

REVISTA

BOLETIM DO GERENCIAMENTO **REVISTA ELETRÔNICA**

ISSN: 2595-6531





SUMÁRIO

PROPOSIÇÃO PARA BACIAS DE CAPTAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SALVADOR-BA

José Luiz Borja Fernandez; Cristina M. Dacach Fernandez Marchi 01

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E CUSTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO EM TORRE DE RESFRIAMENTO

Jucelino Silva Nunes; Carina Mariane Stolz; Mayara Amario 20

ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE ESQUADRIAS DE PVC E DE ALUMÍNIO

Paula Coloretti Ferrarese; Mayara Amario; Carina Mariane Stolz 32

COMPORTAMENTO DE PAINÉIS OSB E PLYWOOD UTILIZADOS PARA CONTRAVENTAMENTO NO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Adriana Roberta dos Santos Stumpf; Eduardo Polesello 50

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Ayllin Martins Vancini Lima; Monica Pertel. 62

GESTÃO DE RISCOS EM CADEIA DE SUPRIMENTOS NA PANDEMIA DE COVID-19: IMPACTO, DESAFIOS E ESTRATÉGIAS

Fernanda Araujo Cunha; Karolina Poznyakov 72

LINHA DE BALANÇO: APLICAÇÕES E SEUS PRÓS E CONTRAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcelo Glovacki; Luiz Henrique Costa Oscar 87

GERENCIAMENTO do Contrato de Construção de Obras Residenciais Visando a Minimização de Custo

João Pedro Simon dos Reis de Souza Leite; Bruno Freitas Azevedo 96

GERENCIAMENTO DE CUSTOS DE UMA UNIDADE ESCOLAR NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Mariana Teles; Amanda Bialowas 105

A GESTÃO DA COMUNICAÇÃO NA ARQUITETURA

Fernanda Oliveira; Pedro Henrique Cunha 114



SUMMARY

PROPOSAL FOR CONSTRUCTION WASTE COLLECTION BASINS IN SALVADOR-BA

José Luiz Borja Fernandez; Cristina M. Dacach Fernandez Marchi 01

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS AND COST OF WATERPROOFING – CASE STUDY IN COOLING TOWER

Jucelino Silva Nunes; Carina Mariane Stolz; Mayara Amario 20

COMPARATIVE STUDY OF THE ACOUSTIC PERFORMANCE OF PVC AND ALUMINUM FRAMES

Paula Coloretto Ferrarese; Mayara Amario; Carina Mariane Stolz 32

BEHAVIOR OF OSB AND PLYWOOD PANELS USED FOR BRACELET IN THE LIGHT STEEL FRAME SYSTEM

Adriana Roberta dos Santos Stumpf; Eduardo Polesello 50

SUSTAINABLE CONSTRUCTION AND ENERGY EFFICIENCY

Ayllin Martins Vancini Lima; Monica Pertel. 62

RISK MANAGEMENT IN THE SUPPLY CHAIN DURING THE COVID-19 PANDEMIC: IMPACT, CHALLENGES AND STRATEGIES

Fernanda Araujo Cunha; Karolina Poznyakov 72

PROJECT LINE BALANCE SHEET: APPLICATIONS AND THEIR PROS AND CONS FOR CIVIL CONSTRUCTION

Marcelo Glovacki; Luiz Henrique Costa Oscar 87

MANAGEMENT OF THE CONSTRUCTION CONTRACT FOR RESIDENTIAL WORKS WITH AIM TO MINIMIZE COST

João Pedro Simon dos Reis de Souza Leite; Bruno Freitas Azevedo 96

MANAGEMENT OF COST IN A SCHOOL UNIT IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Mariana Teles; Amanda Bialowas 105

MANAGEMENT OF COMMUNICATION IN ARCHITECTURE

Fernanda Oliveira; Pedro Henrique Cunha 114



Proposição para Bacias de Captação de Resíduos da Construção Civil em Salvador-BA

Proposal for Construction Waste Collection Basins in Salvador-BA

FERNANDEZ, José Luiz Borja¹; MARCHI, Cristina M. Dacach Fernandez²

josefbf@hotmail.com¹; cristina.marchi@ucsal.br²

¹Engenheiro, Mestre em Planejamento Ambiental, Professor da UCSAL;

²Administradora, Doutora em Geologia, Professora do PPGTAS da UCSAL, Salvador, Bahia².

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Geração de RCC
Sustentabilidade
Áreas de captação de RCC

Key words:
Generation of RCC
Sustainability
RCC catchment areas

Resumo:

O crescimento das cidades tem um alto custo ambiental, todo projeto de urbanização demanda recursos naturais para sua execução, interferindo no meio ambiente diretamente ou indiretamente. Quanto mais a economia cresce, mais resíduos da construção civil são gerados, necessitando de estudos e pesquisas para conter os prejuízos do incorreto descarte nas áreas urbanas. Este artigo objetiva discutir a problemática do descarte inadequado de resíduos da construção e propor um modelo georeferenciado para instalações de recebimento temporário de RCC para o município Salvador, Ba. Além da revisão de literatura, a metodologia utilizada, de caráter quantitativo, empregou como base o método indireto, que apresenta dois indicadores para estimar a massa total de RCC gerada no locus do estudo, a partir da consideração de determinantes como levantamento quantitativo e análise de dados referentes à geração de resíduos, sua intensidade e tipologia, nos anos de 2013 a 2016. Foi possível identificar as áreas de geração com maior volume de RCC, o que permitiu o direcionamento de locais e a construção de mapas que refletem as áreas com mais necessidade de instalação de pontos de captação de RCC. Algumas tendências para prevenção dos impactos do setor foram apontadas.

Abstract

The growth of cities has a high environmental costs, every urbanization project requires natural resources for its execution, interfering directly or indirectly the environment. The more the economy grows, the more civil construction waste is generated, requiring studies and research to contain the damage caused by incorrect disposal. This article aims to propose a construction waste disposal system through georeferenced maps. The methods used emphasize objective measurements and the statistical analysis by manipulating pre-existing statistical data. It was possible to identify the generation areas with the highest volume of RCC, which allowed the targeting of locations and the construction of maps that reflect the areas most in need of construction & demolition waste disposal system. Some trends for preventing the impacts of the sector were pointed.

1. Introdução

A indústria da construção civil é representada por dois blocos, um liderado por construtoras de pequeno, médio e grande portes e o outro pela autoconstrução, processo construtivo onde o proprietário é o gestor. Indicadores de sustentabilidade apontam o setor como principal gerador de resíduos sólidos, que apesar de possuírem propriedades de menor impacto ambiental, transformam-se em grave problema urbano pelo intenso volume gerado e, principalmente, pela incorreta destinação final, apesar do que impõe o marco regulatório.

Com o objetivo de minimizar os impactos ambientais provocados pelo descarte incorreto dos resíduos sólidos urbanos, a Lei Federal n.12.305/10 [16], que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece a integração do poder público e do gerador, através da responsabilidade compartilhada sobre o manejo dos resíduos gerados nas atividades de produção, desde a extração de matéria prima até o descarte final, alertando para a importância de avaliar os impactos e os instrumentos associados ao planejamento e controle dessas atividades.

Apesar da Lei, ainda se encontram resíduos sólidos despejados inapropriadamente, em qualquer lugar, o que impacta a paisagem urbana e a natureza. Segundo Zago e Barros [2] a Associação Brasileira de Municípios busca a ampliação dos prazos para adequação dos municípios à disposição final dos rejeitos, já que para uma correta gestão são necessários recursos e equipe técnica, o que a maioria dos municípios alega não possuir. Para os autores, aproximadamente 60% dos municípios ainda não conseguiram atender ao dispositivo legal para o atendimento à destinação final no território brasileiro.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC [3] declara que o setor vem alcançando desempenho econômico inesperado desde o final da pandemia, finalizando o ano de 2020 com mais de 112.000 novos postos de trabalho, ou seja, foi

o setor que mais gerou novas vagas com carteira assinada no País.

Conforme resultados divulgados pelo Relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2020 [4], desenvolvido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, desde 2010 a geração de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, registrou considerável elevação, estimada desde 67 milhões de toneladas para 79 milhões de toneladas ao ano. Este levantamento divulga, tendo como base o ano de 2019, uma projeção para 2050 de 50% no aumento da geração dos RSU. Para os Resíduos Sólidos da Construção - RCC, o relatório aponta acréscimo para o período entre 2010 a 2019, de 33 milhões de toneladas em 2010, para 44,5 milhões em 2019, ou seja, quase 35% de incremento na geração deste tipo de resíduo [4].

O setor também é apontado pelo IBDA [5] como responsável pelo consumo de aproximadamente 35% de todos os materiais extraídos da natureza anualmente no Brasil, impactando drasticamente o meio ambiente.

Em relação à gestão de resíduos da construção civil, em decorrência da falta de um gerenciamento adequado, partindo da não geração à destinação final, fica evidenciado a necessidade de planejar ações para uma gestão com foco em mitigar os impactos ambientais decorrentes do processo construtivo. O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS, parte integrante da Lei n. 12.305/10 contribui para o controle de impactos ambientais, já que é obrigatório para os geradores estarem em conformidade com a legislação em seus processos de geração e destinação final.

O estudo realizado por Nogueira [6], na cidade de Manaus, identificou que os planos para a construção civil - PGRCC elaborados pelas empresas do setor encontram

...dificuldades para atender aos requisitos legais, tendo em vista o encarecimento da produção devido ao custo com logística e . (n.p.) [6].

Esta situação é encontrada em todo o território brasileiro, sendo importante buscar alternativas para minimizar a problemática.

Um dos principais gargalos para a gestão e o gerenciamento de RCC, na maioria dos municípios brasileiros, é a falta de um local exclusivo para receber o material descartado pela construção civil, evidenciando a necessidade de um delineamento de áreas de acordo com o plano municipal de gestão, que visem proporcionar a minimização do processo de descarte irregular.

Diante do acima exposto, o objetivo deste trabalho é discutir a problemática do descarte inadequado de RCC e propor áreas para a captação desse para o município de Salvador, indicando pontos para instalações de recebimento temporário, delimitadas a partir da consideração de determinantes que regulamentam a definição dessas áreas. Espera-se que a metodologia aplicada e os resultados deste estudo contribuam como exemplo para a redução dos impactos ambientais do setor. As proposições apresentadas visam apoiar o processo de planejamento e instrumentalizar os esforços para gestão e o gerenciamento de RCC, definindo as bacias, como um método para uma gestão integrada sustentável.

2. Construção Civil no Brasil

Sendo um dos principais setores industriais do País, a construção civil se mostra de importância vital devido a sua capacidade de impulsionar o crescimento econômico. O setor é um influenciador direto de arrecadações governamentais e gerador de desenvolvimento socioeconômico, em diversas vertentes da atividade econômica.

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Construção Pesada – SINICON [6], o setor teve uma das maiores quedas no valor adicionado ao produto interno bruto do país, comparado com os demais setores da economia, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Variação em porcentagem dos Setores da Indústria x PIB Nacional 2013-2014

Setor	Variação por ano			
	2013	2014	2015	2016
Agropecuária	8,4	2,8	3,6	-6,6
Extrativa Mineral	-3,2	9,1	4,8	-2,9
Indústria de transformação	3,0	-4,7	-10,4	-5,2
Construção	4,5	-2,1	-6,5	-5,2
Comércio	3,4	0,6	-8,7	-6,3
Serviço de transporte, armazenagem e correio	2,6	1,5	-6,6	-7,1
Serviço de informação	4,0	5,3	-0,5	-3,0
Intermediação financeiras e seguros	1,8	-0,6	-0,8	-2,8
Administração pública	2,2	0,1	-0,1	-0,1
PIB	3	0,5	-3,8	-3,6

Fonte: SINICON [7]. Adaptado pelos autores

Segundo dados da CBIC [8], em 2021 a construção cresceu 10% enquanto o PIB Brasil apresentou incremento de 5,00%. No biênio 2021-2022, enquanto o País cresceu 8,05% o setor registrou expansão de 17,59%, além de apresentar uma parcela significativa de geração de emprego formal no país, 2.502 milhões de trabalhadores no final do biênio, período que gerou 194.444 novos empregos com carteira assinada.

Diante desses dados, é urgente vislumbrar que as obras do setor geram alto volume de resíduos em todas as etapas do processo construtivo, tornando-o o principal responsável por milhares de toneladas de entulhos descartados, na maioria das vezes, em locais impróprios.

2.1. Geração de RCC no Brasil

A construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, transformando o ambiente natural em ambiente construído, atendendo às demandas para o desenvolvimento das mais diversas atividades econômicas, em contrapartida, é o maior gerador de resíduos sólidos urbanos.

A Resolução nº307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA [9], em seu Artigo 2º, define RCC como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica,

etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha.

Ainda de acordo com a resolução, RCC são classificados em quatro categorias em função dos materiais, como o exposto na Figura 1.

Figura 1: Classificação de RCC

Classe	Descrição	Composição
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como de construção, demolição, reformas e reparos de infraestrutura ou de edificações e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas nos canteiros de obras.	Solos de terraplanagem Cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa, concreto, blocos, tubos, meios-fios etc.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papéisão, metais, vidros, madeiras e outros.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	O CONAMA não traz exemplos de resíduos deste tipo.
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Brasil (p. 3) [9] Adaptado pelos autores

Para efeito da Norma brasileira (NBR - 10004:2004) [10], os resíduos sólidos são classificados em:

- a) resíduos classe I - Perigosos;
- b) resíduos classe II - Não perigosos; resíduos classe II A - Não inertes e resíduos classe II B – Inertes.

Onde RCC se enquadra como resíduos inertes B de baixa periculosidade, classe II.

Para Azevedo; Kiperstok e Moraes [11], grande parte do entulho vem do setor informal da construção (pequenas reformas, autoconstrução, ampliações etc.). Dados da ABRELPE [12, 13, 14,15] revelam a situação preocupante, uma vez que foram coletados no Brasil 487.037 milhões de toneladas/dia de RCC, o equivalente a 36% da massa total de resíduos sólidos urbanos - RSU, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de geração de RSU x RCC

Ano	RSU ton. /dia	RCC ton.
2013	209.280	117.435
2014	215.889	122.262
2015	218.874	123.721
2016	214.405	123.619
Total	858.438	487.037

Fonte: ABRELPE [12, 13, 14, 15]. Adaptado pelos autores.

A pesquisa da ABRELPE trabalha com números de resíduos coletados pelo poder

público em ruas e logradouros, onde não estão contabilizados o volume de resíduos da construção civil transportados pelos geradores, estima-se que o volume total de resíduos gerados nos grandes centros urbanos seja bem maior que os divulgados na tabela.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos produzidos pela quantidade expressiva de entulho gerado e sua destinação inapropriada, impõem a necessidade de soluções rápidas e eficazes para gestão integrada.

2.2. Impactos Ambientais Gerados por RCC

O crescimento das cidades tem um alto custo ambiental, todo projeto de urbanização demanda recursos naturais para sua execução, interferindo no meio ambiente diretamente ou indiretamente, quanto mais a economia se acelera, mas a situação se agrava.

Para Pinto e Gonzáles [16], a geração de RCC é oriunda de demolições e, em maior parte, de atividades construtivas, tanto para implantação de novas edificações quanto para reforma e ampliação de edificações existentes, impactando o meio ambiente de diversas formas, sendo o maior problema para o correto manejo dos resíduos a falta de áreas de transbordo e triagem (ATT), reciclagem e aterros de resíduos de construção civil, antigo aterro de inertes.

Os resíduos não coletados ficam espalhado pelas ruas e avançam em áreas de preservação, trazendo consequências para o meio ambiente ao serem lançados em locais impróprios. As consequências vão da poluição visual até a proliferação de vetores de doenças. O acúmulo de entulho em logradouros atrai outros tipos de resíduos que produzem o chorume, um líquido extremamente poluente, que ao alcançar o lençol freático pode contaminar rios e lagos.

Os resíduos poderiam ser utilizados nas próprias obras se houvesse o treinamento para o manejo e reaproveitamento adequado. Por isso, a reciclagem de RCC deve ser um dos objetivos prioritários na gestão dos resíduos sólidos, uma alternativa sustentável que gera

economia, redução dos impactos ambientais, redução no consumo de matérias primas não renováveis e desenvolvimento social. De acordo com a Lei n.12.305

a reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos ... (p. 2) [1].

Segundo a ABRELPE [12, 13, 14, 15], nos últimos quatro anos foram coletados um total de 177.7 milhões de toneladas de RCC no país. No que diz respeito às unidades receptoras de RCC (ATT's, aterros de resíduos de construção civil e áreas de reciclagem), as quantidades recebidas por elas chegam a 14.9 milhões de toneladas, que representam aproximadamente 9% do valor coletado pelos Municípios. As quantidades encaminhadas para área de reciclagem somam aproximadamente 30% do valor coletado por estas unidades, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de RCC Coletados X Recebidas por Unidades Receptoras e Unidades de Reciclagem

ANO	Coleta de RCC em Toneladas (milhões/a	
	Coleta de RCC pelo Municípios	Unidades Receptoras de RCC
2013	42.9	3.8
2014	44.6	3.1
2015	45.1	4.0
2016	45.1	4.0
Total	177.7	14.9

Fonte: ABRELPE [12, 13, 14, 15]. Adaptado pelos autores.

Em vista disso, é necessário a prioridade de uma ação conjunta entre a sociedade e as políticas públicas na elaboração e consolidação de programas específicos e instrumentos que visem à minimização desses impactos, evidenciando a necessidade de definições de áreas de acordo com o plano de gestão dos resíduos sólidos para a criação de pontos de entrega voluntária (PEV).

2.3. Gestão de RCC

A Resolução 307/2002 do CONAMA [9] define a gestão integrada de resíduos sólidos como:

conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. (p. 2) [9].

Conceito que vem se consolidando dentro da cadeia produtiva da construção civil.

Para Pucci [17], historicamente o manejo de RCC esteve a cargo do poder público, que possui a responsabilidade sobre a limpeza e recolhimento de RCC depositados em locais inapropriados, como áreas públicas, ruas, praças e margens de rios. Da perspectiva financeira, essa deposição inadequada sobrecarrega as administrações municipais, que acabam tendo de responsabilizar-se pela remoção e disposição desses resíduos acumulados.

Através da Resolução CONAMA [9], o manejo dos RCC torna-se, não só uma responsabilidade de todos os atores envolvidos na geração de resíduos sólidos, seja o poder público ou a sociedade civil do poder público, mais de todos aqueles que desenvolvem atividades geradoras de resíduos. Ela estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão correta de RCC, considerando os geradores como responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

A Lei n.12.305/10 [1], que regulamenta a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, define no Capítulo I, do artigo 9º, a seguinte ordem de prioridade no manejo dos resíduos: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final. Sendo obrigatório para os gestores, a execução e implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS, um documento legal de extrema importância que possui informações sobre o manejo dos resíduos sólidos de um determinado empreendimento, com objetivo de documentar o tipo e a quantidade de resíduos gerados, assim como, indicar a forma de armazenar,

tratar, transportar e destinar corretamente esses resíduos.

Relacionar essas ações reduz, pela vinculação competente de intervenções, a degradação ambiental causada pelo setor, aumentando a eficiência dos esforços para obter a diminuição do consumo de recursos e danos ao meio ambiente, para que resulte numa sociedade que possa se desenvolver de forma sustentável.

2.4. Bacias de Captação de RCC e Pontos de Entrega Voluntária (PEV)

O relatório do Ministério do Meio Ambiente – MMA [19] define bacias de captação de resíduos como:

Áreas de características relativamente homogêneas, com dimensão tal que permita o deslocamento dos pequenos coletores de seu perímetro até o respectivo ponto de entrega voluntária, inibindo, assim, o despejo irregular dos resíduos, pela facilidade conferida à sua entrega num local para isso designado. Sempre que possível, esse ponto deve estar situado nas proximidades do centro geométrico da "bacia de captação" a que irá servir, e, de preferência, onde já ocorre uma deposição irregular. Disciplinam-se, com isso, atividades que já ocorrem espontaneamente. (p. 16) [19].

