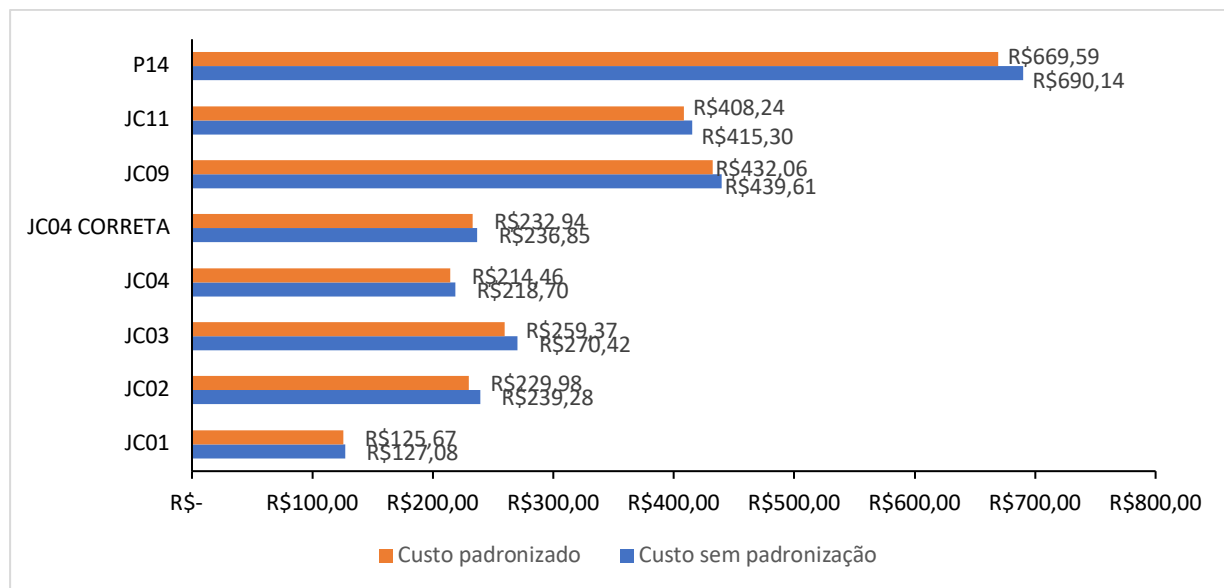
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	259,37
JC04 - Janela de correr 2 folhas	ACE - Custo Acessórios	R\$	20,35
	CPC - Custo Perfis	R\$	121,03
	CVC - Custo Vidro	R\$	42,94
	MAT - Custo Embalagem	R\$	4,17
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	11,15
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	14,82
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	214,46
JC09 - Janela de correr 2 folhas com fixo inferior	ACE - Custo Acessórios	R\$	29,88
	CPC - Custo Perfis	R\$	223,23
	CVC - Custo Vidro	R\$	120,95
	MAT - Custo Embalagem	R\$	9,34
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	25,26
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,39
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	432,06
JC11 - Janela de correr 2 folhas com fixo inferior	ACE - Custo Acessórios	R\$	29,33
	CPC - Custo Perfis	R\$	212,66
	CVC - Custo Vidro	R\$	108,38
	MAT - Custo Embalagem	R\$	9,21
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	25,26
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	23,39
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	408,24
JC04 CORRETA - Janela de correr 2 folhas	ACE - Custo Acessórios	R\$	21,11
	CPC - Custo Perfis	R\$	130,74
	CVC - Custo Vidro	R\$	50,88
	MAT - Custo Embalagem	R\$	4,24
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	11,15
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	14,82
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	232,94
P14 - Porta de Correr 2 folhas	ACE - Custo Acessórios	R\$	329,43
	CPC - Custo Perfis	R\$	192,62
	CVC - Custo Vidro	R\$	67,64
	MAT - Custo Embalagem	R\$	11,46
	MOD - Custo Mão de Obra Direta	R\$	35,46
	MOI - Custo Mão de Obra Indireta	R\$	32,98
CUSTO TOTAL DA ESQUADRIA		R\$	669,59

Fonte: Autores (2022).

Comparando as Tabelas 10 e 11, percebeu-se que houve um aumento de custo para os acessórios (ACE), vidros (CVC) e embalagem (MAT), sendo eles em 1,69%, 20,04% e 10,32%, respectivamente. Esses acréscimos são justificados pelo aumento na dimensão das esquadrias padronizadas. Avaliando os custos da mão de obra direta e indireta, nota-se que foram mantidos, pois conforme informado pela empresa BETA, o tamanho da esquadria não influencia na mão de obra de montagem dos produtos. Já os custos dos perfis foram reduzidos, devido a perda no processo de corte de perfil ter sido reduzida de 9% para 4%.

Analisando o custo total das esquadrias não padronizadas e padronizadas, percebe-se que mesmo com o aumento no custo dos vidros, acessórios e embalagens, o custo total de cada produto foi reduzido. Isso se deve a diminuição da sobra de perfis, tendo em vista que o perfil é o conjunto mais representativo dentro do custo da esquadria. No Gráfico 1 observa-se a comparação dos custos das esquadrias.

Gráfico 1 – Comparação de custos Esquadrias padronizadas x não padronizadas.



Fonte: Autores (2022).

Considerações Finais

Por meio dos relatórios gerados pelo *software* FPPRO, demonstrando os tamanhos de barras ideais para cada perfil de alumínio e as suas sobras, juntamente com as fórmulas de cálculo de custo para esquadrias de alumínio, foi possível constatar que as esquadrias com as dimensões otimizadas possuem um custo menor quando comparadas as medidas adotadas pela construtora ALPHA. Observou-se também que houve uma redução nas sobras de perfis, com a otimização, passando de 9% para 4%.

Entretanto, com o estudo percebeu-se que a esquadria JC04 não atende os requisitos mínimos de desempenho exigidos pelo código de obras da cidade de Joinville. Com isso, as dimensões para essa esquadria tiveram que ser alteradas, aumentando seu tamanho.

Em um processo envolvendo a fabricação das esquadrias de alumínio, há muitas etapas que podem ser estudadas visando uma redução de custo e um maior aproveitamento dos materiais. Um dos grandes fatores é a falta de padronização das dimensões, tendo em vista que cada obra possui a sua medida específica de esquadrias. Muitas dessas variações dimensionais se devem a não garantia dimensional do vão medido *in loco*, ficando assim, uma indicação para estudos futuros, a verificação de qual método construtivo e qual sistema de instalação das esquadrias é mais eficaz para a garantia dimensional dos vãos.

Referências

ABIKO, A. K. Introdução à gestão habitacional. 1.ed. São Paulo: EPUSP,1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt Editora, 2013. 60 p.

BLUMENAU. Constituição (1996). Lei nº 141, de 1996. **Código de Obras de Edificações no Município de Blumenau**. Blumenau, SC, 1996. p. 1-17.

CUELLA, Alexandre; SATTTLER, Miguel A. Esquadrias residenciais em madeira: contextualização de variáveis para otimização de projetos. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, julho 2004.

JOINVILLE. Constituição (1964). Lei nº 667, de 1964. **Código de Obras do Município**. Joinville, SC, 1964. p. 1-46.

MARROQUIM, F. M. G.; BARBIRATO, G. M. Flexibilidade espacial em projetos de habitações de interesse social. Artigo sobre dissertação (mestrado de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Alagoas, [S.I.], 2007. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/coloquiomom/comunicacoes/marroquim.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.

NUNES, Marcos Vinícius de Farias; GUERRA, Marcela Bruna Braga França; RAMOS, Geraldo Magela Perdígão Diz. Estudo sobre a redução de resíduos e otimização do processo de produção de esquadrias de alumínio. **Revista Petra**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 215-231, 31 maio 2019. Semestral.

POSSEBOM, Alessandro et al. Ventilação cruzada. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 5., 2016, Passo Fundo. Anais... . Passo Fundo: Imed, 2016. v. 1, p. 1 - 4.

CAPITULO 4**SISTEMA STEEL FRAME - DRYWALL X ALVENARIA CONVENCIONAL:
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS SISTEMAS DE VEDAÇÃO INTERNA****Julia Fernanda Oenning da Silva****Julio Preve Machado****Claudio da Silva****Camila Lopes**

Resumo: A construção civil vem crescendo significativamente ao longo dos anos. Diariamente surgem inovações tecnológicas, materiais de construção diferentes, novos equipamentos e aumento da industrialização da mão-de-obra. A partir disso, o sistema STEEL FRAME começou a ganhar espaço na construção civil, por se tratar de um método construtivo estrutural seco, rápido e limpo, constituído também pela utilização de perfis de aço e com seu fechamento em perfis de gesso acartonado. Estudos já realizados comprovam diversas vantagens deste método em relação ao sistema convencional de bloco cerâmico. No entanto apesar de suas vantagens este método encontra algumas dificuldades em se difundir, por conta do conservadorismo e a necessidade de mão-de-obra especializada. Diante desse impasse, o presente trabalho tem como objetivo comparar dois sistemas de vedação interna, steel frame - drywall e alvenaria convencional, para uma edificação residencial multifamiliar. Para tanto, serão calculados os custos diretos e indiretos dos dois sistemas, bem como o tempo de execução dos serviços. Os resultados apontam que os dois sistemas são eficazes e produtivos, porém, o sistema steel frame-drywall obteve mais vantagens em relação a alvenaria de bloco cerâmico.

Palavras-chave: Light Steel Frame; Alvenaria Convencional, Drywall, Custo.

Introdução

De acordo com Oliveira (2012) a construção civil vem crescendo significativamente ao longo dos anos. Diariamente surgem inovações tecnológicas, materiais de construção diferentes, novos equipamentos e aumento da industrialização da mão-de-obra.

A alvenaria convencional de vedação, comumente utilizada no Brasil, é um sistema construtivo destinado a dividir espaços e preencher vãos de estruturas de aço, concreto armado,

entre outras. (THOMAZ et al., 2009). O bloco cerâmico de vedação é a parte essencial na construção de alvenaria. A argila, seu principal componente, é utilizada pelo homem desde 4.000 a.C, assim é um dos elementos mais antigos da construção civil, se destacando pela sua durabilidade e pela facilidade de fabricação. Estes blocos são um dos componentes básicos de qualquer construção de alvenaria, seja de vedação ou estrutural (HERINGER, 2018).

Em contrapartida, uma outra técnica de construção civil vem ganhando espaço no Brasil. Trata-se do sistema STEEL FRAME, um sistema construtivo estrutural a seco, rápido e limpo, tendo em vista a não utilização de argamassa e a utilização de perfis de aço (TRES, 2017). Uma possibilidade de fechamento dessa estrutura de perfis de aço galvanizado é o emprego do gesso acartonado, destacando-se o drywall. Segundo Tres (2017) o termo drywall significa "parede seca", e é um tipo de construção executado sem a necessidade de argamassa. Esse sistema proporciona maior agilidade na construção, diminui a produção de entulhos, melhora a função acústica, possui menor tempo em execução e reduz a carga estrutural na edificação.

O proprietário de uma construtora localizada no município de Orleans, deseja executar uma edificação residencial multifamiliar vertical, tendo como premissa o ganho de produtividade, bem como economia. Acredita-se que o sistema Steel Frame – Drywall seja a opção mais indicada no quesito ganho de tempo/produtividade para vedação interna, quando comparado ao sistema de alvenaria convencional de bloco cerâmico. Porém, esta alternativa é a mais econômica?

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo comparar os dois sistemas de vedação interna citados, steel frame - drywall e alvenaria convencional, para uma edificação residencial multifamiliar. Para tanto, serão calculados os custos diretos e indiretos dos dois sistemas, bem como o tempo de execução dos serviços.

Procedimentos metodológicos

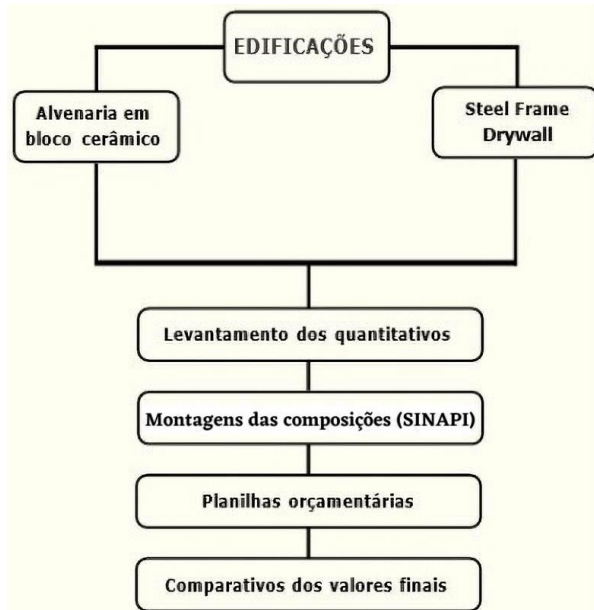
A metodologia do trabalho irá seguir o fluxograma apresentado na Figura 1.

Ressalta-se que o trabalho não tem a pretensão de apresentar o custo final da obra, mas sim, os custos que envolvem o subsistema vedação interna, que é construído de maneira diferente em cada processo.

Foi utilizado como objeto deste estudo uma edificação residencial multifamiliar vertical, composta por subsolo, térreo, quatro pavimentos tipo e reservatório, de padrão médio, localizada na cidade de Criciúma – SC. Esta, foi originalmente executada em estrutura de

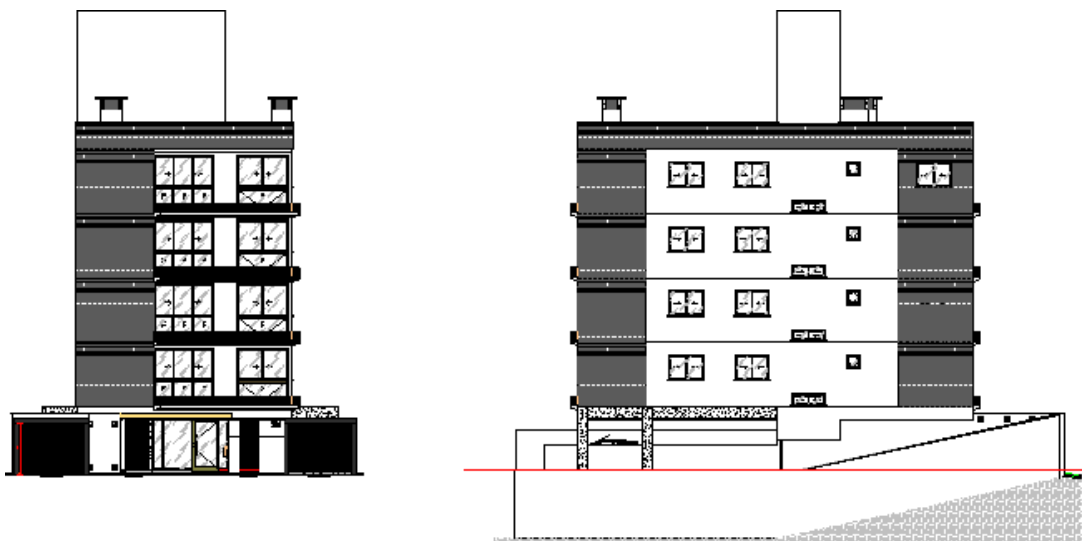
concreto armado e paredes de vedação internas e externas com blocos cerâmicos. No tipo, pavimento a ser considerado no referido estudo, foram projetados 02 apartamentos. O empreendimento possui 836 m², tendo o pavimento tipo 161,68 m². A Figura 2 mostra as fachadas frontal lateral da edificação e a Figura 3 a planta baixa do pavimento tipo.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia a ser empregada no trabalho.



Fonte: Autores (2021).

Figura 2 – Fachadas frontal e lateral da edificação.

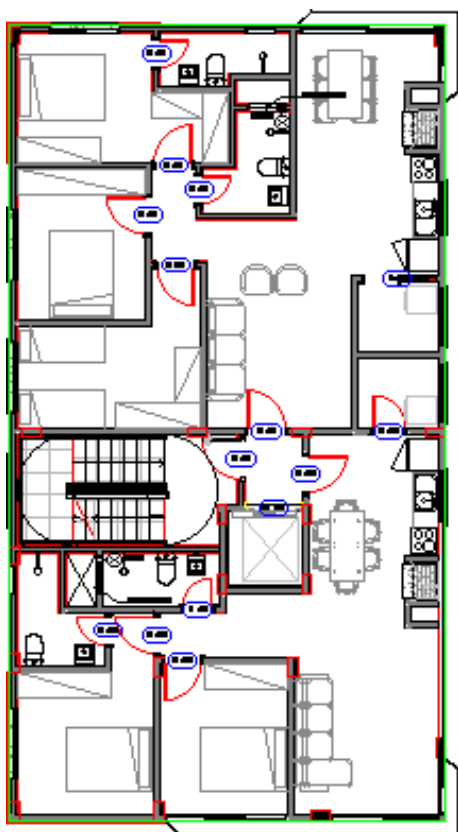


Fonte: Construtora (2021).

A estrutura de concreto armado

O projeto estrutural da edificação foi elaborado em concreto armado, utilizando-se o software CYPECAD v2019, que auxilia no cálculo, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais tais como vigas, pilares e lajes. A estrutura foi dimensionada de acordo com a NBR 6118/2014, adotando-se a classe de agressividade II, moderada, ambiente urbano. A determinação das sobrecargas foi baseada na NBR 6120/1980, considerando o edifício residencial. A laje adotada foi pré-moldada treliçada, com tabelas cerâmicas e treliças de concreto, espessura de 12 cm, concreto com f_{ck} de 30 MPa.

Figura 3 – Planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Construtora (2021).

Quantitativos, composições, planilhas orçamentárias e comparativos dos valores finais

Para a quantificação do subsistema vedação interna foram elencados critérios de medição:

- Blocos cerâmicos: Por área. Considerado cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m².

Vãos com área superior a 2 m², descontado apenas o que excedeu a essa área.

- Revestimento: Por área. Considerado cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m². Vãos com área superior a 2 m², descontado apenas o que excedeu a essa área.
- Sistema Steel Frame com fechamento em drywall: Por área. Considerado cheios os vãos com área inferior ou igual a 2 m². Vãos com área superior a 2 m², descontado apenas o que excedeu a essa área.

O critério usado para desconto dos vãos na quantificação dos blocos é uma indicação da TCPO 14 - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. No sistema de alvenaria de blocos cerâmicos foi considerada a aplicação de chapisco e emboço para áreas que receberão revestimento cerâmico (áreas molhadas) e, chapisco e massa única para áreas que receberão pintura. Para o sistema Steel Frame com fechamento em drywall, foi considerada a aplicação de emboço para áreas que receberão revestimento cerâmico e massa única sobre as paredes, para posterior pintura.

Levantados estes quantitativos, seguindo todos os critérios de medição, foram elaboradas as composições utilizando o SINAPI – SC - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil contendo a descrição dos materiais, mão de obra e equipamentos e a unidade. As planilhas orçamentárias foram complementadas com os valores unitários dos insumos oriundos também do SINAPI, referente ao mês de setembro de 2021, além de orçamentos obtidos com empresas especializadas na execução de alguns sistemas não contemplados na referida Tabela. O orçamento gerado e os valores apresentados no estudo de caso equivalem a apenas um pavimento tipo do empreendimento

Resultados e discussão

A partir da metodologia aplicada no estudo de caso, obteve-se valores para tecer e discutir sobre os resultados.

Cabe ressaltar algumas considerações feitas para o levantamento dos quantitativos referente a alvenaria: paredes externas, caixa do elevador e da escada, bem como divisas dos apartamentos do pavimento tipo, serão executados exclusivamente com blocos cerâmicos para ambos os sistemas construtivos estudados. As paredes de blocos cerâmicos terão como revestimento argamassado chapisco e emboço para posterior aplicação do revestimento cerâmico; e chapisco e massa única para posterior pintura. As paredes dos banheiros, da área de serviço e da cozinha dos apartamentos terão revestimento cerâmico até o teto; nos demais cômodos será executada pintura sobre o revestimento argamassado.

O Quadro 1 compreende os serviços orçados comuns aos dois sistemas construtivos.

Observa-se no Quadro 1 o valor total de R\$ 74.768,79, onde, este será fixo para ambos os sistemas construtivos estudados. Sendo assim, a este valor será somado os parciais referentes às vedações internas com o intuito de estimar o valor total do pavimento tipo, no que diz respeito a execução das paredes.

Quadro 1 – Alvenaria para ambos sistemas.

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QTID	MATERIAL		MÃO-DE-OBRA		SUB-TOTAL GERAL (R\$)	
			CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)		
ALVENARIA								
87471	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	m²	275,49					
34557	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	216,25965	R\$ 33,23	R\$ 7.186,31	-	-	R\$ 7.186,31
37592	BLOCO CERAMICO DE VEDACAO COM FUROS NA VERTICAL, 9 X 19 X 39 CM - 4,5 MPa (NBR 15270)	UN	3677,7915	R\$ 5,23	R\$ 19.234,85	-	-	R\$ 19.234,85
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	2,865096	R\$ 1.678,65	R\$ 4.809,49	-	-	R\$ 4.809,49
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	162,5391	-	-	R\$ 20,00	R\$ 3.250,78	R\$ 3.250,78
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	81,26955	-	-	R\$ 15,00	R\$ 1.219,04	R\$ 1.219,04
TOTAL DA ETAPA								R\$ 35.700,48
REVESTIMENTO								
87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L.	m²	275,49					
87313	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	1,157058	R\$ 1.678,7	R\$ 1.942,35	-	-	R\$ 1.942,35
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	19,2843	-	-	R\$ 20,00	R\$ 385,69	R\$ 385,69
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,92843	-	-	R\$ 15,00	R\$ 28,93	R\$ 28,93
TOTAL DA ETAPA								R\$ 2.356,97

87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	m ²	275,49					
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	10,358424	R\$ 1.678,7	R\$ 17.388,69	-	-	R\$ 17.388,69
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	118,4607	-	-	R\$ 20,00	R\$ 2.369,21	R\$ 2.369,21
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,52742	-	-	R\$ 15,00	R\$ 652,91	R\$ 652,91
TOTAL DA ETAPA								R\$ 20.410,81
87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS.	m ²	84,16					
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	3,164416	R\$ 1.678,7	R\$ 5.312,11	-	-	R\$ 5.312,11
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	39,5552	-	-	R\$ 20,00	R\$ 791,10	R\$ 791,10
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	14,39136	-	-	R\$ 15,00	R\$ 215,87	R\$ 215,87
TOTAL DA ETAPA								R\$ 6.319,08
87268	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 25X35 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES.	m ²	84,16					
536	REVESTIMENTO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MENOR OU IGUAL A 3, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	M2	90,8928	R\$ 25,89	R\$ 2.353,21	-	-	R\$ 2.353,21
1381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	409,0176	R\$ 8,70	R\$ 3.558,45	-	-	R\$ 3.558,45
34357	REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR	KG	24,4064	R\$ 4,34	R\$ 105,92	-	-	R\$ 105,92
88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	72,3776	-	-	R\$ 20,00	R\$ 1.447,55	R\$ 1.447,55
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	37,0304	-	-	R\$ 15,00	R\$ 555,46	R\$ 555,46
TOTAL DA ETAPA								R\$ 8.020,60
PINTURA								
88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO	m ²	110,14					

6085	SELADOR ACRILICO OPACO PREMIUM INTERIOR/EXTERIOR	L	17,6224	R\$ 4,28	R\$ 75,42	-	-	R\$ 75,42
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,29546	-	-	R\$ 40,00	R\$ 171,82	R\$ 171,82
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,54196	-	-	R\$ 20,00	R\$ 30,84	R\$ 30,84
TOTAL DA ETAPA								R\$ 278,08
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	m²	110,14					
7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	36,3462	R\$ 19,45	R\$ 706,93	-	-	R\$ 706,93
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	20,59618	-	-	R\$ 40,00	R\$ 823,85	R\$ 823,85
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,59966	-	-	R\$ 20,00	R\$ 151,99	R\$ 151,99
TOTAL DA ETAPA								R\$ 1.682,77
TOTAL GERAL (RS)								R\$ 74.768,79

Fonte: Autores (2021)

O Quadro 2 apresenta os valores dos serviços orçados referentes à execução das paredes internas com blocos cerâmicos.

O Quadro 3 apresenta os valores dos serviços orçados referentes à execução das paredes internas em drywall.

Embora exista a observância relacionada à utilização de paredes em drywall, atrelada como não sendo a opção mais econômica, conforme estudos realizados pelos autores Melo e Carvalho (2018) e Rodrigues (2019), devido principalmente a necessidade de mão-de-obra especializada, percebeu-se, de acordo com o valor total do orçamento obtido, que há uma diferença, embora não tão significativa, entre os dois sistemas construtivos, como pode ser observada no Gráfico 01, tendendo o sistema steel frame-drywall a ser a opção mais indicada economicamente.

Ainda observando o Gráfico 1, nota-se que para o sistema steel frame-drywall houve uma redução de 9,02% no custo final do pavimento tipo, o equivalente a R\$ 10.072,53. Esta diferença é evidenciada quando comparados os materiais utilizados na estrutura dos sistemas e também em relação a não utilização de chapisco no sistema steel frame-drywall.

Em relação ao custo para os 4 pavimentos tipo da edificação, tem-se um valor de R\$ 446.419,68 referente ao sistema de vedação em bloco cerâmico, enquanto no sistema steel frame-drywall obteve-se um custo de R\$ 406.129,56, havendo então uma diferença de R\$ 40.290,12 referente ao bloco cerâmico.

No Gráfico 2 a diferença de custo por m² entre os dois sistemas é facilmente observada, visto que a opção em steel frame-drywall apresenta um valor de R\$ 212,03 por m² de construção, enquanto que a opção em alvenaria apresenta um valor de R\$ 291,82 por m². Esse resultado confirma a observação feita anteriormente.

Quadro 2 – Paredes internas em alvenaria.