Segundo Pinto [20], em toda zona urbana geradora pode ser definida Bacias de Captação de resíduos, a partir da consideração de determinantes como as características de renda da população, a intensidade e tipologia de geração de resíduos, possíveis dificuldades impostas pelo sistema viário, altimetria local, disponibilidade e capacidade de deslocamento dos coletores para pequenos volumes e dos próprios geradores. A definição destas áreas se trata uma setorização dos espaços urbanos nas áreas de intervenção, formando bacias de captação através de um planejamento preciso do território.

Marques Netto [21] relata que os planos municipais têm a finalidade de promover ações de captação dos pequenos volumes de entulho, através de equipamentos públicos destinados ao transbordo e triagem desses resíduos. Para isso o planejamento é baseado em diagnósticos

contendo a identificação dos geradores, dos fluxos e destinos, assim como, a estimativa de um dimensionamento de volume e os impactos econômicos e ambientais gerados.

Ao definir as bacias é possível associar os pontos de descarte irregular destas áreas para determinar a melhor localização para endereços físicos com equipamentos adequados e de baixo custo, destinados a recepção de RCC volumosos em ATT's e pequenos volumes em Pontos de entrega voluntária (PEV's) os comumente chamados de Ecoponto. A Norma ABNT NBR 15.112 [18] define ponto de entrega de pequenos volumes como áreas de trasbordo e triagem de pequeno porte, destinado a entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, integrantes do sistema público de limpeza urbana.

Segundo o Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos, do Ministério do Meio Ambiente, [19] os PEV's podem variar de tamanho e custo, de acordo com a quantidade de habitantes que venham a servir, sendo definida a instalação de um ponto de entrega voluntária para atender uma para uma população de 25 mil habitantes, considerando o pequeno volume as quantidades limitadas a 1 m³ por indivíduo.

Ainda de acordo com o manual, para que sejam definidos os limites das bacias e os pontos de entrega voluntária com exatidão, é necessário o diagnóstico da localização das deposições irregulares, e o perfil dos agentes geradores e coletores dos pequenos volumes, respeitando-se, tanto quanto sejam tecnicamente possível e financeiramente viáveis, os atuais fluxos de coleta desses resíduos. Para isso, deve ser levada em conta a capacidade de deslocamento dos pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 km e 2,5 km, a altimetria da região, para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes com os veículos carregados, para realizar o descarte dos resíduos e as barreiras naturais que

distribuída numa área de 692,818 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [24]. A Tabela 5 apresenta o quantitativo da população por zona administrativa.

Tabela 5 – Região Administrativa x População

ZA / PREFEITURAS BAIROS	POPULAÇÃO 2010 (MIL)
CENTRO/BROTAS	287088
SUBÚRBIO/ILHAS	283415
CAJAZEIRAS	198005
ITAPUÁ/IPITANGA	340450
CIDADE BAIXA	180432
BARRA/PITUBA	361616
LIBERDADE/SÃO CAETANO	384095
CABULA/ TANCREDO NEVES	374013
PAU DA LIMA	184795
VALÉRIA	81747

Fonte: IBGE [24]. Adaptado pelos autores.

Entretanto, é válido ressaltar que Salvador possui 290.488 mil pessoas residentes em aglomerados subnormais, definido pelo IBGE [24] como um conjunto de no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e/ou densa.

3.2. Quantitativo de Áreas de Reforma e Construção

A coleta de dados dos alvarás de construções e reforma foi feita através de documento oriundo da Superintendência de Controle e Ordenamento do Uso do Solo do Município – SUCOM, da Prefeitura Municipal de Salvador [25].

Os dados disponibilizados nos alvarás são relativos às obras licenciadas na cidade, separados por mês, com informações de bairro e as respectivas áreas. Sendo organizados por tipo de obra (construção ou reforma), zona administrativa (identificada através do bairro), e média anual do quantitativo de área (por zona, tipo de obra e ano), conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Região Administrativa x População

ZA / Prefeituras Bairros	Quantitativos de Áreas por zonas Administrativa (m ²)							
	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016
	Reforma	Const.	Reforma	Const.	Reforma	Const.	Reforma	Const.
CENTRO/BROTAS	47162	92845	31311	34512	135202	40064	56477	9377
SUBÚRBIO/ILHAS	4840	10021	1274	35391	2989	177117	7191	2214
CAJAZEIRAS	1671	27072	4929	54244	15778	21690	8740	24759
ITAPUÁ/IPITANGA	28764	234873	58544	347838	100375	210920	78643	122010
CIDADE BAIXA	17785	2327	8416	9860	31886	2855	3549	2039
BARRA/PITUBA	257420	135332	377048	216819	137659	123883	344028	198976
LIBERDADE/SÃO CAET.	947	3048	37489	8179	1786	23930	84	5471
CABULA/ TANCR. NEVES	5093	74766	25357	37708	54457	62290	3649	47375
PAU DA LIMA	122050	12473	2042	26190	31347	23564	6752	27025
VALÉRIA	35915	24108	0	157	40033	0	0	2219
TOTAL	521647	616864	546408	770898	551513	686313	509112	60481

Fonte: SUCOM [25]. Adaptado pelos autores.

Analisando a evolução do quantitativo de áreas de reforma e construção (Tabela 6), observa-se que em 2016 foi registrado o menor índice de áreas licenciadas com 509.112 m² de reforma e 60.481 m² de construção, enquanto o maior índice de reforma foi registrado no ano de 2015 com 551.513 m² e de construção em 2014 com 770.898 m², o que pode ser explicado pela crise econômica no País estabelecida nesse período. Pode-se constatar que enquanto as áreas de reforma sofreram a maior variação entre os anos de 2015 e 2016, correspondendo a uma redução de aproximadamente 8,5%, às áreas de construção sofreram uma redução superior a 92% se compararmos os dados dos anos de 2013 e 2016.

3.3. Métodos de Cálculo

O cálculo das áreas de reforma ($\bar{A}R$) e construção ($\bar{A}C$) por zonas administrativas foi feito a partir da média aritmética dos quatro anos de referência (T), como demonstrado na Fórmula 1.

$$\bar{A} = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{T} \quad (1)$$

A massa de geração total de áreas (MGTA) foi estimada a partir da soma da média da área construída ($\bar{A}C$) pelo produto do índice de geração de RCC por área de construção (IAC), com a média da área reformada ($\bar{A}R$) pelo produto do índice de geração de RCC por área de reforma (IAR). Já a massa de geração total da população (MGTP) foi estimada através do produto do índice de geração per capita (IPC) pela população. Demonstrados nas Fórmulas 2 e 3:

$$MGTA = \bar{AC} \times IAC + \bar{AR} \times IAR \quad (2)$$

$$MGTP = P \times IPC \quad (3)$$

3.4. Delimitações de Bacias de Captação de RCC e Instalações de PEV's

Para delimitar as bacias foram analisados a estimativa de volume de geração de RCC e a localização das deposições irregulares indicados pela LIMPURB, Tabela 7, levando em consideração as pequenas empresas de reforma e construção como os principais geradores apontados por Azevedo [10]. Como não se obteve pontos pré-estabelecidos, o método utilizado para determinar a posição geográfica adequada para a delimitação, foi a adaptação do modelo gravitacional indicado em publicação de 2010 de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2010) apud Bastos [22], e os dados de população por zona, respeitando a NBR 15112/2004 [18] que define as diretrizes para projeto, implantação de PEV.

3.4.1. Método de cálculo (Modelo gravitacional)

O modelo gravitacional é um dos instrumentos utilizados para estimar as potencialidades comerciais entre países. Arevalo et al. [26] apontam que esse modelo tem a sua origem racional na teoria gravitacional da física e que a distância geográfica é determinante no processo de trocas entre as nações.

O modelo gravitacional foi adaptado a este estudo com o auxílio do software Quantum GIS (QGIS), para calcular as distâncias entre pontos no mapa considerando a área real de 308,33 km² de Salvador verificada através do software, que não condiz com os dados apresentados pelo IBGE. Assim, as bacias foram delimitadas a partir das zonas administrativas, observando a localização dos pontos clandestinos, e considerando a distância máxima do deslocamento de pequenos coletores correspondente a 2,5 km, definindo cada área com valor máximo de 6,25 km², de forma que, o PEV localizado no centro dessa área atenda cada ponto de sua delimitação sem ultrapassar 2,5 km. Dessa forma, analisando a altimetria da região com

suas barreiras naturais (a partir do centro) e a população de cada bacia (através da média da população pela quantidade de bacias por zona), considerando uma instalação para cada 25.000 mil habitantes, foi possível definir a posição geográfica adequada para a instalação de cada Ecoponto. A Tabela 7 apresenta os pontos de descarte clandestinos contabilizados por zona.

Tabela 7 – Quantidade de Pontos de Descarte Irregular por Zona no Município de Salvador

ZA / Prefeituras Bairros	Núcleo de Limpeza (NL)	Bairro Correspondente a Cada NL	Pontos de Descarte Clandestinos e Terrenos Baldios
1 CENTRO/ BROTAS	I V	CENTRO BROTAS	64
2 SUBÚRBIO/ ILHAS	XVII XVIII	SUBÚRBIO ILHA DE MARÉ	135
3 CAJAZEIRAS	XIV	CAJAZEIRAS	26
4 ITAPUÃ/ IPITANGA	IX X XV	B. DO RIO/PATAMARES ITAPUÃ IPITANGA	200
5 CIDADE BAIXA	-	-	0
6 BARRA/PITUBA	VI VII VIII	BARRA RIO VERMELHO PITUBA/ COS. AZUL	87
7 LIBERDADE/ SÃO CAET.	III IV	SÃO CAETANO LIBERDADE	73
8 CABULA/ TANC. NEVES	XI XII	CABULA TAN. NEVES	55
9 PAU DA LIMA	XIII	PAUDA LIMA	30
10 VALÉRIA	XVI	VALÉRIA	27

Fonte: Silva [27]. Adaptado pelos autores

3.4.2. Geotecnologias

Para a espacialização dos resultados foi feito a utilização das geotecnologias como ferramenta, para a elaboração de um mapa através de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações.

Com auxílio QGIS, foi feito a exportação dos *shapes* dos bairros de Salvador obtidos através da Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SEDUR. Para a Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Estado do Ceará [29], o “*shape*” é um tipo de arquivo digital que representa uma feição ou elemento gráfico, seja ela em formato de ponto, linha ou polígono e que contém uma referência espacial (coordenadas geográficas) de qualquer que seja o elemento mapeado. Sobre os *shapes* foram sobrepostas as zonas administrativas do município.

Com base nos dados qualitativos do mapa de zonas, utilizando o software como plataforma de visualização e construção do mesmo, assim, foi possível produzir o mapa e incluir os dados da massa de geração total de RCC por zona.

4. Resultados e Discussões

Analisando a média do quantitativo de áreas de reforma e construção (Tabela 7), observa-se que na zona 6 foi registrado o maior índice de áreas licenciadas para reforma com 270.039 m² e a zona 4 apresenta maior índice de áreas licenciadas para construção com 228.910 m², enquanto o menor índice de reforma licenciada foi registrado na zona 2 com 4.073 m² e de construção licenciada na zona 5 com 4.270 m². A Tabela 8 apresenta o resultado da aplicação das fórmulas 1 e 2 juntamente com a população e os respectivos índices de geração de RCC.

Tabela 8 – Média de Área por zonas e População de 2010 x Índice de Geração de RCC

ZA / Prefeituras Bairros	Índice de Geração RCC- Reforma Ton./m ²	Área de Reforma por m ² /ano	Índice de Geração RCC- Construção Ton./m ²	Área de Construção por m ² /ano	Índice de Geração RCC Per Capita Ton./hab/ano	População 2010 (hab.)
1 CENTRO/BROTAS	0,47	67538	0,137	44199	0,693	287088
2 SUBÚRBIO/ILHAS		4073		56186		283415
3 CAJAZEIRAS		7779		31941		198005
4 ITAPUÃ/IPITANGA		66581		228910		340450
5 CIDADE BAIXA		15409		4270		180432
6 BARRA/PITUBA		279039		168752		361616
7 LIBERDADE/SÃO CAET.		10076		10157		384095
8 CABULA/ TANC. NEVES		22139		55534		374013
9 PAU DA LIMA		40547		22313		184795
10 VALÉRIA		18987		6621		81747
TOTAL		532.168		628.883		2.675.656

Fonte: ABRELPE [12, 13, 14, 15]. Adaptado pelos autores.

Aplicando as fórmulas 3 e 4, Tabela 9, é visto que a geração total no período de 2013 a 2016 de área de reforma e construção apresenta a estimativa de 336.276 ton./ano, enquanto a média de geração por população equivale a uma estimativa de 1.854.330 ton./ano.

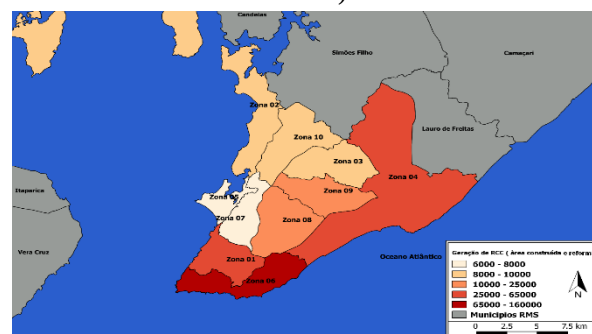
Tabela 9 – Massa de Geração de RCC por Zona Administrativa

ZA / Prefeituras Bairros	Geração Ton./ano			População
	Área de Reforma	Área de Construção	Total por Área	
1 CENTRO/BROTAS	31743	6055	37798	198951
2 SUBÚRBIO/ILHAS	1915	7697	9612	196407
3 CAJAZEIRAS	3656	4376	8032	137218
4 ITAPUÃ/IPITANGA	31293	31361	62654	235932
5 CIDADE BAIXA	7242	585	7827	125039
6 BARRA/PITUBA	131148	23119	154267	250600
7 LIBERDADE/SÃO CAET.	4736	1392	6128	266178
8 CABULA/ TANC. NEVES	10405	7608	18013	259191
9 PAU DA LIMA	19057	3057	22114	128063
10 VALÉRIA	8924	907	9831	56651
TOTAL	250.119	86.157	336.276	1.854.330

Fonte: ABRELPE [12, 13, 14, 15]. Adaptado pelos autores.

A Figura 3 apresenta os dados da massa de geração total por área construída (reforma + construção) distribuídos por zona. Onde é possível identificar a zona 6 como a maior geradora de RCC.

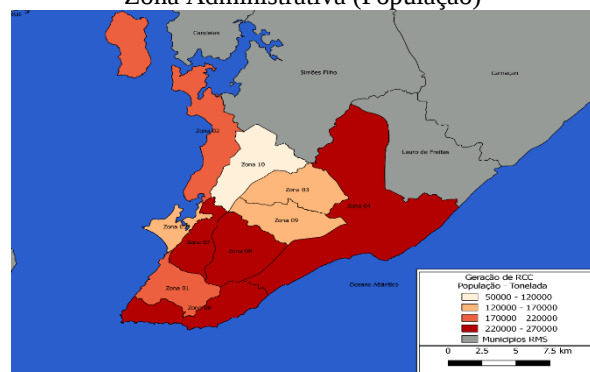
Figura 3: Mapa relativo à Massa de Geração Total de RCC por Zona Administrativa. (Área construída)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

A Figura 4 apresenta dados da massa de geração total por população distribuídos por zona. Onde é possível identificar as zonas 4, 6, 7 e 8 como as áreas de maior geração de RCC.

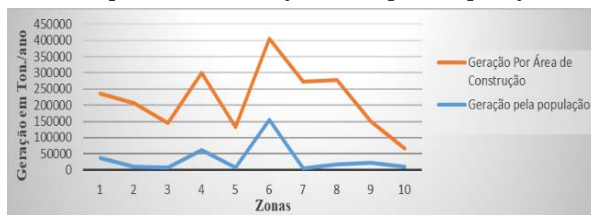
Figura 4: Massa de Geração Total de RCC por Zona Administrativa (População)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Pode-se constatar que a geração anual por área de construção corresponde a um quantitativo de aproximadamente 18% da geração anual de resíduos determinado pelo índice per capita, a Figura 5 apresenta o comparativo de geração da população pela geração total por área de construção demonstrada por zonas.

Figura 5: Gráfico relativo à: Porcentagem de Geração Total por Área x Geração Total pela População

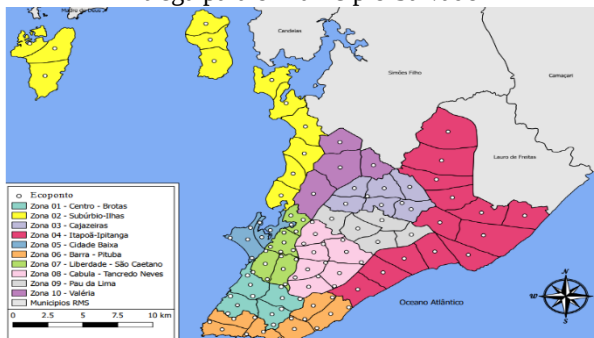


Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Essa discrepância se deve a quantidade de pessoas que residem em aglomerados subnormais o município. O que inviabiliza a análise de geração por área construída em vista da quantidade de construções sem controle do poder público, ou seja, áreas não licenciadas pela prefeitura.

Dentro deste contexto, o estudo desta pesquisa obteve por base o índice de geração per capita de 1,93 kg/hab.dia para determinação da taxa de geração total de RCC de Salvador, por apresenta dados mais pertinentes. Dessa forma com base na metodologia aplicada, a análise desse estudo foi traduzida em um conjunto de bacias, onde foram alocados os Ecopontos como apresentado na Figura 6.

Figura 6: Definição de Bacias de Captação e Pontos de Entrega para o Município Salvador



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Com a delimitação das bacias é possível, através da instalação de Ecopontos nos bairros, organizar o serviço público de coleta de pequenos volumes de forma a atender a toda a área urbanizada.

5. Conclusões e Tendências

O estudo de RCC no município de Salvador permitiu a compreensão da necessidade de se priorizar a minimização dos resíduos e revelou a existência de áreas de alta geração. Os números nele apresentados comprovam como foi crescente a intensa geração de RCC no município no período analisado e o insuficiente domínio dos órgãos gestores quanto ao descarte inapropriado.

A delimitação de Bacias de Captação como instrumento de gestão, possibilita o contorno da atual situação auxiliando como ferramenta ao gerenciamento desse serviço público. Nesta pesquisa foi obtido um valor de geração de RCC de 5.080 ton. /dia, o que pode ser explicado pela escassez de pontos de descarte, sendo que Salvador possui apenas dois pontos de entrega voluntária (PEV's), em funcionamento nos bairros da Federação e Itagira localizados na zona 6.

A implantação de pontos de captação de RCC em locais adequados como apontados no Mapa 3, proporciona uma importante ação para a gestão corretiva, além de intervir em disposições clandestinas, ao disciplinar as atividades de descarte irregular no entorno desses pontos.

A Fundação Getúlio Vargas [30] assevera que os materiais utilizados pelo setor da construção civil, desde setembro de 2020, têm sofrido aumento de preços, fator que impacta no crescimento da inflação do setor e provocam desarranjos organizacionais.

Diante desse cenário preocupante, algumas tendências relativas ao setor da construção civil apontam para estudos, projetos e pesquisas ligados às alterações na composição dos resíduos e na busca por tecnologias e materiais alternativos que substituam os tradicionais que impactam de forma mais incisiva o meio ambiente.

Para o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura – IBDA [4] é necessário estimular o desenvolvimento de projetos de engenharia civil e arquitetura inteligentes, que melhor aproveitem as características do terreno e da natureza. Outra

tendência que pode ser assinalada é a parceria entre gestão municipal e empresas de construção civil, já que parte da infraestrutura municipal não vem atendendo às necessárias atividades de planejamento, manutenção, recursos e operação.

6. Referências

- [1] BRASIL. *Lei n. 12.305 – 02 ago de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at_o2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 12 nov. 2021.
- [2] ZAGO, Valéria Cristina Palmeira; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. *Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade*. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 219-228, Apr. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019181376>
- [3] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. *Construção Civil gerou mais postos de trabalho formais no País em 2020*. 28/01/2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-gerou-mais-postos-de-trabalho-formais-no-pais-em-2020/>. Acesso em 30 nov 2021.
- [4] ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil - 2020*. São Paulo: ABRELPE, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 set. 2021.
- [5] IBDA. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. *O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente*. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/c_onteudo.php?a=23&Cod=1827. Acesso em 08 dez 2021.
- [6] NOGUEIRA, Cristiany da Silva. *Gestão de Resíduos da Construção Civil*. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 10, pp. 67-84. Novembro de 2020. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/arquitetura/residuos-da-construcao
- [7] SINICON. Sindicato Nacional da Indústria da Construção Pesada. *Raio-x do setor de infraestrutura brasileiro*. São Paulo: LCA Construtores.2017.
- [8] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. *Construção Civil confirma expectativas e cresce forte pelo segundo ano*. 06/03/2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-confirma-expectativas-e-cresce-forte-pelo-segundo-ano/> Acesso em 05 jul 2023.
- [9] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resolução 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 16 jan. 2022
- [10] ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 10004: resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro, 2004.
- [11] AZEVEDO, G. O. D. de.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. *Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 65–72, mar. 2006.
- [12] ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil - 2012*. São Paulo: ABRELPE, 2013. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso em 16 jun. 2018.
- [13] _____. *Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil - 2013*. São

- Paulo: ABRELPE, 2014. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso em 22 jun. 2020.
- [14]_____. *Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil - 2014*. São Paulo: ABRELPE, 2015. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso em 04 jul. 2020.
- [15]_____. *Panorama da gestão de resíduos sólidos no Brasil - 2015*. São Paulo: ABRELPE, 2016. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso em 04 jul. 2020.
- [16]PINTO, T. de P., GONZÁLES; J. L. R. (coord). *Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção*. São Paulo: CREA-SP Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.
- [17]PUCCI, R. B. *Logística de resíduos da construção civil atendendo a Resolução Conama 307*. Tese (Mestrado em Engenharia). São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.
- [18]ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 15.112: resíduos sólidos: classificação construção civil e resíduos volumosos: áreas de transbordo e triagem: diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, 2004.
- [19]BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Manual para Implantação de Sistema de Gestão de Resíduos de Construção Civil em Consórcios Públicos* 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- [20]PINTO, T. de P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.
- [21]MARQUES NETO, J. C. *Gestão de resíduos de construção e demolição no Brasil*. São Carlos, S.P: Rima, 2005.
- [22]BASTOS, S. S. *Controle Municipal dos Processos Administrativos da Gestão de Resíduos da Construção Civil em Salvador-BA*. 168 pg. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento em Gestão Social). Escola de Administração. Universidade Federal da Bahia. Salvador: UFBA, 2017.
- [23]MORALES, G; MENDES, T.; ANGULO, S.C. *Índices de geração de RCD provenientes de obras de construção, reforma e demolição na cidade de Londrina/PR*. In: II Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edificações, 2006, Rio de Janeiro. Anais... (CD-ROM). Rio de Janeiro: 2006. v. 1.
- [24]IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. *IBGE Cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama>. Acesso em 20 de nov. 2018.
- [25]SUCON. Superintendência de Controle e Ordenamento do Uso do Solo da Prefeitura Municipal de Salvador. *Alvarás de construções e reforma na cidade de Salvador*. 2013; 2014; 2015; 2016. Mimeo.
- [26]AREVALO, J. L. S.; ANDRADE, Á. M. F. De.; SILVA, G. A. B. E. *Uma Nota Sobre Modelos Gravitacionais Aplicados à Exportação de Café de Brasil, Colômbia e Peru*. Revista Brasileira de Economia, v. 70, n. 3, p. 271–280, jul. 2016.
- [27]SILVA, Alexandre J. de. *Reciclagem de Resíduos produzidos pela indústria de pré-moldados em concreto na região de Chapecó-SC*. Revista Especialize, Goiânia, n. 1, dez. 2014.
- [28]SALVADOR. *Lei Nº 9069/2016. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município*

- de Salvador - PDDU 2016 e dá outras providências.* Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-salvador-ba> Acesso em 17 Jun 2018.
- [29] SEMACE. Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará. *Shape*. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/poligonais-de-areas-protegidas/sobre-o-shape/>. Acesso em: 15 de mai. 2023.
- [30] FGV. Fundação Getúlio Vargas. *Desafios em torno do setor da construção civil são questões centrais de webinar*. 24/06/2021. Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/desafios-torno-setor-construcao-civil-sao-questoes-centrais-webinar> Acesso em 08 dez 2021.

Anexos e Apêndices

As tabelas e figuras relevantes para o artigo, que não se encontram no tamanho adequado para a diagramação em duas colunas, estão inseridas no ANEXO A conforme aparecem no texto.

Tabela 1 - Variação em porcentagem dos Setores da Indústria x PIB Nacional 2013-2014

Setor	Variação por ano			
	2013	2014	2015	2016
Agropecuária	8,4	2,8	3,6	-6,6
Extrativa Mineral	-3,2	9,1	4,8	-2,9
Indústria de transformação	3,0	-4,7	-10,4	-5,2
Construção	4,5	-2,1	-6,5	-5,2
Comércio	3,4	0,6	-8,7	-6,3
Serviço de transporte, armazenagem e correio	2,6	1,5	-6,6	-7,1
Serviço de informação	4,0	5,3	-0,5	-3,0
Intermediação financeiras e seguros	1,8	-0,6	-0,8	-2,8
Administração pública	2,2	0,1	-0,1	-0,1
PIB	3	0,5	-3,8	-3,6

Fonte: SINICON/LCA Consultores (2017). Adaptado pelos autores

Figura 1: Classificação de RCC

Classe	Descrição	Composição
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como de construção, demolição, reformas e reparos de infraestrutura ou de edificações e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto produzidas nos canteiros de obras.	Solos de terraplanagem Cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa, concreto, blocos, tubos, meios-fios etc.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	O CONAMA não traz exemplos de resíduos deste tipo.
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Brasil, 2002, Artigo 3º, p. 3. Adaptado pelos autores

Tabela 2 – Quantidade de geração de RSU x RCC

Ano	RSU ton. /dia	RCC ton. /dia
2013	209.280	117.435
2014	215.889	122.262
2015	218.874	123.721
2016	214.405	123.619
Total	858.438	487.037

Fonte: ABRELPE (2013 a 2016). Adaptado pelos autores.

Tabela 3 – Quantidade de RCC Coletados X Recebidas por Unidades Receptoras e Unidades de Reciclagem

ANO	Coleta de RCC em Toneladas (milhões/ano)		
	Coleta de RCC pelo Municípios	Unidades Receptoras de RCC	Unidades de Reciclagem de RCC
2013	42.9	3.8	1.0
2014	44.6	3.1	1.125
2015	45.1	4.0	1.45
2016	45.1	4.0	0.830
Total	177.7	14.9	4.405

Fonte: ABRELPE (2013 a 2016). Adaptado pelos autores

Tabela 4 – Indicadores de Geração de RCC

Indicador	Índices de Geração de RCC		
	Per Capita	Por m² de Construção	Por m² de Reforma
Índice	0,0019 ton./hab.dia	0,137 ton./m²	0,47 ton./m²
Fonte	Marques Neto (2005)	Marques Neto (2005)	Morales et al (2006)

Fonte: Adaptado pelos autores.

Figura 2- Relação de Bairros por Zonas Administrativas (ZA)

CENTRO/BROTAS	Acupe; Águas de meninos; Barbalho; Barris; Baixa dos sapateiros; Boa vista de brotas; Brotas; Campo grande; Candeal; Centro; Centro histórico; Comércio; Cosme de farias; Dois de julho; Engenho velho de brotas; Garcia; Luiz anselmo; Macaúbas; Matatu; Nazaré; Parque bela vista; Pelourinho; Piedade; Santo agostinho; Santo antônio além do carmo; Saúde; Tororó; Vila laura.	BARRA/PITUBA	Alto das pombas; Amaralina; Barra; Calabar; Caminho das árvores; Canela; Chame-chame; Chapada do rio vermelho; Costa azul; Engenho velho da federação; Federação; Graça; Horto florestal; Itaigara; Jardim apipema; Jarrdim armação; Nordetse de amaralina; Ondina; Pituba; Rio vermelho; Santa cruz; Stiep; Vale das pedrinhas; Vitória
SUBÚRBIO/ILHAS	Alto da terezinha; Coutos; Fazenda coutos; Ilha amarela; Ilha de bom jesus dos passos; Ilha de maré; Ilha dos frades; Itacaranha; Nova constituinte; Paripe; Periperi; Plataforma; Praia grande; Rio sena; São joão do cabrito; São tomé	LIBERDADE/SÃO CAETANO	Alto do cabrito; Baixa de quintas; Boa vista de são caetano; Bom juá; Caixa d'água; Campinas de pirajá; Capelinha; Cidade nova; Curuzu; Fazenda grande do retiro; Iapi; Lapinha; Liberdade; Marechal rondon; Pau miúdo; Pero vaz; Retiro; Santa mônica; São caetano.
CAJAZEIRAS	Águas claras; Boca da mata; Cajazeiras II; Cajazeiras IV; Cazazeiras V; Cajazeiras VI; Cajazeiras VII; Cajazeiras VIII; Cazazeiras X; Cajazeiras XI; Castelo branco; Dom avelar; Fazenda grande I; Fazenda grande II; Fazenda grande III; Fazenda grande IV; Jaguaripe I.	CABULA/TANCREDO NEVES	Areial do retiro; Arenoso; Barreiras; Beiru/Tancredo neves; Cabula; Cabula VI; Calabetão; Centro administrativo da bahia; Doron; Engomadeira; Granjas rurais Presidente vargas; Jardim santo inácio; Mata escura; Narandiba; Nova susuarana; Novo horizonte; Pernanbués; Porto bela vista; Resgate; Saboeiro; São gonçalo; Saramandaia; Sussuarana
ITAPUÃ/IPITANGA	Aeroporto; Alphaville I; Alto do coqueirinho; Areia branca; Bairro da paz; Boca do rio; Cassange; Imbui; Itapuã; Itinga; Jaguaribe; Jardim das margaridas; Jardim placaford; Mussurunga; Jardim esperança; Paralela; Patamares; Piatã; Pituauç; Praia do flamengo; São cristovão; Stella mares.	PAU DA LIMA	Alphaville II; Canabrava; Jardim cajazeiras; Jardim nova esperança; Nova brasilã; Novo marotinho; Pau da lima; Porto seco pirajá; São marcos; São rafael; Sete de abril; Trobogy; Vale dos lagos; Vila canária
CIDADE BAIXA	Boa viagem; Bonfim; Calçada; Caminho de areia; Lobato; Mangueira; Mares; Massaranduba; Monte serrat; Ribeira; Roma; Santa luzia; Uruguai; Vila ruy barbosa/Jardim cruzeiro	VALÉRIA	Morada da lagoa; Palestina; Pirajá; Valéria

Fonte: Prefeitura de Salvador (2016). Adaptado pelos autores.

Tabela 5 – Região Administrativa x População

ZA / PREFEITURAS BAIRROS	POPULAÇÃO 2010 (MIL)
CENTRO/BROTAS	287088
SUBÚRBIO/ILHAS	283415
CAJAZEIRAS	198005
ITAPUÃ/IPITANGA	340450
CIDADE BAIXA	180432
BARRA/PITUBA	361616
LIBERDADE/SÃO CAETANO	384095
CABULA/ TANCREDO NEVES	374013
PAU DA LIMA	184795
VALÉRIA	81747

Fonte: IBGE (2010). Adaptado pelos autores.

Tabela 6 – Quantitativo de Áreas de Reforma e Construção

ZA / Prefeituras Bairros	Quantitativos de Áreas por zonas Administrativa (m²)							
	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016
	Reforma	Const.	Reforma	Const.	Reforma	Const.	Reforma	Const.
CENTRO/BROTAS	47162	92845	31311	34512	135202	40064	56477	9377
SUBÚRBIO/ILHAS	4840	10021	1274	35391	2989	177117	7191	2214
CAJAZEIRAS	1671	27072	4929	54244	15778	21690	8740	24759
ITAPUÃ/IPITANGA	28764	234873	58544	347838	100375	210920	78643	122010
CIDADE BAIXA	17785	2327	8416	9860	31886	2855	3549	2039
BARRA/PITUBA	257420	135332	377048	216819	137659	123883	344028	198976
LIBERDADE/SÃO CAET.	947	3048	37489	8179	1786	23930	84	5471
CABULA/TANC. NEVES	5093	74766	25357	37708	54457	62290	3649	47375
PAU DA LIMA	122050	12473	2042	26190	31347	23564	6752	27025
VALÉRIA	35915	24108	0	157	40033	0	0	2219
TOTAL	521647	616864	546408	770898	551513	686313	509112	60481

Fonte: SUCOM, (2013 a 2016). Adaptado pelos autores

Tabela 7 – Quantidade de Pontos de Descarte Irregular por Zona no Município de Salvador

ZA / Prefeituras Bairros		Núcleo de Limpeza (NL)	Bairro Correspondente a Cada NL	Pontos de Descarte Clandestinos e Terrenos Baldios
1	CENTRO/ BROTAS	I V	CENTRO BROTAS	64
2	SUBÚRBIO/ ILHAS	XVII XVIII	SUBÚRBIO ILHA DE MARÉ	135
3	CAJAZEIRAS	XIV	CAJAZEIRAS	26
4	ITAPUÃ/ IPITANGA	IX X XV	B. DO RIO/PATAMARES ITAPUÃ IPITANGA	200
5	CIDADE BAIXA	-	-	0
6	BARRA/PITUBA	VI VII VIII	BARRA RIO VERMELHO PITUBA/ COS. AZUL	87
7	LIBERDADE/ SÃO CAET.	III IV	SÃO CAETANO LIBERDADE	73
8	CABULA/ TANC. NEVES	XI XII	CABULA TAN. NEVES	55
9	PAU DA LIMA	XIII	PAUDA LIMA	30
10	VALÉRIA	XVI	VALÉRIA	27

Fonte: Silva, 2014. Adaptado pelos autores.

Tabela 8 – Média de Área por zonas e População de 2010 x Índice de Geração de RCC

ZA / Prefeituras Bairros		Índice de Geração RCC-Reforma Ton./m²	Área de Reforma por m²/ano	Índice de Geração RCC-Construção Ton./m²	Área de Construção por m²/ano	Índice de Geração RCC Per Capita Ton./hab/ano	População 2010 (hab.)
1	CENTRO/BROTAS	0,47	67538	0,137	44199	0,693	287088
2	SUBÚRBIO/ILHAS		4073		56186		283415
3	CAJAZEIRAS		7779		31941		198005
4	ITAPUÃ/IPITANGA		66581		228910		340450
5	CIDADE BAIXA		15409		4270		180432
6	BARRA/PITUBA		279039		168752		361616
7	LIBERDADE/SÃO CAET.		10076		10157		384095
8	CABULA/ TANC. NEVES		22139		55534		374013
9	PAU DA LIMA		40547		22313		184795
10	VALÉRIA		18987		6621		81747
TOTAL			532.168		628.883		2.675.656

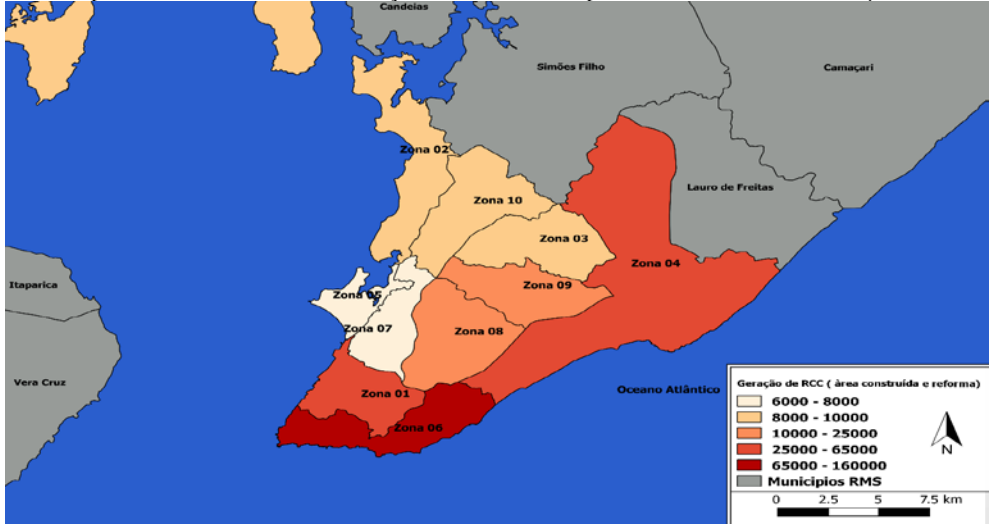
Fonte: ABRELPE (2013 a 2016). Adaptado pelos autores.

Tabela 9 – Massa de Geração de RCC por Zona Administrativa

ZA / Prefeituras Bairros		Geração Ton./ano			População
		Área de Reforma	Área de Construção	Total por Área	
1	CENTRO/BROTAS	31743	6055	37798	198951
2	SUBÚRBIO/ILHAS	1915	7697	9612	196407
3	CAJAZEIRAS	3656	4376	8032	137218
4	ITAPUÃ/IPITANGA	31293	31361	62654	235932
5	CIDADE BAIXA	7242	585	7827	125039
6	BARRA/PITUBA	131148	23119	154267	250600
7	LIBERDADE/SÃO CAET.	4736	1392	6128	266178
8	CABULA/ TANC. NEVES	10405	7608	18013	259191
9	PAU DA LIMA	19057	3057	22114	128063
10	VALÉRIA	8924	907	9831	56651
TOTAL		250.119	86.157	336.276	1.854.330

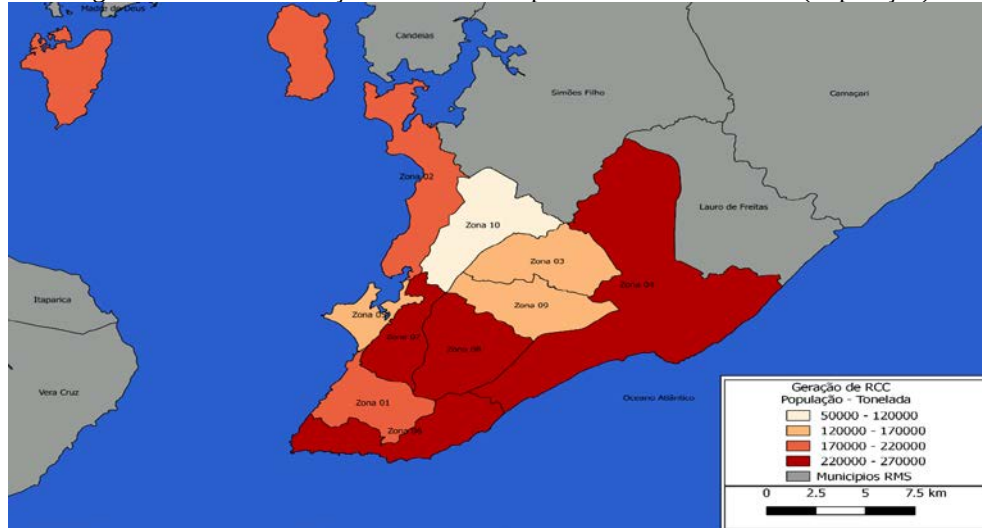
Fonte: ABRELPE (2013 a 2016). Adaptado pelos autores.