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QTID	MATERIAL		MÃO-DE-OBRA		SUB-TOTAL GERAL (R\$)	
			CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)		
ALVENARIA								
87471	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	m²	126,23					
34557	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	99,09055	R\$ 33,23	R\$ 3.292,78	-	-	R\$ 3.292,78
37592	BLOCO CERAMICO DE VEDAÇÃO COM FUROS NA VERTICAL, 9 X 19 X 39 CM - 4,5 MPa (NBR 15270)	UN	1685,1705	R\$ 5,23	R\$ 8.813,44	-	-	R\$ 8.813,44
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	1,312792	R\$ 1.678,70	R\$ 2.203,78	-	-	R\$ 2.203,78
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	74,4757	-	-	R\$ 20,00	R\$ 1.489,51	R\$ 1.489,51
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	37,23785	-	-	R\$ 15,00	R\$ 558,57	R\$ 558,57
TOTAL DA ETAPA							R\$ 16.358,09	
REVESTIMENTO								
87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L.	m²	126,23					
87313	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,530166	R\$ 1.678,7	R\$ 889,99	-	-	R\$ 889,99
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,8361	-	-	R\$ 20,00	R\$ 176,72	R\$ 176,72
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,88361	-	-	R\$ 15,00	R\$ 13,25	R\$ 13,25
TOTAL DA ETAPA							R\$ 1.079,97	
87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	m²	126,23					
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	4,746248	R\$ 1.678,7	R\$ 7.967,53	-	-	R\$ 7.967,53
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	54,2789	-	-	R\$ 20,00	R\$ 1.085,58	R\$ 1.085,58
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	19,94434	-	-	R\$ 15,00	R\$ 299,17	R\$ 299,17
TOTAL DA ETAPA							R\$ 9.352,27	
87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS.	m²	51,11					
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	1,921736	R\$ 1.678,7	R\$ 3.226,02	-	-	R\$ 3.226,02
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	24,0217	-	-	R\$ 20,00	R\$ 480,43	R\$ 480,43
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,73981	-	-	R\$ 15,00	R\$ 131,10	R\$ 131,10
TOTAL DA ETAPA							R\$ 3.837,55	

87268	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 25X35 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M ² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES.	m ²	51,11					
536	REVESTIMENTO EM CERÂMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MENOR OU IGUAL A 3, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	M2	55,1988	R\$ 25,89	R\$ 1.429,10	-	-	R\$ 1.429,10
1381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	248,3946	R\$ 8,70	R\$ 2.161,03	-	-	R\$ 2.161,03
34357	REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR	KG	14,8219	R\$ 4,34	R\$ 64,33	-	-	R\$ 64,33
88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,9546	-	-	R\$ 20,00	R\$ 879,09	R\$ 879,09
88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	22,4884	-	-	R\$ 15,00	R\$ 337,33	R\$ 337,33
TOTAL DA ETAPA								R\$ 4.870,87
PINTURA								
88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRILICO EM PAREDES, UMA DEMÃO	m ²	75,12					
6085	SELADOR ACRILICO OPACO PREMIUM INTERIOR/EXTERIOR	L	12,0192	R\$ 4,28	R\$ 51,44	-	-	R\$ 51,44
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,92968	-	-	R\$ 40,00	R\$ 117,19	R\$ 117,19
88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,05168	-	-	R\$ 20,00	R\$ 21,03	R\$ 21,03
TOTAL DA ETAPA								R\$ 189,66
88489	APLICAO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRILICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	m ²	75,12					
7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	24,7896	R\$ 19,45	R\$ 482,16	-	-	R\$ 482,16
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	14,04744	-	-	R\$ 40,00	R\$ 561,90	R\$ 561,90
88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5,18328	-	-	R\$ 20,00	R\$ 103,67	R\$ 103,67
TOTAL DA ETAPA								R\$ 1.147,72
TOTAL GERAL (R\$)								R\$ 36.836,13

Fonte: Autores (2021)

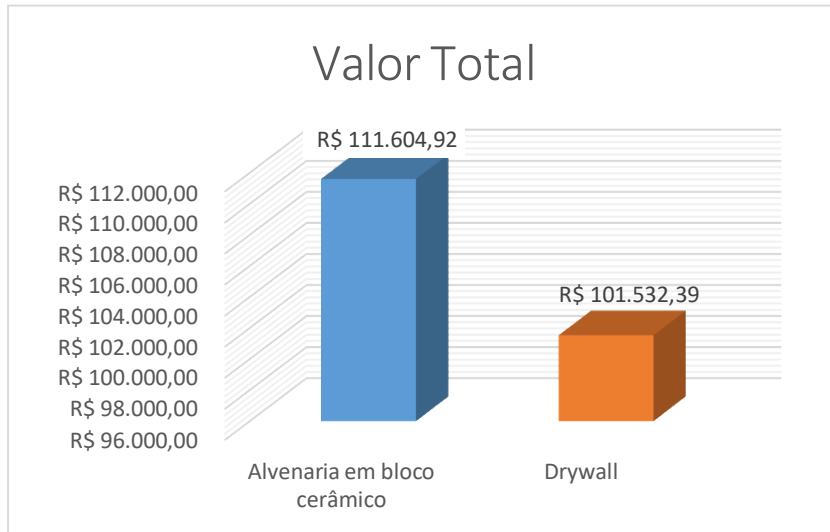
Quadro 3 – Paredes internas em steel frame-drywall.

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QTID	MATERIAL		MÃO-DE-OBRA		SUB-TOTAL GERAL (R\$)	
			CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	SUB-TOTAL (R\$)		
Drywall								
96359	PAREDES COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FASES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA, COM VÃOS	m ²	126,23					
	MONTANTE E GUIAS EM AÇO GALVANIZADO TIPO "U", PARAFUSOS, ISOLAMENTO, PLACAS DE ST E RU, FITA DE PAPEL E MASSA DE REJUNTE	M	126,23	R\$ 33,23	R\$ 4.194,0	-	-	R\$ 4.194,62
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	79,2724	-	-	R\$ 40,00	R\$ 3.170,9	R\$ 3.170,90
TOTAL DA ETAPA							R\$ 7.365,52	
Revestimento								
87531	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS	m ²	126,23					
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	4,74624	R\$ 1.678,7	R\$ 7.967,5	-	-	R\$ 7.967,53
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS	H	54,2789	-	-	R\$ 20,00	R\$ 1.085,5	R\$ 1.085,58

	COMPLEMENTARES								
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	19,9443	-			R\$ 15,00	R\$ 299,17	R\$ 299,17
	TOTAL DA ETAPA								R\$ 9.352,27
87529	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, m ² PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS.		51,11						
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3	1,92173	R\$ 1.678,7			R\$ 3.226,0		R\$ 3.226,02
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	24,0217	-			R\$ 20,00	R\$ 480,43	R\$ 480,43
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,73981	-			R\$ 15,00	R\$ 131,10	R\$ 131,10
	TOTAL DA ETAPA								R\$ 3.837,55
87268	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 25X35 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M ² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES.	m ²	51,11						
536	REVESTIMENTO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MENOR OU IGUAL A 3, FORMATO MENOR OU IGUAL A 2025 CM2	M2	55,1988	R\$ 25,89	R\$ 1.429,1				R\$ 1.429,10
1381	ARGAMASSA COLANTE AC I PARA CERAMICAS	KG	248,394	R\$ 8,70	R\$ 2.161,0				R\$ 2.161,03
34357	REJUNTE CIMENTICIO, QUALQUER COR	KG	14,8219	R\$ 4,34	R\$ 64,33				R\$ 64,33
88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,9546	-			R\$ 20,00	R\$ 879,09	R\$ 879,09
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	22,4884	-			R\$ 15,00	R\$ 337,33	R\$ 337,33
	TOTAL DA ETAPA								R\$ 4.870,87
PINTURA									
88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO	m ²	75,12						
6085	SELADOR ACRILICO OPACO PREMIUM INTERIOR/EXTERIOR	L	12,0192	R\$ 4,28	R\$ 51,44				R\$ 51,44
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,92968	-			R\$ 40,00	R\$ 117,19	R\$ 117,19
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,05168	-			R\$ 20,00	R\$ 21,03	R\$ 21,03
	TOTAL DA ETAPA								R\$ 189,66
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	m ²	75,12						
7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	24,7896	R\$ 19,45	R\$ 482,16				R\$ 482,16
88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	14,0474	-			R\$ 40,00	R\$ 561,90	R\$ 561,90
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	5,18328	-			R\$ 20,00	R\$ 103,67	R\$ 103,67
	TOTAL DA ETAPA								R\$ 1.147,72
	TOTAL GERAL (R\$)								R\$ 26.763,60

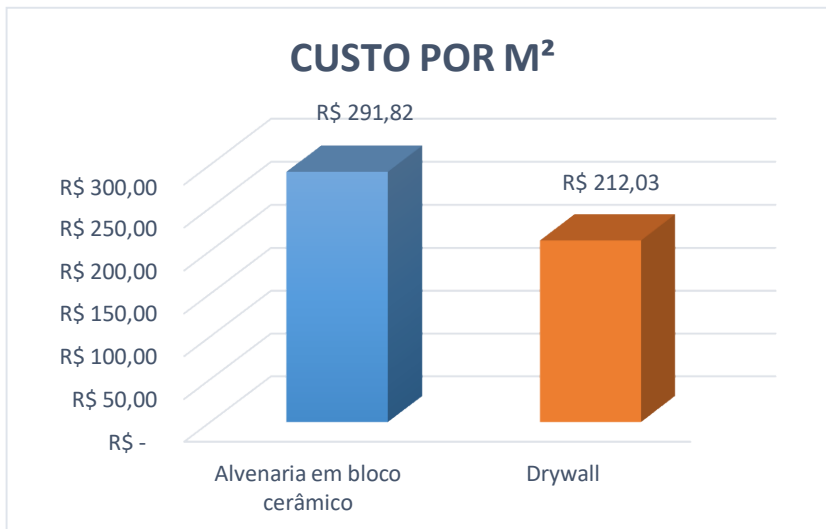
Fonte: Autores (2021)

Gráfico 1 – Comparação do valor total do pavimento tipo executado com steel frame-drywall x alvenaria convencional (material e mão-de-obra).



Fonte: Autores (2021)

Gráfico 02 – Custos por m² de cada sistema construtivo.



Fonte: Autores (2021)

No Gráfico 3 é apresentada o custo referente somente às divisórias internas comparando os dois sistemas construtivos estudados. Observa-se que houve uma redução de 54,97%, o equivalente a R\$ 8.992,57, apresentada pelo sistema steel frame-drywall. Esta diferença é evidenciada quando comparados os materiais utilizados na estrutura dos referidos sistemas.

Gráfico 3 – Comparação do valor somente das divisórias internas dos dois sistemas (material e mão-de-obra).



Fonte: Autores (2021)

Os Gráficos a seguir apresentam os comparativos entre os serviços que foram orçados, os quais contemplam revestimentos (argamassados e cerâmicos) e pintura, ratificando a tendência de valores mais elevados para a opção de divisórias internas executadas com blocos cerâmicos.

Apresentam-se no Gráfico 4 os valores referentes aos serviços de revestimentos. O sistema construtivo em steel frame-drywall tornou-se mais viável economicamente devido ao fato deste não necessitar de aplicação de chapisco nas paredes.

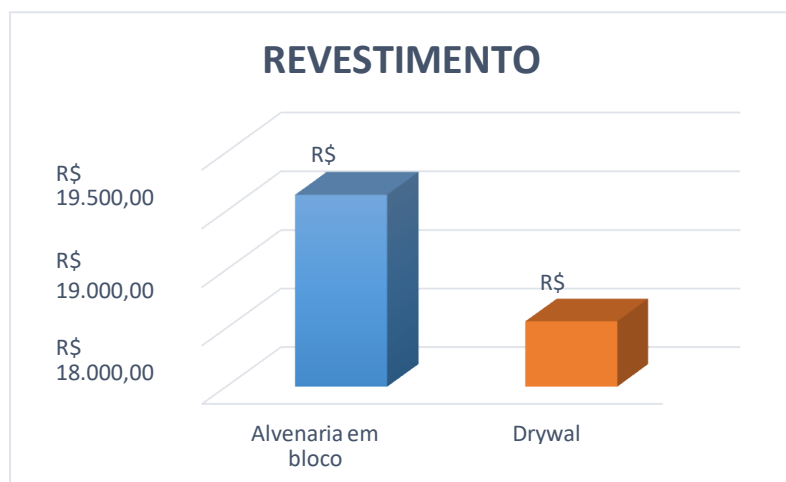
No Gráfico 5 é possível observar que não houve diferença entre os valores atribuídos ao serviço de pintura para ambos sistemas. Isso porque para tal estudo foram considerados os mesmos materiais e mesmo custo para a mão-de-obra.

Embora verificando que a opção para execução das divisórias internas do pavimento tipo no sistema steel frame-drywall mostrou ser a mais economicamente viável, a mesma também pode ser considerada uma solução em potencial para o setor tendo em vista a redução do consumo de matéria prima e, conseqüentemente, de desperdício de material, além da flexibilização espaços/layout internos, isso ocorre porque as paredes possuem uma espessura inferior a alvenaria de bloco cerâmico, conforme Heringer (2018) e Centofante (2019).

Além da quantidade de material e recursos naturais que seriam economizados, o tempo necessário para a execução das divisórias internas do pavimento tipo é menor em

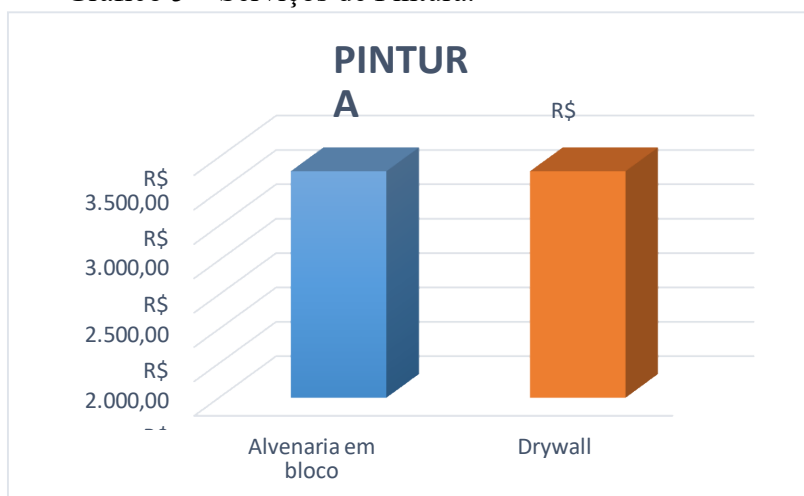
relação à execução das mesmas divisórias em blococerâmico. Salienta-se que para este estudo não foram elaborados e analisados os cronogramas de execução das respectivas alternativas para divisórias internas do pavimento tipo. Porém, teve-se como base para a observação feita em relação à diferença no tempo de execução, informações e dados reais obtidos do acervo de referências utilizadas nesta pesquisa. Complementa-se ainda, que essa demora na execução do sistema convencional em alvenaria se deve ao fato de mesmo necessitar de etapas, como, por exemplo, montagem, execução de chapisco e cura do mesmo, entre outros. Enquanto no sistema steel frame- drywall, as divisórias já estão prontas, sendo necessário somente realizar a montagem das mesmas e, posteriormente, realizar os demais serviços.

Gráfico 4 – Serviços de Revestimentos.



Fonte: Autores (2021)

Gráfico 5 – Serviços de Pintura.



Fonte: Autores (2021)

Em média a alvenaria convencional tem um rendimento diário, considerando os serviços de um pedreiro e um ajudante, igual a 15 m²/dia. Enquanto que o sistema steel frame-drywall, sendo executado por um montador, pode render até 30 m²/dia. No Quadro 4, apresenta-se a produtividade para realizar o levantamento das paredes internas de ambos sistemas construtivos. Vale salientar que não está incluso o tempo necessário para a execução das instalações elétricas e hidráulicas.

Quadro 4 – Comparativo de produtividade.

COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE		
Métodos Construtivos	Cálculo	Total (Dias)
Alvenaria em bloco cerâmico	126,23m ² /15m ²	8,42
Drywall	126,23m ² /30m ²	4,21
Diferença em dias		4,21

Fonte: Adaptado de Silva (2018)

Analisando o Quadro 4 nota-se que o sistema steel frame-drywall precisa de metade do tempo, quando comparado ao sistema de alvenaria convencional, para ser executado. Evidencia-se, dessa forma, a otimização das demais frentes de trabalho decorrentes dessa etapa, como por exemplo pintura, aplicação dos revestimentos argamassados e cerâmicos. Destaca-se ainda como ganho de produtividade a execução do piso cerâmico nos ambientes. Tendo em vista que no referido sistema executa-se a regularização da laje em todo pavimento, aplicando posteriormente o piso cerâmico, não havendo interrupções da paginação prevista e, conseqüentemente recortes nas peças, em decorrência das alvenarias internas.

Considerações Finais

A busca de novos materiais e métodos construtivos que ofereçam maiores benefícios para a construção civil já é a realidade de muitos profissionais. E uma dessas técnicas, já utilizada em diversos países, é a execução do steel frame- drywall. Um sistema construtivo estrutural a seco, rápido e limpo, tendo em vista a não utilização de argamassa para assentamento das peças, mas sim utilização de perfis de aço, com a possibilidade de fechamento em gesso cartonado (drywall). Este método traz diversos benefícios quando comparado com o sistema construtivo de alvenaria convencional, conforme já apresentado no Quadro 1.

Após as análises realizadas ao longo do referido trabalho, conclui-se que o emprego do sistema steel frame-drywall em vedações internas, para o estudo de caso, é a opção mais viável economicamente, pois houve uma redução de 9,02% no orçamento, o equivalente a R\$ 10.072,53.

Em relação ao prazo de execução, o sistema steel frame-drywall é satisfatoriamente mais vantajoso que a alvenaria de bloco cerâmico. Segundo os dados encontrados, trata-se de um sistema rápido, tendo em vista que neste processo os perfis já chegam prontos na obra, necessitando somente realizar sua montagem, enquanto no sistema de alvenaria é necessário realizar algumas etapas; sendo assim, o sistema steel frame reduz pela metade o tempo de execução das paredes, fazendo com que se tenha ganho de tempo no cronograma.

O sistema steel frame- drywall possui outras vantagens em relação a alvenaria de bloco cerâmico, como, a diminuição da carga total da edificação, gerando redução das ferragens e concreto, e também da fundação, podendo assim, reduzir ainda mais o custo da obra. Além de se tratar de um sistema limpo, flexível e planejado, gerando menos desperdícios de materiais e resíduos, já que não é necessário realizar rasgos nas paredes para a passagem de tubulações, tornando-o mais sustentável.

Mesmo diante das vantagens pontuadas do sistema steel frame-drywall, ele ainda é o método menos executado no Brasil comparado ao método convencional de alvenaria de bloco cerâmico. Isso se deve ao conservadorismo em relação à utilização de um novo modo de construção, além da necessidade de mão-de-obra especializada. Em contrapartida, a alvenaria de bloco cerâmico não se faz necessário a mão-de- obra especializada, fazendo com que exista diversos operários a disposição no mercado de trabalho.

Contudo, conclui-se que o steel frame-drywall é um sistema eficiente, rápido, sustentável e econômico, quando comparado ao sistema de alvenaria convencional.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120. Cargas para o cálculo de estruturas de edificação. Rio de Janeiro, 1980.

CENTOFANTE, Yohanna Rodrigues et al. Comparação dos sistemas construtivos de vedação vertical interna em alvenaria convencional e chapas de gesso acartonado. 2019.

HERINGER, Abigail Silva. Análise de custos e viabilidade entre drywall e alvenaria convencional. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2018.

MELO, Vitor; CARVALHO, Laísa Cristina. Vantagens em adotar o light steel Fframe: Comparativo entre o método construtivo Light SteelFrame e o método convencional de alvenaria. Minas Gerais: UNIS, 2018.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. Análise Comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o Sistema Construtivo Tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2012.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil. Relatórios de Insumos e Composições. 2021. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662>. Acesso em: 03 de novembro de 2021.

TCPO – Tabela de composição de Preço para Orçamento. São Paulo. PINI, 2012. 630 p. 14ª ed.

TRES, Karina. Utilização do sistema drywall em uma edificação residencial: análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e drywall. Tubarão: UNISUL, 2017.

THOMAZ, Ercio et al. Código de Práticas N° 01: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT, 2009. 65 p.

CAPITULO 5**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL UNIFAMILIAR NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC****Marcia Volpato Lubave****Julio Preve Machado****Aline Mendes****Camila Lopes**

Resumo: A ocorrência de manifestações patológicas em edificações é muito frequente; o que torna necessário investigar suas causas/origens e propor medidas de intervenção. Tendo em vista que estas manifestações podem comprometer a segurança, o uso e a durabilidade de uma obra. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi diagnosticar as manifestações patológicas existentes em uma edificação unifamiliar, localizada no município de Braço do Norte/SC. Para tanto, foi realizado o mapeamento das manifestações encontradas, descritas as possíveis origens/causas e proposto medidas de intervenção. E com a utilização da ferramenta GUT (gravidade, urgência, tendência), indicou-se a tomada de decisão referente à ordem de priorização dos reparos. Ressalta-se que, utilizando-se de registros fotográficos do banco de dados dos proprietários da referida edificação, datados do ano de 2019, foi possível o acompanhamento qualitativo da evolução das patologias identificadas. Os registros fotográficos e históricos da edificação foram realizados por meio de visitas *in loco*. Os resultados desta pesquisa revelaram que as principais causas das patologias da obra em estudo, estão relacionadas à ausência de elementos estruturais como pilares, vigas, vergas e contra vergas. Desse modo, é possível concluir que é imprescindível que o diagnóstico das manifestações patológicas seja efetuado de forma precisa e clara, para que a intervenção seja bem efetuada, a fim de proporcionar conforto e segurança apropriados ao usuário.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, diagnóstico, intervenção.

Introdução

A cada ano que passa, há mais avanços nas tecnologias empregadas na construção civil, sejam nos softwares, técnicas de trabalho ou inovações em materiais de construção. Mas, ainda pode-se observar que os números de edificações relativamente novas estão apresentando diversos tipos de manifestações patológicas. A falta de um plano de trabalho, o uso inadequado de materiais relacionados ao cuidado durante o processo de implantação, as adaptações relacionadas ao uso e a falta de manutenção, danificaram muitas edificações, reduzindo sua durabilidade, eficiência e estética (MARCOLINO et al., 2019).

A ciência das patologias das construções pode ser entendida como um ramo da engenharia que estuda os sintomas, as causas e as origens dos vícios construtivos que ocorrem nas edificações (DO CARMO, 2003). Segundo Helene (2003), as patologias não ocorrem nas construções de forma isolada ou sem motivo, normalmente tem uma origem relacionada a erros em pelo menos uma etapa do processo de construção. Para eliminar as manifestações patológicas existentes, é necessário realizar um estudo detalhado de sua origem (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

A falta de manutenção em uma construção levará a pequenas manifestações patológicas, onde a mesma teria custos de recuperação baixos. Porém, sem a manutenção adequada, pode evoluir para grandes problemas, tendo desempenho insatisfatório e um ambiente insalubre, possível insegurança estrutural e gerando altos custos de recuperação (GONÇALVES, 2015). Além desses custos, os danos ambientais causados pelos resíduos gerados pela demolição e reconstrução final são um problema que precisa ser otimizado para o benefício da sociedade (IBAPE-SP, 2012).

Com base no exposto, o presente trabalho tem como principal objetivo diagnosticar as patologias existentes em uma edificação residencial unifamiliar, localizada no município de Braço do Norte/SC. Para tanto, como objetivos específicos pretende-se realizar um mapeamento das manifestações patológicas encontradas; descrever as possíveis origens/causas e propor medidas de intervenção; por meio da ferramenta GUT, classificar essas manifestações a fim de definir prioridades nas ações/soluções encontradas e assim promover a segurança, o uso e a qualidade das atividades desenvolvidas na respectiva edificação.

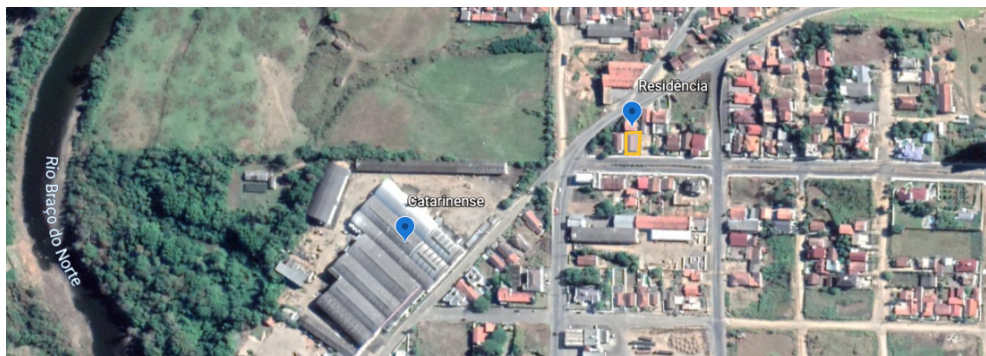
A escolha do tema proposto se faz relevante uma vez que o conceito de manifestação patológica está presente em grande parte das edificações. Em âmbito social,

visto que a residência unifamiliar é um tipo comum de edificação no Brasil. Em âmbito acadêmico, há diversos trabalhos abordam esse tema. Havendo muito material para pesquisa (KUHL, 2020; OLIVEIRA, 2019; CORRÊA e MACHADO, 2017; MENDES; ALVARENGA e LIMA, 2017). Já como âmbito científico, esse trabalho solidifica para as pesquisas já realizadas por outros autores, acarretando no surgimento de novos pontos a serem abordados sobre este assunto. Em virtude de haver poucos trabalhos que apresentam em sua metodologia o acompanhamento da evolução das patologias identificadas, surgiu a ideia de unir o acervo fotográfico de 2019, mais as ferramentas utilizadas (lista de verificação e matriz GUT) a fim de implementar a inspeção predial, para melhor compreender as possíveis origens e propor medidas de reparo específicas, o que instiga ainda mais o interesse nesta pesquisa.

Procedimentos Metodológicos

O objeto de estudo da pesquisa compreende uma residência unifamiliar, com sistema construtivo misto – madeira e estrutura de concreto e alvenaria de bloco cerâmico, com aproximadamente 101 m², localizada na cidade de Braço do Norte, no Sul do Estado de Santa Catarina. Na Figura 1 pode ser visualizada a localização da residência.

Figura 1 - Localização da residência unifamiliar, objeto de estudo.



Fonte: Google Earth (2021).

Cabe ressaltar que a edificação foi executada em duas etapas: a primeira, a aproximadamente 70 anos, foi a estrutura em madeira, que é composta pelos quartos e sala, totalizando 54 m². Após, fora construído em concreto e bloco cerâmico, uma cozinha provisória, um banheiro e uma despensa, totalizando 23 m². A segunda parte foi construída por volta de 10 anos após a primeira, sendo que esta fica separada do restante dos cômodos da residência. A segunda parte também foi construída em concreto e bloco

cerâmico e é composta por uma lavanderia e a cozinha definitiva, totalizando 24 m². A Figura 2 mostra a fachada frontal da edificação, enquanto que a Figura 3 a representação da planta baixa da residência com a descrição dos cômodos e dos sistemas construtivos executados, produzida com o software AutoCAD. Esta última foi utilizada, posteriormente, para o correto mapeamento das manifestações patológicas identificadas, a partir das informações coletadas na lista de verificação apresentada no Quadro 01.

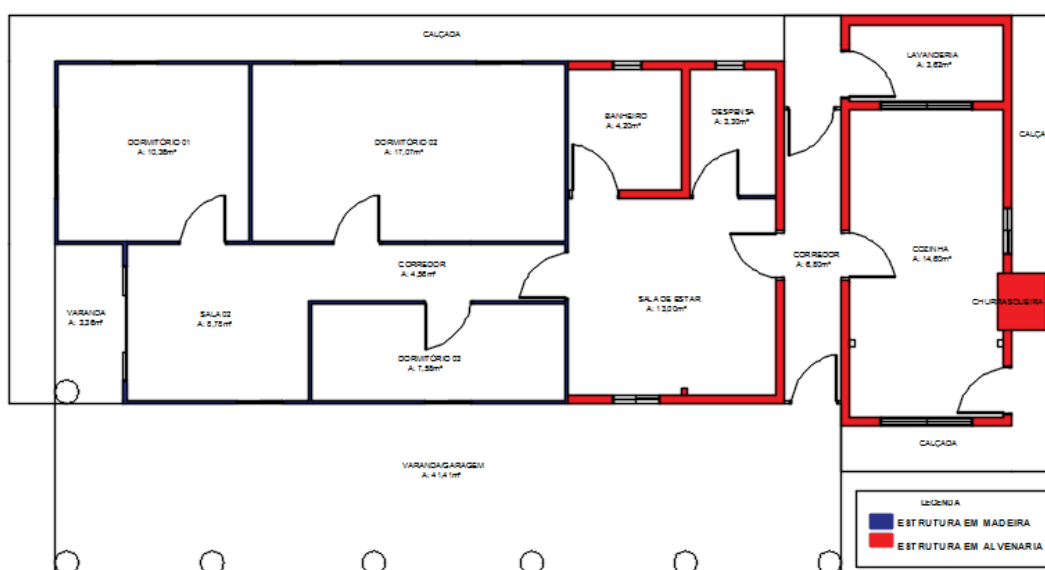
Salienta-se que o foco da pesquisa foi à parte da edificação executada em concreto armado e alvenaria de bloco cerâmico, tendo em vista que a estrutura de madeira não apresentou patologias evidenciadas.