Figura 3: Mapa relativo à Massa de Geração Total de RCC por Zona Administrativa. (Área construída)



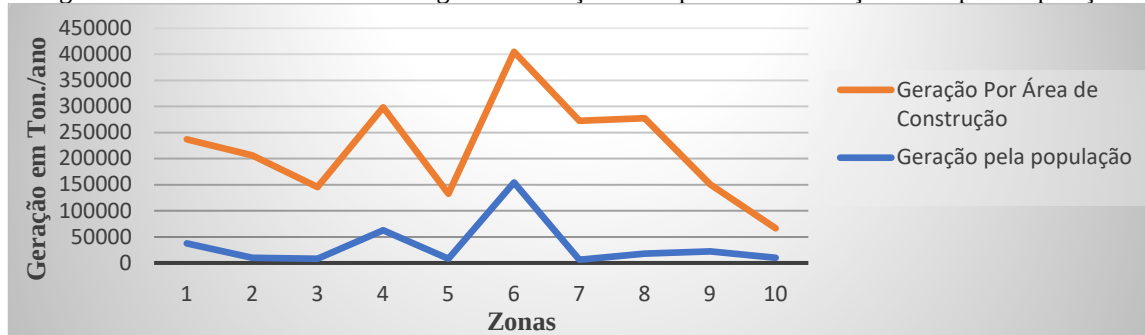
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Figura 4: Massa de Geração Total de RCC por Zona Administrativa (População)



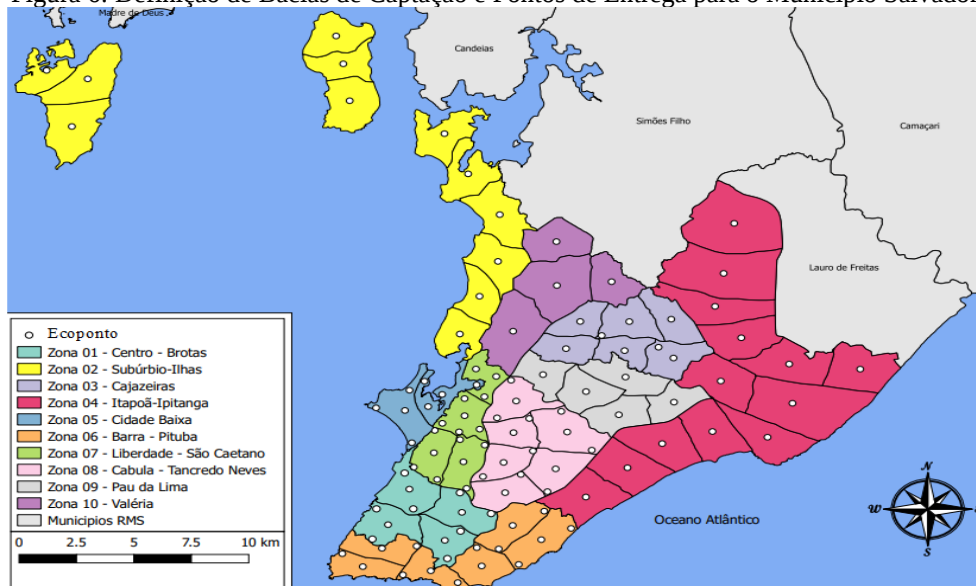
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Figura 5: Gráfico relativo à: Porcentagem de Geração Total por Área x Geração Total pela População



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Figura 6: Definição de Bacias de Captação e Pontos de Entrega para o Município Salvador



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.



Análise das Manifestações Patológicas e Custo de Impermeabilização – Estudo de caso em torre de resfriamento

Analysis of Pathological Manifestations and Waterproofing Cost – Case study in cooling tower

NUNES, Jucelino Silva¹; STOLZ, Carina Mariane²; AMARIO, Mayara³
 jucelino100@hotmail.com¹; carinastolz@poli.ufrj.br²; mayara_amario@poli.ufrj.br.

¹ Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis.

² D.Sc. em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ

³ D.Sc. em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Impermeabilização;
 Manifestação Patológicas;
 Torre de Resfriamento.

Key words:
 Waterproofing;
 Pathological
 manifestations;
 Cooling tower.

Resumo:

Os sistemas de impermeabilização cumprem papel de extrema importância no adequado desempenho das edificações, o qual está diretamente relacionado com a execução de projeto, a escolha dos materiais e sua correta execução. Neste sentido, o presente estudo foi realizado através da análise da impermeabilização de um reservatório em uma torre de resfriamento, a qual apresentou falha de estanqueidade e consequente vazamento. Foi realizado o levantamento das manifestações patológicas, suas causas e proposto um novo sistema para impermeabilizar adequadamente a estrutura. Além disso, realizou-se uma análise comparativa de custos do sistema ineficiente de argamassa com aditivo hidrófugo e do sistema proposto de argamassa polimérica. Os resultados mostraram que impermeabilização apresentou fissuras consequências de fissuras da base em zonas de junta de concretagem, juntamente com eflorescência e sujidade. Ainda, a execução inadequada do sistema de impermeabilização do reservatório acarretou um prejuízo de 40% do valor desembolsado para executar um sistema de impermeabilização adequado ao reservatório.

Abstract

Waterproofing systems play an extremely important role in the adequate performance of the buildings, which is directly related to the execution of the project, the choice of materials and their correct execution. In this sense, the present study was carried out through the analysis of the waterproofing of a reservoir in a cooling tower, which presented a leakage failure and consequent leakage. A survey the pathological manifestations, their causes was carried out and a new system was proposed to adequately waterproof the structure. furthermore, a comparative analysis of the costs of the inefficient mortar system with waterproof additive and the proposed polymeric mortar system was carried out. The results showed that the waterproofing presented cracks resulting from cracks in the base in areas of the concrete joint, along with efflorescence and dirt. Furthermore, the inadequate execution of the reservoir's waterproofing system resulted in a loss of 40% of the amount disbursed to execute an adequate waterproofing system for the reservoir.

1. Introdução

A impermeabilização é uma técnica construtiva utilizada desde os primórdios. Os homens primitivos já tinham a necessidade de proteger as cavernas da umidade advinda do solo [1].

Os sistemas impermeabilizantes são importantes e indispensáveis, pois são responsáveis pela proteção e estanqueidade das construções, e a sua falta acarreta inúmeras manifestações patológicas, que por vezes podem se tornar irreversíveis. Tais manifestações patológicas são suscetíveis a maiores agravantes quando localizadas em locais de difícil acesso, portanto, o mais indicado é a realização de inspeções periódicas para a avaliação das estruturas impermeabilizadas [1].

A correção das manifestações patológicas decorrentes de uma impermeabilização ineficiente resulta em altos custos, passíveis de intervenções construtivas mais complexas de serem executadas após a obra pronta. Isso ocorre porque a habitação ou equipamento com problemas já estará em uso, o que resultará em estresse e prejuízos financeiros [2].

Além das edificações, várias indústrias se utilizam da impermeabilização para viabilizar o armazenamento de fluidos necessários aos seus processos produtivos. As torres de resfriamento de água são um exemplo dessas estruturas, as quais são utilizadas nas indústrias para resfriar a água dos equipamentos e dependendo do tamanho e modelo, podem ser executadas em estrutura de concreto armado, as quais devem receber impermeabilização adequada para garantir sua estanqueidade [3].

Neste contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar as manifestações patológicas identificadas em uma torre de resfriamento executada de concreto armado, comparando os custos do sistema de impermeabilização inicialmente empregado em sua execução, com um sistema de impermeabilização diferente, aplicado com técnicas construtivas adequadas para garantir a estanqueidade do

sistema, evitando o surgimento de manifestações patológicas.

2. Impermeabilização

O sistema de impermeabilização em uma edificação tem por objetivo proteger as edificações das ações danosas da água, da umidade e dos vapores presentes no ambiente [4]. De acordo com a norma brasileira NBR 9575 [5], a impermeabilização pode ser definida como os serviços que visam proteger as estruturas contra a ação deletéria dos fluídos e da umidade.

Outra norma brasileira que aborda o tema é a norma de Desempenho de Edificações Habitacionais, NBR 15575-1 [6], que tem o papel de definir critérios de desempenho de edificações, de modo a prever sua vida útil, com ênfase ao atendimento ao usuário, dando enfoque não só em condições estruturais, mas também na habitabilidade e sustentabilidade, incluindo a estanqueidade à água [7]. Apesar da referida norma ser destinada a edificações habitacionais, ela pode servir como referência para outras construções civis que não possuem normativas específicas.

Quanto aos critérios de estanqueidade para a durabilidade das estruturas de concreto, a NBR 6118 [8] relaciona: drenagem, cobrimento, classe de agressividade ambiental, qualidade no cobrimento, controle de fissuração, manutenção e detalhamento das armaduras [8].

Um dos critérios para a estanqueidade das estruturas é a execução da impermeabilização. O projeto de impermeabilização deve elaborar, analisar, planificar, detalhar, discriminar e adotar todas as técnicas, com o objetivo do bom desempenho da impermeabilização, compatibilizando-a com a concepção da edificação [9].

Os projetos devem ser confeccionados juntamente com os outros projetos que envolvem a concepção de uma construção, levando em consideração as áreas com maiores riscos para a estrutura. A falta de um

projeto de impermeabilização bem detalhado, implica em uma série de problemas futuros [10], podendo-se citar a corrosão das armaduras, a eflorescência, a degradação do concreto e da argamassa e em ambientes internos ou externos com pintura pode ocorrer empolamento e bolhas nas tintas [9].

No entanto, só um projeto bem elaborado não é garantia de uma boa execução, é preciso levar em consideração a necessidade de se ter uma mão de obra especializada, um estudo do substrato onde será feita a impermeabilização, efeitos arquitetônicos e os materiais que serão utilizados [11].

A escolha da impermeabilização a ser utilizada baseia-se em algumas diretrizes, como atender os requisitos de desempenho, possuir máxima racionalização construtiva e construtibilidade, se adequar aos demais componentes da edificação e ter um custo compatível com o empreendimento [12].

A NBR 9575 [5] mostra de maneira geral as soluções a serem adotadas de acordo com a atuação da água e da movimentação da estrutura, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de impermeabilização

Situação	Ação dos agentes	Soluções
Atuação da água	Percolação	Impermeabilização Rígida
	Água sob pressão hidrostática	Impermeabilização Rígida Impermeabilização semiflexível
	Umidade do solo	Impermeabilização Rígida
Comportamento dos elementos	Sujeitos às fissuras e trincas / sujeitos a esforços externos	Impermeabilização Flexível

Fonte: adaptado de NBR 9575 [5]

Conforme pode ser observado na Tabela 1, a escolha dos sistemas está diretamente relacionada à atuação da água sobre a estrutura e seu comportamento quanto as

movimentações impostas pelo ambiente de exposição e o uso.

2.1 Classificação dos sistemas de Impermeabilização

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados de várias maneiras. Na prática, tais classificações permitem compreender as diferenças entre cada sistema, podendo ser agrupados da seguinte forma: quanto à flexibilidade, quanto à aderência ao substrato, quanto ao material e quanto à metodologia de aplicação [13].

Quanto a flexibilidade, as impermeabilizações podem ser classificadas em rígidas e flexíveis. Nas rígidas o sistema se comporta como um elemento único, movimentando-se em conjunto e não absorvendo grandes movimentações. Nas flexíveis, os materiais apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicadas às partes construtivas sujeitas a movimentações [5].

Como exemplos de materiais para impermeabilização rígida, podem ser citadas as argamassas poliméricas, utilizadas em reservatórios enterrados e piscinas, as argamassas impermeáveis com aditivo hidrófugo, que são utilizadas em baldrame, pisos em contato com o solo e argamassa de assentamento. Já na impermeabilização flexível, os principais materiais são asfaltos moldados a quente ou a frio, utilizadas em cozinhas, lajes de coberturas e outros, membrana de poliuretano, utilizada principalmente em lajes e áreas molháveis, membrana de poliureia, usada em pisos industriais e revestimentos internos de tanques de tratamento de água e efluentes, membrana acrílica utilizada em coberturas inclinadas, abóbadas e resina termoplástica usadas em reservatórios de água potável e piscinas, e a resina epóxi, utilizada em tanques de armazenamento de produtos químicos [14].

Há ainda a possibilidade de classificar o sistema como semiflexível, quando apresenta baixo módulo de elasticidade, tendo a capacidade de absorção de fissuras com até 3

mm, sendo elas: Pinturas de base epóxi flexibilizadas e as membranas de argamassa polimérica semiflexível [13].

3. Manifestações patológicas em estruturas de concreto

A patologia das construções é a ciência que estuda de forma organizada os defeitos que surgem nos materiais usados nas construções como um todo, investigando os motivos que levaram os surgimentos dos problemas, a evolução do processo patológico e as consequências geradas pela manifestação patológica [17].

Nas estruturas de concreto, as manifestações patológicas podem ter sua origem nas diferentes fases da obra, desde por falhas do projeto, especificações inadequadas, mão de obra não qualificada, tempo para execução do serviço não respeitado, falha na cura do concreto, entre outros [18]. Ainda, podem surgir por dois grupos diferentes de problemas, o primeiro é através da infiltração da água, por falha ou total ausência da impermeabilização, e o segundo grupo são as manifestações que surgem por falhas no processo construtivo, podendo provocar falhas ou danos nas impermeabilizações [19].

Nesta perspectiva, complementa-se que os principais fatores por erro na execução do projeto a serem considerados, que podem vir a gerar falhas, como fissuras, que comprometem a estanqueidade estão relacionados a negligência quanto as condições de equilíbrio da estática, as deformações das próprias peças estruturais e suas uniões, erros nas disposições das armaduras e informações dos materiais a serem empregados na estrutura, bem como, a forma de realizar seu controle [20].

No que tange a falha humana, observa-se que as principais causas estão atreladas ao recebimento e armazenamento inadequado de materiais, que podem vir a comprometer a qualidade final do concreto, material inadequado utilizado como fôrmas, que absorvem muita água do concreto; escoramento de forma aleatória, sem projeto

adequado de ancoragem, deficiência nas locações e disposições das armaduras, muitas vezes sem a utilização de espaçadores, concretagem deficiente, sem adensamento apropriado, ausência de cura adequada do concreto e desforma de maneira aleatória, muitas vezes sem seguir as boas práticas construtivas [21].

As manifestações patológicas nestas estruturas tendem a ter padrões característicos, podendo ser investigados os sintomas, mecanismos, causas, origens, e através disso, as possíveis consequências e a evolução podem ser estimadas [19].

As principais causas das anomalias que ocorrem nas estruturas de concreto armado são provenientes da corrosão de armaduras, eflorescências, fissuração, carbonatação, degradação da camada superficial do concreto, além de presença bolor e umidade [21].

O processo de corrosão dependerá tanto do meio em que o concreto armado se encontra como das propriedades do próprio concreto. A corrosão do concreto pode ser classificada em três tipos, corrosão por lixiviação, corrosão química por reação iônica e corrosão por expansão [22]. Entre os diversos tipos de reações do processo de oxirredução, a corrosão das armaduras do concreto é resultante de um processo eletroquímico, onde a superfície do aço corroído se comporta como eletrodo composto por ânodo e cátodo conectados eletricamente pelo corpo do aço, gerado pela diferença de potencial elétrico entre dois pontos de reações [23].

Um dos processos mais comuns quando se trata de manifestações patológicas no concreto armado de reservatórios, é o surgimento de fissuras estruturais ocasionadas devido à pressão da água. Além disso, quando a água entra em contato com os componentes do concreto, inicia-se lixiviação, dando início a uma corrosão eletroquímica. Devido a isso, impermeabilização precisa ser bem executada, para que resista a pressão da água e não ocorra o processo químico [24].

Em observância ao padrão da causa dessa manifestação patológica, ela ocorre em prol ao alívio nas tensões do material, assim, quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais e, quanto mais frágeis eles forem, maior será a magnitude e intensidade da fissuração [25].

Na maioria dos estudos já realizados, a formação de fissuras está diretamente ligada a situações externas e internas. As externas compõem as fissuras ocasionadas por movimentação térmicas, higroscópicas, sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais; as internas estão ligadas à retração dos produtos à base de cimento e às alterações químicas dos materiais de construção [25].

As anomalias por fissuração podem ainda ser subdivididas em ativas ou passivas. As ativas são aquelas que apresentam variação de abertura e comprimento, onde, quando não tratadas, promovem risco a ruptura da estrutura. As fissuras passivas, representam fissuras estabilizadas, onde o fator de origem foi eliminado naturalmente e, que geralmente são ocasionadas por fissuras de retração plástica [26]. Na Tabela 2 são apresentadas algumas causas para o aparecimento de fissuras em estruturas de concreto e sua classificação quando a movimentação.

Tabela 2: Tipos de fissuras e sua classificação

<i>FISSURA</i>	<i>CLASSIFICAÇÃO</i>
Variação térmica	Ativa/Passiva
Retração por secagem	Ativa
Cargas dinâmicas	Ativa
Corrosão	Ativa
Assentamento Plástico	Passiva
Dessecação Superficial	Passiva
Retração Química	Passiva
Movimentação das Formas	Passiva
Sobrecargas	Passiva

Fonte: Figueiredo [28]

A classificação das fissuras em ativas ou passivas ocorre mediante a identificação da origem, as fissuras causadas por esforços

dinâmicos serão consideradas ativas, como por exemplo fissuras em vigas de uma ponte, já as que são devido à sobrecarga na estrutura, que tende a se estabilizar com o tempo, será classificada assim como passiva [26].

A fissuração na impermeabilização, em geral, não possui uma fácil reparação, sendo assim, qualquer problema neste sentido pode levar à perda da sua eficiência, e neste caso, pode exigir que toda a impermeabilização seja substituída [22].

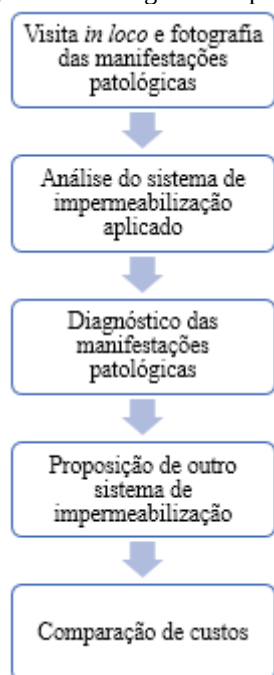
Desse modo, demonstra-se o quão prejudicial e caro é a falta de um projeto em que se contempla todas as fases de preparação. As manifestações patológicas são a exemplificação clara disso, uma obra mal-acabada está constantemente suscetível a esses tipos de danos. O estudo de caso na torre de resfriamento de água dará o norte prático para confirmação desse viés problemático, demonstrando os custos de elaboração e custos de correção da obra.

O presente trabalho, por meio de um estudo de caso, apresenta as manifestações patológicas de uma torre de resfriamento de água e realiza uma comparação entre os custos com a impermeabilização usando argamassa com aditivo hidrófugo e argamassa polimérica flexível.

4. Metodologia

Após a realização de pesquisas bibliográficas para embasar as definições discussões dos resultados, este item apresenta problemas devido a impermeabilização incorreta de uma torre de resfriamento. A pesquisa foi conduzida, conforme apresentado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autor

Inicialmente, foi realizada uma visita a torre de resfriamento, objeto de estudo, para avaliação das manifestações patológicas existentes e registro fotográfico. Em seguida, foi feita uma análise visual da impermeabilização que fora executada. Através do conhecimento obtido com o embasamento teórico e informações obtidas sobre a execução, foi feito um diagnóstico das possíveis causas para a falha da impermeabilização e o surgimento dos problemas, além da proposição de execução de nova impermeabilização para solucioná-los.

O levantamento dos custos foi feito através de pesquisas de preços com fornecedores e prestadores de serviço da região onde a obra foi executada, com isso foi possível chegar aos valores de cada sistema de impermeabilização e realizar uma comparação dos custos.

4.1. Objeto de estudo: Torre de resfriamento

As torres de resfriamento são estruturas destinadas a resfriar a água utilizada por equipamentos industriais. Elas podem ser encontradas em diversos setores, como

indústrias petroquímicas, usinas de produção de etanol, hospitais, aeroportos, entre outros.

A torre de resfriamento objeto desse estudo está situada em uma Usina de produção de Etanol. O reservatório de água utilizado na torre foi construído em concreto armado, com dimensões de 22,17 m de comprimento, 12,86 m de largura e 2,5 m de altura, totalizando um volume útil de água de 712,77 m³ (Figura 2).