Figura 2 - Fachada frontal da residência unifamiliar, objeto de estudo.



Fonte: Autores (2021).

Figura 3 - Planta baixa da edificação.



Fonte: Autores (2021).

A primeira etapa do estudo foi a coleta de dados relativos a infra e superestrutura existentes, por meio de visitas *in loco* e registros fotográficos. Para auxiliar no processo de vistoria do local, foi elaborada a lista de verificação das manifestações patológicas, conforme Quadro 1. Além do levantamento da história da edificação, por meio de relatos dos moradores e dos problemas apresentados.

Quadro 1 - Lista de vistoria

LOCAL	ITENS VISTORIADOS			MANIFESTAÇÕES DETECTADAS
	Estrutura de concreto	Piso	Alvenaria	
Área de Serviço				
Varanda/Garagem				
Banheiro				
Cozinha				
Dispensa				
Sala de estar				

Fonte: Autores (2021)

A segunda etapa da pesquisa foi à elaboração do diagnóstico da situação, pontuando os fenômenos existentes, identificando as relações de causa e efeito que caracterizaram as manifestações patológicas.

Na análise dessas manifestações, foi aplicada a classificação de acordo com o método GUT que avalia Gravidade, Urgência e Tendência de cada patologia a fim de definir prioridades nas ações/soluções encontradas. Silva (2017) recomenda que a ordem de prioridade seja disponível em ordem decrescente, classificada por meio de métodos GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). Meireles (2001), a gravidade considera a intensidade dos danos que o problema pode causar se nada for feito, analisando-o qualitativa ou quantitativamente. Para urgência, considera-se o tempo existente para resolver uma dada situação. Já a tendência, é entendida como o padrão de evolução da situação, na ausência da ação. Todos estes, por sua vez, são avaliados em escala de 1 a 5 (Tabela 1) e, para obter o resultado basta multiplicar. Feito o cálculo, elabora-se outra Tabela conforme ordem de priorização encontrada, dando a devida importância para cada situação (PERIARD, 2011).

Ressalta-se que foram disponibilizados pelos proprietários da edificação, registros fotográficos das manifestações patológicas observadas na edificação no ano de 2019. Assim, foi possível avaliar, de forma qualitativa, a evolução dos problemas identificados.

A terceira etapa contemplou a busca de soluções, com o intuito de indicar melhorias/reparos a serem executados.

Tabela 01 – Critérios de pontuação

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irà piorar em longo prazo
3	Grave	O mais rápido possível	Irà piorar
4	Muito grave	É urgente	Irà piorar em pouco tempo
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irà piorar rapidamente

Fonte: Adaptada de Periard (2011).

Resultados e Discussão

A partir das visitas *in loco*, foi constatado que a edificação não apresenta elementos estruturais em concreto armado, como pilares, vigas e laje em seu sistema construtivo. De acordo com furos de inspeção no solo, verificou-se que a fundação da residência se trata de pedras de alicerce apoiadas diretamente sobre este. Salienta-se a ausência de sondagem do solo no terreno, a fim de possibilitar a caracterização deste, o correto dimensionamento da sua capacidade de carga e a escolha da melhor solução técnica e econômica para a fundação.

Constatou-se então, que a residência foi concebida em alvenaria de bloco cerâmico maciço com argamassa de argila (Figura 4), tendo o revestimento argamassado aproximadamente 2cm de espessura. Ressalta-se que este apresenta focos de pulverulência em diversos locais.

Baseado nas informações coletadas na lista de verificação, apresentada no Quadro 01, fez-se o mapeamento das manifestações patológicas observadas, conforme mostra a Figura 05.

Pode-se perceber a existência de manifestações patológicas relacionadas principalmente a trincas e fendas, manchas e umidade, deslocamento do revestimento e rebaixamento de piso.

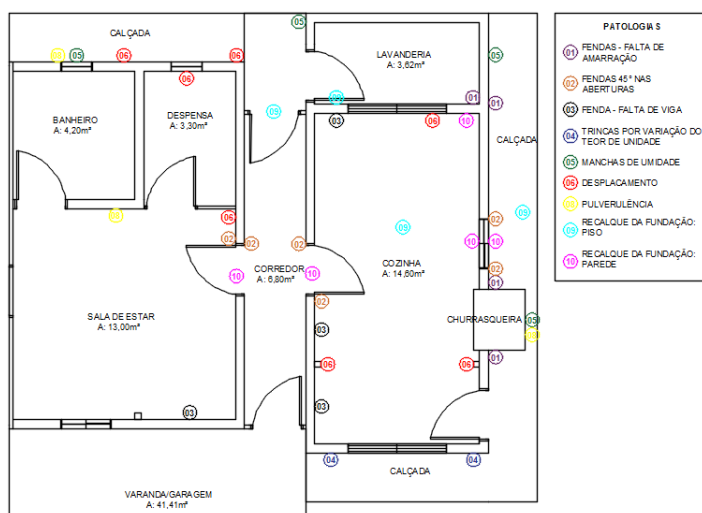
O diagnóstico e os planos de intervenção dos problemas encontrados foram determinados com base nas referências bibliográficas estudadas. Salienta-se que as imagens datadas do ano de 2019 apresentadas no relatório, fazem parte do acervo dos proprietários da edificação e foram disponibilizados por estes, com o intuito de avaliar a evolução das manifestações patológicas, de forma qualitativa.

Figura 4 – Estrutura de alvenaria



Fonte: Autores (2021)

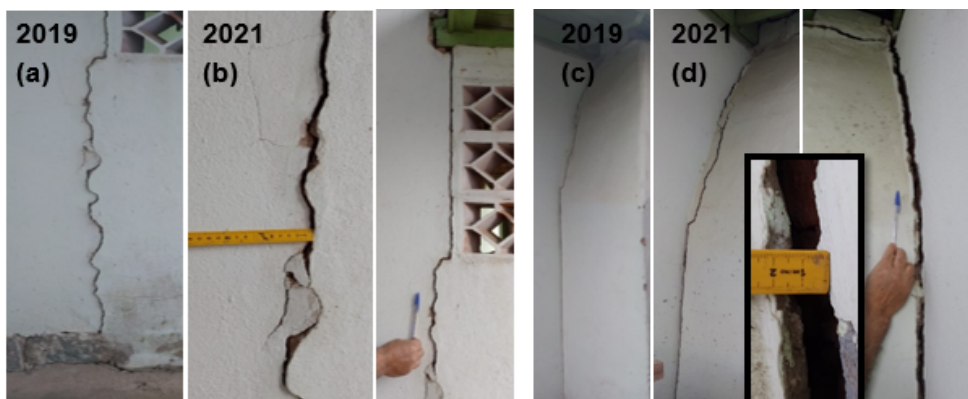
Figura 5 – Mapeamento das manifestações patológicas identificadas na residência (Parte de alvenaria de bloco cerâmico).



Fonte: Autores (2021).

A Figura 6 apresenta problemas relacionados a fendas existentes na fachada, ocasionadas possivelmente pela não amarração/travamento das alvenarias. Devido à espessura do vão ser superior à 1,5mm essas aberturas são consideradas fendas (IBAPE/SP, 2012). As imagens (a) e (b) são referentes à intersecção dos cômodos, cozinha e lavanderia. Já as imagens (c) e (d), são da churrasqueira anexada à cozinha. Observa-se na imagem (b), registro atual, quando comparada à imagem (a), datada de 2019, a evolução da abertura no local (fenda), além do possível deslocamento do revestimento argamassado. A imagem (c) aponta a presença de trincas no entorno da parede externa da churrasqueira, o que agravou com o passar do tempo, caracterizando a abertura, devido ao aumento da sua espessura (2cm), como fenda. O Quadro 2 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 6 - Fendas verticais na fachada causadas por falta de amarração



Fonte: Autores (2021).

Quadro 2 - Características dessas manifestações patológicas

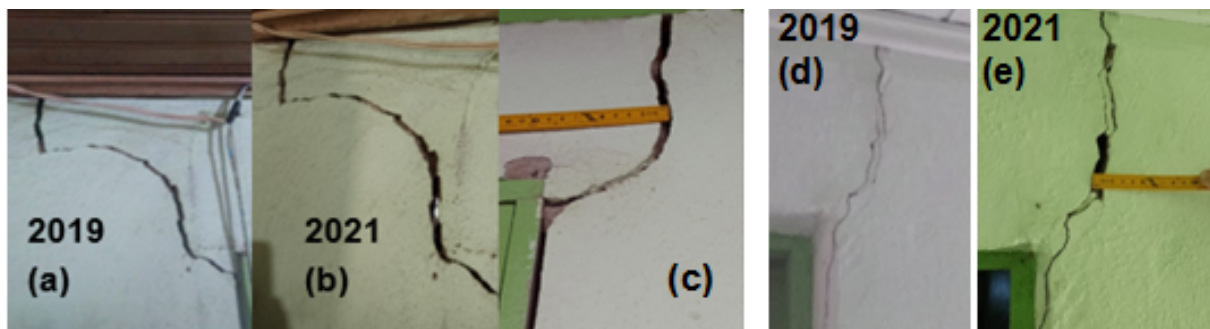
Descrição visual	Fendas verticais em toda a extensão do pé direito, com espessura de 2cm;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Falta de amarração entre as alvenarias;
Mecanismo de ocorrência	Devido à falta de amarração, as movimentações ficam livres nas paredes, ocorrendo com o tempo essas fendas verticais características. A variação térmica faz com que ela se expanda ou se contraia, dependendo da temperatura a qual fica exposta;
Intervenção	Limpeza da mesma, depois introdução de armaduras no trecho fissurado ou até mesmo telas metálicas, traspassando a fratura em aproximadamente 15 cm para cada lado; após, finalizar com reboco e pintura. Também para reforço, pode-se utilizar o grampeamento, fazendo uma furação no concreto para amarração das extremidades dos grampos, preenchendo os vazios (dos grampos) com adesivo apropriado. E, por último, aplicação do graute ou selante de base epóxi nos vazios das furações.

Fonte: Autores (2021).

A Figura 7 apresenta problemas relacionados a fendas causadas pela não execução de verga e contra-verga. De acordo com a IBAPE/SP (2012), é considerada fenda, devido seu vão ultrapassar 1,5mm. As imagens (a), (b) e (c), tratam-se de fendas localizadas acima da janela da cozinha, vistas interna e externa do referido cômodo, medindo, no ano de 2021, 1cm de espessura. Já as imagens (d) e (e) ilustram a manifestação patológica sobre a porta de entrada para a sala, medindo atualmente, na sua maior abertura, 1cm. Observa-se visualmente o avanço das manifestações patológicas no decorrer dos anos, bem como o surgimento de novos problemas, após os registros datados do ano de 2019, como por exemplo, a fenda evidenciada sobre a porta de entrada para a sala, na parte interna do cômodo. Na imagem (d) (2019) nota-se que não havia ocorrido o

deslocamento de parte do reboco da parede, o que aconteceu posteriormente, no registro atual, conforme é mostrado na imagem (e). O Quadro 3 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 7 – Fendas causadas pela não execução de verga e contraverga



Fonte: Autores (2021).

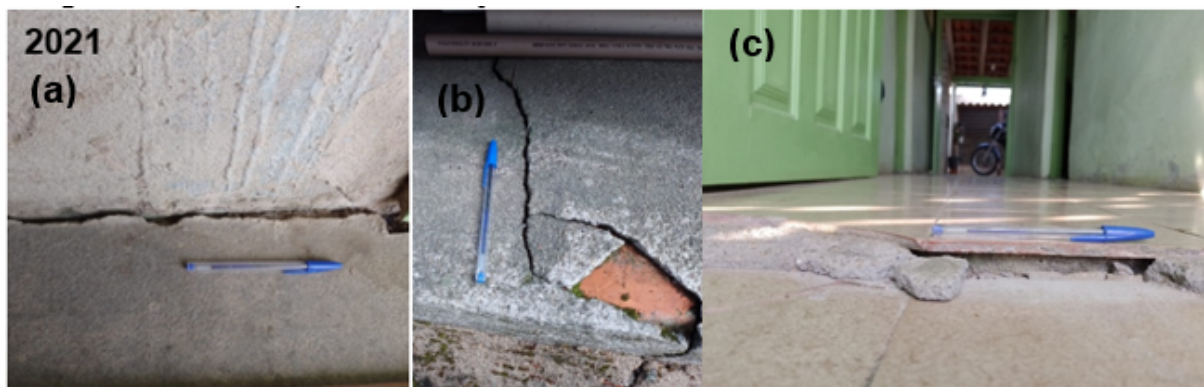
Quadro 3 - Características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Fendas verticais a 45° nas partes inferior e superior das aberturas;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Ausência de elemento estrutural verga e contraverga para auxiliar na distribuição de tensões e cargas nos vãos das janelas e das portas;
Mecanismo de ocorrência	Esta manifestação ocorre quando não se executa verga e/ou contraverga, ou ainda quando as mesmas não suportam as cargas solicitadas, ocorrendo então às fissuras com ângulo de 45° nos cantos da abertura;
Intervenção	Fazer o “rasgo” na parede e construir verga e contraverga. No caso das fendas já existentes, deve-se fazer a limpeza da mesma, de pois introduzir armaduras no trecho fissurado ou até mesmo telas metálicas, traspassando a fratura em aproximadamente 15 cm para cada lado, após finalizar com reboco e pintura. Também para reforço, pode-se utilizar o grampeamento, fazendo uma furação no concreto para amarração das extremidades dos grampos e preenchendo os vazios (dos grampos) com adesivo apropriado. E, por último, aplicação do graute ou selante de base epóxi nos vazios das furações.

Fonte: Autores (2021).

A Figura 8 apresenta rebaixamento no piso. A imagem (a) refere-se ao piso próximo à parede que divide a lavanderia e a cozinha; a imagem (b) mostra a calçada que fica nos fundos da cozinha; e a imagem (c) ilustra a circulação entre a cozinha e a sala de estar. Salienta-se que as manifestações patológicas evidenciadas aconteceram posteriores ao ano de 2019, data do acervo fotográfico disponibilizado. Nota-se que em um período de aproximadamente 2 anos, houve um rebaixamento no piso medindo 1cm, conforme imagens (a) e (b) e 2cm, conforme imagem (c). O Quadro 4 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 8 - Recalque na fundação: Piso



Fonte: Autores (2021).

Quadro 4 - Características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Fendas localizadas nos pisos, com rebaixamento de partes;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Recalque diferencial da fundação executada na área próxima à lavanderia, definição errônea da solução para fundação ou má compactação do solo antes da realização dos serviços;
Mecanismo de ocorrência	Essas patologias podem se apresentar de formas diferentes, com fendas em 45° ou na vertical. Parte da estrutura está se deslocando para baixo, causando o tracionamento do restante, resultando na ruptura;
Intervenção	Fazer um estudo/investigação do solo, a fim de verificar se sua resistência é compatível com as cargas atuantes na estrutura da residência. Caso não atenda, fazer tratamento do solo por injeção de alta pressão para aumentar a resistência do mesmo. Recomenda-se realizar macaqueamento da estrutura para reparar a fundação, nivelando a parte que está mais baixa. Já para o piso que está danificado, sugere-se a retirada, limpeza e a execução de um novo contra piso com malha metálica, para posterior aplicação de novo piso cerâmico.

Fonte: Autores (2021).

As Figuras 9 e 10 apresentam fendas localizadas nas alvenarias de determinados cômodos, possivelmente ocasionadas por recalque diferencial na fundação. Na Figura 9 é apresentada a continuação das fendas que se estendem desde a base (piso) da cozinha até o oitão do telhado. Nota-se que não houve evolução visível do problema quando comparados os registros fotográficos realizados em 2019 e atualmente. Já na Figura 10 as imagens (a) e (b) referem-se à parede que divide a cozinha e a lavanderia. Nota-se, a evolução da fenda na parte superior da alvenaria, quando comparada a manifestação entre os anos de 2019 e dias atuais, onde houve o deslocamento de parte do reboco e o alargamento da abertura, cotado em 4cm. As imagens (c) e (d) são registros da referida patologia sobre a porta e na parede entre a cozinha e a circulação, datadas de 2019 e dias

atuais. Já as imagens (e) a (h) ilustram as vistas interna e externa da parede da cozinha, pontuando o surgimento de trincas que evoluíram para fendas, ao longo do tempo. Essas aberturas são consideradas fendas, devido à espessura do vão ser superior a 1,5mm segundo IBAPE/SP (2012). O Quadro 5 descreve o diagnóstico destas manifestações.

A Figura 11 apresenta fendas localizadas na parte superior da parede da cozinha, possivelmente ocasionadas pela não execução de viga de cintamento das alvenarias, e excesso de carga provinda do apoio da estrutura do telhado diretamente sobre estas. As vigas de cintamento geralmente são feitas em concreto armado e são usadas para envolver construções de alvenaria com a função de evitar possíveis desagregamentos e fissuramento (E-Civil). Analisando a Figura 11, onde são comparadas as imagens da patologia registrada no ano de 2019 e, posteriormente, nos dias atuais, nota-se que a trinca existente se manteve estável entre esse período. Em visita in loco, a abertura foi medida e cotada em 0,5 cm. O Quadro 6 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 9 – Recalque das fundações: Base do telhado



Fonte: Autores (2021).

Figura 10 - Recalque na fundação: Paredes



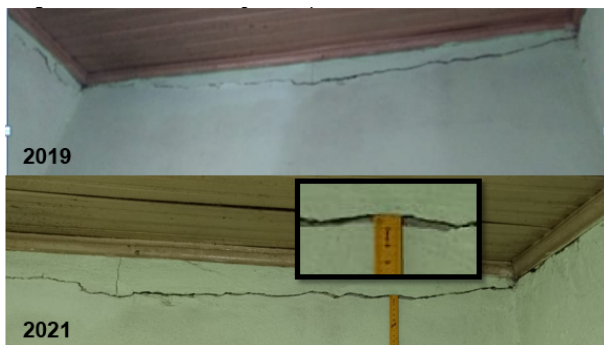
Fonte: Autores (2021).

Quadro 5 - Características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Fendas localizadas nas paredes, com 1cm a 2cm de espessura;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Recalque diferencial da fundação executada na área próxima à lavanderia, definição errônea da solução para fundação ou má compactação do solo antes da realização dos serviços. Inexistência de elementos estruturais;
Mecanismo de ocorrência	Essas patologias podem se apresentar de formas diferentes, com fendas em 45° ou na vertical. Parte da estrutura está se deslocando para baixo, causando o tracionamento do restante, resultando na ruptura;
Intervenção	Fazer um estudo/investigação do solo, a fim de verificar se sua resistência é compatível com as cargas atuantes na estrutura da residência. Caso não atenda, fazer tratamento do solo por injeção de alta pressão para aumentar a resistência do mesmo. Recomenda-se realizar macaqueamento da estrutura para reparar a fundação, nivelando a parte que está mais baixa. Para a correção das fendas, recomenda-se realizar a limpeza das mesmas, para posterior introdução de armaduras no trecho fissurado ou até mesmo telas metálicas, traspassando a fratura em aproximadamente 15 cm para cada lado, após finalizar com reboco e pintura. Também para reforço, pode-se utilizar o grampeamento, fazendo uma furação no concreto para amarração das extremidades dos grampos e preenchendo os vazios (dos grampos) com adesivo apropriado. E, por último, aplicação do graute ou selante de base epóxi nos vazios das furações.

Fonte: Autores (2021).

Figura 11 – Fendas na parte superior da parede da cozinha.



Fonte: Autores (2021).

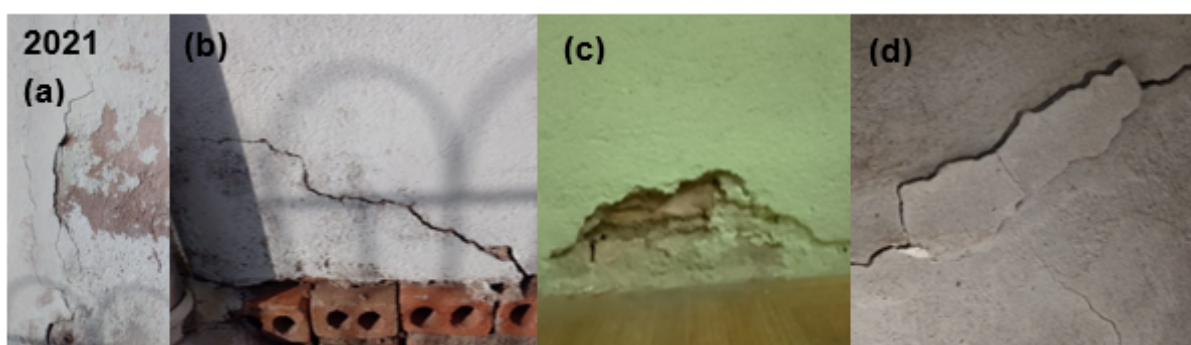
Quadro 6 - São características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Fendas horizontais na parte superior da parede, com espessura de aproximadamente 0,5 cm;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Não execução de viga de cintamento das alvenarias e excesso de carga provinda do apoio da estrutura do telhado diretamente sobre estas;
Mecanismo de ocorrência	Devido a estrutura de o telhado estar apoiada diretamente sobre a alvenaria de blocos cerâmicos, os quais não apresentam resistência estrutural, as cargas provindas desta estrutura geram elevadas tensões pontuais que excedem a capacidade de carga dos elementos construtivos, resultando no surgimento dessas aberturas;
Intervenção	Fazer o escoramento do telhado; realizar a abertura do local para a execução do elemento estrutural (viga de cintamento das alvenarias): forma, colocação da armadura e posterior concretagem; cura do concreto; aplicação do revestimento e acabamento.

Fonte: Autores (2021).

A Figura 12 apresenta problemas relacionados à existência de umidade e descolamento de pintura. A imagem (a) refere-se à parede externa do banheiro, já as imagens (b) e (d) mostram manifestações ocorridas, respectivamente, na parte inferior da parede externa da despensa, e na parede interna, acima da janela, no mesmo cômodo. A imagem (c) ilustra o problema identificado na parte inferior da parede divisa da sala com a circulação. Salienta-se que as manifestações patológicas evidenciadas aconteceram posteriores ao ano de 2019, data do acervo fotográfico disponibilizado. O Quadro 7 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 12 – Descolamento/destacamento



Fonte: Autores (2021).

Quadro 7 - São características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Deslocamento da película de tinta e deterioração do reboco que se desagrega e solta com facilidade;
Classificação	Endógena. Grau de risco: crítico;
Causas prováveis	Má impermeabilização e argamassa com traço inadequado, e/ou pela inexistência da camada de chapisco;
Mecanismo de ocorrência	Devido a essas possíveis causas, a camada de reboco acaba se descolando facilmente da parede;
Intervenção	Remoção do reboco; limpeza do local atingido; impermeabilização do local; aplicação de revestimento e acabamento; realização de manutenções periódicas.

Fonte: Autores (2021).

A Figura 13 apresenta problemas relacionados à variação do teor de umidade: trincas. O Quadro 8 descreve o diagnóstico destas manifestações.

A Figura 14 apresenta problemas relacionados a manchas e pulverulência em revestimentos de paredes. As imagens (a) referem-se a parede exterior da lavanderia; as imagens (b) mostram as manifestações patológicas na parede da churrasqueira que fica anexa a cozinha e as imagens (c) são ilustram o problema localizado na parede externa do banheiro. Analisando as imagens das manifestações patológicas ao longo do tempo, é

perceptível o alastramento das manchas e a ocorrência de pulverulência no revestimento argamassado das paredes. O Quadro 9 descreve o diagnóstico destas manifestações.

Figura 13 – Trincas por variação do teor de umidade na fachada externa da cozinha



Fonte: Autores (2021).

Quadro 8 - São características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Trinca horizontal na base do pé direito;
Classificação	Endógena. Grau de risco: Mínimo;
Causas prováveis	Variação do teor de umidade e a inexistência ou má impermeabilização da estrutura em contato direto com o solo;
Mecanismo de ocorrência	A mudança dimensional devido à absorção ou perda de umidade. A umidade pode atingir a estrutura de alvenaria de várias maneiras, mais comum devido à falta de impermeabilização perto da região de espalda inferior perto do piso, onde começa a penetrar e se alastra por capilaridade;
Intervenção	Remoção do reboco, limpeza do local, aplicação do impermeabilizante, aplicação da nova camada de reboco, cura dele, finalização com pintura, realização de manutenções periódicas.

Fonte: Autores (2021).

Figura 14 - Manchas de umidade e pulverulência



Fonte: Autores (2021).

Quadro 9 - São características destas manifestações patológicas

Descrição visual	Mancha de umidade por infiltração e pulverulência ao toque;
Classificação	A e C: Funcional, B: Natural. Grau de risco: Mínimo;
Causas prováveis	Inexistência ou má impermeabilização da alvenaria e/ou estrutura em contato direto com o solo;
Mecanismo de ocorrência	Imagens A e C: Sendo em paredes de áreas molhadas esta manifestação patológica pode ter sido causada por fatores funcionais, isso quer dizer, pelas paredes internas não terem uma boa estanqueidade e impermeabilização, a água utilizada dentro do ambiente, acaba percolado e se infiltrando para dentro da parede, causando as manchas na fachada externa; Imagem B: O próprio ambiente causou as manchas, pela inexistência de impermeabilização;
Intervenção	Limpeza do local, retirada do reboco danificado (na parede externa e interna das imagens A e C). Após, fazer a retirada, aplicar o impermeabilizante específico e refazer o reboco. Por fim, realizar a pintura. Já na parte interna é recomendado fazer o acabamento com piso cerâmico, ou com pintura com tinta emborrachada.

Fonte: Autores (2021).

As principais manifestações patológicas encontradas na residência foram: a maior parte foi decorrente do recalque da fundação na área da lavanderia, devido isso, proporcionou uma serie de fendas superiores a 0,5cm. Outra manifestação muito frequente foi devido falta de elemento estrutural, como verga e contraverga, formando fendas a 45° nas aberturas, Ouriques e Machado (2018) também apresentaram problemas nesse sentido pela falta da execução de contraverga, e Oliveira (2019) apresentou fissuras pela sobrecarga da contraverga. Fendas verticais por falta de amarração entre estruturas também foram relevantes, tendo também aparecido em outros trabalhos como de Oliveira (2019), e de Mendes, Alvarenga e Lima (2017).

A Tabela 2 apresenta a classificação das manifestações patológicas identificadas no estudo de caso, conforme variáveis do método GUT. De tal modo, os produtos obtidos com a aplicação do método expressam a análise da problemática de cada manifestação, resultando na ordem de priorização de cada dano.

Tabela 2 – Ordem de prioridade de acordo com o método GUT

Ordem de prioridade	Manifestação Patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T
1°	Recalque na fundação: Piso	5	5	5	125
2°	Fendas pela falta de amarração entre estruturas	5	4	5	100
	Fendas pela falta de verga e contraverga	5	4	5	100
3°	Recalque na fundação: Paredes	4	3	4	48

4º	Recalque das fundações: Base do telhado	4	3	3	36
5º	Falta de vigas e excesso de cargas	3	3	2	18
6º	Descolamento/destacame nto	3	2	2	12
7º	Trincas por variação do teor de umidade	2	2	2	8
8º	Manchas de umidade e pulverulência	2	1	2	4

Fonte: Autores (2021)

Observa-se que a manifestação patológica referente a manchas de umidade e pulverulência apresenta pouca incidência e se expressa significativamente quanto ao estabelecimento da ordem de prioridades de resolução, visto que os problemas registrados no ano de 2019 quando comparados aos mesmos registros no ano de 2021, não apresentaram significativas alterações/evoluções. Entretanto, percebe-se a necessidade de intervenção imediata no que se refere à fundação da edificação, uma vez que a má execução desta gerou diversas manifestações patológicas.