Na execução da torre de resfriamento não havia um projeto detalhado de impermeabilização e, no momento de construção, tendo em vista o atendimento ao prazo extremamente reduzido da obra, para a impermeabilização desse reservatório foi utilizada uma argamassa com aditivo hidrófugo. Após a execução da impermeabilização, o reservatório foi preenchido com água, quando começaram a surgir pontos com manchas de umidade na parte externa da bacia, decorrentes de fissuras na estrutura e consequente falha da impermeabilização. Os problemas identificados foram as infiltrações, principalmente nas juntas de concretagem.

Figura 2 – Torre de Resfriamento



Fonte: Autor

Verificou-se que a impermeabilização executada com a argamassa com aditivo hidrófugo não atendeu aos requisitos de estanqueidade, apresentando vazamentos através de fissuras. Apesar desse sistema de impermeabilização ser indicado para uso em reservatórios, de acordo com o fabricante, a

execução da impermeabilização foi realizada de maneira inadequada, de acordo com dados obtidos com os responsáveis pela obra. Algumas recomendações do fabricante não foram seguidas, como por exemplo a aplicação de 3 camadas de argamassa, a execução de chapisco entre a primeira e segunda camada devido ao intervalo de tempo entre as camadas ter ultrapassado 6 horas, e não foi feita cura úmida.

Assim, através da análise do tipo de substrato e do elemento impermeabilizado, foi realizado um comparativo de custos entre a impermeabilização já executada e a realização da impermeabilização com argamassa polimérica flexível, escolhida de acordo com suas propriedades flexíveis e facilidade de aplicação. A argamassa polimérica, de acordo com o fabricante, pode ser usada em reservatórios e suporta pequenas deformações da estrutura.

5. Resultados

Neste item são apresentados os resultados do estudo. Primeiro são apresentadas as manifestações patológicas identificadas e posteriormente é apresentada a análise comparativa de custos dos sistemas de impermeabilização.

5.1. Manifestações patológicas

As Figuras 3a, 3b e 3c, a seguir, apresentam exemplos de fissuras por onde ocorreu vazamento de água após o reservatório ser cheio.

Figura 3 – Fissuras com eflorescência e acúmulo de sujeira na Torre de Resfriamento



a)



b)



c)

Fonte: Autor

Fica claro pelo sentido horizontal das fissuras que os pontos de vazamento de água coincidem com as juntas de concretagem, sugerindo que não foi feito um tratamento adequado neste ponto e que foram executadas concretagens em momentos diferentes.

As juntas de concretagem são locais que necessitam de atenção, pois são vários os fatores que levam à ineficiência desta união, como a preparação da superfície do substrato, a forma de aplicação do concreto mais novo, o procedimento de cura e até fatores ambientais. No entanto, a principal influência para o insucesso da ligação, é má execução da ligação e retração de diferentes magnitudes entre o concreto novo e antigo [27]. Essa falta de tratamento da junta de concretagem pode gerar fissuras, as quais podem não ser adequadamente absorvidas por sistemas de impermeabilização rígidos, fazendo com que os mesmos fissurem conjuntamente com a base e percam sua estanqueidade.

Os pontos escuros que aparecem nas imagens da Figura 3 são decorrentes de cinzas provenientes da queima do bagaço da cana pela indústria, que são transportados pelo

vento e aderem na umidade localizada nas fissuras.

Complementarmente, fica evidente nas imagens a presença de eflorescência, através das manchas esbranquiçadas decorrentes da formação de depósitos cristalinos na superfície [9].

5.2. Análise comparativa de custo dos sistemas de impermeabilização

Como a estrutura da torre foi executada em concreto armado, ou seja, uma estrutura rígida, que está sujeita a movimentações, a argamassa com aditivo hidrófugo não se comportou como a solução de impermeabilização ideal, já que também é considerada um impermeabilizante rígido e aderido à base apresentou fissuras por não absorver essas movimentações.

Nesse contexto, a argamassa polimérica pode ser considerada uma solução mais adequada, por ser um sistema mais flexível e absorver melhor movimentações da base sem fissurar. Além de suas características de flexibilidade, esse sistema apresenta facilidade de aplicação, não exigindo mão de obra muito especializada, tal qual o sistema de argamassa com aditivo hidrófugo já aplicado.

Assim, foram comparados os custos de execução dos dois sistemas, visando avaliar o impacto financeiro de sua utilização.

Para a composição de custos dos sistemas, considerou-se as recomendações de fabricantes. A argamassa com aditivo hidrófugo deve ser aplicada em duas ou três camadas de 1 cm, sendo que a primeira camada deve ser assente sobre chapisco, e somente a última camada pode ser alisada com desempenadeira de madeira. A dosagem de aditivo é de 2 litros para cada saco de cimento de 50 kg, utilizando proporcionamento de argamassa 1:3 (cimento:areia) [15].

A argamassa polimérica, seguindo as recomendações do fabricante, deve ser diluída a cada embalagem de 18 kg em 6 L de água, e a aplicação deve ser realizada em camadas

com intervalo de 6 horas, sendo de 3 a 4 camadas uniformes e cruzadas, aplicadas como pintura, utilizando reforço com tela de poliéster entre a primeira e segunda demão nos pontos mais frágeis, como ralos e rodapés [28].

Nas Tabelas 1 e 2 do Apêndice A estão apresentados os orçamentos para a realização da impermeabilização com argamassa com aditivo hidrófugo e argamassa polimérica. Os valores adotados para os produtos e mão de obra correspondem à dados da região de Imperatriz/MA e foram coletados em junho de 2023, junto a fornecedores da região.

Analizando os valores orçados, fica claro que a argamassa polimérica é mais cara do que a argamassa com aditivo hidrófugo. O custo total de materiais mais mão de obra para aplicação da argamassa com aditivo hidrófugo foi de R\$ 12.152,20.

Se a impermeabilização tivesse sido executada com a argamassa polimérica o custo de material mais mão de obra, de acordo com os levantamentos feitos seriam de R\$ 30.347,90. Essa solução apresenta valor mais elevado, mas executada de maneira correta, com reforço de tela estruturante asseguraria a estanqueidade da estrutura. O tempo para execução da argamassa polimérica é rápido, pois ela apresenta facilidade na execução, sendo necessário somente respeitar o tempo entre as camadas recomendada pelo fabricante.

Os valores comparativos para a execução das impermeabilizações, demonstram que a argamassa polimérica tem um custo 2,5 vezes maior que a argamassa com aditivo hidrófugo, mas esse valor pode ser recompensado com a segurança que a impermeabilização traz para a obra, se executada de maneira correta.

No estudo caso, o valor gasto com a solução inadequada trouxe um prejuízo do valor total da argamassa com aditivo hidrófugo, de mais de 12 mil reais. Se considerarmos que esse valor poderia ter sido investido na impermeabilização adequada, no caso deste estudo a argamassa polimérica,

obteve-se um prejuízo de 40% do valor que seria gasto se a impermeabilização tivesse sido executada com argamassa polimérica desde a execução da torre de resfriamento.

No caso de ter sido realizado um sistema de impermeabilização ineficiente que resulta na sua remoção e substituição por outro sistema mais adequado, o custo total da impermeabilização chega a pouco mais de 42 mil reais, sem considerar a mão de obra para retirada da impermeabilização ineficiente e reparo de fissuras da estrutura de concreto.

6. Considerações finais

De acordo com este estudo verificou-se que a escolha de uma solução de impermeabilização inadequada, executada sem seguir as recomendações do fabricante e sem projeto de impermeabilização pode acarretar prejuízos financeiros, retrabalho e atrasos na finalização da obra.

A torre de resfriamento, objeto de estudo, apresentou fissuras nas juntas de concretagem espelhadas na impermeabilização de argamassa com aditivo hidrófugo, acarretando vazamento de água. Além disso, identificou-se a presença de eflorescência e sujidade nestes pontos com umidade.

Quanto aos orçamentos dos sistemas de impermeabilização, é possível identificar que o método de impermeabilização selecionado no ato da construção foi consideravelmente mais barato que o outro proposto para aplicação neste estudo. Compreende-se também que o período de construção tinha prazos extremamente apertados, o que poderia influenciar na seleção do sistema de argamassa com aditivo hidrófugo pelo fácil manuseio e rápida aplicação.

A proposta de intervenção, com uso da argamassa polimérica, por ser mais flexível do que a argamassa com aditivo hidrófugo e absorver mais as movimentações da base apresenta-se como uma boa opção para correção dos problemas de vazamento. Deve-se levar em conta que para uma estanqueidade do sistema, deve-se ainda considerar o

tratamento das fissuras e possíveis danos da base antes da aplicação da nova impermeabilização.

A má execução do sistema de impermeabilização gerou um prejuízo de R\$ 12.152,20, ou 40% do valor gasto para executar a impermeabilização com argamassa polimérica, totalizando um custo de impermeabilização de R\$ 42.500,10.

Cabe salientar que, desde que a execução e tratamento de fissuras da base tivessem sido realizados de forma adequada, além de a impermeabilização com argamassa com aditivo hidrófugo ser aplicada de forma correta, esta solução poderia ter tido um bom desempenho quanto a estanqueidade do sistema.

Conclui-se que se faz necessário a execução de um projeto de impermeabilização bem detalhado e escolhas técnicas quanto aos materiais e forma de execução, além de fiscalização e treinamento da mão de obra para que não haja custos desnecessários, retrabalho, desperdício de materiais e comprometimento da qualidade no produto de entrega.

7. Referências

- [1] RIGHI, G. V. *Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções. Análise de casos.* Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURIN.pdf>. Acesso: 20 dez. 2022.
- [2] RIPPER, T.; SOUZA, V. C. M. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.* São Paulo, Pini, 1998.
- [3] PEREIRA, F. S. G. *Petróleo e petroquímica: Introdução a tecnologia do petróleo.* Recife, Instituto Federal de Pernambuco, 2010.

- [4] PEREIRA, V. S. *Impermeabilização em obras de construção civil: estudos de casos, patologias e correções*. T.C.C. (Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4640/1/TCC%20%20VIVIAN%20DE%20SIQUEIRA%20.pdf> Acesso: 08 de jan. 2023.
- [5] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto*. Rio de Janeiro, 2010.
- [6] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575 - Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro, 2013.
- [7] LORENZI, L. S. *Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse social térreas*. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BRRS, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96630>. Acesso: 13 jan 2023.
- [8] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - procedimento*. Rio de Janeiro, 2014.
- [9] GRANATO, J. E. *Patologia das construções*. Apostila, 2002. Disponível em: <http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>. Acesso: 21 dez 2022.
- [10] PIEPER, R. *Só se nota a impermeabilização quando ela não existe*. Revista Impermeabilizar, São Paulo, n. 43, fev. 1992.
- [11] SCHLAEPFER, C. B. R.; CUNHA, R. *Impermeabilização e Recuperação Estrutural*. Rio de Janeiro, Sika do Brasil, 2001.
- [12] SOUZA, J C S. MELHADO, S B. *Parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios*. XVII ENEGEP. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado, 1997. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T3215.PDF. Acesso: 15/01/2023.
- [13] PEREIRA, M. B. *Avaliação in loco da aderência do revestimento cerâmico sobre impermeabilização cimentícia*. T.C.C. (Engenharia Civil). Centro Universitário de Brasília, 2013. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/e/235/6369>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- [14] GAZABIN, B. *Impermeabilização rígida e flexível. Entenda a diferença*. Disponível em <https://hmrubber.com.br/entenda-a-diferenca-da-impermeabilizacao-rigida-e-flexivel/>. Acesso em 30 jun. 2023.
- [15] SIKÁ BRASIL. *Sika-1: Aditivo impermeabilizante de pega normal para argamassa e concreto não armado*. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://bra.sika.com/pt/construcao/impermeabilizacao/impermeabilizacaoparaespacosinteriores/impermeabilizantesparaumidadedorodape/aditivos-impermeabilizantes/sika-1.html>. Acesso: 22 dez. 2022.
- [16] MORAES, C. R K. *Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2708>. Acesso em: 21 jan. 2023.
- [17] BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. *Patologia de estruturas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

- [18] CERQUEIRA, M. F.; GONÇALVES, R. S.; LEITE, I. C. S. *Manifestações patológicas em concreto armado estudo de caso corrosão nas armaduras*. Projectus, v. 3, n. 1, p. 62-79, 2018.
- [19] ALMEIDA, R. *Manifestações patológicas em prédio escolar: uma análise qualitativa e quantitativa*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Santa Maria, RS, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7717>. Acesso em: 21 dez. 2022.
- [20] CÁNOVAS, M. F. *Patologia e terapia do concreto armado*. 1. Ed. São Paulo: Pini, 1988. 522 p.
- [21] SOUZA, A. K. L. *Identificação das manifestações patológicas em reservatório de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar: estudo de caso*. T.C.C. (Especialização). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. 45 f. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19797>. Acesso: 19 fev. 2023.
- [22] MARTINS, J. G. *Impermeabilizações – condições técnicas de execução*. Série Materiais. Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2006. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/47462019/impermeabilizacoes-condicoes-tecnicas>. Acesso: 22 dez. 2022.
- [23] AHMAD, S. *Reinforcement corrosion in concrete structures, its monitoring and service life prediction – a review*. Cement & Concrete Composites, 25. 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00086-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00086-0). Acesso: 17 fev. 2023.
- [24] COSTA, N. G.; MAIA, D. A. S.; BARBOSA, A. H. *Identificação de patologias em reservatórios de concreto armado em Juazeiro/BA*. Juazeiro, 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/CONPAR/article/view/620>. Acesso em 15 jan 2023.
- [25] CORSINI, R. *Trinca ou fissura*. São Paulo: Técnica, v. 160, 2010. Disponível em: <http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>. Acesso: 18 fev. 2023.
- [26] FIGUEIREDO, E. J. P. *Terapia das construções de concreto: metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinadas a injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1989. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1335/000011453.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 20 fev. 2023.
- [27] DORIA, M. R.; SALES, A. C.; Andrade; N. F. *Aderência aço-concreto e entre concretos de diferentes idades em recuperação de estruturas*. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, Vol. 8, Nr. 5, 2015.
- [28] VEDACIT. *Vedacit PRO Vedatop argamassa polimérica flexível*. Disponível em: https://www.vedacit.com.br/vedacit-pro/produtos-e-solucoes/argamassas_especiais/vedacit-pro-vedatop-argamassa-polimerica-flexivel. Acesso: 30 jul. 2023.

Anexos e Apêndices

APÊNDICE A

Tabela 1 – Orçamento para impermeabilização com argamassa com aditivo hidrófugo						
ORÇAMENTO IMPERMEABILIZAÇÃO TORRE DE RESFRIAMENTO COM ADITIVO HIDRÓFUGO						
MATERIAIS						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.		VALOR TOTAL
1.0	Cimento portland CP-II 32	SC	25	R\$	45,00	R\$ 1.125,00
2.0	Aditivo impermeabilizante Sika 1	UN	4	R\$	180,00	R\$ 720,00
3.0	Areia média	m³	4	R\$	190,00	R\$ 760,00
4.0	Aditivo para chapisco bianco	UN	3	R\$	380,00	R\$ 1.140,00
				Total		R\$ 3.745,00
MÃO DE OBRA						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.		VALOR TOTAL
1.0	Chapisco	m²	175,15	R\$	13,50	R\$ 2.364,53
2.0	Reboco	m²	175,15	R\$	34,50	R\$ 6.042,68
				Total		R\$ 8.407,20
				Total geral		R\$ 12.152,20

Fonte: Autor

Tabela 2 – Orçamento para impermeabilização com argamassa polimérica flexível							
ORÇAMENTO IMPERMEABILIZAÇÃO TORRE DE RESFRIAMENTO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA FLEXÍVEL							
MATERIAIS							
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL		
1.0	Argamassa polimérica flexível - Vedacit PRO Vedatop 18 kg	SC	90	R\$ 269,90	R\$	24.291,00	
2.0	Broxa retangular 18 cm	UN	12	R\$ 20,25	R\$	243,00	
3.0	Tela estruturante 73 cmx10 m	UN	14	R\$ 90,00	R\$	1.260,00	
Total					R\$	25.794,00	
MÃO DE OBRA							
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL		
1.0	Impermeabilização de superfície com argamassa polimérica	m²	175,15	R\$ 26,00	R\$	4.553,90	
Total					R\$	4.553,90	
Total geral					R\$	30.347,90	

Fonte: Autor



Estudo comparativo do desempenho acústico de esquadrias de PVC e de alumínio

Comparative study of the acoustic performance of PVC and aluminum frames

FERRARESE, Paula Coloretto¹; AMARIO, Mayara²; STOLZ, Carina Mariane³
paulaferrarese@gmail.com¹; mayara_amario@poli.ufrj.br²; carinastolz@poli.ufrj.br³.

¹Engenheira Civil especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas.

²D.Sc. em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ

³D.Sc. em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, UFRJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Desempenho acústico

Esquadrias de alumínio

Esquadrias de PVC

Keywords:

Acoustic performance

Aluminum frames

PVC frames

Resumo:

O ruído sonoro é um dos principais fatores poluentes no ambiente. Atualmente, esquadrias de alumínio dominam o segmento nacional, já as esquadrias de policloreto de vinila (PVC), estão conquistando cada vez mais espaço. O objetivo deste estudo foi comparar o desempenho acústico de esquadrias de PVC e alumínio. A pesquisa consistiu em uma revisão sistemática, na qual foram analisados resultados de ensaios acústicos, de pesquisas científicas e catálogos técnicos de fornecedores. Os resultados obtidos evidenciaram a importância da escolha da tipologia da esquadria, independente do seu material, destacando que a janela com persiana integrada quando em situação de persiana estendida, apresentou resultados superior às situações de persiana recolhida ou janelas sem persiana. Os vidros laminados e insulados também apresentaram melhor desempenho acústico em comparação aos vidros comuns. Não foi possível identificar superioridade acústica em um dos materiais, mas pôde-se constatar uma tendência de esquadrias de PVC apresentarem maiores valores de índice de redução sonora ponderado (R_w).

Abstract

Noise is one of the main polluting factors in the environment. Nowadays, aluminum windows dominate the national segment, and polyvinyl chloride (PVC) windows are gaining more and more space. The objective of this study was to compare the acoustic performance of PVC and aluminum windows. The research consisted of a systematic review, which analyzed results from acoustic tests, scientific researches and technical catalogs from suppliers. The results obtained showed the importance of choosing the type of window, regardless of its material, highlighting that the window with integral blinds, when used with extended blind situation, showed better results than those with retracted blinds or windows without blinds. Laminated and insulated glass also performed better acoustically than annealed glass. It was not possible to identify acoustic superiority in one of the materials, but it was possible to see a tendency for PVC windows to have higher weighted sound reduction index (R_w) values.

1. Introdução

O ruído sonoro emerge como um dos principais fatores poluentes no ambiente, ocupando a segunda posição, somente atrás da poluição do ar. Níveis sonoros a partir de 50 dB são associados a efeitos adversos à saúde humana, variando desde estresse até impactos mais severos, como perda auditiva e doenças cardiovasculares, com sua gravidade determinada pela intensidade e duração da exposição ao ruído. Como exemplo ilustrativo, é pertinente mencionar que o trânsito em ambientes urbanos pode gerar emissões sonoras em torno de 80 dB, com o som das buzinas alcançando até 100 dB [1].

Em um projeto arquitetônico, as esquadrias desempenham um papel crucial como parte integrante da envoltória edificada. Elas têm a responsabilidade primordial de vedar as aberturas, englobando portas, janelas e fachadas envidraçadas. Ao longo dos anos, as tipologias, as tecnologias construtivas e os materiais empregados nesses elementos evoluíram em resposta às necessidades humanas de conexão entre os espaços internos e externos, manifestando as interações subjacentes às trocas acústicas, luminosas e térmicas entre esses dois ambientes [2].

No contexto do desempenho acústico, as esquadrias representam os elementos menos isolantes no conjunto de uma fachada. A negligência na especificação, fabricação e/ou instalação desses componentes resulta em uma redução ainda mais acentuada na capacidade de atenuação sonora, o que pode acarretar desconforto aos ocupantes do ambiente. O sistema de fachada de uma edificação, usualmente composto por paredes e esquadrias, é encarregado de garantir o atendimento aos requisitos mínimos de desempenho acústico, conforme o contexto do ambiente (privado ou social) e o nível de ruído proveniente do entorno do empreendimento [3].