Considerações Finais

As manifestações patológicas são anomalias que podem surgir em qualquer etapa de uma edificação, seja ainda na construção, ou mesmo depois de anos após a obra finalizada. Muitas vezes essas anomalias poderiam ser amenizadas, ou até evitadas por meio de manutenções periódicas. Porém, quando isso não ocorre de forma correta, podem ocasionar grandes problemas, trazendo desconforto aos usuários e até mesmo riscos à saúde.

O presente trabalho teve como principal objetivo diagnosticar as patologias existentes em uma edificação unifamiliar localizada no município de Braço do Norte (SC). E como objetivos específicos, fazer um mapeamento das manifestações patológicas encontradas, descrever suas possíveis origens/causas, para assim conseguir promover medidas de intervenção adequadas para cada caso, utilizando a ferram ferramenta GUT (gravidade, urgência e tendência) é possível simular qual a ordem de prioridade das ações de intervenção, para proporcionar aos usuários do imóvel, condição mínima de segurança e desempenho sem oferecer riscos durante a vida útil da edificação.

Salientando-se que o objeto de estudo não teve sua execução baseada em um projeto estrutural, no qual são dimensionados os elementos de concreto armado: pilares, vigas, lajes e fundação, conforme cargas atuantes na mesma e informações a respeito do

terreno a ser edificado. E, de acordo com informações obtidas por meio dos proprietários, não foram realizadas manutenções preventivas ao longo da vida útil da edificação. Devido a esses fatores, acabou agravando ainda mais as manifestações patológicas, chegando ao ponto de haver fendas com 2 cm de espessura.

Ademais, é importante frisar a necessidade das manutenções preventivas para o proprietário, mostrar a importância de identificar e tratar pequenos problemas patológicos de modo que estes não evoluam. Caso o problema seja negligenciado poderão oferecer riscos, e a manutenção será mais complexa e o custo financeiro maior. Uma vez que tais ações preventivas sejam realizadas periodicamente garantirão a vida útil esperada para a edificação.

Referências

CORRÊA, Daiane Crozeta e MACHADO, Júlio Preve. Patologia: um estudo de caso para identificar as possíveis manifestações patológicas na fachada de uma edificação pública localizada na cidade de São Ludgero –SC, 2017.

DO CARMO, Paulo Obregon. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

E-CIVIL, Copyright © E-Civil. Dicionário da construção civil. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-cinta-ou-cintamento.html>>. Acessado em: 18 Out. 2021.

GOOGLE EARTH. Programa de Imagem por Satélite. Datas das imagens:29 de maio de 2021. Braço do Norte/SC. Acesso em: 29 de maio de 2021.

HELENE, Paulo R. Do Lago. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, RedRehabilitar, 2003.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque. Buys. Estudo de Patologias e Suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações. Monografia, Engenharia Civil, UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

IBAPE. Inspeção Predial: Guia da Boa Manutenção. 3ª Ed. São Paulo: Leud.2012. 336 p.

KUHL, AlanArseno. Modelo de laudo técnico de avaliação de patologias – Estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia. Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL - Palhoça SC, 2020.

MARCOLINO, Laryssa Dantas et al. Fissuras, trincas e rachaduras em edificações residenciais unifamiliar: Estudo de caso em Triunfo – PB, 2019. Publicado em CONiMAS – I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. 2019.

MEIRELES, M. Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas. 1. ed. São Paulo: Art& Ciência, 2001.

MENDES, Carolina Rodrigues; ALVARENGA, Natalia Lacerda e LIMA, Leandro Jose De. Estudo de caso de patologia provocado por fundação, em uma residência multifamiliar em Simonésia – MG, 2017.

NAZARIO, Daniel e ZANCAN, Evelise C. Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde. Santa Catarina, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo. Curso de Engenharia Civil, Unesc - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma/SC.

OLIVEIRA, Maylin Caroline AltmannMichels De. Inspeção, diagnóstico e prognóstico de manifestações patológicas em uma edificação residencial unifamiliar – estudo de caso. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2019.

OURIQUES, Ivan Miguel e MACHADO, Júlio Preve. Patologia das construções: estudo de caso objetivando verificar as manifestações patológicas em uma residência unifamiliar localizada em braço do norte – sc. 2018. Trabalho de conclusão de curso; (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Barriga Verde.

PERIARD, G. Matriz GUT: Guia Completo. 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 10 de out. de 2021.

SILVA, Poliana Marcela da. Inspeção predial: Classificação das patologias construtivas do 4º batalhão de engenharia e combate, Itajubá – MG. – Centro universitário de Itajubá, 2017.

CAPITULO 6**DETERMINAÇÃO DA TAXA DE BDI PARA OBTENÇÃO DO PREÇO DE
VENDA DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA CIDADE DE LAURO
MULLER/SC****Bruna Schlickmann****Júlio Preve Machado****Júnior Serafim Côrrea****Rovânio Bussolo****João Paulo Mendes****Ana Sônia Mattos****Camila Lopes Eckert**

Resumo: O BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) é uma taxa que deve ser aplicada ao custo direto de uma obra, objetivando a determinação do preço de venda. Trata-se de uma metodologia assertiva de formação de preços, que contribui para a garantia da lucratividade e competitividade de uma empresa. Com base nisso, o objetivo geral dessa pesquisa foi determinar o preço de venda de uma obra em estudo localizada no município de Orleans (SC). Para chegar neste objetivo, foram calculados as despesas indiretas da empresa em estudo, determinados os possíveis impostos que estarão inseridos dentro desse custo e determinado uma margem de lucro esperada. A obra em estudo é residencial de 155,92 m². Os resultados desta pesquisa apontaram uma taxa de BDI de 78,49% aplicados sobre o custo direto da obra em estudo, implicando na obtenção do preço de venda de R\$ 258.810,50.

Palavras-chave: Construção Civil. Lucro. Preço de Venda. Despesas.

Introdução

A falta de conhecimento técnico das construtoras dificulta a definição correta do preço de venda de uma obra (DONINI, 2017). Desconsiderar ou considerar de forma equivocada os custos indiretos, impostos e lucro são outros fatores que influenciam nas falhas para a determinação do preço de venda (FREIRES; PAMPLONA, 2005).

O preço de venda determinado de forma incorreta, acarreta em impactos negativos para as construtoras como a perda de competitividade por preços elevados e/ou comprometimento do lucro esperado por preços baixos, resultando em prejuízo para as empresas (FREIRES; PAMPLONA, 2005).

Afim de evitar tais situações, o BDI vem como uma metodologia para a formação a preços de venda de obras de forma precisa, cientificamente consolidada, que as empresas, em especial de construção civil, formam seus preços de venda de forma adequada (MENDES; BASTOS, 2001, p. 13, apud DONINI, 2017). Trata-se de uma taxa que se aplica ao custo direto da obra, cobrindo as despesas indiretas, custos com riscos do empreendimento, despesas financeiras, tributações incidentes na operação, eventuais despesas de comercialização e o lucro do empreendedor (TISAKA, 2009).

Dentro deste contexto, uma construtora de casas de madeira, atualmente instalada no município de Lauro Muller/SC, irá construir uma casa de 155,92m² (cento e cinquenta e cinco metros e noventa e dois centímetros quadrados) e tem dúvidas quanto na determinação do preço de venda desta construção. Diante dos riscos, tanto de ofertar um preço elevado e não competitivo, quanto a ofertar um preço baixo e obter prejuízos financeiros, a mesma precisa determinar tal preço de venda de forma competitiva. Chegando a um valor compatível com o mercado, atendendo o cliente final.

Visando suprir essa demanda da construtora em estudo, o objetivo geral dessa pesquisa é determinar o preço de venda da obra citada acima. Para obter este objetivo, pretende-se avaliar as despesas indiretas da empresa em estudo, determinar os possíveis impostos que estarão inseridos dentro desse custo e determinar uma margem de lucro esperada.

Procedimentos Metodológicos

O objeto de estudo trata-se da avaliação do BDI e do preço de venda de uma residência mista de um pavimento de alvenaria e madeira do tipo eucalipto, com área total de 155,92 m² (cento e cinquenta e cinco metros e noventa e dois centímetros quadrados), composta por três dormitórios, três banheiros, sala e cozinha conjugadas, despensa, área de serviço, área gourmet, garagem e varandas, conforme planta baixa apresentada abaixo. A residência ainda possui paredes duplas, caibramento a vista na sala e cozinha, aberturas em madeira do tipo Itaúba, caibramento a vista em madeira do tipo Angelim e 02 banheiros com acabamentos, incluindo instalação elétrica, hidrossanitária, piso cerâmico

$$BDI = \left[\left(\frac{(1+I)*(1+R)*(1+F)}{1-(T+S+C+L)} \right) - 1 \right] * 100 \quad \text{(Equação)}$$

01)

Onde:

I = Taxa de despesas de Administração Central;

R = Taxa de risco do empreendimento (investimento);

F = Taxa de custo financeiro do capital de giro;

T = Taxa de tributos federais;

S = Taxa de tributos municipais (ISS);

C = Taxa de despesas de comercialização;

L = Lucro ou remuneração líquida da empresa.

$$PV = CD * \left[1 + \frac{BDI}{100} \right] \quad \text{(Equação)}$$

02)

Onde:

PV = Preço de venda do empreendimento;

CD = Custo direto do empreendimento;

BDI = Taxa que representa os benefícios e as despesas indiretas.

Serão obtidas juntamente com a empresa em estudo, as informações referentes aos custos diretos da respectiva obra em estudo, as despesas com Administração Central, enquadramento tributário, tributação municipal, além de encargos sociais, possíveis custos financeiros e comerciais. Com base nesses dados, serão deduzidos os custos indiretos correspondentes a obra em estudo, além da taxa de tributos federais.

O faturamento mensal da Administração Central da empresa em estudo foi obtido por meio do gestor da empresa num valor em torno de R\$ 300.000,00.

O faturamento mensal da Administração Central e o custo mensal da Administração Central foram rateados de acordo com a proporção financeira da obra em estudo.

Resultados e Discussão

A Tabela 02 apresenta o custo direto da obra em estudo.

Tabela 02 – Custo Direto da Obra.

	VALOR	PERCENTUAL
Custo Direto da Obra	R\$ 145.000,00	100%
Mão de Obra	R\$ 51.000,00	35,173%
Materiais	R\$ 94.000,00	64,827%

Fonte: Autores (2022).

Analisando a Tabela 02 percebe-se que o custo direto da obra em estudo é de R\$ 145.000,00, sendo 35,173% referente a mão de obra e 64,827% referente aos materiais utilizados.

A Tabela 03 apresenta os resultados das variáveis obtidas para o cálculo do BDI, repassados pela empresa em estudo.

Tabela 03 – Variáveis para o cálculo do BDI.

Variáveis para o cálculo do BDI	Resultados
Taxa Despesas Administração Central	10,84%
Taxa de Risco Empreendimento	1,0%
Taxa Correção Monetária	1,0%
Taxa Juros Mensais	1,5%
Taxa Despesas Financeiras	2,52%
Taxa Tributos Federais	10,7%
Taxa de Tributos Municipais (ISS)	ISENTO
Encargos Sociais	32,82%
Taxa Despesas Comercialização	5,0%
Margem de Lucro	20,0%

Fonte: Autores (2022).

Taxas Despesas Administração Central

Despesas com o trajeto até a obra por parte dos administradores

Durante a obra, ocorreram 17 visitas técnicas, sendo uma visita por semana e mais uma na entrega da obra. Com base na distância do escritório até a obra e do valor do combustível no período, foi estipulado um custo de R\$ 408,00 de transporte, somando esse valor ao custo de R\$ 1.129,14 referente ao honorário da consultoria técnica, ao longo das visitas que ocorreram na obra, obtém-se um valor total de R\$ 1.537,14.

Despesas com a mão de obra da administração central

As despesas mensais da administração central somaram um valor de R\$ 35.458,00, onde incluem custos com salários, mão de obra da administração central,

despesas com escritório, despesas com consultoria etc. Sendo assim, analisando a Tabela 2 percebe-se que a taxa das despesas indiretas em relação ao preço de venda foi de 10,84% (R\$ 36.995,14) em função das despesas específicas e do rateio da administração central.

A Tabela 04 apresenta os custos de mão de obra da administração central. Analisando a Tabela 04 observa-se que a equipe administrativa é composta por Setor Financeiro, Relações Humanas (RH), Faturamento/Lançamento de Notas, Gestor de Obras, Auxiliar Técnico de Obras e Compras, sendo assim, a empresa conta com uma equipe completa para prestar todo suporte necessário em sua gestão, inclusive no setor de obras, prestando apoio desde o projeto até a entrega de uma residência para o cliente.

Tabela 04 – Mão de obra da Administração central.

Profissional	Salário	Encargos Sociais
Financeiro	R\$ 7.000,00	32,82%
Relações Humanas (RH)	R\$ 3.000,00	32,82%
Faturamento/Lançamento de notas	R\$ 2.000,00	32,82%
Gestor de Obras	R\$ 4.000,00	32,82%
Auxiliar Técnico de Obras	R\$ 1.700,00	32,82%
Compras	R\$ 3.000,00	32,82%

Fonte: Autores (2022).

A Tabela 05 apresenta os encargos sociais e trabalhistas da administração central da empresa.

Tabela 05 – Encargos Sociais e Trabalhistas.

Encargos Trabalhistas	
13º Salário	8,33%
Férias	11,11%
Total de Encargos Trabalhistas	19,44%
Encargos Sociais	
INSS	0,00%
SAT/RAT	0,00%
Salário Educação	0,00%
INCRA/SEST/SEBRAE/SENAT	0,00%
FGTS	8,00%
FGTS/Provisão de Multa para Rescisão	3,20%
Previdenciário sem 13º e Férias	2,18%
Total Encargos Sociais	13,38%
Total Geral	32,82%

Fonte: Monteiro (2017), adaptado pelos Autores (2022).

Analisando a Tabela 05 percebe-se que a soma básica dos encargos trabalhistas e sociais da equipe da administração central chega a 32,82%. Os dados tributários apresentados devem-se pelo fato de que a empresa em estudo é optante pelo Regime Simples Nacional, onde alguns encargos como INSS, SAT/RAT, Salário Educação e INCRA/SEST/SEBRAE/SENAT são isentos, conforme a Lei Complementar nº 123 de 14 de dezembro de 2006.

Despesas com o escritório

A Tabela 06 apresenta os custos com as despesas do escritório. Analisando a Tabela 06 percebe-se os custos gastos com as despesas do escritório. A empresa possui escritório próprio, sendo grande parte dos trabalhos realizados através da internet, explicando assim os custos com energia, água, telefone e internet. Os projetos, notas, contratos e demais documentos são impressos, o que justifica os gastos com papelaria.

Tabela 06 – Despesas com escritório.

Despesas com Escritório	Custos
Internet	R\$ 400,00
Papelaria	R\$ 460,00
Água	R\$ 1.000,00
Telefone	R\$ 800,00
Energia	R\$ 2.000,00

Fonte: Autores (2022).

Despesas de consultoria

A Tabela 07 apresenta os custos com as despesas de consultoria. Analisando a Tabela 07, observa-se as despesas com consultoria. A empresa dispõe de convênio com o SESI (Serviço Social da Indústria) trazendo mais saúde e segurança para os seus funcionários. E pela empresa se enquadrar tributariamente no Regime Simples Nacional se faz necessário os serviços de contabilidade para gerenciar suas finanças.

Tabela 07 – Despesas de Consultoria.

Despesas de Consultoria	Custos
SESI	R\$ 340,00
Contabilidade	R\$ 2.000,00

Demais gastos com consultoria	R\$ 1.000,00
-------------------------------	--------------

Fonte: Autores (2022).

Com base nos resultados das Tabelas 04, 05, 06 e 07, onde apresentam respectivamente a mão de obra da administração central, os encargos sociais e trabalhistas e as despesas com escritório e consultoria, obtém-se as despesas indiretas com base nos cálculos das equações 03, 04 e 05.

$$I1 = \frac{CE}{CD} \times 100 \quad \text{(Equação 03)}$$

$$I1 = \frac{1.537,14}{145.000} \times 100$$

$$I1 = 1,06\%$$

$$I2 = \frac{DMAC \times FMO \times N}{FMAC \times CDTO} \times 100 \quad \text{(Equação 04)}$$

$$I2 = \frac{35.458,00,00 \times 30.000 \times 4}{300.000 \times 145.000} \times 100$$

$$I2 = 9,78\%$$

$$I = I1 + I2 \quad \text{(Equação 05)}$$

$$I = 1,06\% + 9,78\%$$

$$I = 10,84\%$$

Tributos federais

A taxa de tributação federal é de 10,7% calculada com base no faturamento dos últimos 12 meses da empresa. Essa é determinada pela Lei nº 5.172 de outubro de 1966 com base no enquadramento tributário do regime simples nacional para empresas no ramo de atividades comerciais e se encaixa na 4ª faixa do percentual de repartição dos tributos. Para a obtenção dessa taxa é realizado um cálculo com base no faturamento dos últimos 12 meses e esse valor é enquadrado em uma Tabela definida por lei que apresenta a alíquota referente ao patamar específico para a empresa.

Conforme o faturamento anual, a empresa se enquadra na 4ª faixa do Anexo I da Tabela de tributos federais do Regime Simples Nacional. A tributação federal engloba alguns impostos, como o PIS (Programa de Integração Social) com 2,76%, o COFINS

(Financiamento de Seguridade Social) com 12,74%, o IRPJ (Imposto de Renda para Pessoa Jurídica) com 5,50%, o CSLL (Contribuição Social para Lucro Líquido) com 3,50%, o CPP (Contribuição Patronal Previdenciária) com 42,0% e o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviço) com 33,50%.

Despesas financeiras

Para as despesas financeiras foi estipulado uma taxa de 2,52% pelo fato de a empresa não trabalhar com capital de giro próprio, a mesma trabalha com parte do valor parcelado por parte do cliente. Sendo assim, foi utilizado uma taxa de 1,0% para a realização da correção monetária em função dos últimos 12 meses devido à inflação. A taxa de juros mensais de 1,5% foi determinada em função da variação da taxa Selic do mês de agosto de 2021. A Equação 06 e equação 07 apresentam os cálculos desenvolvidos para a obtenção da taxa de despesas financeiras de 2,52%.

$$F = \left[(1 + i_{mon})^{\frac{n}{30}} x (1 + j)^{\frac{n}{30}} \right] - 1 x 100 \quad (\text{Equação 06})$$

$$F = \left[(1 + 0,01)^{\frac{30}{30}} x (1 + 0,015)^{\frac{30}{30}} \right] - 1 x 100 \quad (\text{Equação 07})$$

$$F = 2,52\%$$

Tributos municipais

Os tributos municipais (ISS – Imposto Sobre Serviço) são isentos pois, juridicamente a empresa não presta nenhum tipo de serviço, sendo assim, é realizado apenas a venda de produtos. A mão de obra para construção dos empreendimentos ocorre de forma terceirizada, isentando assim, o pagamento do ISS. A Lei que rege o Imposto sobre Serviço (ISS) é a Lei Complementar nº 116 de 31 de julho de 2003.

Taxa de risco do empreendimento

Foi utilizado uma taxa de risco do empreendimento de 1,0% para eventuais imprevistos, sendo esse valor um padrão definido pela empresa. Para os gastos com despesas comerciais para que a empresa divulgue sua marca, seus produtos e demais custos com atividades comerciais, foi estipulado uma taxa de 5,0%.

Taxa do BDI e Preço de venda

A equação 08 apresenta o cálculo desenvolvido para a obtenção da taxa do BDI.

$$BDI = \left[\left(\frac{(1+I) * (1+R) * (1+F)}{1 - (T+S+C+L)} \right) - 1 \right] * 100$$

$$BDI = \left[\left(\frac{(1+0,1084)x(1+0,01)x(1+0,0252)}{1 - (0,1070 + 0,00 + 0,05 + 0,20)} \right) - 1 \right] x 100$$

Equação 08

$$BDI = 78,49\%$$

Analisando a Equação 08 percebe-se que a taxa do BDI obtida foi de 78,49%. Essa taxa deve ser aplicada sobre o custo direto da obra para a obtenção do preço de venda do imóvel, conforme apresentado na Equação 09.

$$PV = CD * \left[1 + \frac{BDI}{100} \right]$$

Equação 09

$$PV = 145.000,00x \left[1 + \frac{78,49\%}{100} \right]$$

$$PV = R\$258.810,50$$

Analisando a equação 09, percebe-se que o preço de venda obtido do imóvel foi de R\$ 258.810,50.

Considerações Finais

Diante do objetivo exposto nesta pesquisa envolvendo a determinação do preço de venda de uma obra em estudo, percebe-se que o resultado final permite suprir essa lacuna de forma metodológica e precisa. Os resultados obtidos apontaram uma taxa de BDI de 78,49% aplicados sobre o custo direto da obra em estudo, implicando na obtenção do preço de venda de R\$ 258.810,50.

A obtenção de tais resultados é justificado pela natureza da obra em estudo e da empresa prestadora de serviço que apresenta sua equipe administrativa, consultoria externa, riscos, remuneração financeira e enquadramentos tributários específicos. Além das variáveis empresariais, cabe destacar que a região em estudo, de onde a obra será

realizada e de onde a empresa está instalada também tende a influenciar nos resultados apresentados, assertivos para o caso em estudo.

Essa pesquisa aplica uma metodologia para determinação do preço de venda de um imóvel, em um caso específico, que demonstra as construtoras da região a possibilidade de aplicação metodológica para a formação de preços mais assertivos, possibilitando a obtenção da lucratividade desejada, sem excessos que comprometam sua competitividade e sem faltas que possibilitem o prejuízo financeiro.

Para futuras pesquisas sugere-se buscar mais opções para ampliar o campo de pesquisa, pois, é um assunto pouco estudado, tornando difícil o acesso a exemplares e artigos relacionados ao tema, impondo assim, obstáculos no desenvolvimento do artigo.

Referências

BRASIL. Lei Complementar nº. 123/06, de 14 de dezembro de 2006.

BRASIL. Lei Complementar nº. 116/03, de 31 de julho de 2003.

DONINI, Rafael Skrypec. **Comparação de composição de bdi na construção civil**. 2017. 33 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15125/1/CT_GEOB_XXIII_2017_31.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FREIRES, Alecio Pinheiro; PAMPLONA, Edson de Oliveira. Um Enfoque no BDI de Empresas Construtoras de Pequeno Porte Com a Utilização das Ferramentas de Custeio ABC/ABM. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 10., 2005, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Cbc - Congresso Brasileiro de Custos, 2005. v. 1, p. 1-16. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1895/1895>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MONTEIRO, Liandra Celly de Oliveira. **Encargos sociais e trabalhistas do empregador em empresa comercial enquadrada no simples nacional**. 2017. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/210/1/TCC_2017_Liandra%20Celly%20de%20Oliveira%20Monteiro.pdf>. Acesso em: 08 out. 2021.

TISAKA, Maçahico. Metodologia de Cálculo da Taxa do BDI e Custos Diretos para a Elaboração do Orçamento na Construção Civil. São Paulo: Instituto de Engenharia. 2009. 24p. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot9705.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

CAPITULO 7

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA AQUISIÇÃO DE UMA GRUA POR UMA CONSTRUTORA LOCALIZADA EM ORLEANS-SC

Maurício Wanderlind

Júlio Preve Machado

Resumo: A logística no canteiro de obras é importante para a produtividade e o uso de guias para o transporte de materiais pode trazer benefícios para as empresas, porém guias possuem custo elevado. Uma empresa construtora do município de Orleans-SC tem dúvidas quanto a viabilidade econômica da aquisição deste equipamento para o transporte de materiais em suas obras. Esta pesquisa pretende avaliar a viabilidade econômica desse equipamento. Para isso, foram analisados os custos de mão de obra envolvidos no transporte de materiais em um conjunto habitacional com sete torres. A utilização da grua reduziu 34% do custo total do transporte quando comparado ao modelo I no conjunto habitacional. No entanto, os ganhos financeiros obtidos com a utilização da grua não são suficientes para trazer retorno financeiro a empresa.

Palavras-chave: Grua. Viabilidade econômica. Transporte de materiais. Produtividade. Mão de obra.

Introdução

Durante a execução de uma obra de construção civil, variáveis como condições climáticas, período longo de produção e demandas sob encomenda podem interferir no processo. Esse setor utiliza técnicas artesanais e mão de obra sem qualificação. Além disso, a falta de inovação nos processos pode ser a explicação para a baixa produtividade, qualidade e funcionalidade do produto quando comparada com outras indústrias (CBIC, 2014).

A logística no canteiro de obras é um item importante para a produtividade, já que o processo de construção de edifícios requer o transporte de uma considerável quantidade

de materiais e equipamentos, por isso o uso de equipamentos para movimentação de materiais pode trazer benefícios para as empresas construtoras (ABDELMEGID et al., 2015).

Na construção civil, segundo a pesquisa de Strandberg e Josephson (2005) realizada na Suécia, os trabalhadores gastam 13,9% do tempo de sua jornada de trabalho no manuseio e transporte de materiais no canteiro de obras. O transporte horizontal de materiais em canteiros de obras pode ser realizado manualmente utilizando-se carrinhos de mão, e carrinhos para pallet. Para o transporte mecanizado costuma-se utilizar elevadores, que realizam o transporte vertical de materiais, equipamentos e pessoas. Também podem ser citados os guinchos de coluna e mini guias que realizam. Já equipamentos que realizam o transporte horizontal e vertical são empilhadeiras, manipuladores telescópicos guindastes e as guias. As guias realizam transporte das cargas por meio de sistemas de cabos e roldanas. Dentre seus modelos pode-se citar as guias com rotação na base ou rotação no topo que podem alcançar até 300 metros de altura, guias com lança horizontal fixa ou ascensional, guias com lança elevatória e os modelos que se movem sobre via férrea. As guias são utilizadas principalmente na Europa em variados tipos de projetos de construção (Shapira et al., 2007).

Castro et al. (2013) realizaram um panorama da indústria de bens de capital aplicada à construção civil. Analisando as vendas internas do mercado brasileiro de 2008 a 2012 verificaram que houve crescimento expressivo da demanda de algumas máquinas para transporte de materiais como guias, guindastes (esteira, truck, etc.) e manipuladores telescópicos. As vendas de guias e guindastes foram duplicadas (de 130 para 300 unidades e de 360 para 800 unidades, para guias e guindastes, respectivamente) e para os manipuladores telescópicos as vendas foram quadruplicadas (de 300 para 1320 unidades) neste período.

As guias realizam transporte horizontal e vertical e podem descarregar o material diretamente na região onde será utilizado. Apesar da eficiência das guias, o seu custo para a aquisição e manutenção demanda um estudo de viabilidade econômica, que tende a variar conforme as demandas de produção das construtoras. Pensando nisso, uma construtora localizada no município de Orleans-SC, que em função de suas demandas de produção pretende investir na aquisição de guias para a logística de suas obras, tem dúvida quanto à viabilidade econômica deste investimento para a sua realidade específica.

Visando suprir tal dúvida, esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a viabilidade econômica na implantação de guias em uma construtora localizada em Orleans-SC. Para a obtenção de tal objetivo deve-se cotar os custos necessários para a implantação da grua no caso em específico, calcular as receitas (ganhos financeiros) com o uso do equipamento, calcular o valor presente líquido e a taxa interna de retorno deste investimento.