A transmissão dos sons provenientes do exterior para o interior da edificação por intermédio das esquadrias é influenciada por uma gama de fatores dependentes das

especificações, incluindo a tipologia da esquadria, seu material estrutural e de isolamento, o tipo de vidro e o método de instalação [4].

O processo de especificações das mesmas em um projeto, se fundamenta exclusivamente nas demandas dos usuários. Dentro desse contexto, esquadrias fabricadas em aço, madeira, alumínio ou policloreto de vinila (PVC) podem satisfazer as exigências de desempenho estipuladas pelas normas vigentes, contudo, tal conformidade requer uma concepção orientada a tal propósito [5]. A NBR 15575, nomeada “Edificações habitacionais - Desempenho”, composta de seis partes, orienta não apenas os níveis de desempenho que os sistemas integrantes de uma edificação devem alcançar, mas também os critérios abrangendo qualidade e segurança [6].

Na fase preliminar de concepção do projeto, estabelecem-se as premissas quanto ao desempenho futuro da edificação, atentando os sistemas envolvidos a se adequar ao patamar de desempenho escolhido [7]. Tais especificações devem estar muito bem esclarecidas entre o comprador e o fornecedor na etapa de aquisição técnica do sistema de esquadrias.

No mercado atual brasileiro, o alumínio ainda é o material mais utilizado, porém no últimos 10 anos o PVC surgiu de modo mais participativo, uma vez que, as esquadrias de PVC representam uma tecnologia já consolidada em outros países, principalmente na Europa [8].

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi comparar o desempenho acústico superior das esquadrias de PVC e de alumínio. A busca por ensaios acústicos e análise dos resultados, consistem no método utilizado.

2. Metodologia

A metodologia de pesquisa adotada é uma revisão sistemática com metanálise, na qual foram selecionados artigos científicos e monografias publicadas que apresentam

resultados de ensaios acústicos de campo e laboratório para esquadrias de tipologias: folhas de giro, maxim-ar, oscilo-batente e deslizantes com e sem persiana integrada. A busca foi realizada na plataforma Google Acadêmico, aplicando um processo de triagem através da leitura do resumo e posterior busca pelos dados apresentados. Não foram consideradas as pesquisas com resultados de fontes comerciais ou sem embasamento normativo. Filtros de busca aplicados em todas as pesquisas: período de publicação de 2017 até 2023, ordenamento por relevância, páginas em apenas em português e publicações de qualquer tipo.

A busca por publicações foi iniciada na plataforma utilizando as palavras-chave 'esquadrias' e 'PVC', com os filtros acima descritos aplicados. Como resultado dessa, identificou-se na primeira página de busca o artigo intitulado *Análise comparativa do desempenho acústico de sistemas de fachada com esquadrias de PVC com persiana e diferentes tipos de vidros em ensaios de laboratório* [9]. Na quarta página da mesma busca, a monografia *Avaliação do conforto acústico no setor de maternidade de um hospital de Juiz de fora – MG* [10]. Na quinta página, o artigo *Custo para o atendimento do desempenho acústico em sistemas de vedações horizontais conforme NBR 15575* [11].

Posteriormente, a pesquisa foi ampliada com a inclusão das palavras 'ensaio' e 'acústica' para o mesmo período de publicação. A primeira página da busca resultou na identificação dos artigos *Desempenho acústico de esquadria de alumínio com melhorias na caixa de persiana* [4] e *Influência das esquadrias e da geometria do ambiente no desempenho acústico de vedações verticais em edifícios* [12].

Por fim, foi realizada uma última busca utilizando as palavras-chave 'esquadrias', 'alumínio' e 'acústico' para o período de publicação selecionado. A primeira página de resultados desta, decorreu na identificação do trabalho denominado *Análise do Desempenho Térmico e Acústico de Elementos e Esquadrias*

com Diferentes Configurações [13]. As publicações selecionadas foram posteriormente submetidas a uma análise crítica e comparativa, fornecendo contribuições essenciais para a compreensão do desempenho acústico das esquadrias de PVC e alumínio.

Além da pesquisa realizada no Google Acadêmico, foram obtidos relatórios de ensaios de avaliação sonora, baseados nas normas ISO 140-3 e ISO 717-1, por meio de um contato direto com os fornecedores de sistemas de perfis de esquadrias de PVC e alumínio. Essa abordagem permitiu a coleta de dados específicos de desempenho acústico provenientes das empresas A e B, que são renomadas no setor.

De forma a complementar a coleta de dados de sistemas de PVC, foram obtidos resultados de ensaios de esquadrias diretamente no site dos fornecedores e seus parceiros, nomeadas como empresa C, D e E.

Os relatórios de ensaio forneceram informações detalhadas sobre os níveis de isolamento sonoro oferecidos pelas esquadrias de PVC e alumínio em diferentes frequências, conforme estabelecido pelas normas ISO pertinentes. Esses dados foram fundamentais para enriquecer a análise comparativa dos resultados do estudo.

3. Revisão de Literatura

3.1 Esquadrias de Alumínio

As esquadrias de alumínio surgiram no Brasil na década de sessenta e dominam os segmentos residencial e comercial, representando hoje mais de 20% da produção total de esquadrias no país. Tamanho uso desse material é justificado pelas características que ele proporciona às esquadrias, como, leveza, durabilidade, resistência estrutural, resistência à corrosão, estética agradável, baixa manutenção, dentre outras [14].

O material das esquadrias comumente chamado de “alumínio”, é de fato, uma liga metálica de média resistência, especialmente

da série 6060-T5, composta principalmente por alumínio, magnésio e silício, nesta ordem. Esses dois metais adicionados ao alumínio, garantem bom desempenho técnico em relação ao comportamento estrutural das peças, além de elevada resistência à corrosão [15].

O processo de fabricação dos perfis se dá por meio da extrusão de tarugos, quando prensados e introduzidos através de matrizes, formam os perfis de alumínio. Após, é aplicado tratamentos de superfície como anodização, jateamento ou pintura eletrostática em pó, que garantem padronização estética mesmo em condições ambientais agressivas [15].

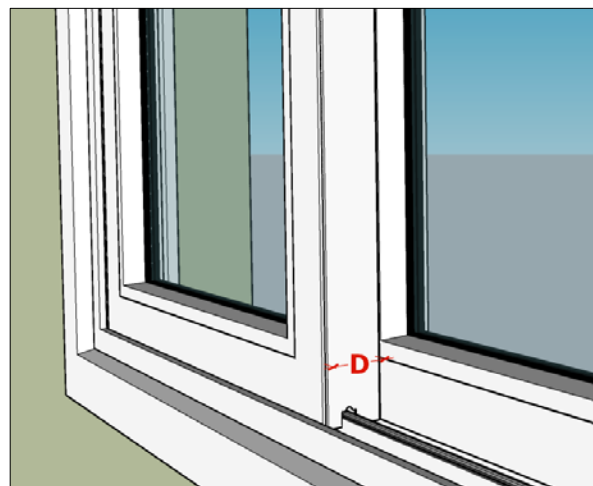
A Norma NBR 10821-2 exige que os perfis de alumínio, para a industrialização de esquadrias, estejam protegidos por anodização ou pintura, não permitindo a utilização em sua superfície natural. A mesma, também menciona a utilização de parafusos em aço inoxidável austenítico ou de outros materiais, desde que atendam a classe de desempenho 4 da norma europeia BS EN 1670 que trata sobre resistência à corrosão dos materiais de construção, ou seja, com resistência à corrosão muito alta e aplicabilidade em localidades de poluição industrial e zona costeira [9,10].

O processo fabril das esquadrias alumínio contempla as seguintes etapas: cortes, marcações, usinagem, montagem e instalação. Os três primeiros estágios são similares em ambos os materiais. Na montagem, a união dos perfis de alumínio ocorre por rebites e parafusos. Na instalação, o sistema possibilita o uso de contramarco, acessório chumbado na alvenaria, que garante maior estanqueidade dos marcos [18].

As indústrias produtoras de esquadrias podem dispor de sistemas construtivos próprios ou desenvolvidos por extrusoras, produtores de alumínio primário ou comerciantes de perfis. Tais sistemas são classificados por “Linhas”, que se referem à dimensão “D” do perfil da folha. As Linhas convencionais dos perfis de alumínio são das séries 20, 25, 28, 30 ou 42, que representam a medida de 20 mm até 42 mm, sendo a Linha

20 mais esbelta e com isso atende a dimensões de esquadrias menores, e a Linhas 42 a mais robusta, atendendo à vãos maiores de esquadrias, normalmente de alto padrão [15].

Figura 1- Localização da dimensão “D” dos perfis de alumínio



Fonte: Autor

3.2 Esquadrias de PVC

O PVC possui cerca de 70% da demanda mundial destinada à construção civil, com principal aplicação na indústria de tubos e conexões. No segmento de esquadrias, o material domina os mercados norte americano e europeu há mais de 20 anos. Já no Brasil, as esquadrias fabricadas em PVC ainda representam uma pequena parcela quando comparadas com outros materiais como aço, madeira e alumínio [19].

O termoplástico PVC, Policloreto de vinila, possui 57% de seus insumos provenientes de sal marinho, salgema ou cloreto de sódio, e 43% de petróleo e gás natural. O cloro presente em sua composição garante ao polímero alta resistência à propagação de chamas e alta compatibilidade à aditivos, possibilitando formulações para diversas aplicações, além de atuar como um marcador, facilitando a separação e posterior reciclagem dos resíduos [20].

No composto para extrusão de perfis de esquadrias, são adicionados copolímeros graftizados de cloreto de vinila e etileno/acetato de vinila ou cloreto de vinila com acrilatos, afim de aumentar a resistência

mecânica e ao intemperismo. O dióxido de titânio também está presente na composição, por possuir pigmentação branca e melhorar a resistência às intempéries [20].

A produção dos perfis de esquadrias de PVC, assim como de alumínio, ocorre por extrusão do composto fundido por uma matriz. A coloração pode ser obtida através de pigmentos, realizando a co-extrusão de uma camada de poli (metil metacrilato) - PMMA, ou por laminação de superfície, proporcionando também diferentes texturas [21].

Devido à baixa rigidez do PVC, faz-se necessária a utilização de reforços metálicos, geralmente em aço galvanizado, na câmara dos perfis [21]. A Norma NBR 10821-2 aponta que as esquadrias de PVC devem seguir as normas BS EN 12608 e BS 7412 [17].

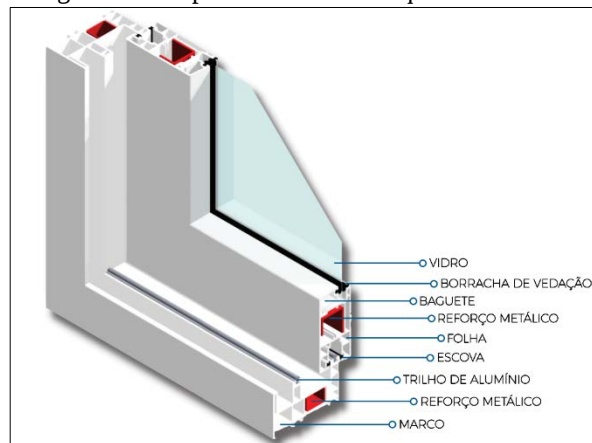
A norma europeia BS EN 12608, regulamenta os perfis de PVC destinados à fabricação de portas e janelas, visando garantir a qualidade, a durabilidade e o desempenho adequado desses elementos em construções. Esses elementos são classificados por zonas climáticas de aplicação, resistência ao impacto de corpo livre e espessura de parede de perfil. Também, é especificado o material quanto à resistência aos raios ultravioleta, sua aparência, dimensões e peso, dilatação térmica, comportamento ao calor acima de 150 °C e resistência a intempéries, além de especificar os testes e métodos de aplicações [22].

Já a norma britânica BS 7412, aborda requisitos e métodos de ensaio para sistemas de portas e janelas envidraçadas. Nela são especificados critérios de desempenho para a resistência e durabilidade das esquadrias, incluindo aspectos relacionados à integridade estrutural, estanqueidade e funcionalidade [23].

O Processo de fabricação das esquadrias de PVC diverge das esquadrias de alumínio principalmente nas etapas de montagem e instalação. A montagem dos caixilhos em PVC contempla a parafusação dos reforços metálicos na câmara do perfil, soldagem das

peças e limpeza de rebarba [21]. Sobre a instalação, as bibliografias já mencionadas [19], [20], [21] e [22], não citam a passibilidade de utilização de contramarco nas esquadrias de PVC.

Figura 2- Componentes de uma esquadria de PVC



Fonte: Vertrauen [24]

As esquadrias deste material, assim como no alumínio, também são classificadas em Linhas, sendo as mais comuns das séries 42 e 60, apresentando variações específicas de cada importador ou indústria extrusora.

3.3 Índice de redução sonora ponderado (R_w)

O índice de redução sonora ponderado, também conhecido como R_w , é uma medida que avalia a capacidade de um material ou elemento construtivo reduzir a transmissão de som de um ambiente para outro. Ele é amplamente utilizado para quantificar o isolamento acústico de materiais de construção, como esquadrias, paredes, pisos e tetos, em relação à atenuação de ruídos [16, 17].

O valor de R_w é expresso em decibéis (dB) e determinado por meio de ensaios de laboratório descritos nas normas ISO 10140-2, ISO 717-1 e ASTM E90, referências internacionais amplamente utilizadas para determinar a classificação do isolamento sonoro de materiais e elementos construtivos. Esses ensaios medem a diferença entre a intensidade sonora incidente e a intensidade sonora transmitida através do material ou elemento em análise [16, 17].

3.4 Desempenho acústico

O desempenho acústico refere-se à capacidade de um elemento construtivo, espaço ou sistema reduzir a transmissão de som entre diferentes ambientes, proporcionando um ambiente interior mais tranquilo e confortável. Essa capacidade é avaliada por meio de testes de laboratório que medem a absorção sonora, a isolamento sonora e outros aspectos relacionados ao som [7].

A norma de desempenho, NBR 15575 [6], define o desempenho como a capacidade dos sistemas e elementos construtivos de controlar os ruídos aéreos internos e externos, garantindo o conforto acústico dos moradores. Ela ainda estabelece diversos critérios de desempenho acústico para diferentes ambientes e situações, tais como:

- a) Isolamento a ruídos aéreos, que avalia a capacidade de um elemento construtivo (parede, piso, teto, etc.) em reduzir a transmissão de sons aéreos de um ambiente para outro;
- b) Isolamento a ruídos de impacto, que avalia a capacidade de um piso em reduzir a transmissão de ruídos causados por impactos, como passos e queda de objetos;
- c) Absorção sonora, que avalia a capacidade de materiais ou elementos de absorverem parte do som, contribuindo para reduzir a reverberação em ambientes internos;
- d) Isolamento a ruídos de instalações, que avalia a capacidade de sistemas de instalações (hidrossanitárias, elétricas, etc.) em reduzir a transmissão de ruídos provocados pelo funcionamento dessas instalações;
- e) Isolamento a ruídos de fachada, que avalia a capacidade de fachadas de edifícios em reduzir a transmissão de ruídos externos para o interior das unidades habitacionais.

Tais critérios visam garantir um ambiente habitacional acusticamente confortável, minimizando a interferência de ruídos indesejados que possam afetar o bem-estar dos moradores [6].

Os documentos técnicos brasileiros vigentes que regulamentam as esquadrias, propõem garantir ao usuário a utilização de produtos em circunstâncias iguais ou acima do desempenho mínimo [17]. Nesse contexto, a palavra “desempenho” está relacionada ao comportamento do produto, em condições normais, durante o seu uso [27].

Tabela 1- Níveis de desempenho das esquadrias

Ensaio	Desempenho			
	D	C	B	A
Índice de redução sonora ponderado R_w (dB)	$R_w < 18$	$18 \leq R_w < 24$	$24 \leq R_w < 30$	$R_w \geq 30$

Fonte: Adaptado de ABNT [28]

3.4.1 ABNT NBR 10821

A norma NBR 10821 [25], composta por seis partes, rege em termos gerais, as esquadrias para edificações. A parte 1, intitulada “Esquadrias externas e internas- Terminologia”, define os termos utilizados na classificação das esquadrias e nomenclaturas de suas composições. No presente trabalho, são analisadas esquadrias de correr, caracterizadas pelo deslizamento horizontal de suas folhas no plano da esquadria, assim como, esquadrias integradas, formadas por sistema de persiana de enrolar em conjunto com a esquadria de correr.

Na segunda parte da NBR 10821, nomeada “Esquadrias externas- Requisitos e classificação”, são abordadas as exigências de desempenho das esquadrias, de acordo com seus respectivos materiais de fabricação, no que diz respeito à: permeabilidade do ar, estanqueidade à água, resistência às cargas uniformemente distribuídas, resistência ao manuseio, manutenção da segurança durante operações de manuseio e resistência à corrosão [17].

A parte 3 da NBR 10821, “Esquadrias externas e internas- Métodos de ensaio”, especifica ensaios para avaliar o desempenho

e classificar as esquadrias conforme as especificações da NBR 10821-2 [29].

Os desempenhos térmico e acústico, são especificados na quarta parte da norma, “Parte 4: Esquadrias externas- Requisitos adicionais de desempenho”, que apesar de eleger o desempenho acústico como adicional, salienta que a sua verificação é obrigatória. A análise é realizada baseada nos ensaios de isolamento sonora das esquadrias, especificados pela norma internacional ISO 10140 *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements*. Estes ensaios, resultam no índice de redução sonora ponderado (R_w) da esquadria, permitindo classificar quanto ao desempenho acústico nos níveis “D” à “A”, sendo “D” o pior comportamento acústico e “A” o melhor e mais isolante acusticamente. [28].

A classificação obtida quanto ao desempenho acústico da esquadria, assim como o valor de R_w , espessura e tipologia de vidro, devem constar na etiqueta da esquadria, catálogo, projeto ou certificado do produto [28].

3.4.2 ABNT NBR 15575

A norma NBR 15575 [6], formada por cinco partes, estabelece requisitos que devem ser cumpridos por uma habitação, com base no uso dos produtos e serviços que a compõem, mantendo o desempenho pretendido predeterminado.

A quarta parte da NBR 15575 avalia os sistemas de vedações verticais externos, apresentando critérios de verificação do isolamento acústico entre o meio externo e o interno, entre unidades habitacionais e entre cômodos de uma unidade e áreas comuns. As vedações são analisadas com base nos parâmetros: índice de redução sonora ponderado (R_w), diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) e diferença padronizada de nível ponderada a dois metros de distância da fachada ($D_{2m,nT,w}$) [26].

O parâmetro $D_{nT,w}$, assim como o R_w , qualifica o elemento quanto ao seu desempenho na atenuação acústica. A

diferença entre eles se dá em seu modo de obtenção, enquanto o $D_{nT,w}$ é extraído em campo, o R_w é obtido em laboratório, dessa maneira, é comum notar valores de $D_{nT,w}$ menores que de R_w para um mesmo elemento, uma vez que estes dependem das condições de contorno e execução dos sistemas [21, 22].

O indicador $D_{2m,nT,w}$, utilizado na análise das fachadas, representa a capacidade de redução de incidência sonora no interior de uma edificação, emitida por uma fonte externa, distante dois metros da fachada. Desse modo, o isolamento acústico da fachada (vedação vertical externa), é obtido na análise do conjunto de elementos que a compõem, esquadria e parede, no qual, elevados valores de $D_{2m,nT,w}$ caracterizam fachadas com significativa atenuação de ruído aéreo [21, 22].

Os requisitos de verificação do desempenho acústico apresentados pela NBR 15575-4 avaliam os dormitórios das unidades habitacionais, adotando valores mínimos de $D_{2m,nT,w}$, em função do entorno da residência [26].