Procedimentos Metodológicos

A coleta de dados para esta pesquisa foi realizada por meio de quantificações e os resultados foram explicados utilizando números e tabelas por isso essa pesquisa possui abordagem quantitativa.

O estudo de caso foi realizado no subsetor de edificações em uma empresa construtora em Orleans-SC. Esta empresa pretende construir um conjunto habitacional (Figura 1) que será executado em 2 anos e é composto por seis torres com quatro pavimentos tipo residenciais, e uma torre com três pavimentos sendo o primeiro um salão de festas e os outros dois pavimentos tipo residenciais, a área total construída é de 5.548,89 m² e a área do terreno é de 4.958,37 m², já a taxa de ocupação é igual a 29%.

Figura 1 – Planta do Conjunto Habitacional com a locação da grua



Fonte: Autores (2021).

A empresa construtora forneceu o quantitativo de materiais que a obra irá demandar (Tabela 1). O quantitativo de concreto não foi utilizado para os cálculos pois para este material o bombeamento ainda é a solução mais rápida. A construtora também forneceu informações quanto aos salários mais encargos sociais dos funcionários relacionados ao transporte de materiais que são de R\$ 13,65/hora para os serventes, R\$ 18,90/hora para o operador de grua ou elevador e R\$ 5.400,00/mês para o mestre de obras.

Tabela 1 – Quantitativo de materiais da edificação em estudo

Material	Unidade	Conjunto Habitacional
Aço	kg	75.587
Argamassa	m ³	641
Argamassa colante	kg	45.621
Cerâmica	m ²	7.169
Escoras de madeira	m ³	901
Esquadrias	m ²	1.418
Madeira de fôrmas	m ³	429
Telhas	unidades	541
Tijolos	unidades	308.814

Fonte: Autores (2021).

Foram avaliadas duas propostas de transporte de materiais. No modelo I, o transporte horizontal de materiais foi realizado manualmente com a utilização de carrinhos de mão e gericas. Já o transporte vertical foi realizado com a utilização de elevador e guincho de coluna. O modelo II consiste na utilização da grua para o transporte horizontal e vertical.

Os cálculos de consumos de mão de obra para os transportes horizontais e verticais de materiais foram realizados utilizando os coeficientes disponibilizados pelo livro TCPO: tabelas de composição de preços para orçamentos (Pini, 2008). Alguns índices não são disponibilizados no livro, então foi necessário realizar algumas considerações:

- a) os coeficientes para o transporte vertical mecanizado disponíveis foram utilizados para os cálculos do transporte vertical com elevador e para os cálculos do transporte horizontal e vertical com a grua já que não existem índices exclusivos para o transporte com a grua;
- b) os coeficientes de transporte vertical mecanizado são disponibilizados por pavimentos, então, para utilizar estes mesmos índices para o transporte horizontal

com a grua, foi considerado que cada pavimento possui 3 metros e os coeficientes foram interpolados para as distâncias horizontais consideradas neste estudo.

Os custos de aquisição, implantação e manutenção da grua, foram obtidos com a empresa vendedora e prestadora dos serviços de implantação e manutenção da grua da construtora em estudo.

Os deslocamentos que serão percorridos para o transporte dos materiais foram estimados com base no projeto da obra. Foram locados no projeto (Figura 1) os locais para o armazenamento de materiais e a grua e a partir disso calculado a distância média de deslocamento. A distância de deslocamento horizontal média calculada foi de 30 metros para os 6 blocos iguais e de 15 metros para o sétimo bloco. O deslocamento vertical é medido em quantidade de pavimentos, ou seja, 4 pavimentos para 6 blocos e 3 pavimentos para 1 bloco.

No transporte de madeira de fôrmas e escoramento foi considerado que seu transporte horizontal foi realizado apenas 3 vezes para cada bloco do conjunto habitacional pois foi considerado 3 jogos de fôrmas. Já o transporte vertical da madeira no modelo I foi considerado manual e em ambos os modelos foi considerado de 3 em 3 lajes a partir da terceira laje. O transporte horizontal de madeira de desforma não foi considerado pois a grua não consegue acessar a laje após a produção da laje do pavimento imediatamente acima.

Com a quantidade de horas de mão de obra necessária para cada proposta foi possível identificar o quanto de mão de obra poderá ser reduzida pelo uso da grua e assim, foi elaborado o fluxo de caixa de investimentos e, posteriormente, foi avaliada a viabilidade econômica do equipamento.

Esta avaliação foi realizada utilizando-se o método do Valor Presente Líquido (VPL). O VPL analisa o valor do dinheiro no tempo descontando os fluxos de caixa futuros a uma taxa mínima de atratividade para a data presente conforme a Equação 1 (KASSAI, 2007). A taxa mínima de atratividade foi considerada como 8% ao ano, sendo levada em consideração a taxa Selic projetada para 2025 de 7,43% a.a de acordo com Bradesco (2021) e mais 0,57% a.a. considerando outros riscos econômicos do setor.

$$VPL = \sum_0^n \frac{FV_n}{(1+i)^n}$$

Equação 1

Resultados e Discussão

A grua selecionada para atender a obra é do tipo ascensional. É um modelo importado da China que possui 24 metros de altura e 40 metros de lança. Sua capacidade de carga máxima é de 4.000 kg e de 1.000 kg na ponta da lança. O custo de aquisição da grua é de R\$ 400.000,00, sua montagem terá o custo de R\$ 20.000,00 e o mesmo valor para posterior desmontagem. Além disso, mensalmente será realizada a manutenção preventiva que custa R\$ 1.500,00. Será também necessária a construção de um bloco de concreto armado para sua fixação com custo de R\$ 20.000,00. Sua melhor localização é fora das torres de edifícios, sendo necessário a construção de um bloco de concreto armado para fixá-la. A altura da grua é suficiente para atender todos os pavimentos sem a necessidade de realizar a ascensão que teria custo de R\$ 5.000,00.

Na Tabela 2 estão as quantidades de horas calculadas para o transporte horizontal. É possível verificar que em ambos os modelos de transporte, os materiais que demandam mais horas são o aço, argamassa, escoras de madeira e tijolos. No modelo I que é realizado apenas pelo servente, esses materiais juntos representam 79% do total de horas de transporte. Já para a utilização da grua (modelo II) que é necessário o trabalho de servente e do operador esses materiais demandarão quase 75% do total de horas.

Tabela 2 – Quantitativo de horas para o transporte horizontal e vertical de materiais

Material	Transporte Horizontal			Transporte Vertical			
	Modelo I		Oper.	Modelo I		Modelo II	
	Serv.	Oper.		Serv.	Oper.	Serv.	Oper.
Aço	1684	503	252	185	93	185	93
Argamassa	1591	631	275	428	201	428	201
Escoras de madeira	1397	617	154	635	0	447	112
Tijolos	1226	466	221	294	147	294	147
Madeira	594	265	66	257	0	177	44
Esquadrias	499	123	62	53	26	53	26
Cerâmica	287	227	113	86	29	86	29
Argamassa colante	169	134	67	51	17	51	17
Telhas	2	4	1	2	0	2	0
Total	7449	2969	1211	1990	512	1722	668

Fonte: Autores (2021).

Também é possível verificar no transporte horizontal que para a maioria dos materiais a quantidade de horas necessárias no modelo I é superior à soma das horas necessária de servente e operador do modelo II, exceto para cerâmica, argamassa colante e telhas, porém o total de horas de servente no modelo I ainda é superior.

Já o transporte vertical de materiais mostrou resultados diferentes ao transporte horizontal, como mostrado na Tabela 2. No modelo I foi considerado que as madeiras serão transportadas manualmente, logo não é necessário o uso do elevador e do operador para este transporte, e como os coeficientes utilizados para o transporte vertical são iguais em ambos os modelos para os demais materiais, somente escoras e fôrmas de madeira apresentam diferenças de valor entre os modelos. Sendo assim, os materiais que mais demandam tempo de transporte em ambos os modelos são escoras, argamassa e tijolos que representam 68% do total de horas necessárias.

No modelo II é possível comparar o tempo de transporte horizontal com o vertical por meio das horas do operador já que será apenas um operador em ambos os casos e existe só um equipamento. Sendo assim, observa-se que o transporte horizontal no conjunto habitacional é 81% maior que o transporte vertical.

As reduções no tempo de transporte de materiais impactam na duração da obra e isso trará economias com custos fixos mensais como o do mestre de obras. Para avaliar este quesito, foi considerado que as equipes de trabalho formadas por servente são iguais nos dois modelos, porém variam conforme a demanda entre o transporte horizontal e vertical e existe apenas um operador já que foi avaliado a utilização de apenas um equipamento. O transporte de materiais com o modelo I durará 15,21 meses, já com a grua o transporte irá durar 8,54 meses o que resulta em uma redução de 44%, que representa R\$ 35.988,65 de economia com mestre de obras.

Analisando o total de horas de trabalho do operador da grua e considerando jornada de trabalho mensal de 220 horas, o total de tempo gasto pelo operador da grua para o transporte de materiais é de 1879 horas que correspondem a 8,5 meses. Isso significa que a grua fica ociosa em quase 64% da duração da obra.

A Figura 2 apresenta os custos calculados a partir das horas de transporte de materiais. Foi possível identificar que para o transporte horizontal no conjunto habitacional o custo do transporte manual é 60% maior do que com a grua.

Já no transporte vertical (Figura 2) a diferença entre os dois modelos de transporte não foi significativa. Os únicos valores que diferem entre os modelos de transporte são de escoras e fôrmas de madeira. O custo para transporte vertical do modelo I no conjunto habitacional é apenas 2% maior que o modelo II.

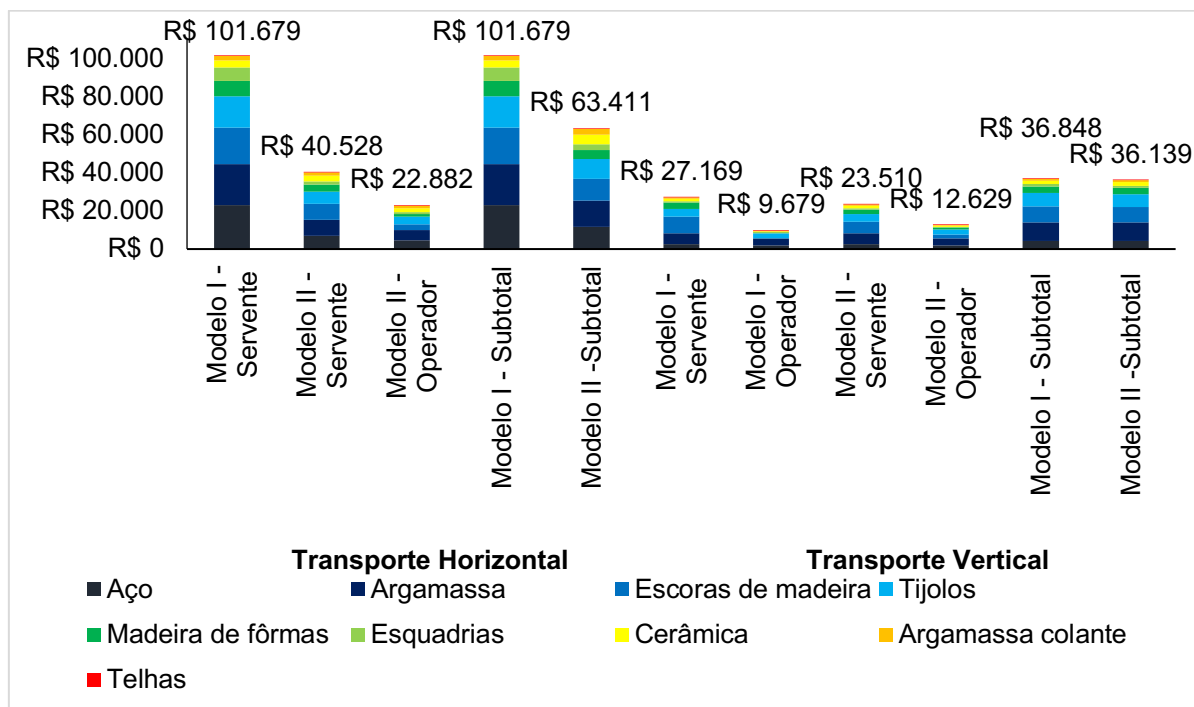
O modelo I de transporte irá custar no total R\$ 138.527,00, conforme apresentado na Figura 3. O transporte horizontal representa a maior parcela, sendo 73% do custo total.

Já no transporte vertical, o maior custo está relacionado ao servente que é 20% do total e é quase o triplo do custo do operador.

Os custos totais para o modelo II (Figura 4) somam o total de R\$ 99.550,00. O transporte horizontal também representa o maior percentual, sendo 64% do total. Os custos com servente são maiores do que com o operador tanto para o transporte horizontal quanto para o transporte vertical. O uso da grua permite uma economia de R\$ 38.977,00 que equivale a uma redução de 28% do custo em relação ao transporte manual.

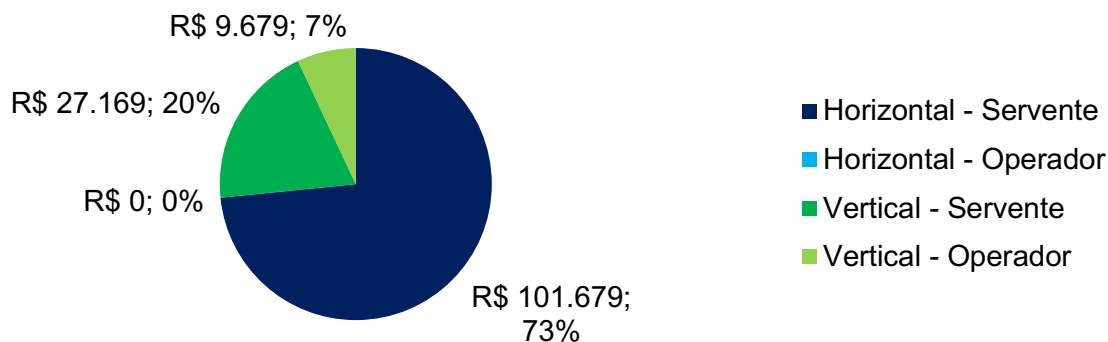
Com a aquisição da grua, no início da obra haverá dispêndios com custos de aquisição, custos para montagem e o custo para execução do bloco de concreto armado para fixação da grua. Já nos demais meses de obra, só existe dispêndios relacionados a manutenção preventiva mensal pois não é necessário realizar a ascensão da grua e no final da obra existe também o custo para realizar a desmontagem. As receitas são provenientes da redução de custos com servente, operador e mestre de obras que resultam no valor total de R\$ 74.965,95 distribuído em 24 meses que equivale a R\$ 3.123,58 mensais. Ao aplicar a Equação 1 encontrou-se o valor do VPL total ao final da primeira obra de -R\$ 421.153,66. Como o resultado foi negativo, entende-se que o uso da grua não trará retornos financeiros em uma única obra.

Figura 2 – Custos com o transporte horizontal e vertical de materiais



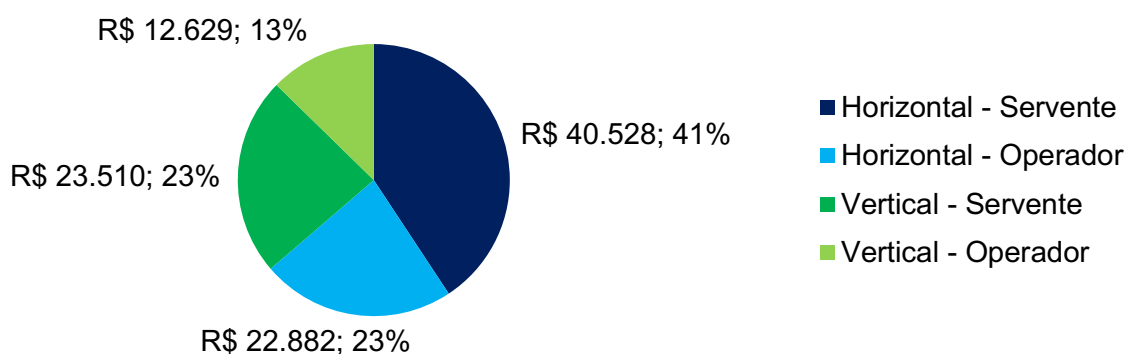
Fonte: Autores (2021).

Figura 3 – Custos totais de transporte para o modelo I



Fonte: Autores (2021).

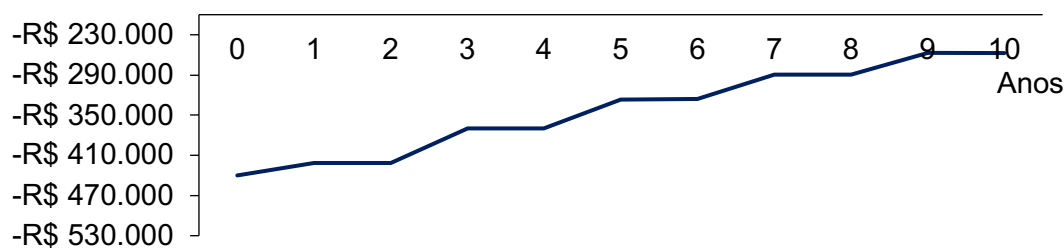
Figura 4 – Custos totais de transporte para o modelo II



Fonte: Autores (2021).

Foi verificada uma projeção de obras futuras ao longo de 10 anos como mostrado da Figura 5. Na simulação foi considerado a execução consecutiva de cinco obras iguais ao conjunto habitacional e os custos de uma grua.

Figura 5 – Análise anual do valor presente líquido para obras subsequentes



Fonte: Autores (2021).

É possível identificar que ocorre redução do valor investido, porém os ganhos financeiros ainda não são suficientes para quitar o investimento resultando no VPL negativo ao final dos 10 anos de -R\$257.296,60.

Considerações Finais

Esta pesquisa procurou avaliar a viabilidade econômica na aquisição de uma grua analisando os custos relacionados a mão de obra para o transporte de materiais. Os materiais que demandam maior tempo para transporte, em ambas as obras, são aço, argamassa, escoras de madeira e tijolos. O porte da obra influencia na quantidade de horas necessárias para o transporte, no conjunto habitacional é predominante o transporte na horizontal.

A grua ficará considerável tempo ocioso durante a execução da obra. Esta ociosidade ocorre por causa das demandas da obra e de seu prazo de execução. A ociosidade de 64% afeta diretamente na viabilidade do equipamento.

O modelo I apresentou ter custo 60% maior que o custo com a utilização da grua para o transporte horizontal. Já no transporte vertical essa diferença foi apenas de 2%. Em todos os casos analisados os custos com horas de servente são superiores ao operador. O uso da grua gera uma economia total de R\$ 74.965,95. No entanto, o retorno financeiro obtido com a utilização da grua não é suficiente para pagá-la mesmo quando analisado obras subsequentes por um período de 10 anos.

Indica-se verificar a viabilidade da grua em obras que possuam maior taxa de ocupação do solo na região de alcance da grua, maior deslocamento na horizontal e curto período de execução. Sugere-se também que analisem a viabilidade da grua por meio de sua locação.

Referências

ABDELMEGID, M. A.; SHAWKI, K. M.; ABDEL-KHALEK, H. GA optimization model for solving tower crane location problem in sites. Alexandria Engineering Journal, v. 54, n. 3, p. 519–526, 2015.

BRADESCO. Projeções Bradesco Longo Prazo. Disponível em: <<https://www.economiaemdia.com.br/SiteEconomiaEmDia/Projecoes/Longo-Prazo>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

CASTRO, B. H. R. DE; BARROS, D. C.; VEIGA, S. G. DA. Panorama da indústria de bens de capital para a construção civil. BNDES Setorial, n. 37, p. 89–128, 2013.

CBIC, C. B. DA I. DA C. Evolução da Produtividade, da Eficiência Técnica e do Progresso Tecnológico na Construção Civil, 2014.

KASSAI, J. R. Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial, cálculos financeiros contabilidade. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PINI. TCPO: tabelas de composição de preços para orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.

SHAPIRA, A.; ELBAZ, A. Tower crane cycle times: Case study of remote-control versus cab-control operation. Journal of Construction Engineering and Management, v. 140, n. 12, p. 1–12, 2014.

STRANDBERG, J.; JOSEPHSON, P.-E. What Do Construction Workers Do? Direct Observations in Housing Projects. Proceedings of 11th Joint CIB International Symposium Combining Forces, Advancing Facilities management and Construction through Innovation, v. 3, p. 184–193, 2005.

CAPITULO 8

PROTÓTIPO PARA GERENCIAMENTO DE MATERIAIS NO RAMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Hericles Felipe Weber

Mauricio Wanderlind

Nacim Miguel Francisco Junior

Camila Lopes

Resumo: Os produtos da construção são considerados completos pela sua grandeza e variedade de materiais utilizados e período geralmente extensão de execução. O objetivo do presente deste estudo foi analisar a importância de um software de gestão no ramo da construção civil. Foi desenvolvido um protótipo para auxiliar o seu usuário na produção de orçamentos e planejamentos de obras. Uma construtora foi contatada para fornecer informações de suas necessidades quanto a elaboração de orçamentos e levantamento de materiais e também para avaliar o protótipo. No protótipo é possível fazer o cadastro de clientes, materiais e orçamentos. Com o orçamento pronto é possível gerar um relatório detalhado com todas as informações fornecidas ao protótipo. Este relatório pode permitir ao usuário realizar o controle dos materiais utilizados na obra. Também é possível reduzir erros de cálculos pois o protótipo realiza os cálculos de custos. O protótipo foi avaliado e aprovado pela construtora que participou da pesquisa.

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

Introdução:

As empresas da construção civil estão se tornando mais competitivas. Por consequência, estão mais preocupadas com o gerenciamento de projetos. Buscam aumentar a qualidade de seus serviços e produtos tornando-se mais confiáveis e com maior credibilidade. Para isto, é necessário que façam o planejamento a partir de informações sólidas e seguras. No entanto, a obtenção destas informações é difícil. Apesar de os métodos construtivos serem repetitivos, cada empreendimento possui

projetos e localização exclusivos. Logo, o processo de orçamento se torna complexo (AZEVEDO *et al.*, 2011).

Para Silva (2008) custos são os recursos aplicados dentro de um processo de transformação de ativos. Representam os gastos relativos a utilização de serviços ou bens aplicados na produção de outros bens ou serviços. Na 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.

A realização de estimativas e previsões dos custos de um empreendimento são formas de reduzir riscos durante o processo de produção. O orçamento tem como base as expectativas do que se espera acontecer no processo. 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 que ocorrem no processo (SANTOS; ANTUNES; BALBINOT, 2014; COSTA *et al.*, 2016).

Existem alguns fatores de riscos que as construtoras enfrentam nos canteiros de obras. O risco é consequência da dúvida em relação a uma atividade que podem gerar ganhos ou perdas. Estão ligados à intensa utilização de maquinários, às condições climáticas, às legislações e contratos trabalhistas referentes as normas de segurança. Também há um grande período de execução das atividades, podendo ocorrer aumento de preços ou crises. Neste setor é muito comum um projeto atrasar seu prazo de entrega. O gerenciamento de risco é realizado por meio da adoção de metodologias, como por exemplo, a elaboração de levantamentos de custos (PEURIFOY, 2015; VERGARA; TEIXEIRA; YAMANARI, 2017).

Um software pode auxiliar com essas necessidades. Para o desenvolvimento de um software é necessário o conhecimento sobre sistemas de informação. Sistemas de informação podem ser definidos como “um conjunto de componentes inter-relacionados trabalhando juntos para coletar, recuperar, processar, armazenar e distribuir informação”. Sua utilização tem o objetivo de facilitar o desenvolvimento de atividades em empresas e organizações (LAUDON; LAUDON, 2007, p.4). Podem ser classificados em abertos, quando o sistema recebe e influencia o meio, ou fechado, quando não sofre influência do meio (ROSINI; PALMISANO, 2008).

Uma linguagem de programação muito utilizada é o Java. Foi anunciada pela Sun Microsystems em 1995, foi baseada em linguagens como o C e C ++. O Java também é uma plataforma que contém grande variedade de códigos reaproveitáveis em uma biblioteca. Seu ambiente de execução é seguro e possibilita a portabilidade de serviços para outros sistemas operacionais (HORSTMANN; CORNELL, 2005; COSTA, 2006).

Algumas outras vantagens do Java podem ser descritas. “É uma prática de programação que permite que diversos trechos de código sejam reutilizados”, também poderá ser executado em vários ambientes diferentes sem a necessidade de adaptação do código, sendo considerado como multiplataforma (FURGERI, 2008, p.19). Os programadores podem aprender a utilizar esta linguagem rapidamente pois o número de construções é pequeno. É considerada segura pois tem acesso restrito aos recursos locais, impedindo a entrada de vírus nos sistemas. Podem ser executados com segurança pois não podem acessar a memória (COSTA, 2006). Realiza verificações rápidas de possíveis erros, eliminando situações propensas a erros (HORSTMANN; CORNELL, 2005).

A elaboração de interfaces de usuário para sistemas web podem ser facilitadas com a utilização do framework JSF. Este framework trabalha em conjunto com os objetos Java. O modelo de trabalho MVC (Model View Controller) possibilita separar a parte lógica e regras de negócio com a navegação do usuário. O modelo MVC 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 (FRASSON, 2014).

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

Machado (2008, p.17) 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 que pode ser citado é o PostgreSQL. De acordo com Biazus (2015), 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. É utilizado geralmente em empresas de pequeno a médio porte como também por universitários.

O presente artigo objetiva analisar a importância de um software de gestão no ramo da construção civil. Para isso, será realizado uma pesquisa exploratória na empresa SL Construções com o intuito de identificar suas necessidades referentes a elaboração do orçamento de materiais que serão utilizados na obra. Logo após, será desenvolvido um protótipo de um software da linguagem WEB e responsivo, que possibilite ao usuário gerenciar os custos da obra, permitindo ao mesmo realizar o controle dos materiais utilizados. Por fim, o desempenho do software na empresa SL Construções será analisado.

Procedimentos Metodológicos

Neste trabalho científico 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 tratar 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 Marconi e Lakatos (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. A empresa selecionada foi a SL Construções. Esta empresa participou do levantamento de requisitos até os testes do protótipo.

Para obter os dados da pesquisa, técnicas de entrevistas e testes foram utilizadas na empresa SL Construções. Para Marconi e Lakatos (2003), a entrevista é um dos instrumentos básicos para a coleta de dados. Trata-se de um encontro entre duas ou mais

peessoas, a modo que uma delas obtenha informações da outra a respeito de determinado assunto. Foi realizada uma entrevista não estruturada, permitindo ao entrevistado falar livremente sobre o assunto e conseguir coletar o máximo de informações possíveis para a construção do protótipo. A maior vantagem das entrevistas é coletar as informações diretamente na fonte do problema (GIL, 2008). Com auxílio da empresa SL Construções revisões de cálculos e testes no protótipo foram realizadas. Após desenvolver o protótipo, para verificar se os objetivos geral e específicos do trabalho foram atingidos, a empresa SL Construções avaliou o protótipo.