Tabela 2- Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação	≥ 30

Fonte: Adaptado de ABNT [27]

4. Análise comparativa entre as esquadrias de PVC e as de alumínio

Foram reunidos 45 resultados de ensaios acústicos para análise, com uma distribuição equilibrada entre as fontes. Dentre esses

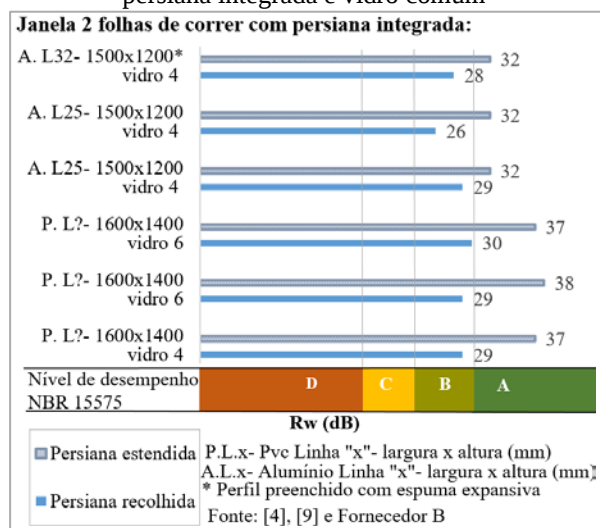
resultados, 22 deles são oriundos de artigos científicos, enquanto os outros 23 foram obtidos em catálogos técnicos dos fornecedores. Em todo o conjunto de amostras, 40% representam as esquadrias de PVC e 60% representam as esquadrias de alumínio. Procedeu-se com a organização dos dados para posterior análise detalhada, com as amostras segmentadas por tipologia e configuração de vidro.

4.1 Janelas com persiana integrada

A análise dos resultados das esquadrias com persiana integrada consistiu na comparação das opções de material, ou seja, esquadrias de PVC e alumínio, considerando as situações de persiana estendida e recolhida, bem como a especificação do vidro utilizado nas amostras ensaiadas. Em um primeiro momento foram analisadas apenas as janelas com persiana integrada com vidros comum, 4mm e 6mm.

A Figura 3 apresenta os valores de R_w (dB) para janelas de duas folhas com persiana integrada e vidro comum.

Figura 3- R_w (dB) de janelas duas folhas de correr com persiana integrada e vidro comum



Fonte: Autor

As amostras foram nomeadas de acordo com a legenda apresentada nas Figuras 3, 4, 5 e 6. A primeira letra representa 'A.' para alumínio e 'P.' para PVC, seguida da letra L e um número que corresponde a Linha da

esquadria. Em amostras que não apresentaram alguma informação, a mesma foi substituída por '?'.

Ao comparar as duas situações de persiana nas esquadrias, se observou uma tendência de melhor isolamento acústico quando a persiana estava fechada (persiana estendida). Isso se mostrou evidente ao analisar os valores de R_w , onde janelas com persiana estendida, independente do material, demonstraram vantagem em termos de redução da transmissão sonora em comparação com as persianas recolhidas. Os resultados de ambas as situações, apresentaram R_w semelhante, ao analisar de modo isolado as situações das amostras de PVC e de alumínio, com exceção de uma janela de alumínio que apresentou 26 dB de atenuação acústica para situação de persiana recolhida.

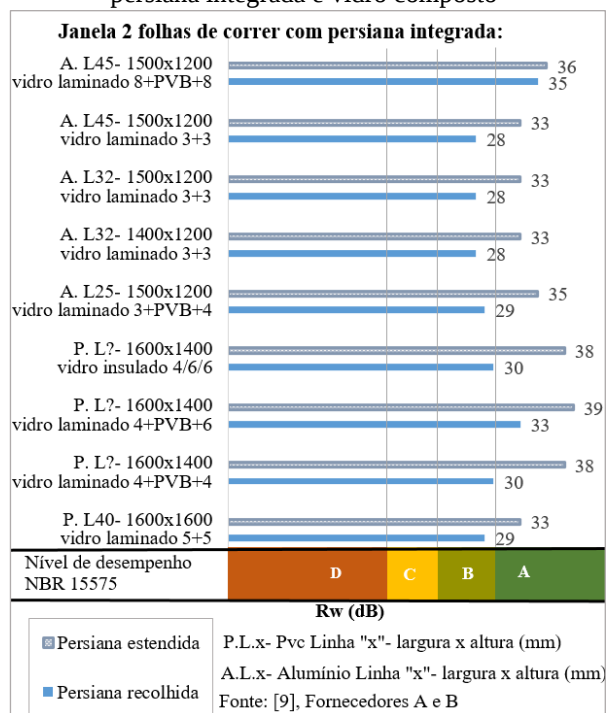
A tendência observada entre PVC e alumínio sugere que a ação de fechar a persiana tem um impacto positivo no isolamento acústico, independente do material da esquadria e da persiana. Tal resultado já era esperado, uma vez que, a persiana representa um obstáculo a mais para a passagem das ondas sonoras, formando um sistema composto do tipo massa-mola-massa. Tal sistema é formado pela persiana (massa), o espaço vazio entre a persiana e as folhas de vidro da janela (mola) e as folhas da janela (massa), compostas de vidro e perfis. Os sistemas compostos desse tipo, massa-mola-massa, costumam apresentar maiores atenuações acústicas, pois a descontinuidade dos meios de transmissão resulta na conversão da energia sonora em calor e consequentemente maior isolamento acústico [31].

Em relação as amostras de alumínio ensaiadas de janelas com persiana integrada e vidro comum, duas delas que representam a mesma bitola de perfil (linha 25mm), mesmas dimensões e especificação de vidro, resultaram em valores diferentes de R_w com persiana recolhida. Tal variação pode ser explicada por estas apresentarem diferentes sistemas, com seções de perfis e encaixes distintos, ou até

mesmo diferentes condições de instalação ou de ensaio.

Em um segundo momento foram analisadas, de forma isolada, as janelas com persiana integrada dotadas de vidros compostos, laminados e insulados. Estas, também apresentaram melhora acústica em persianas estendidas em relação às situações de persiana recolhida, como mostra na Figura 4.

Figura 4- R_w (dB) de janelas duas folhas de correr com persiana integrada e vidro composto



Fonte: Autor

Posteriormente, para enriquecer a análise, expandiu-se a investigação para considerar o impacto do tipo de vidro nas configurações das esquadrias. Dentro do leque de tipos de vidro utilizados, o vidro laminado com PVB (polivinil butiral) mereceu especial atenção. O PVB, que é frequentemente utilizado para melhorar a absorção de som em vidros laminados, atua como uma camada viscoelástica que absorve e dissipa a energia sonora que atinge o vidro e representa o papel de mola em um sistema massa-mola-massa, contribuiu para o isolamento acústico aprimorado. Tal contribuição foi percebida

principalmente nas esquadrias de alumínio em situação de persiana estendida.

Por sua vez, os vidros comuns, aqueles que não possuem camadas intercaladas ou características especiais para melhorar o isolamento acústico, apresentaram um desempenho intermediário, com valores de R_w que estão na faixa média da tabela. Comparados aos vidros laminados sem PVB, os vidros comuns ofereceram um nível de isolamento acústico mais limitado.

Fazendo uma analogia com a norma de desempenho [26], ao enquadrar os valores de isolamento acústico obtidos nas janelas integradas ensaiadas, notou-se que todas amostras atenderam aos requisitos estabelecidos para proporcionar um ambiente interno com níveis adequados de conforto acústico. Observou-se também que todas as janelas com persiana estendida, independentemente do material e vidro utilizado, obtiveram nível "A" de desempenho, apresentando R_w igual ou superior a 30 dB.

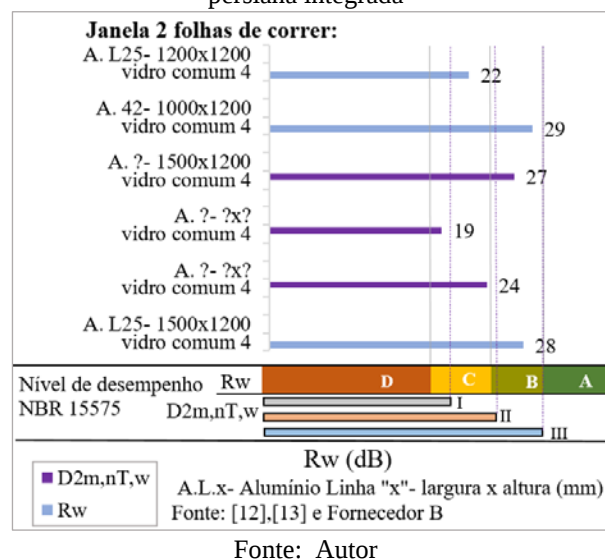
Da mesma forma, a maior parte das esquadrias ensaiadas com a persiana recolhida enquadraram-se no nível de desempenho "B", apresentando R_w dentro da faixa de 24 a 29 dB. Aquelas dotadas de vidros laminados do tipo 4+PVB+4 (vidro 4mm+PVC+vidro 4mm) ou espessuras superiores e vidros insulados do tipo 4/6/6 (vidro 4mm/ câmara de ar 6mm/ vidro 4mm), obtiveram nível de desempenho "A" para ambas situações de persiana.

4.2 Janelas sem persiana integrada

O estudo dos resultados das janelas sem persiana integrada foi conduzido da mesma maneira, inicialmente isolando as situações de vidros comuns, que apresentaram apenas amostras de janelas de alumínio.

A Figura 5 apresenta os valores de R_w (dB) para as janelas de duas folhas com vidros comuns 4 mm.

Figura 5- R_w (dB) de janelas duas folhas de correr sem persiana integrada



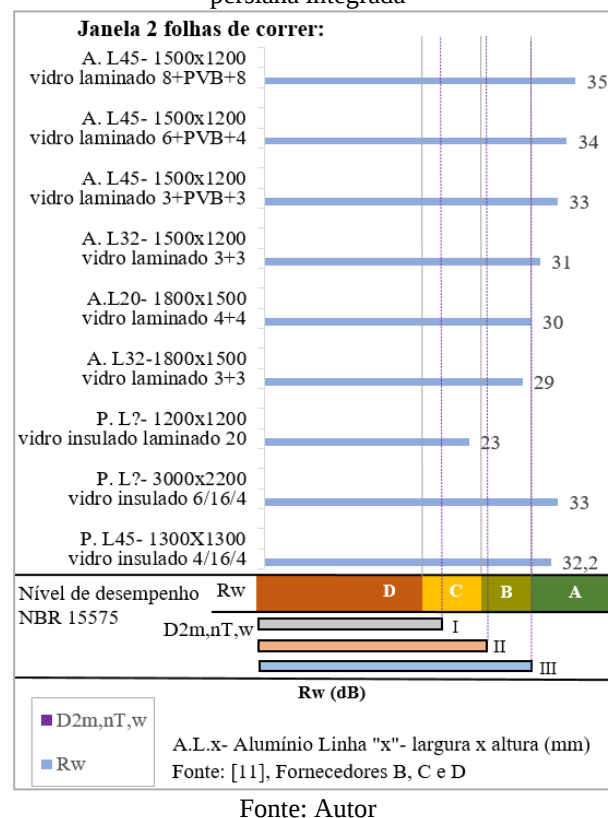
Ainda na Figura 3, além dos resultados de R_w , também são apresentados resultados de D2m,nT,w obtidos em documentos científicos que analisaram o conjunto de vedação externa composto de esquadria e parede. Para este índice, são considerados outros enquadramentos na NBR 15575, denominados Classe I, II e III [26].

Três amostras de vedação externa foram ensaiadas, uma delas não atingiu o valor mínimo de 20 dB, portanto não está apta a ser utilizada em dormitórios em nenhuma circunstância. Outra amostra que apresentou atenuação de 24 dB, pode ser utilização em situações de Classe II. Dessa maneira, apenas uma amostra que apresentou resultado de 27 dB, pode ser utilizada em dormitórios enquadrados em qualquer uma das três classes.

Os resultados dos ensaios das janelas duas folhas com vidros comuns que apresentaram o índice R_w , se enquadraram nos níveis B e C da norma de desempenho [26].

Posteriormente foram analisadas as janelas duas folhas sem persiana integrada compostas de vidros laminados e insulados, com os resultados ilustrados na Figura 6.

Figura 6- R_w (dB) de janelas duas folhas de correr sem persiana integrada



De modo geral, estas apresentaram resultados melhores daquelas de vidro comum, com a maior parte das amostras enquadradas no nível de desempenho "A" da norma, com exceção de uma janela de PVC, que não apresentou maiores detalhes da configuração de vidro utilizado.

A esquadria de alumínio da linha 45mm e vidro composto por duas lâminas de vidro 8mm separadas por uma camada de polivinil butiral (8+PVB+8) resultou na maior atenuação acústica, registrando índice de atenuação sonora de 35 dB. A segunda esquadria com melhor desempenho também é de alumínio, linha 45mm e vidro 6+PVB+4. Por outro lado, o terceiro melhor resultado foi apresentado por uma esquadria de PVC, linha não informada, vidro insulado 6/16/4 e dimensão relativamente maior as demais amostras (3000mmx2200mm) caracterizando uma porta janela.

É importante salientar que, apesar de ambas as esquadrias de alumínio apresentaram

os dois melhores resultados de atenuação acústica, a falta de um ensaio de uma esquadria de PVC com o mesmo tipo de vidro e dimensões, impede a conclusão acerca do desempenho superior da esquadria de alumínio. Ademais, as esquadrias de PVC com vidro insulado apresentaram consistentes resultados de R_w , validando o bom desempenho do sistema esquadria de PVC com vidro insulado. Adicionalmente, foi observado que o aumento das dimensões da esquadria de PVC não comprometeu seu desempenho acústico, o que sugere a viabilidade de isolamento sonoro em vãos maiores.

4.3 Analogia com outras pesquisas

Os resultados da análise desta pesquisa foram confrontados com análises anteriores realizadas por diferentes pesquisadores que abordaram semelhantes temas de investigação.

Nas conclusões do estudo [32], os autores relataram certa discrepância em relação ao impacto do tipo de material e composição das esquadrias no seu desempenho acústico, afirmando que o PVC possui menor índice de condução, absorção e propagação de som em comparação com o alumínio, conferindo-lhe uma superioridade na eficiência acústica. Em concordância a esta pesquisa, observou-se uma tendência das esquadrias de PVC, na tipologia de persiana integrada, apresentarem maior resultado de desempenho acústico.

Para a tipologia de janela duas folhas de correr sem persiana, é pertinente assinalar que uma ampliação no número de amostras de ambas as categorias de esquadrias se faz necessária a fim de corroborar de forma mais significativa a superioridade de um dos materiais em questão.

A partir da análise dos resultados obtidos no estudo [13], no qual se concentrou na avaliação das características acústicas e térmicas de diversas configurações de esquadrias de alumínio e vidros, destaca-se que esquadrias com perfis mais substanciais apresentam valores superiores de R_w , indicador de isolamento acústico.

No mesmo contexto, os autores da pesquisa [13] também constataram que as tipologias das esquadrias exercem uma influência significativa na atenuação acústica, conferindo uma melhoria de desempenho da ordem de 5% para as esquadrias oscilobatentes, quando confrontadas com as janelas de correr de 2 folhas, sob condições equivalentes de configuração de vidro, dimensões e perfis. Tal teoria, em partes, pôde ser confirmada na análise dos resultados, na qual foram observados os maiores resultados de ensaios obtidos pelas esquadrias de giro.

Em relação às configurações de vidro, o estudo [13] sustenta que a elevação da massa do material vidro se correlaciona positivamente com um incremento no grau de redução sonora, uma tendência que também encontra respaldo nos resultados das amostras apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6 do presente estudo. Adicionalmente, um aspecto notável que ambas as pesquisas convergem, diz respeito a obtenção de um desempenho acústico superior. Esquadrias dotadas de configurações de vidro aprimoradas, por meio da adoção de sistemas de vidro insulado que combinam vidros laminados com camadas de material acústico de polivinil butiral (PVB) apresentaram maior capacidade de atenuação acústica.

5. Considerações finais

A partir da análise dos resultados apresentados na pesquisa, pode-se afirmar que a escolha entre as esquadrias de PVC e de alumínio, com o intuito obter o melhor isolamento acústico, não depende apenas do seu material de fabricação. Foi observado que outros fatores impactam diretamente na atenuação acústica da esquadria, incluindo a tipologia da esquadria, situação de uso, linha de perfil, sistema de montagem perfil, configuração de vidro e forma de instalação.

Em princípio, observou-se que o fechamento das persianas nas janelas com persiana integrada, independente do seu material, promove melhor redução sonora, quando comparada à situação de persiana

recolhida. Na situação estendida, a persiana se apresenta como um obstáculo adicional para a passagem das ondas sonoras, caracterizando um sistema massa-mola-massa, que resulta na conversão destas ondas em calor.

A análise ainda evidenciou que a escolha da composição do vidro da esquadria representa importante influência na sua atenuação acústica. Os vidros compostos, dos tipos laminados, com película PVB ou não, e insulados com composições diversas, apresentaram melhores resultados quando comparados com os vidros comuns. Salientando que as esquadrias dotadas de vidro laminado com PVB apresentaram os melhores resultados, quando comparadas no segmento de sua tipologia.

No que diz respeito a norma de desempenho NBR 15575 [26], todas as amostras de janelas com persiana integrada apresentaram nível “A” para as situações de persiana estendida e, níveis “A” e “B” quando as persianas ensaiadas estavam recolhidas, independente dos tipos de vidro e material. Em contrapartida, as amostras de janelas sem persiana, compostas de vidro comum, se enquadraram em níveis inferiores da norma de desempenho, nomeados por “B” e “C”.

Outro aspecto de destaque, em análise exclusiva das esquadrias de alumínio, diz respeito às diferentes linhas de perfis de alumínio. Foi possível observar uma tendência de aumento de eficiência nas linhas de perfil superiores em comparação às linhas inferiores. Além disso, foi observado que amostras com a mesma espessura de perfil e tipologia de vidro, mas de tamanhos diferentes, apresentaram resultados variados. Isso leva a concluir que o sistema de montagem dos perfis, formato de seção de perfil e vedação, também exerce influência nos resultados.

O fator dimensão de esquadria, não se mostrou influente na análise de resultados, uma vez que a uma amostra de esquadria de PVC caracterizada por ser uma porta janela apresentou bom resultado de R_w quando comparada com uma janela de dimensões significativamente inferiores.

Os resultados deste estudo se mostraram alinhados com outras investigações, ressaltando a tendência das esquadrias de PVC, especialmente aquelas com persiana integrada, oferecerem maior conforto acústico em algumas situações. Ao comparar os dois materiais, torna-se evidente que cada um deles possui seu próprio conjunto de vantagens em termos de desempenho acústico. As amostras de PVC, de maneira geral, demonstraram menor propagação de som, o que pode ser atribuído à configuração de vidros mais espessos e eficientes acusticamente.

Diante do que foi investigado, concluiu-se que tanto as esquadrias de PVC quanto as de alumínio podem oferecer resultados satisfatórios de atenuação acústica, dependendo, de modo influente, do vidro e da tipologia especificada em projeto. Para a avaliação e possível conclusão sobre a superioridade de algum dos materiais, se faz necessário uma amostragem maior, com iguais características de material e ambiente de ensaio.

6. Referências

- [1] BOHRER, R. *Poluição sonora: um problema mundial de saúde pública*. 2022. Disponível em: <https://www.invivo.fiocruz.br/saude/poluiacao-sonora/>. Acesso em: 03 out. 2023.
- [2] JONSSON, A.; ROOS, A. *Evaluation of control strategies for different smart window combinations using computer simulations*, *Solar Energy*, vol. 84, nº 1, p. 1–9, 2010.
- [3] PROACÚSTICA – Associação Brasileira para a qualidade Acústica por meio do comitê Acústica nas edificações. *Manual ProAcústica sobre a norma de desempenho ABNT NBR 15575:2021 - Acústica*. São Paulo, 2022.
- [4] ROHDEN, A. B.; LIMA, G. C. D. *Desempenho acústico de esquadria de alumínio com melhorias na caixa de persiana*, *REC*, Rio de Janeiro, vol. 6, n. 2, p. 69, dez. 2019.