O protótipo irá utilizar 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. Será utilizado o framework JSF, pois facilita a elaboração de interfaces de usuário para sistemas web. O JSF irá trabalhar em conjunto com os objetos Java. 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

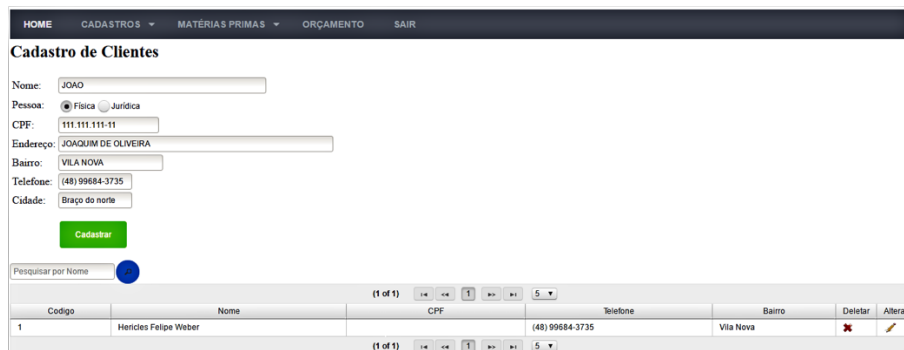
A partir do estudo realizado juntamente a empresa SL Construções, foi desenvolvido um protótipo para otimizar e agilizar os processos de orçamentação e cálculos de materiais na construção civil para uma obra de pequeno porte. As informações coletadas através da entrevista foram utilizadas para a construção do protótipo. Para aperfeiçoar o projeto, durante seu desenvolvimento, houve uma constante troca de informações entre o pesquisador e a empresa SL Construções.

Para que o protótipo possa efetuar os cálculos do orçamento é necessário inserir informações. As informações necessárias 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 piso, de tijolos, de produtos e de orçamentos. A seguir é apresentado 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. São necessárias informações

peçoais do cliente como nome, identificação de pessoa física ou jurídica, CPF ou CNPJ, endereço e telefone.

Figura 1 – Tela de cadastro de clientes

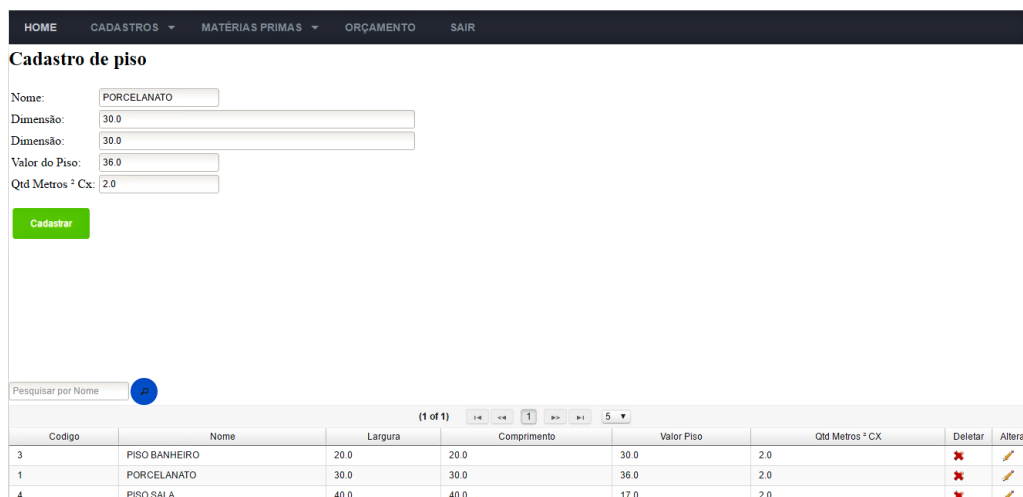


Codigo	Nome	CPF	Telefone	Bairro	Deletar	Alterar
1	Henricles Felipe Weber		(48) 99684-3735	Vila Nova	✖	✎

Fonte: Autores (2019).

Também é necessário realizar o cadastro dos materiais. A Figura 2 refere-se ao cadastro de piso. Neste item pode-se colocar os dados dos revestimentos cerâmicos. O usuário pode armazenar as principais informações referentes aos revestimentos como largura, comprimento, valor da caixa de piso e a quantidade de metros quadrados por caixa de piso.

Figura 2 – Tela de cadastro de piso



Codigo	Nome	Largura	Comprimento	Valor Piso	Qtd 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).

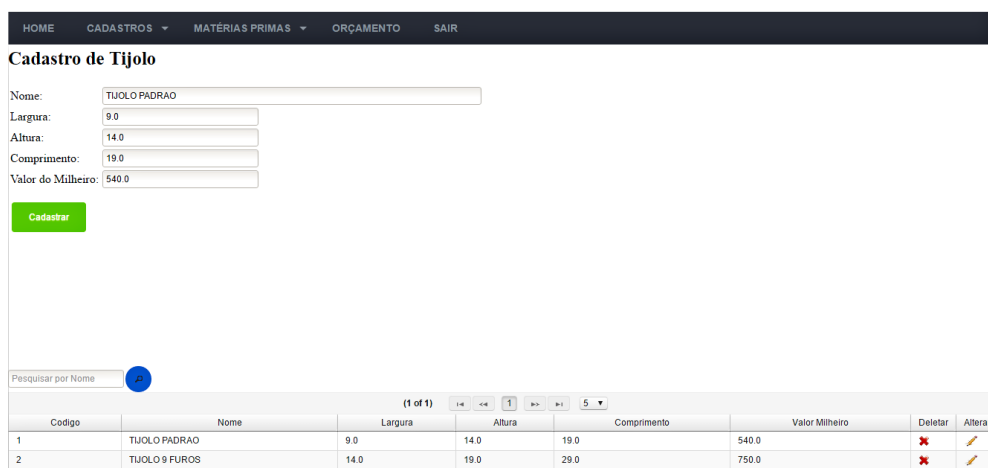
A Figura 3 apresenta a tela de cadastro de tijolos. Esta tela permite armazenar as principais informações referentes aos tijolos como largura, altura, comprimento de cada

unidade e seu respectivo valor para mil unidades. É comum a venda de tijolos em mil unidades, chamado popularmente de “milheiro”.

As figuras a seguir referem-se a tela de orçamento. Estas telas 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.

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”. Esta aba permite ao usuário informar a metragem total da obra e a altura da parede. O usuário também irá selecionar o tijolo a ser utilizado e a sua posição de construção.

Figura 3 – Tela de cadastro de tijolo



Cadastro de Tijolo

Nome: TIJOLO PADRAO
 Largura: 9.0
 Altura: 14.0
 Comprimento: 19.0
 Valor do Milheiro: 540.0

Cadastrar

Pesquisar por Nome

Código	Nome	Largura	Altura	Comprimento	Valor Milheiro	Deletar	Alterar
1	TIJOLO PADRAO	9.0	14.0	19.0	540.0	✖	✏
2	TIJOLO 9 FURROS	14.0	19.0	29.0	750.0	✖	✏

Fonte: Autores (2019).

Figura 4 – Tela de orçamento



Orçamento

Código	Nome Orçamento	Cliente	Data Orçamento	
1	ORÇAMENTO X	Hericles Felipe Weber	01/01/2016	👉 ✖
2	ORÇAMENTO TESTE	Hericles Felipe Weber	01/01/2016	👉 ✖
112	ORÇAMENTO TCC	Hericles Felipe Weber	09/12/2016	👉 ✖

+ Novo Orçamento

Fonte: Autores (2019).

Figura 5 – Aba “metragem total” da tela orçamento

Fonte: Autores (2019).

Aba “portas” apresentada na Figura 6 possibilita ao usuário informar a quantidade de portas que a construção irá utilizar. Os dados que devem ser inseridos são as dimensões da porta (largura e altura) e a quantidade de unidades.

Figura 6 – Aba “portas” da tela orçamento

Fonte: Autores (2019).

A Figura 7 refere-se a aba “janelas”. Esta aba possui a mesma funcionalidade da aba portas. Permite a inserção de dados sobre as janela, suas dimensões e a quantidade que a obra irá demandar.

Figura 7 – Aba “janelas” da tela orçamento

Fonte: Autores (2019).

A Figura 8 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 8 – Aba “piso” da tela orçamento

Fonte: Autores (2019).

A aba “finalização” permite ao usuário informar a mão de obra. Caso o usuário necessite pode ser inserir comentários no campo “observação”. Esta aba está representada na Figura 9.

Figura 9 – Aba “finalização” da tela orçamento

Fonte: Autores (2019).

Por fim, é possível gerar um relatório. Este relatório fornece ao usuário em sua primeira página um modelo de contrato padrão com os dados do construtor e cliente. As demais páginas do relatório são os quantitativos dos produtos e seus respectivos valores calculados pelo protótipo. A Figura 10 mostra uma parte de uma das páginas de um relatório completo do orçamento cadastrado contendo os quantitativos de materiais e valores.

Figura 10 – 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).

Os cálculos que o protótipo necessita fazer são de alta complexidade. Por este motivo, foi necessário realizar uma simulação de orçamento no protótipo e outra de forma manual para validar o resultado. Os cálculos foram verificados inúmeras vezes com a empresa SL Construções para garantir um alto índice de acerto do protótipo.

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. A empresa SL Construções foi consultada para identificar suas dificuldades no processo de orçamentação.

O protótipo criado possui linguagem de programação JAVA. Foi utilizado o framework JSF, pois facilita a elaboração de interfaces de usuário para sistemas web. O JSF irá trabalhar em conjunto com os objetos Java. O modelo de trabalho MVC (Model View Controller) foi utilizado para separar a parte lógica e regras de negócio com a navegação do usuário. O banco de dados PostgreSQL foi utilizado para o armazenamento dos dados.

A partir de uma análise baseada nos resultados obtidos através da aplicação do protótipo com a empresa SL Construções. Foi possível determinar que após a utilização do protótipo, um orçamento realizado de forma manual demorava cerca de 4 horas para ser gerado, tudo isso tendo em vista que podem ocorrer falhas humanas nos cálculos, já com a utilização do protótipo este tempo diminuiu consideravelmente para cerca de 15 minutos, sendo assim com a implantação do protótipo o tempo para o cálculo de um orçamento reduziu cerca de 85 %. Com a utilização do protótipo a empresa 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. Este controle pode facilitar a tomada de decisões do usuário e da empresa.

O protótipo pode ser aprimorado. Possíveis implementações seriam a integração de novos módulos como inclusão de cálculos estruturais (vigas pilares, lajes), telhados, sistemas elétricos e hidráulicos, etc.

Referências

AZEVEDO, Rogério Cabral et al. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011

BIAZUS, Diogo de Oliveira. O que é PostgreSQL?: Introdução e Histórico. 2003. Disponível em: <https://wiki.postgresql.org/wiki/Introdução_e_Histórico> Acesso em: 22 de Outubro 2015.

COSTA, Daniel Fonseca; MOREIRA, Bruno César Melo; PINTO, Kelly Luiza; CARVALHO, Francisval de Melo. Proposta de um modelo de orçamento de resultado utilizando métodos estatísticos de previsão. Revista de Administração da UNIMEP, v.14, n.3, p. 1-27, dez. 2016.

COSTA, Luiz Carlos Moreira. Java Avançado. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

FRASSON, R. Apostila Java Web. Criciúma, p. 101-102, 2014.

FURGERI, Sérgio. Java 6 Ensino Didático: Desenvolvendo e Implementando Aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

GIL, Antonio Carlos; Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.6. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

HORSTMANN, Cay S.; CORNELL, Gary. Core Java 2 – Volume 1 Fundamentos. 7. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2005.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de informações gerenciais. 7.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall,2007.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. Banco de Dados: Projeto e Implementação. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

PEURIFOY, Robert L., SCHEXNAYDER, Clifford J., SHAPIRA, Aviad, SCHIMITT, Robert. Planejamento, equipamentos e métodos para a construção civil, 8th edição. AMGH, 01/2015. VitalSource Bookshelf Online.

ROSINI, Alessandro Marco; PALMISIANO, Angelo. Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia bim. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianopolis, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S.. Sistemas de Banco de Dados. 6 ed. São Paulo: Campus, 2012.

SILVA, Benedito Albuquerque da. Custos e Estratégias de Gestão. Apostilado de pós-graduação, 2008.

VERGARA, Walter Roberto Hernández; TEIXEIRA, Renata Tais; YAMANARI, Juliana Suemi. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. *Exacta*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 75-88, 2017.

CAPITULO 9**GESTÃO INTEGRADA DE FROTA: O CONTROLE ESTRATÉGICO DE
MANUTENÇÕES COMO FATOR DECISIVO NA LOGÍSTICA DE
ENTREGAS DE UMA PEQUENA EMPRESA AVÍCOLA****Vandrei Masiero Padilha****Alessandro Zanini****Nacim Miguel Francisco Junior****Johnny Pereira****Ismael Mazzuco****Max Pereira**

Resumo: Pode-se considerar que nos últimos anos houve um aumento massivo no uso da tecnologia nas mais diversas áreas, com um foco significativo no ramo empresarial. Como um sistema não é mais um diferencial para as empresas, mas sim necessidade, cabe realizar o estudo de forma a encontrar a melhor maneira de gerir a frota de uma pequena empresa. A gestão de frotas e logística de uma empresa é de suma importância, pois a mesma define a forma como os produtos serão entregues ao consumidor final, algo que pode agregar pontos positivos, ou até mesmo negativos à marca de uma empresa, dependendo do serviço oferecido. O objetivo do estudo é desenvolver um protótipo de *software* que integre a gestão de frota de uma pequena empresa do ramo avícola, desde a manutenção até a gestão de entregas e para isso deve ser criada uma ferramenta de gestão de cadastros, uma ferramenta de controle de manutenções e uma ferramenta de controle de cargas. Com a aplicação do sistema e avaliação dos usuários percebeu-se que o sistema auxiliou na gestão das manutenções, facilitando a visualização das programações pendentes, de modo que nenhuma manutenção, fique de fora das prioridades da empresa.

Palavras-chave: Logística. Frota. Sistema. Gestão.

Introdução

Nos dias de hoje a informação tornou-se, em um certo ponto de vista, fonte de renda para muitas empresas, sendo um fator primordial que define o sucesso das

organizações que, segundo Oliveira (2016), com o aumento da globalização, têm a necessidade de um maior profissionalismo.

A empresa que não utiliza algum tipo de sistema de gerenciamento, desde uma rotina de cadastros, gestão de RH, ou até mesmo um ERP (Sistema Integrado de Gestão Empresarial), até por conceber que esse é um gasto desnecessário, pode acabar se perdendo com o imenso montante de informação e dados que chegam todos os dias em suas mãos.

No que tange os diversos ramos de atuação das empresas, um dos mais importantes é o da gestão logística. Essa área estende-se desde a gerência da cadeia de suprimentos, até a entrega do produto ao consumidor final. Segundo a pesquisa Custo Logístico no Brasil, realizada pela Fundação Dom Cabral (2017), as empresas brasileiras tiveram um custo médio de 12,37% do seu faturamento bruto somente com logística, quase 1% superior ao mesmo dado de 2014, onde o número somava 11,52%.

Dentro do ramo da logística, pode-se encontrar um nicho muito específico, chamado de *Vehicle Routing Problem*, ou simplesmente, Problema de Roteamento de Veículos - VRP. Esse processo logístico abrange projetos de rotas de entrega ou coleta que envolvem custo mínimo partindo de um ou mais depósitos até o cliente final (ARENALES *et al.*, 2015).

Segundo Saboia (2019), o conceito de VRP envolve, ainda, decisões estratégicas e táticas por parte das empresas, sobretudo nas empresas de logística, já que faz parte do seu negócio, impactando no mercado de atuação, no número de veículos e rotas que serão utilizados, entre outros fatores.

Portanto o VRP é em suma, um problema de otimização de rotas, dentro de suas inúmeras variantes, como o VRP com frotas heterogêneas, VRP com janelas de tempo, VRP com múltiplos depósitos, entre outros, visando calcular a melhor rota possível para uma determinada entrega, diminuindo assim custos logísticos e aumentando a satisfação do cliente final, já que a gestão ineficaz de uma entrega, pode acarretar, por exemplo, no não cumprimento do prazo de entrega, dentre inúmeras outras dificuldades (SABOIA, 2019).

O conceito de VRP é de grande importância em um país como o Brasil, que segundo a Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), possui 75% de suas mercadorias escoadas justamente pelas rodovias, o que explica o custo, estimado pela consultoria 4E, de R\$ 3 bilhões a menos no PIB nacional durante a greve dos

caminhoneiros de 2018, que paralisou a logística de transporte de produtos em território nacional (ABCR, 2018). Levando em conta que em 2018 o Brasil se encontrava em segundo lugar no *ranking* dos principais países exportadores de carne de frango, com cerca de 3000 toneladas, segundo pesquisa da revista Avicultura Industrial, uma fração dos produtos escoados pelas rodovias brasileiras vem das indústrias avícola e aviária (TALAMINI *et al.*, 2018).

Já em relação ao setor de postura, uma grande área dentro do setor avícola, houve um aumento no consumo interno, de 192 ovos por habitante em 2017 para 230 ovos em 2019, de acordo com dados da revista AviNews (MENDES, 2020).

Cabe ressaltar que, além de todo o gerenciamento do cuidado dos animais e do processamento dos ovos dentro da indústria, outro fator importante é o transporte do produto final até o cliente, seja ele algum distribuidor, como uma rede de mercados, ou mesmo o consumidor final.

O mercado atual de *softwares* oferece diversas opções no quesito ERP, ou seja, sistemas robustos de gerenciamento para empresas, como o *Avis Manager*, um sistema voltado para gestão de granjas de aves (VILESOFT, 2020). Porém, há de se ressaltar, que tais ferramentas podem ser custosas para pequenos empreendedores, que não possuem capital para investir em uma solução tão robusta. Não há, contudo, um sistema com enfoque especial no âmbito logístico de uma empresa avícola, desde a gestão da frota, dos caminhões, das manutenções, até a montagem das cargas e a geração dos romaneios da viagem.

Outra questão importante trata-se da condição da frota responsável pelas entregas da empresa, que deve estar em plenas condições, oferecendo em primeiro lugar segurança ao motorista, e depois a garantia de que a entrega será efetuada no tempo estipulado para a mesma.

A falta de organização na gestão de manutenções da frota, pode ocasionar problemas imprevistos na viagem, podendo atrasar a entrega da mercadoria ou o produto até o cliente final. Nestes casos o caminhão pode acabar parando antes de terminar o percurso ou até mesmo ter uma falha constatada antes de iniciar a viagem.

Aliada a questão logística, ou seja da gestão das entregas e da distribuição da mercadoria, a gerência das manutenções é de suma importância para que o produto chegue de forma mais rápida ao consumidor final.

Frente a essa questão e sabendo da importância da gestão de manutenções e entregas para a gestão eficaz da logística empresarial, surge a justificativa para o presente trabalho: poder conciliar a gestão de frotas e manutenções à necessidade de uma empresa avícola de executar uma gestão eficaz das suas entregas, garantindo assim a satisfação dos seus clientes.

Dessa forma, o objetivo do presente projeto é desenvolver um protótipo de *software* que integre a gestão de frota de uma pequena empresa do ramo avícola, desde a manutenção até a gestão de entregas. Para que possa ocorrer uma gestão mais eficaz das entregas, será desenvolvida uma ferramenta para a gerência da frota, desde as manutenções até a montagem da carga

Procedimentos Metodológicos

Em relação ao meio de investigação utilizado no trabalho, o mesmo pode ser classificado como pesquisa de campo, pois baseia-se em um estudo realizado no ambiente de uma empresa avícola, tendo como base um teste do protótipo efetuado por um usuário responsável pelas rotinas administrativas da empresa, de um montante de 15 funcionários, onde nem todos, em um cenário de produção real, iriam utilizar o sistema, sendo que nesse caso apenas esse usuário iria utilizar as ferramentas disponibilizadas pelo protótipo.

Após o período de testes foram coletadas as informações referentes às percepções do usuário de teste a respeito da usabilidade do protótipo, de acordo com os seguintes critérios pré-estabelecidos: *interface*, usabilidade das ferramentas disponibilizadas pelo protótipo e os benefícios que o mesmo pode trazer para a empresa e melhorias no processo interno.

As informações foram coletadas por meio de um questionário composto de perguntas abertas a fim de responder às questões levantadas por meio dos critérios de análise expostos neste tópico. Moresi (2003) explica a pesquisa de campo como sendo uma investigação empírica efetuada no local onde ocorre um determinado fenômeno, em que o pesquisador pode fazer uso de entrevistas, questionários, testes e observações.

O questionário aplicado contém 10 perguntas direcionadas à execução dos testes e mais 2 campos relacionados as críticas e às sugestões respectivamente, conforme pode ser visto com mais detalhes no Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário a ser aplicado na pesquisa de campo.

<i>Questão</i>	<i>Forma e Critério de Avaliação</i>
De acordo com a execução dos testes da ferramenta, como você descreveria a navegação do sistema (menus, módulos e processos)?	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de <i>interface</i> , sendo que refere-se a forma como o usuário vê a navegação do sistema.
O sistema proporciona fluidez na navegação ou o mesmo aparenta ser travado, mecânico e “seco”?	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de <i>interface</i> , sendo que refere-se a forma como o usuário vê a fluidez do sistema, onde o objetivo é construir uma aplicação o mais fluida possível.
O sistema possui uma <i>interface/layout</i> agradável, bem definida e organizada, de modo que as funcionalidades são fáceis de visualizar e de encontrar?	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de <i>interface</i> , sendo que refere-se a forma como o usuário vê a <i>interface/layout</i> do sistema.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, a sua conclusão a respeito das ferramentas de cadastros e de fluxo de carga. Favor também deixar claro se as ferramentas cumpriram seu propósito de realizar os cadastros básicos e também de gerenciar o fluxo de cargas da empresa.	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de usabilidade das ferramentas, sendo que refere-se a classificação do usuário a respeito das funcionalidades referentes aos processos de cadastro e do fluxo de carga.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, a sua conclusão a respeito da ferramenta de solicitação de manutenções. Favor também deixar claro se a ferramenta cumpriu seu propósito de automatizar a solicitação de manutenções.	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de usabilidade das ferramentas, sendo que refere-se a classificação do usuário a respeito da funcionalidade referente ao processo de solicitação de manutenções.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, os benefícios que o protótipo do sistema proposto pode trazer à empresa.	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de benefícios e melhorias de processo, sendo que refere-se a classificação do usuário a respeito dos benefícios que o protótipo pode trazer à empresa.
Após efetuados os testes, descreva as melhorias que o protótipo do sistema proposto pode trazer ao processo interno da empresa, ou seja, quais pontos do fluxo interno podem ser melhorados com o uso do sistema.	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de benefícios e melhorias de processo, sendo que refere-se a classificação do usuário a respeito dos processos que podem ser melhorados com o uso do protótipo do sistema.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, os benefícios que o protótipo do sistema proposto pode trazer à empresa.	Essa questão foi avaliada de acordo com o critério de benefícios e melhorias de processo, sendo que refere-se a classificação do usuário a respeito dos benefícios que o protótipo pode trazer à empresa.
Após efetuados os testes, em aspectos gerais, o uso do sistema auxiliou no gerenciamento da frota e das entregas? Se sim, cite em quais aspectos o protótipo ajudou no processo de gestão.	Essa questão será avaliada de acordo com o critério de benefícios e melhorias de processo, sendo que refere-se a conclusão do usuário, se o protótipo do sistema de fato auxiliou na gestão da frota e na geração de rotas.
Liste neste campo críticas construtivas a respeito do protótipo do sistema, referentes aos aspectos que em que o mesmo não conseguiu suprir neste estudo.	Campo aberto para críticas construtivas.
Liste neste campo sugestões de melhorias e de funções novas que podem ser adicionadas ao protótipo do sistema em um estudo futuro.	Campo aberto para sugestões.

Fonte: Autores (2020).

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada a IDE (do inglês *Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado, em tradução

livre) *Visual Studio Code*, disponibilizada de forma gratuita pela *Microsoft*, tendo como *framework* (um conjunto de diversas funções úteis ao desenvolvedor), o *Flutter* criado pela *Google*. Esse *framework* é baseado na linguagem de programação *Dart*.

Em relação ao gerenciamento de dados, usuários, entre outros processos de *back-end* foi utilizada uma ferramenta do *Google*, conhecida como *Firebase*, que disponibiliza um banco de dados que sincroniza os dados em tempo real, e oferece sistema de autenticação, armazenamento de dados, serviço de hospedagem de *sites*, entre tantos outros serviços.

Resultados e Discussão

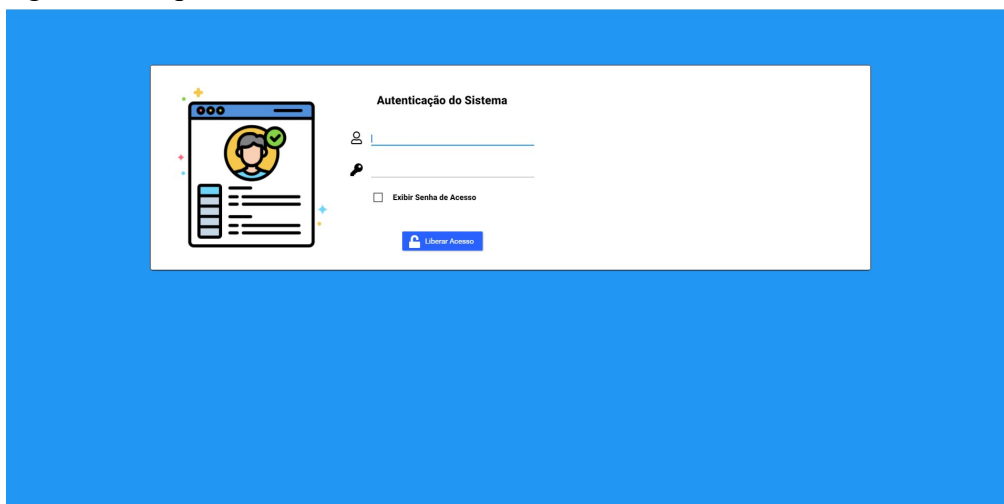
Após efetuado o desenvolvimento do protótipo proposto, o mesmo foi aplicado no ambiente controlado de testes. Como o foco do sistema é o ramo aviário, a ferramenta foi aplicada na empresa *Ovos Fabiany*, empresa que atua no ramo de postura de aves, comercializando ovos para diversos consumidores, como mercados, por exemplo.

O sistema foi apresentado para a responsável pela empresa, *Marisa Menegasso*, que retornou um *feedback* positivo em relação ao sistema e a sua filha, *Juliana Menegasso*, responsável pelas rotinas administrativas da empresa, como transmitir as notas fiscais pelo sistema interno. Por ela cuidar das rotinas administrativas, a mesma ficou a cargo de testar as funcionalidades do protótipo.

Após a apresentação do sistema, foi explicado para o usuário *Juliana Menegasso* as funcionalidades da ferramenta, de forma detalhada. Neste momento foram efetuados os cadastros básicos do sistema (usuários, empresa, embalagem, frota e custos) e também foram lançadas algumas cargas no sistema. Em seguida o usuário de testes ficou 1 semana utilizando as ferramentas do sistema, como o controle de cargas e manutenções, sendo que após este período o usuário de testes respondeu o questionário proposto na ferramenta *Survey Monkey*, que por sua vez, teve suas respostas coletadas, analisadas e documentadas no trabalho.

Conforme o objetivo proposto para este estudo o protótipo de *software* permite que o usuário efetue a gestão da frota da empresa, desde a manutenção até a gestão das cargas. Além disso permite também que o usuário crie programações de manutenção, abastecimento e troca de óleo, podendo definir a prioridade das mesmas de modo a facilitar a visualização. A Figura 1 exibe a tela inicial do sistema, onde o usuário pode efetuar o *login*.

Figura 1 – Captura da tela inicial do sistema.

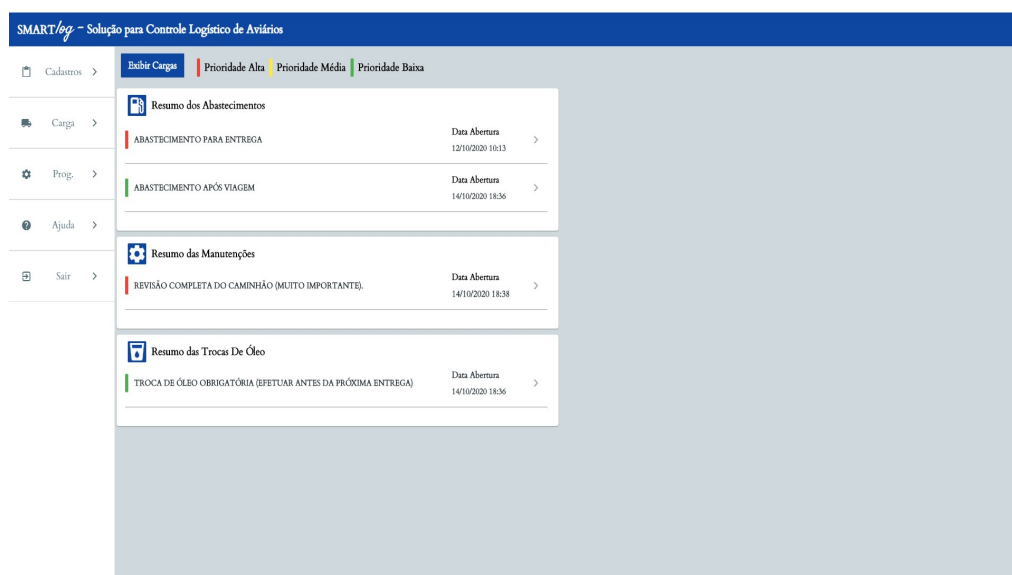


Fonte: Autores (2020).

Após efetuado o acesso ao sistema, o usuário pode visualizar um *dashboard* listando as programações ordenadas por prioridade e, através da seta a direita, acessá-la para realizar a sua efetivação ou até negá-la caso for necessário.

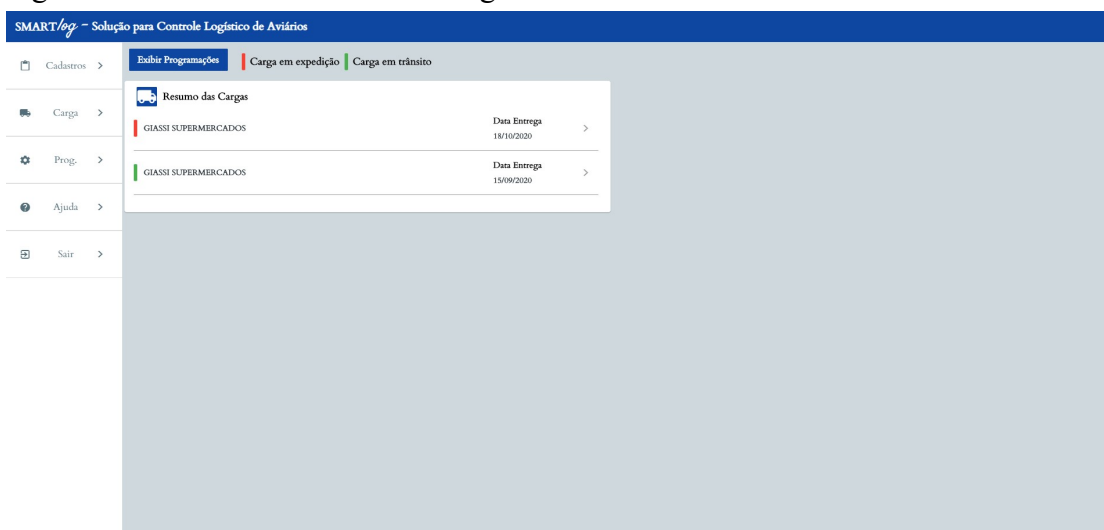
Além disso, através do botão acima da lista, o usuário pode visualizar também as cargas em aberto, ou seja, que ainda estão em expedição na empresa ou que estão a caminho do cliente final. As Figuras 2 e 3 ilustram o *dashboard* inicial.

Figura 2 – *Dashboard* listando as programações em aberto.



Fonte: Autores (2020).

Figura 3 – *Dashboard* listando as cargas em aberto.

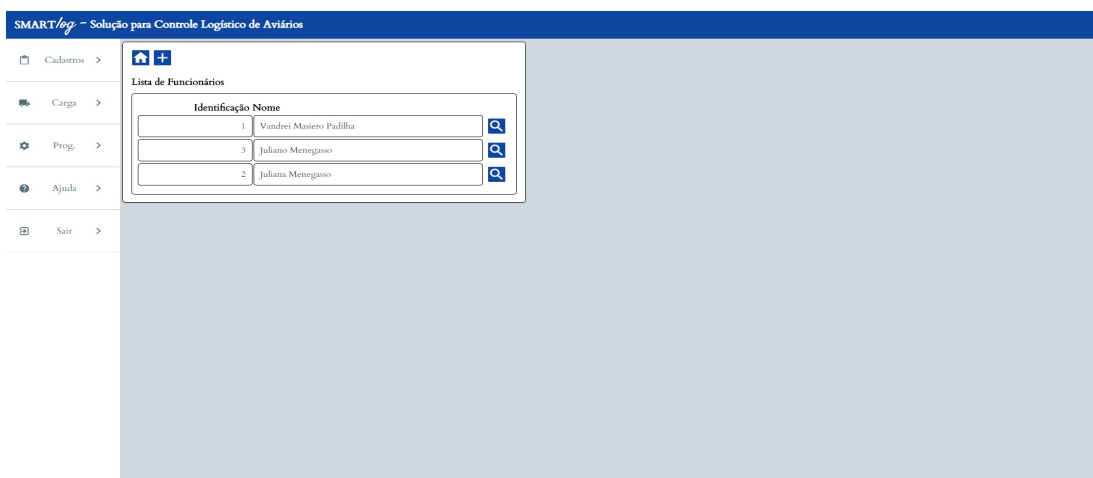


Fonte: Autores (2020).

Através do menu lateral o usuário tem acesso aos módulos do sistema. Através da opção Cadastros, podem ser efetuados os cadastros básicos de usuários, empresa, embalagem, frota e custos.

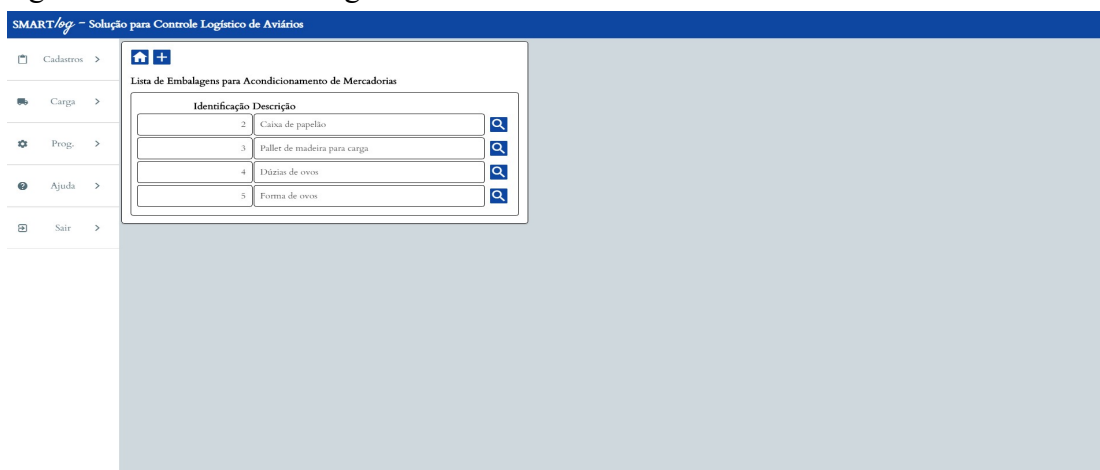
De modo a facilitar a visualização dos registros por parte do usuário, o protótipo lista os registros previamente cadastrados permitindo ao usuário selecionar qualquer um deles para consulta no formulário. Além disso, pelas listas, o usuário pode retornar à tela inicial, pelo botão com ícone de casa, ou inserir um registro novo no sistema, pelo botão com o ícone de adição. As Figuras 4 e 5 exemplificam a estrutura de listas.

Figura 4 – Lista de usuários cadastrados no sistema.



Fonte: Autores (2020).

Figura 5 – Lista de embalagens cadastradas no sistema.

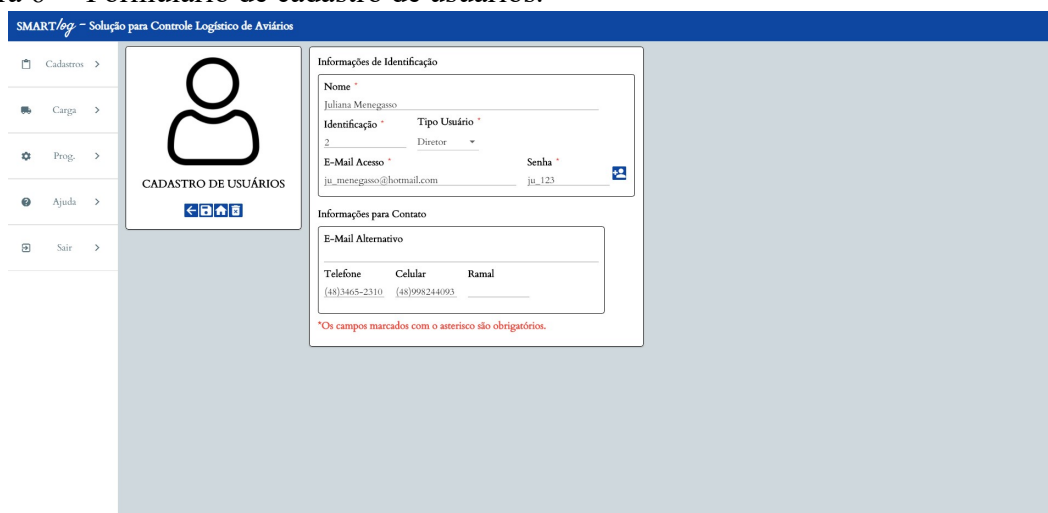


Fonte: Autores (2020).

Através do botão de pesquisa, o botão com ícone de lupa, o usuário pode abrir o formulário que irá exibir os detalhes do registro selecionado. Neste formulário podem ser atualizados ou deletados os dados pelo botão do disquete e pelo botão da lixeira respectivamente.

Pelo botão da casa o usuário pode retornar à tela inicial e pela seta ele pode retornar a lista de registros. As Figuras 6 e 7 ilustram os formulários detalhados devidamente preenchidos.

Figura 6 – Formulário de cadastro de usuários.



Fonte: Autores (2020).

Figura 7 – Formulário de cadastro de embalagens.

SMARTlog – Solução para Controle Logístico de Aviários

CADASTRO DE EMBALAGENS

Informações Gerais

Identificação *
4

Descrição *
Dízias de ovos

Carreg. *
Forma ▾

Capacidade e Dimensões

Capacidade: 12 Unidade/Ovo ▾

Largura	Compr.	Altura	Cubagem	Tara
0,3	0,3	0,8	0,002	0,000

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

Através da opção Carga do menu lateral o usuário pode realizar a montagem de carga. A opção de carga funciona como o restante dos registros do protótipo, onde o usuário tem acesso a uma lista de cargas já cadastradas, podendo consultar alguma já existente ou cadastrar uma nova.

No formulário de carga, o usuário pode vincular o caminhão carregado, o motorista que irá efetuar a entrega da carga e a embalagem que será utilizada no carregamento pelos botões icônicos ao lado dos campos. A Figura 8 ilustra o formulário de montagem da carga.

Figura 8 – Formulário de montagem de carga.

SMARTlog – Solução para Controle Logístico de Aviários

MONTAGEM DE CARGA

Cabeçalho

Carga * Data Saída Situação Expedição
1 Mercadoria Entregue ✓

Caminhão *
Caminhão Agrale com baú ✕ 📄

Motorista *
Juliano Menegasso ✕ 📄

Mercadoria Carregada

Comprador * Telefone Previsão Entrega *
Giassi Supermercados (48)3461-3433 09/10/2020

Produto
Ovos

Embalagem
Caixa de papelão ✕ 📄

Peso Bruto	Peso Líq.	Qtd. Embalagem	Volume Real
0	0	305	494100,000

Quantidade	Preço Líq.	Total Desp.	Total Cargo
73200	122	0	8930,4

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

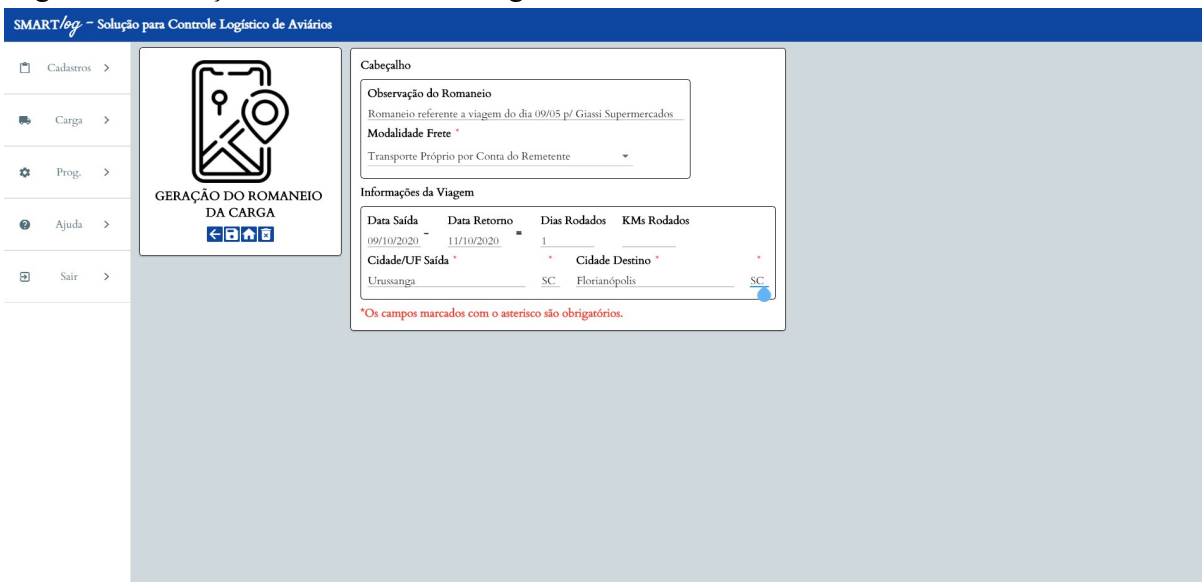
Pelo botão icônico ao lado do campo “Volume Real”, o sistema calcula o volume real ocupado pela mercadoria no caminhão, multiplicando o volume da embalagem utilizada no carregamento pela sua quantidade dentro do caminhão e também pelo fator de cubagem para modal rodoviário, que é 300 Kg.

O total da carga é o resultado do produto entre a quantidade unitária da mercadoria pelo seu preço líquido adicionando ainda o valor das despesas decorrentes do processo de produção e entrega da mercadoria.

Ainda na tela de carga, o usuário pode atualizar a sua situação de acordo com o *status* da entrega. Ao salvar a carga, ela fica com a situação “Montagem da Carga”; quando o caminhão sai da empresa para realizar a entrega, o usuário pode selecionar o botão com ícone de seta para alterar a situação da carga para “Em Trânsito”; quando o produto já foi entregue a situação da carga pode ser atualizada pelo ícone verde para “Mercadoria Entregue”, finalizando a entrega.

Pelo botão icônico ao lado da data de saída da carga, o usuário pode cadastrar o romaneio da carga, com as informações da viagem, conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9 – Geração do romaneio de carga.



SMART/og - Solução para Controle Logístico de Aviários

Cadastros >
Carga >
Prog. >
Ajuda >
Sair >

GERAÇÃO DO ROMANEIO DA CARGA

Cabeçalho

Observação do Romaneio
Romaneio referente a viagem do dia 09/05 p/ Giassi Supermercados

Modalidade Frete *
Transporte Próprio por Conta do Remetente

Informações da Viagem

Data Saída	Data Retorno	Dias Rodados	KMs Rodados
09/10/2020	11/10/2020	1	

Cidade/UF Saída * Cidade Destino *
Urussanga SC Florianópolis SC

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

Através da opção Prog. do menu lateral o usuário pode cadastrar as programações de abastecimento, troca de óleo e manutenção. Cada opção dentre as listadas anteriormente possui um formulário próprio para consulta e cadastro. As Figuras 10, 11 e 12 ilustram os formulários de programação.

Figura 10 – Formulário de cadastro de programação de abastecimento.

SMART/og - Solução para Controle Logístico de Aviários

Cadastros >
Carga >
Prog. >
Ajuda >
Sair >

PROGRAMAÇÃO DE ABASTECIMENTO

Cabeçalho

Identificação * 1 Prioridade * Alta

Detalhes * Situação Aberta ✓ ✗
abastecimento para entrega

Solicitante * Data Abertura * Data Encerramento
Juliano 12/10/2020 10:13

Informações do Abastecimento

Posto * Combustível *
Cardozo Diesel

Preço p/ Litro	Quantidade(Lt)	Custo Total
0	0	0

Custo Vinculado ✗ \$
Custo com abastecimento

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

Figura 11 – Formulário de cadastro de programação de troca de óleo.

SMART/og - Solução para Controle Logístico de Aviários

Cadastros >
Carga >
Prog. >
Ajuda >
Sair >

PROGRAMAÇÃO DE TROCA DE ÓLEO

Cabeçalho

Identificação * 1 Prioridade * Baixa

Detalhes * Situação Aberta ✓ ✗
Troca de óleo obrigatória (efetuar antes da próxima entrega)

Solicitante * Data Abertura * Data Encerramento
Juliano Menegasso 14/10/2020 18:36

Informações da Troca de Óleo

Oficina *
Orleans AutoCenter

Fornecedor

Preço p/ Litro	Quantidade(Lt)	Custo Total
0	0	0,00

Custo Vinculado ✗ \$

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

Em todas as três há a opção de o usuário poder alterar a sua situação. Quando a programação é salva no sistema, a mesma fica automaticamente com a situação “Aberta”.

Pelo botão verde ao lado da situação o usuário pode efetivar aquela programação, no caso de a mesma já ter sido realizada; pelo botão vermelho o usuário pode negar aquela programação, caso for necessário.

Ainda nos formulários de programação, o usuário pode definir a sua prioridade, onde caso a mesma seja definida como prioridade alta, aparecerá no topo da lista de programações no *Dashboard* inicial do sistema.

Por último, através da opção “Ajuda” do menu lateral, o usuário pode visualizar algumas dicas caso fique com alguma dúvida na utilização do sistema, conforme ilustrado na Figura 13. Pelo botão “Sair”, o usuário pode efetuar o *logout* do sistema.

Figura 12 – Formulário de cadastro de programação de manutenção.



SMART/log – Solução para Controle Logístico de Aviários

PROGRAMAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Cabeçalho

Identificação * 1 Prioridade * Alta Tipo Manut. * Revisão

Detalhes * Situação
 Revisão completa do caminhão (muito importante). Aberta

Solicitante * Juliano Menegasso Data Abertura * 14/10/2020 18:38 Data Encerramento

Informações da Manutenção

Oficina * Auto Mecânica PedroCar

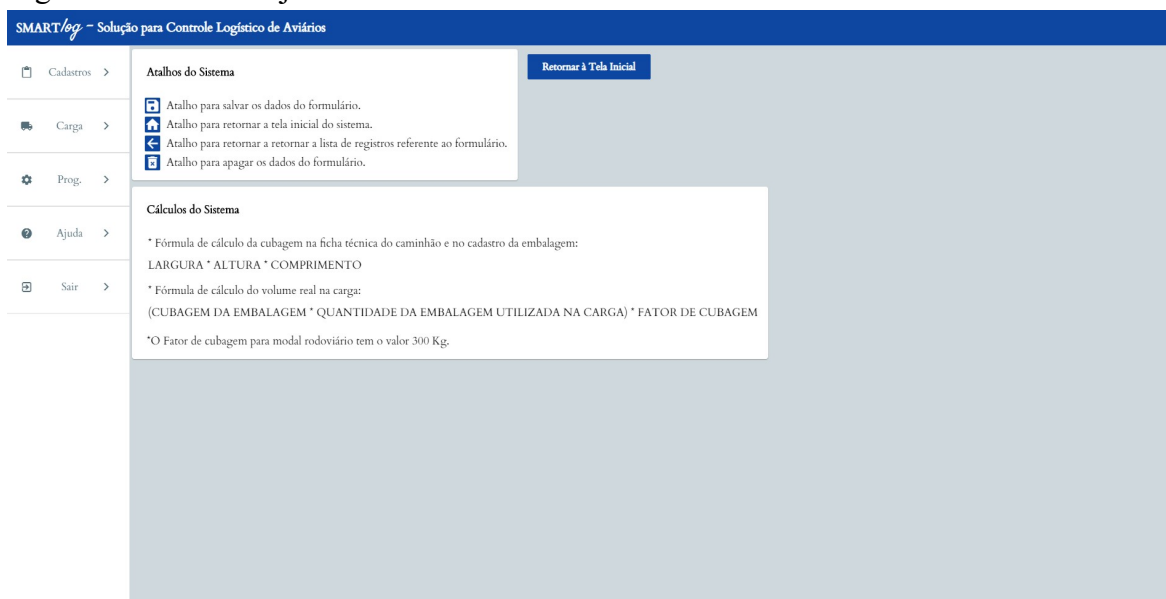
Custo Total 0,00

Custo Vinculado

*Os campos marcados com o asterisco são obrigatórios.

Fonte: Autores (2020).

Figura 13 – Tela de ajuda do sistema.



SMART/log – Solução para Controle Logístico de Aviários

Atalhos do Sistema

Retornar à Tela Inicial

- Atalho para salvar os dados do formulário.
- Atalho para retornar a tela inicial do sistema.
- Atalho para retornar a retornar a lista de registros referente ao formulário.
- Atalho para apagar os dados do formulário.

Cálculos do Sistema

* Fórmula de cálculo da cubagem na ficha técnica do caminhão e no cadastro da embalagem:
 $LARGURA * ALTURA * COMPRIMENTO$

* Fórmula de cálculo do volume real na carga:
 $(CUBAGEM DA EMBALAGEM * QUANTIDADE DA EMBALAGEM UTILIZADA NA CARGA) * FATOR DE CUBAGEM$

*O Fator de cubagem para modal rodoviário tem o valor 300 Kg.

Fonte: Autores (2020).

Após o período de testes do protótipo na referida empresa, o usuário Juliana Menegasso respondeu o questionário proposto na seção de Procedimentos Metodológicos, cujas respostas estão listadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação de respostas do questionário.

<i>Questão</i>	<i>Resposta</i>
De acordo com a execução dos testes da ferramenta, como você descreveria a navegação do sistema (menus, módulos e processos)?	A navegação entre as telas foi bem tranquila e fácil de usar.
O sistema proporciona fluidez na navegação ou o mesmo aparenta ser travado, mecânico e “seco”?	Não apresentou travas.
O sistema possui uma <i>interface/layout</i> agradável, bem definida e organizada, de modo que as funcionalidades são fáceis de visualizar e de encontrar?	Sim, achamos bem agradável e organizado.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, a sua conclusão a respeito das ferramentas de cadastros e de fluxo de pedidos/carga. Favor também deixar claro se as ferramentas cumpriram seu propósito de realizar os cadastros básicos e também de gerenciar o fluxo de pedidos e carga da empresa.	A ferramenta é de fácil uso, ajuda com a organização da empresa, para melhor controle de cargas e cadastros, auxiliando na expedição do produto.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, a sua conclusão a respeito da ferramenta de solicitação de manutenções. Favor também deixar claro se a ferramenta cumpriu seu propósito de automatizar a solicitação de manutenções.	A ferramenta cumpriu com o propósito, como a empresa nunca teve um controle de manutenções parecido, foi visto que é muito importante para melhor controle.
Após efetuados os testes, descreva em algumas linhas, os benefícios que o protótipo do sistema proposto pode trazer à empresa.	Uma melhor organização e eficiência no controle de cargas, abastecidas e manutenções.
Após efetuados os testes, descreva as melhorias que o protótipo do sistema proposto pode trazer ao processo interno da empresa, ou seja, quais pontos do fluxo interno podem ser melhorados com o uso do sistema.	Pode melhorar a logística da empresa, como também no controle de gastos e despesas com o veículo, podendo assim, auxiliar na redução de custos.
Após efetuados os testes, em aspectos gerais, o uso do sistema auxiliou no gerenciamento da frota e das entregas. Se sim, cite em quais aspectos o protótipo ajudou no processo de gestão.	Sim, auxiliou na quantidade de produtos, não ultrapassando o permitido da frota, melhor controle das abastecidas, auxiliando também na logística da empresa.
Liste neste campo críticas construtivas a respeito do protótipo do sistema, referentes aos aspectos que em que o mesmo não conseguiu suprir neste estudo.	A ferramenta poderia permitir informar mais tipos de produtos na carga.
Liste neste campo sugestões de melhorias e de funções novas que podem ser adicionadas ao protótipo do sistema em um estudo futuro.	Poderia criar um relatório sobre as despesas e manutenções com o veículo num geral, trazendo agilidade para empresa no fechamento do seu caixa e controle de custos.

Fonte: Autores (2020).

Considerações Finais

O presente artigo teve como objetivo desenvolver um protótipo de *software* que permita ao usuário efetuar a gestão da frota da empresa, desde a manutenção até a gestão das cargas.

O protótipo tinha como meta resolver o problema com falta de organização com a frota, carga e manutenções, com o intuito de prevenir que o caminhão apresente alguma avaria durante a viagem que atrase a entrega do produto ao consumidor final por conta da má gestão dessas manutenções.

Com a aplicação do protótipo na empresa e pelas respostas obtidas no questionário ficou claro que o sistema auxiliou na gestão das manutenções, facilitando a visualização das programações pendentes, de modo que nenhuma manutenção, seja revisão, troca de óleo, de pneus ou de alguma luz do caminhão fique de fora das prioridades da empresa. Cabe salientar, no entanto, que cabe ao usuário cadastrar as programações e também de realizá-las, porém o sistema é capaz de fornecer as ferramentas necessárias para o usuário realizar este controle dentro da empresa.

Nas últimas duas questões, o usuário de testes Juliana Menegasso registrou algumas sugestões que podem ser aplicadas em um estudo futuro. A primeira delas é o fato de que na carga o sistema poderia permitir vincular mais produtos, pois em uma caixa ou em um pallet, podem ser acondicionados diversos tipos de ovos, onde cada um terá um preço distinto: hoje, na carga, existe apenas um campo de preço líquido geral para a carga; a segunda sugestão vem de encontro a gestão, onde o usuário sugeriu a criação de um relatório, ou painel, onde poderiam ser listadas as manutenções, abastecimentos e trocas de óleo, sendo exibido também os custos dessas programações, com o intuito de verificar os gastos com as mesmas.

Além disso, algo para efetuar em estudos futuros, em relação a situação da carga: o sistema poderia disponibilizar uma espécie de “*App* do Motorista”, onde o motorista teria uma lista de cargas em trânsito, onde o mesmo poderia estar confirmando a sua entrega, sem que fosse necessário acessar o sistema pelo computador e fazer isso manualmente.

Referências

ABCR. RELATÓRIO Anual ABCR, 2018. Disponível em: <<https://abcr.org.br/images/relatorio-anual-abcr-2018.pdf>>. Acesso em: 28 de março de 2020.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. Pesquisa operacional: para cursos de engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. Custos logísticos no brasil 2017. Disponível em: <[https://ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Relatórios%20de%20Pesquisa/Relatórios%20de%20Pesquisa%202018/Apresentacao_Custos_Logisticos_no%20Brasil%202018_FDC%20%20revRVC%20abr18%20\(002\).pdf](https://ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Relatórios%20de%20Pesquisa/Relatórios%20de%20Pesquisa%202018/Apresentacao_Custos_Logisticos_no%20Brasil%202018_FDC%20%20revRVC%20abr18%20(002).pdf)> Acesso em: 30 de março de 2020.

MENDES, Ariel Antônio. Nem Tudo São Flores. Revista AviNews, p. 05, março 2020. Disponível em: <https://issuu.com/avinews/docs/avinews-brasil-marzo-2020_issuu>. Acesso em 30 de março de 2020.

MORESI, Eduardo. Metodologia de Pesquisa. 2003. 108 p. Dissertação (Pós Graduação *Stricto Sensu* em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação) – Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília. 2003.

OLIVEIRA, Cendy Andreoli de. Disponível em: <<https://reasy.docs.apiary.io/#reference/0/enviar-pedidos-do-seu-erp-para-o-reasy>>. Acesso em: 28 de março de 2020.

SABOIA, Ricardo Barboza. Aplicação da Metodologia Gerar-e-Resolver para o Problema de Roteamento de Veículos com Coleta e Entrega Simultâneas e Frota Heterogênea. 2019. 78p. Dissertação (Pós Graduação em Informática Aplicada) – Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Fortaleza. 2019

TALAMINI, Dirceu João Duarte; MARTINS, Franco Müller; FILHO, Jonas Irineu dos Santos. Conjuntura Econômica da Avicultura Brasileira em 2018. Revista Avicultura Industrial, n. 11, p. 22, dezembro 2018. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/anuario-da-avicultura-industrial-2019-sera-melhor-para-a-avicultura/20181213-144930-u650>>. Acesso em: 30 de março de 2020.

VILESOFT. Para que serve um sistema ERP? Disponível: <<https://vilesoft.com.br/blog/para-que-serve-um-sistema-erp/>> Acesso em: 30 de março de 2020.

CAPITULO 10**A TECNOLOGIA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA: ESTRATÉGIAS E
METODOLOGIAS PEDAGÓGICAS****Liane Pedroso****Nacim Miguel Francisco Junior****Johnny Pereira****Ismael Mazzuco****Alessandro Zanini****Max Pereira**

Resumo: O projeto visou analisar as práticas pedagógicas em relação à influência das ferramentas tecnológicas. Estamos vivenciando uma era tecnológica e moderna, na qual tudo se modifica e se desenvolve rápido, mas será que as práticas pedagógicas estão se desenvolvendo e se modificando? A pesquisa teve como objetivo analisar a presença e utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula. O instrumento de pesquisa utilizado no estudo foi um questionário com sete questões que foram respondidas por professores do 1º ao 5º ano do ensino fundamental de duas escolas do Sul de Santa Catarina. Durante a análise dos resultados, foi concluído e comprovado que a tecnologia auxilia nas estratégias e metodologias pedagógicas de diversas formas.

Palavras-chave: Tecnologias Educacionais. Tecnologia e Educação. Tecnologia e Aprendizagem. Práticas Pedagógicas.

Introdução

Na sociedade contemporânea, o termo tecnologia abrange diversas significações que contemplam diferentes ações. O modo como o homem utiliza ferramentas e quando aplicam seus conhecimentos para modificar o meio em que vive, é tecnologia. Atualmente, o conceito está relacionado com a criação de ferramentas, mas também com o objeto afeta em aspectos sociais e culturais da sociedade (HEINSFELD; PISCHETOLA, 2019).

A partir desse conceito, analisamos que a tecnologia é muito mais que aparelhos eletrônicos e digitais. A tecnologia é o objeto criado pelo homem, com o intuito do desenvolvimento, portanto na época que foi construído a primeira roda, naquele momento a roda era a tecnologia.

As novas tecnologias têm nos propiciado outro modo de leitura e escrita, uma outra forma de se comunicar. Atualmente, com as novas práticas sociais de ler e escrever constituiu-se o letramento digital (SILVA, 2011). Do ponto de vista da Educação proporciona uma nova forma de se comunicar, questionando assim nossas práticas pedagógicas.

Deste modo, a tecnologia pode e deve ser inserida no meio escolar, denominando-se tecnologia educacional. Segundo o artigo de Chiofi e Oliveira (2014), o termo tecnologia educacional remete-se a aplicação de recursos tecnológicos como ferramentas para aprimorar a qualidade do ensino.

A tecnologia educacional é um novo recurso que deve ser aplicado pelos professores em suas práticas pedagógicas. Com o surgimento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a utilização da tecnologia deve estar presente em sala de aula. A quinta competência geral da Educação Básica tem como preceitos a compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais e de comunicação que sejam aplicadas de forma significativa, crítica, reflexiva e ética (BRASIL, 2017).

Vale ressaltar que as tecnologias educacionais não substituem o papel do professor, mas servem como auxílio nas aulas como o caso de materiais *on-line*, vídeos, jogos, softwares e imagens, tornando a aula mais dinâmica (JARDIM; CECÍLIO, 2013).

Salientando a compra e instalação de ferramentas tecnológicas não é efetivo se não houver uma reformulação na concepção pedagógica que tenha como intervenção a aplicabilidade da tecnologia em sala de aula (KOCH, 2013).

Portanto é necessário aprimorar nossas técnicas e estratégias pedagógica para que o uso da tecnologia tornar-se hábito necessita, em primeiro lugar, de um educador curioso. Aquele que sente incomodo em ficar aplicando os mesmos métodos, busca, pesquisa e aplica o novo (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013).

A situação em que vivemos é a transição da escola como detentora da informação para uma sociedade em que a informação está, literalmente, em nossas próprias mãos. Segundo Bernardino (2015), a escola necessita assumir como um meio de transformação

da informação em conhecimento, desprendendo-se de seus modelos tradicionais de ensino, observando um novo papel para esta nova sociedade.

Uma grande incógnita é sobre como o ato de ensino e aprendizagem, no ambiente escolar, se comporta com tantos avanços tecnológicos que se tornam cada vez mais essenciais e vitais para o nosso cotidiano. Estes avanços são aplicados para a simplificação de tarefas, um ensino mais interativo e moderno, ou são ignorados como se não fizessem parte da nossa rotina diária?

Com esses questionamentos, a seguinte problemática tornou-se primordial para o artigo, como a tecnologia auxilia nas estratégias e metodologias pedagógicas?

Após desenvolver a problemática, foi definido o objetivo geral analisar a presença e utilização de ferramentas tecnológicas em sala de aula.

Dentro do objetivo geral surgiram uma série de itens para iniciar a investigação, sendo eles: identificar quais ferramentas tecnológicas utilizadas pelos professores fazem parte de suas estratégias metodológicas, verificar se as ferramentas tecnológicas utilizadas são atuais e estão em boas condições e identificar aspectos positivos e negativos para a utilização de ferramentas tecnológicas.

Procedimentos Metodológicos

O procedimento adotado para a coleta de informações foi o estudo de caso, pois é um estudo aprofundado nas práticas tecnológicas de duas escolas. Para Fonseca (2002, p. 33):

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico.

A pesquisa foi realizada em duas escolas de nível fundamental, sendo uma escola particular do município de Orleans e uma escola pública do município de Lauro Müller para que possa haver uma comparação das práticas pedagógicas e as tecnologias educacionais entre essas duas escolas.

Os professores de 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental foram o enfoque da pesquisa, pois como o problema é sobre práticas pedagógicas e os profissionais formados

no curso de Pedagogia podem dar aula no ensino fundamental até 5º ano, estes profissionais seriam mais interessantes para a pesquisa.

Foram 9 professores e apenas 7 professores responderam ao questionário, 2 da escola pública e 5 da escola particular, totalizando 100% da escola particular e apenas 50% da escola pública.

Na escola particular as professoras regentes das turmas de 1º ao 5º ano realizaram o questionário, Na escola pública as professoras do 1º, 2º e 4º ano responderam à pesquisa. Na escola pública o primeiro e o segundo ano têm a mesma professora, pois o número de alunos que foram matriculados para o primeiro ano não foi suficiente para inaugurar uma nova turma. Duas professoras da escola pública, sendo elas do terceiro e quinto ano não quiseram responder ao questionário.

O instrumento que foi utilizado para realizar a pesquisa foi um questionário que contém sete questões, sendo ela seis questões fechadas e apenas uma questão aberta.

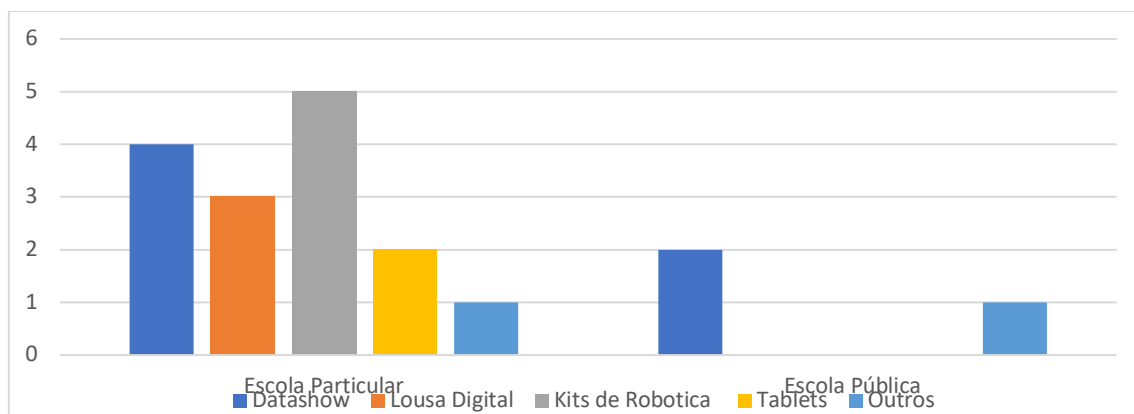
A realização da pesquisa aconteceu por meio digital, pois por conta da pandemia o contato presencial se tornava muito perigoso para o pesquisador e para os pesquisados. O e-mail e Whatsapp foram grandes aliados nessa pesquisa.

Resultados e Discussão

A discussão iniciou com a análise das respostas da Escola Particular e, em seguida, a análise das respostas da Escola Pública e no final foi feita uma comparação dos resultados entre as escolas.

A primeira questão do questionário, foi uma questão de reconhecimento do ambiente escolar.

Gráfico 1 – Tecnologias disponíveis na escola.



Fonte: Autores (2020).

Primeiramente, queremos citar o fato de apenas 50% da escola pública ter respondido ao questionário e 100% da escola particular respondeu, ou seja, sempre o Gráfico da escola particular será maior.

De acordo com o Gráfico 1, todas as respostas das professoras da escola particular coincidiram no item: kits de robótica, porém algumas professora acrescentaram outras ferramentas tecnológicas. Datashow também está muito presente nas respostas das professoras. Na opção outros, a professora do primeiro ano acrescentou, Plataforma Plurall, Matific, ClassApp.

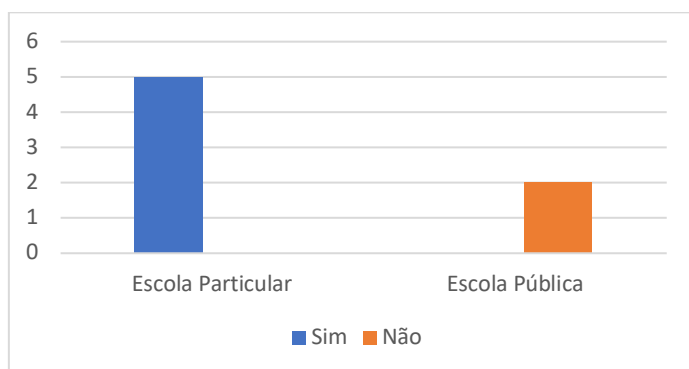
Ao observar o Gráfico 1, é possível identificar que o Datashow é o item mais presente na escola pública. Na opção outros foram citados computadores.

Podemos observar que a escola particular tem mais ferramentas tecnológicas presentes em seu ambiente escolar comparada à escola pública.

Durante a pesquisa podemos notar que os autores citados no artigo têm a visão de que as tecnologias educacionais estão no ambiente escolar para aprimorar a qualidade do ato de ensinar e aprender, portanto deve haver ferramentas tecnológicas disponíveis para o uso pedagógico. Segundo Chiofi e Oliveira, (2014, p.7) “Em se tratando da tecnologia educacional o termo remete ao emprego de recursos tecnológicos como ferramenta para melhorar a qualidade do ensino.”.

A questão número dois, foi a respeito da funcionalidade das tecnologias que estão no ambiente escolar.

Gráfico 2 – Funcionalidade das tecnologias da escola



Fonte: Autores (2020).

No Gráfico 2, notamos que todas as professoras da escola particular responderam o mesmo item, afirmando que as ferramentas tecnológicas de sua escola são atualizadas.

Ao analisar o Gráfico 2, identificamos que todas as professoras da escola pública responderam o mesmo item, confirmando que as ferramentas tecnológicas da escola estão desatualizadas.

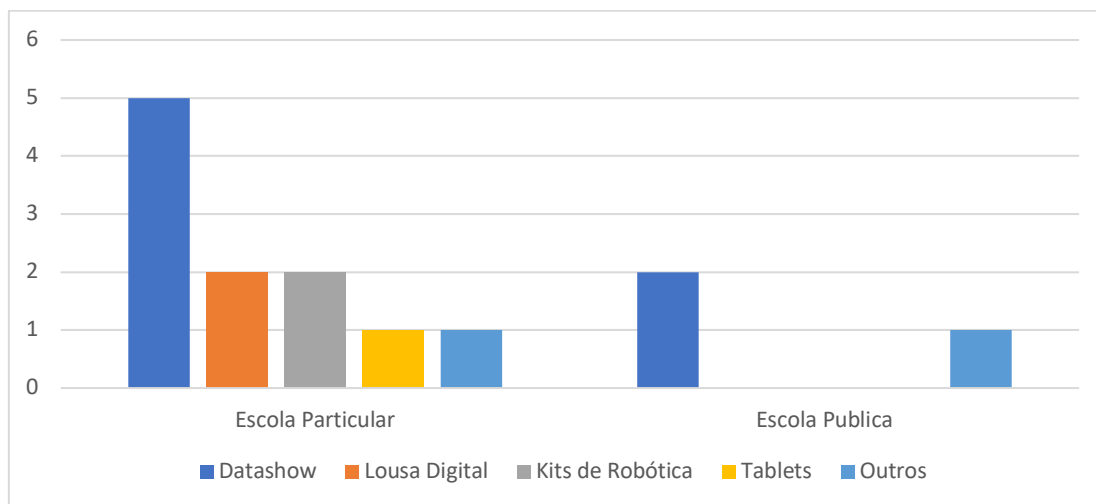
Conseguimos observar que as ferramentas tecnológicas da escola particular estão atualizadas, diferentemente da escola pública, que suas ferramentas tecnológicas estão desatualizadas.

É de suma importância que as ferramentas tecnológicas de uma escola estejam atualizadas, pois as tecnologias se desenvolvem muito rápido e acabam tornando-se cada vez mais práticas e fáceis de manipular e também com recursos extra que irão auxiliar o desempenho das aulas. Segundo Pereira e Silva (2013, p. 87) “Os gestores e professores não podem ficar parados no tempo, têm que acompanhar as novas tecnologias que estão surgindo [...]”

Compreende-se que o ambiente escolar deve estar equipado de ferramentas tecnológicas atualizadas e de boa performance, para que a aula do docente seja mais agilizada e sem complicações.

A terceira questão era sobre a aplicabilidade das ferramentas tecnológicas em sala de aula.

Gráfico 3 – Ferramentas tecnológicas utilizadas em sala de aula.



Fonte: Autores (2020).

De acordo com o Gráfico 3, o item Datashow está presente em todas as respostas das professoras da escola particular, tornando-se a ferramenta tecnológica mais utilizada

nas salas de aula da escola particular. Na opção outros foram citados aplicativos, livro digital, jogos eletrônicos e *online*, notebook, plataformas de música e vídeo.

Ao analisar o Gráfico 3, pode-se concluir que na escola pública o Datashow é a ferramenta tecnológica mais utilizada. Na opção outros foram citados computadores e celulares.

Nessa questão foi possível analisar que o Datashow é o item mais utilizado em ambas das escola, porém na escola particular mais ferramentas tecnológicas diversificadas são utilizadas.

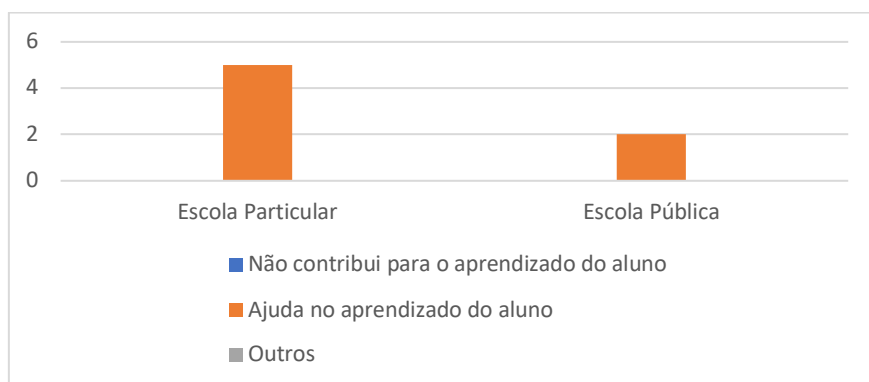
No artigo foi ressaltado a importância das tecnologias educacionais estarem presentes no ambiente escolar, porém os professores devem utilizar-se dessas ferramentas em sala de aula de forma crítica e inovadora. Segundo Koch (2013, p.15):

O professor é fundamental no processo de aprendizagem, no qual a principal função deste é se um criador de ambientes de aprendizagem e de valorização do educando; a inovação não está restrita a tecnologia, mas sim na maneira de como o professor vai usar os recursos, criar projetos metodológicos que levam a produção de conhecimento, também deve haver diálogo, compreensão, respeito mútuo e a afetividade, interação e então a tão esperada aprendizagem.

Entende-se que a utilização das ferramentas tecnologias deve estar acompanhada de um professor provido de conhecimento e de uma metodologia significativa e de relevância para seus alunos.

A quarta questão era sobre a contribuição da tecnologia para a aprendizagem do aluno.

Gráfico 4 – Contribuição da tecnologia para a aprendizagem.



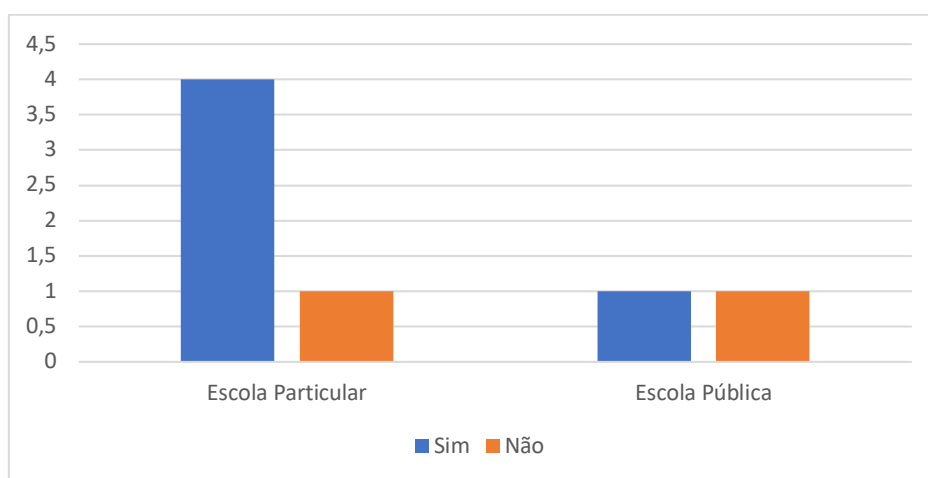
Fonte: Autores (2020).

Ao observar o Gráfico 4, é possível analisar que todas as professoras, independente de escola, conseguem identificar que a tecnologia auxilia no aprendizado do aluno.

Na escrita do artigo, conseguimos identificar a importância da tecnologia estar inserida em sala de aula. Segundo Pereira e Silva (2013, p.89), hoje é impossível falar em educação sem falar que a tecnologia está inserida nela.

A quinta questão é sobre o treinamento, realizado pelas escolas, a respeito das tecnologias existentes na escola.

Gráfico 5 – Treinamento sobre as tecnologias



Fonte: Autores (2020).

De acordo com o Gráfico 5, apenas uma professora não recebeu treinamento sobre as tecnologias existentes na escola particular, mas o restante das entrevistadas receberam treinamento.

Ao analisar o Gráfico 5, na escola pública uma professora recebeu treinamento, porém a outra não.

Ambas escolas têm um professor que não recebeu treinamento para utilizar as tecnologias da escola, portanto seria interessante que as escolas realizem um novo treinamento.

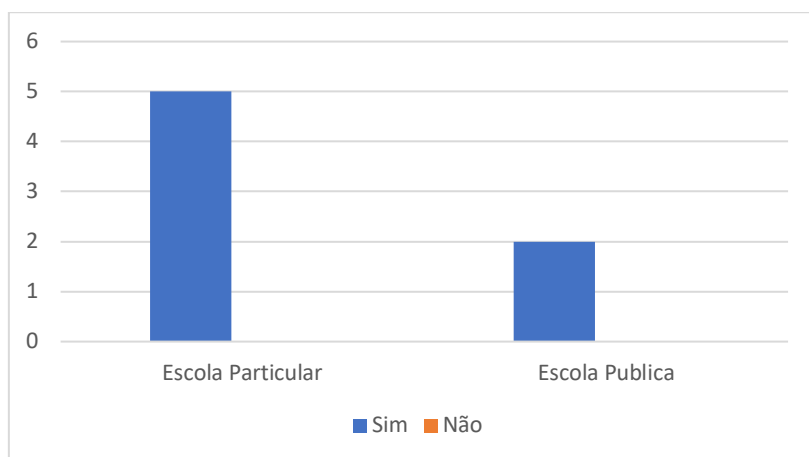
No artigo, foi discutido a importância dos professores terem conhecimento sobre as tecnologias e a escola poderia auxiliar os professores com treinamentos para que consigam aplicar a ferramenta tecnológica sem dificuldades. Segundo Jardim e Cecílio (2013, p.5142):

Após o momento em que a escola está preparada para receber tais tecnologias e trabalhar com ela, cabe aperfeiçoar a formação dos professores para tais mudanças em sala de aula, pois os docentes começam a aceitar essas mudanças quando percebem o impacto delas no âmbito escolar.

É interessante que o professor tenha conhecimento sobre as tecnologias da escola, pois o seu uso de forma significativa e crítica somente surgirá com uma metodologia e prática, na qual o professor tem total aptidão ao usar a ferramenta tecnológica.

A sexta questão era relacionada a segurança dos professores ao utilizar as tecnologias em sala de aula.

Gráfico 6 – Segurança ao utilizar as tecnologias.



Fonte: Autores (2020).

Ao observar o Gráfico 6, identifica-se que todas as professoras entrevistadas se sentem seguras para aplicar as tecnologias em sala de aula.

Durante o artigo, foi-se analisado a importância dos professores se sentirem seguros para trabalharem as tecnologias. É de importância investir no conhecimento dos nossos professores e auxilia-los para que suas metodologias e práticas pedagógicas se tornem cada vez melhor. Segundo Silva (2011, p.544) “Para melhorar a qualidade da educação, não basta avaliar o aluno. A saída é investir no professor. Melhorar os salários, melhorar a formação, melhorar as condições de trabalho.”

A sétima e última questão era uma pergunta aberta que continha o seguinte enunciado:

Você possui conhecimento necessário para aplicar as tecnologias existentes na escola? Justifique.

De modo geral, todos os professores responderam que sim, sendo a maioria das justificativas que o conhecimento surgiu por meio da escola ou que já obtinham esse conhecimento fora da escola.

Em comparação ambas as escolas tiveram resultado positivo de todas as professoras nessa questão, portanto ambas as escolas têm professoras seguras para aplicar as tecnologias existentes na escola.

É importante que os professores tenham conhecimento para aplicar as tecnologias existentes na escola. No artigo de Machado e Lima (2017) é salientado que o professor deve apropriar-se das inovações tecnológicas como uma nova forma de ensinar, porém a aplicação da tecnologia deve ocorrer de modo interativo e significativo.

Conclui-se a parte de análise de resultados da pesquisa, enaltecendo a aplicabilidade das tecnologias educativas, mas o seu uso deve-se vir em conjunto com o planejamento elaborado para a aprendizagem do aluno.

Considerações Finais

O problema deste artigo era como a tecnologia auxilia nas estratégias e metodologias pedagógicas? Durante o artigo essa dúvida foi sanada e por meio das respostas obtidas na pesquisa, foi confirmado que sim, a tecnologia auxilia nas estratégias e metodologias pedagógicas e está presente tanto na escola particular quanto na escola pública, porém a diversidade de ferramentas tecnológicas na escola particular é superior. Foi-se concluído que a tecnologia auxilia os professores para inovar e diversificar suas práticas, tornando a aula mais acessível e prática.

Prendendo para trabalhos futuros o planejamento de uma pesquisa com os diretores e secretários de educação.

Outra pesquisa para o tema é com os pais e alunos, para analisar se os alunos e pais tem conhecimento sobre a utilização das ferramentas tecnológicas e utilizam a tecnologia como meio de aprendizagem.

Referências

BERNARDINO, Fernanda Amaral. Tecnologias e Educação: Representações Sociais na Sociedade da Informação. 1º ed. Curitiba: Appris, 2015.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf. Acesso em: 26 de março de 2020 às 17:30.

CHIOFI, Luiz Carlos; OLIVEIRA, Marta Regina Furlan de. O Uso de Tecnologias Educacionais como Ferramentas Didáticas no Processo de Ensino e Aprendizagem. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2014. Curitiba: SEED/PR., 2016. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_gestao_pdp_luiz_carlos_chiofi.pdf. Acesso em: 20 março 2020 às 10:39.

FONSECA, José João Saraiva da. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

HEINSFELD, Bruna Damiana; PISCHETOLA, Magda. O discurso sobre tecnologias nas políticas públicas em educação. Educação e Pesquisa. São Paulo, v. 45, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151797022019000100563&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 março 2020 Às 15:30.

JARDIM, Lucas Augusto; CECILIO, Waléria Adriano Gonzalez. Tecnologias Educacionais: Aspectos Positivos e Negativos em Sala de Aula. In: EDUCERE, 11, 2013, Curitiba. Congresso Nacional de Educação. Curitiba: Pucpr, p. 5139 – 5152, 2013.

KOCH, Marlene Zimmermann. As tecnologias no cotidiano escolar: uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem. 2013. 36 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Educacional, Universidade Federal de Santa Catarina, Sarandi, 2013.

MACHADO, Flávia Cristina; LIMA, Maria de Fátima Webber Prado. O Uso da Tecnologia Educacional: Um Fazer Pedagógico no Cotidiano Escolar. Scientia Cum Industria, Caxias do Sul, v. 5, n. 2, p.44-50, 2017.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013.

PEREIRA, Maria da Conceição; SILVA, Tânia Maria da. O USO DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NA ERA DIGITAL. Revista Saberes em Rede Cefapro, Cuiabá, p. 85-94, 2013.

SILVA, Ângela Carrancho da. Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, p. 527-555, jul. 2011.