- [5] MASSETTO, L. T. et al. *Análise do mercado de esquadrias no Brasil baseada em aspectos de desempenho*. Fortaleza, 2008.
- [6] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro, 2021.
- [7] CBIC - Câmara Brasileira da indústria da Construção. *Esquadrias para edificações desempenho e aplicações*. Brasília, 2017.
- [8] VIDRO IMPRESSO. *Conheça a evolução do setor de Esquadrias desenvolvido em paralelo ao mercado do vidro*. 2018. Disponível em: <https://vidroimpresso.com.br/noticia-setor-vidreiro/conheca-a-evolucao-do-setor-de-esquadrias-desenvolvido-em-paralelo-ao-mercado-do-vidro->. Acesso em: 03 out. 2023.
- [9] SCHVARSTZHAUPT C. C et al. *Análise comparativa do desempenho acústico de sistemas de fachada com esquadrias de PVC com persiana e diferentes tipos de vidros em ensaios de laboratório*. Ambiente construído, Porto Alegre, vol. 14, n. 4, p. 135–145, dez. 2014.
- [10] FRANCO, B. D. L. *Avaliação do conforto acústico no setor de maternidade de um hospital de Juiz de Fora, MG*. Juiz de Fora, 2018.
- [11] SILVA, A. L. S.; ROHDEN, A. B. *Custo para o atendimento do desempenho acústico em sistemas de vedações horizontais e verticais conforme NBR 15575*. Revista Interscientia, v. 7, n. 2, p. 4-26, 30 dez. 2019.
- [12] SOUZA, P. H. R. de et al. *Influência das Esquadrias e da Geometria do Ambiente no Desempenho Acústico de Vedações Verticais em Edifícios*. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 4, n. 1, p. 61-69, 1 jan. 2019.
- [13] BENTO C. et al. *Análise do desempenho térmico e acústico de elementos e esquadrias com diferentes configurações*. Conhecimento em Construção, vol. 8, 2021.
- [14] AFAEL. Associação Nacional de Fabricantes de Esquadrias de Alumínio. *Esquadrias de Alumínio*. Disponível em: <https://afeal.com.br/rev/institucional/esquadrias-de-aluminio>. Acesso em: 03 out. 2023.
- [15] REIS, M. N. dos. *Processo de produção e uso do alumínio na construção civil: contribuição à especificação técnica das esquadrias de alumínio*. FAUUSP, São Paulo, 2006.
- [16] BSI - British Standards Institute. *EN 1670:2007 Building hardware - Corrosion resistance - Requirements and test methods*. 2007.
- [17] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10821-2: Esquadrias para edificações - Parte 2 Esquadrias externas - Requisitos e classificação*. Rio de Janeiro, 2017.
- [18] NUNES, M. V. de F. et al. *Estudo sobre a redução de resíduos e otimização do processo de produção de esquadrias de alumínio*, vol. 4, no 2, p. 215–231, 2018.
- [19] INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC. *Arquitetura e Construção*. Disponível em: <https://pvc.org.br/arquitetura-e-construcao/>. Acesso em: 03 out. 2023.
- [20] NUNES, L. R. et al. *Tecnologia do PVC*. São Paulo: Proeditores/Brasken, v. 2, 2002.
- [21] FERNANDES, V. D. C. *Janelas de PVC rígido: características da qualidade*. São Paulo: USP, 1991.
- [22] BSI. British Standards Institute. *EM 12608-1:2016 Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) profiles for the fabrication of Windows and doors- Classification, requirements and test methods- Part 1: Non-coated PVC-U profiles with light coloured surfaces*. 2016.

- [23] BSI. British Standards Institute. *BS 7412:2007 Specification for windows and doorsets made from unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) extruded hollow profiles*. 2007.
- [24] VERTRAUEN. *Perfis em PVC Para esquadrias*. Portão.
- [25] PROACÚSTICA. Associação Brasileira para a Qualidade Acústica através do Comitê Acústica de Edificações. *Manual Proacústica de acústica básica*. São Paulo, 2019.
- [26] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas- SVVIE*. Rio de Janeiro, 2021.
- [27] ROMAN, H.; BONIN, L. C. *Normalização e Certificação na Construção Habitacional*. Coleção Habitare. Porto Alegre, v. 3, 2003.
- [28] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10821-4: Esquadrias para edificações - Parte 4: Esquadrias externas - Requisitos adicionais de desempenho*. Rio de Janeiro, 2017.
- [29] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10821-4: Esquadrias para edificações - Parte 3: Esquadrias externas e internas – Métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 2017.
- [30] CA2. *Conceitos de conforto acústico*. Disponível em: <https://ca-2.com/conceitos-de-conforto-acustico/>. Acesso em: 03 out. 2023.
- [31] PORTAL ACUSTICA. *Isolamento acústico. Lei da Massa*. 2019. Disponível em: <https://portalacustica.info/isolamento-acustico-lei-da-massa/>. Acesso em: 03 out. 2023.
- [32] SUBTIL, M. et al. *Análise comparativa do desempenho acústico de esquadrias de alumínio e PVC*, em *Ciência e Engenharia de Materiais: conceitos, fundamentos e aplicação*. 1ª ed, Editora Científica Digital, 2021.

7. Anexos e Apêndices

Tabela 3- Resultados dos ensaios de isolamento acústico analisados

Material	Linha (mm)	Tipologia- dimensão (largura x altura)	Vidro (mm)	Situação	Rw/ DnT, w (dB)	D2m,n T,w (dB)	Fonte	Tipo de ensaio
PVC	40	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600x1600 mm)	laminado 5+5	persiana recolhida	29	-	Fornecedor A	laboratório
				persiana estendida	33	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1200X1750 mm)	não informado	não informado	37	-	Fornecedor C	laboratório
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600X1400 mm)	comum 4	persiana recolhida	29	-	[9]	laboratório
				persiana estendida	37	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600X1400 mm)	comum 6	persiana recolhida	29	-	[9]	laboratório
				persiana estendida	38	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600X1400 mm)	laminado 4+PVB+4	persiana recolhida	30	-	[9]	laboratório
				persiana estendida	38	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600X1400 mm)	laminado 4+PVB+6	persiana recolhida	33	-	[9]	laboratório
				persiana estendida	39	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana integrada (1600X1400 mm)	insulado 4/6/6	persiana recolhida	30	-	[9]	laboratório
				persiana estendida	38	-		
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas com persiana	comum 6	persiana recolhida	30	-	[9]	laboratório

		integrada (1600X1400 mm)		persiana estendida	37	-		
PVC	não informado	Janela de giro 1 folha com persiana (1200X1470 mm)	não informado	não informado	34	-	Fornecedor C	laboratório
PVC	45	Janela de correr 2 folhas (1300x1300 mm)	insulado 4/16/4	-	32,2	-	Fornecedor C	laboratório
PVC	não informado	Janela de giro (1230x1480 mm)	insulado 4/16/4	-	34	-	Fornecedor E	laboratório
PVC	não informado	Janela de giro (1230x1480 mm)	insulado 9/16/6	-	43	-	Fornecedor E	laboratório
PVC	não informado	Janela de giro (1230x1480 mm)	insulado 6+6/20/4+ 4	-	47	-	Fornecedor E	laboratório
PVC	não informado	Porta 2 folhas de correr (3000x2200 mm)	insulado 6/16/4	-	33	-	Fornecedor D	laboratório
PVC	não informado	Janela de correr 2 folhas (1200x1200 mm)	insulado laminado 20	-	23	-	[11]	campo
PVC	não informado	Janela maxim ar (dimensão não informada)	insulado laminado 24	-	28	-	[11]	campo
PVC	não informado	Janela oscilo- batente 2 folhas (dimensão não informada)	insulado laminado 28	-	37	-	[11]	campo
PVC	não informado	Janela oscilo- batente 2 folhas (dimensão não informada)	insulado 3+3/23 (com persiana) /3+3	não informado	27,97	-	[10]	campo
Alumínio	32	janela de correr 2 folhas com peitoril e persiana integrada (2550 x 1800 mm) com peitoril	comum 4mm (folhas), laminado 3+3 (peitoril fixo)	persiana estendida	31	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	32	Janela de correr 02 folhas (1800x1500 mm)	laminado 3+3	-	29	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	20	Janela de correr 02 folhas (1800x1500 mm)	laminado 4+4	-	30	-	Fornecedor B	laboratório

Alumínio	25	Janela de correr 02 folhas (1500x1200 mm)	comum 4	-	28	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	25	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	comum 4	persiana recolhida	29	-	Fornecedor B	laboratório
				persiana estendida	32	-		
Alumínio	25	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	laminado 3+PVB+4	persiana recolhida	29	-	Fornecedor B	laboratório
				persiana estendida	35	-		
Alumínio	25	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	comum 4	persiana recolhida	26	-	Fornecedor B	laboratório
				persiana estendida	32	-		
Alumínio	32	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1400x1200 mm)	laminado 3+3	persiana recolhida	28	-	Fornecedor B	laboratório
			laminado 3+3	persiana estendida	33	-		
Alumínio	32	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	laminado 3+3	persiana recolhida	28	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	32		laminado 3+3	persiana estendida	33	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	32	Janela de correr 02 folhas (1500x1200 mm)	laminado 3+3	-	31	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	45	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	laminado 3+3	persiana recolhida	28	-	Fornecedor B	laboratório
				persiana estendida	33	-		
Alumínio	45	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm)	laminado 8+PVB+8	persiana recolhida	35	-	Fornecedor B	laboratório
				persiana estendida	36	-		

Alumínio	45	Janela de correr 02 folhas (1500x1200 mm)	laminado 3+PVB+3	-	33	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	45	Janela de correr 02 folhas (1500x1200 mm)	laminado 6+PVB+4	-	34	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	45	Janela de correr 02 folhas (1500x1200 mm)	laminado 8+PVB+8	-	35	-	Fornecedor B	laboratório
Alumínio	não informado	Janela de correr 02 folhas (dimensão não informada)	comum 4	-	-	24	[12]	campo
Alumínio	não informado	Janela de correr 02 folhas (dimensão não informada)	comum 4	-	-	19	[12]	campo
Alumínio	32	Janela 2 folhas de correr persiana integrada (1500x1200 mm) - perfil preenchido com espuma expansiva	comum 4	persiana recolhida	28	-	[4]	laboratório
				persiana estendida	32	-		
Alumínio	42	Janela oscilobatente 1 folha (1000x1200)	comum 4	-	30	-	[13]	campo
Alumínio	42	Janela oscilobatente 1 folha (1000x1200)	laminado refletivo cinza 4+PVB+4	-	34	-	[13]	campo
Alumínio	42	Janela oscilobatente 1 folha (1000x1200)	insulado laminado 4/12/3+pvb+3	-	38	-	[13]	campo
Alumínio	42	Janela de correr 02 folhas (1000x1200 mm)	comum 4	-	29		[13]	campo
Alumínio	42	Janela de correr 02 folhas (1000x1200 mm)	laminado refletivo cinza 4+PVB+4	-	31		[13]	campo
Alumínio	42	Janela de correr 02 folhas (1000x1200 mm)	insulado laminado 4/12/3+pvb+3	-	36		[13]	campo
Alumínio	25	Janela de correr 02 folhas (1200x1200 mm)	comum 4	-	22		[13]	campo
Alumínio	25	Janela de correr 02 folhas (1200x1200 mm)	laminado refletivo cinza 4+PVB+4	-	24		[13]	campo

Fonte: Autor



Comportamento de Painéis OSB e Plywood utilizados para Contraventamento no Sistema *Light Steel Frame*

Behavior of OSB and Plywood Panels used for Bracing in the Light Steel Frame System

STUMPF, Adriana Roberta dos Santos¹; POLESELLO, Eduardo²
adrianards93@gmail.com¹; eduardopolesello@feevale.br².

¹Engenheira Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo

²Doutor em Engenharia Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Light Steel Frame
Painéis OSB
Painéis Plywood

Key words:
Light Steel Frame
OSB Panels
Plywood Panels

Resumo:

O *Light Steel Frame (LSF)* é um sistema construtivo autoportante, constituído por perfis leves de aço galvanizado formados a frio e painéis de contraventamento. A NBR 16970 (ABNT, 2022) foi lançada em maio de 2022, se tornando um marco para o LSF, pois é a primeira norma brasileira que estabelece requisitos para os componentes e desempenho do sistema. Esse estudo analisa o efeito da umidade sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB (*Oriented Strand Board*) e compensado naval (*Plywood*), além de avaliar sua durabilidade por meio de ensaios de envelhecimento natural, através da exposição das amostras a intempéries pelo período de 30 e 60 dias. Com base nos resultados obtidos, afirma-se que o *Plywood* demonstrou melhor comportamento mecânico, enquanto o painel de OSB um melhor desempenho ao se analisar as propriedades físicas. A resistência mecânica das amostras, assim como sua rigidez, também foi afetada ao longo do tempo de estudo, demonstrando a importância de um adequado projeto e correta aplicação desses painéis no sistema LSF, de modo a garantir a sua durabilidade.

Abstract

LSF is a self-supporting building system, made up of lightweight cold-formed galvanized steel profiles and bracing elements. NBR 16970 (ABNT, 2022) was released in May 2022, becoming a milestone for LSF and for civil construction, as it is the first Brazilian standard to establish requirements for the system's components and performance. This study analyzes the effect of moisture on the physical and mechanical properties of OSB and plywood, and to assess the durability of the panels through natural aging tests, by exposing the samples to weathering for 30 and 60 days. Based on the results obtained, it is stated that the *Plywood* showed better mechanical behavior, while the OSB panel showed better results when analyzing the physical properties. The mechanical strength of the samples, as well as their stiffness, were also affected over the study time, demonstrating the importance of correct design and application of these elements in LSF system, to ensure their durability

1. Introdução

Para que o sistema *LSF* resista as forças horizontais, em algumas paredes da edificação, é necessário que haja o contraventamento da estrutura, podendo ser executado com fitas e bloqueadores, além dos painéis de OSB (*Oriented Strand Board*) estrutural, sendo esses, denominados de painel de cisalhamento [1, 2].

Ainda, tem-se como alternativa de substituição ao painel OSB, as chapas de *Plywood*, no Brasil, conhecidas como madeira compensada naval, que também apresentam bom desempenho mecânico, durabilidade e resistência à umidade [3]. Esse compensado estrutural é classificado como uso exterior, com uso destinado para situações de alta e baixa umidade relativa e, eventualmente, em ação direta com a água. Ele é um painel multilaminado e suas camadas são coladas com resinas a prova d'água, geralmente fenol-formaldeído [4]. Quando o contraventamento da estrutura for executado com painéis a base de madeira, há a demanda que o elemento tenha vida útil equivalente aos demais elementos estruturais [5].

Segundo a NBR 16970 [6], que estabelece requisitos para os componentes e desempenho do LSF, o OSB é uma chapa formada por tiras de madeira, orientadas em camadas perpendiculares entre si, coladas com resinas resistentes à água e então prensadas sob alta pressão e temperatura. A norma ainda define o compensado naval como uma chapa de madeira formada por um conjunto de lâminas coladas, umas sobre as outras, de forma perpendicular às camadas adjacentes, o que garante maior resistência.

Para estabelecer a aplicação apropriada de determinado material, torna-se essencial obter informações acerca de seu desempenho ao longo do tempo. Nesse contexto, a análise da durabilidade em painéis de madeira é crucial, para que se possa aplicá-los com segurança na construção civil. A madeira é um material de natureza higroscópica, ou seja, assim como todos os materiais porosos, ela absorve água do ar e a armazena na sua membrana celular e nas cavidades celulares. Esse comportamento

se refere a adsorção e dessorção da umidade de forma a manter o equilíbrio, que depende do clima do ambiente, especialmente da temperatura e umidade relativa do ar. Porém, existem diferenças geoclimáticas de cada local onde o material será utilizado, que podem afetar mais ou menos a durabilidade dos materiais expostos ao ar livre [7, 8].

Segundo Barrero [9], pode-se avaliar a durabilidade de materiais através de ensaios de envelhecimento, que visam submeter ou expor os materiais a fatores de degradação específicos. Através desse método, o material é exposto a condições em que podem estar sujeitos no decorrer da sua vida útil, definindo as limitações da sua durabilidade. Essa avaliação pode ocorrer através do envelhecimento natural, na qual os materiais são expostos ao ar livre, submetendo-os, por exemplo, a radiação ultravioleta, umidade e temperatura.

A madeira é um material de natureza anisotrópica e heterogênea e, em função disso, para cada tipo de solicitação têm-se diferentes respostas. Além disso, são inúmeros fatores que podem influenciar tanto as suas propriedades físicas quanto mecânicas [10].

2. Materiais e Métodos

As atividades e etapas experimentais foram realizadas nos Laboratórios Técnicos da Construção da Universidade Feevale, com exposição das amostras em ambiente natural em zona urbana, na cidade de Novo Hamburgo/RS.

As chapas de OSB empregadas nas amostras possuem uma espessura de 11,1 mm. Especificamente, trata-se do painel LP OSB Home, reconhecido como uma placa estrutural de alta tecnologia, que, conforme o fabricante, é especialmente indicada para desempenhar a função de contraventamento no sistema Light Steel Frame. Este painel é certificado pela APA (Engineered Wood Association), entidade que certifica a maioria dos painéis estruturais globalmente. No que diz respeito às amostras de *Plywood*, estas foram

confeccionadas a partir de chapas comerciais destinadas ao uso externo, apresentando uma espessura de 12 mm. A seleção das dimensões dos painéis examinados neste estudo, especialmente no que diz respeito à sua espessura, baseia-se no fato de ser uma medida amplamente utilizada neste método construtivo.

A definição do número de amostras para o ensaio de caracterização de desempenho das chapas de Plywood e OSB seguiu as especificações da norma brasileira de compensado, a NBR 17002 [11]. Para o estudo, foram utilizadas três chapas de painel OSB e três de Plywood. Ainda, destaca-se que para os ensaios de densidade aparente, determinação de inchamento e resistência à flexão, foram ensaiados corpos de prova para três condições: amostras de referência (REF), sem exposição a intempéries, e amostras com idades de 30 (30D) e 60 (60D) dias de exposição.

Todos os ensaios foram executados em conformidade com os requisitos e especificações estabelecidos pela norma brasileira para compensado, a NBR 17002 [11]. Essa escolha se justifica pela ausência de uma norma brasileira específica para os painéis OSB. A decisão de aplicar os mesmos ensaios para ambos os tipos de painéis foi adotada com o propósito de realizar uma avaliação abrangente e comparativa dos resultados obtidos.

1.1 Caracterização física

Teor de umidade: 4 corpos de prova de cada tipo painel, Plywood e OSB, com dimensões de 50 mm por 50 mm. Inicialmente, foi realizada a pesagem de cada amostra separadamente, após foram secas até apresentarem massa constante. Para isso, foram colocadas em estufa a $103 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, e pesadas em intervalos mínimos de 6 horas. Segundo a NBR 17002 [11], a massa é considerada constante quando a amostra não apresentar variação superior a 0,1% em relação a massa da última pesagem.

Densidade aparente: 6 amostras de cada painel, com dimensões nominais de 50 mm por 50 mm, para cada uma das 3 condições de exposição a intempéries. As amostras foram pesadas e efetuaram-se duas medidas em cada direção do painel, sendo consideradas as médias aritméticas de cada direção, como dimensões de cada corpo de prova. Ainda, foi realizada a medida da espessura das amostras na interseção das diagonais, conforme prescreve NBR 17002 [11].

Absorção de água: 5 amostras de cada painel de OSB e Plywood, com dimensões de 75 mm de comprimento e largura de 25 mm. Este ensaio foi realizado apenas para amostras de referência.

Inchamento e recuperação da espessura: 6 amostras de cada painel, com dimensão de 60 mm $\times$ 10 mm.

1.2 Caracterização mecânica

A caracterização mecânica dos painéis OSB e Plywood foi verificada através do ensaio de flexão estática, realizado nas amostras de REF, 30D e 60D. Para isso, foram retiradas 6 amostras de cada tipo de painel, sendo que para o compensado, retirou-se corpos de prova de cada direção, longitudinal (L) e transversal (T), em relação as lâminas externas do painel, e para o OSB, 6 amostras na direção transversal (T). A distância de retirada das amostras foi em posição afastadas em mais de 50 mm das bordas da chapa, procurando distribuí-las aleatoriamente em toda a extensão da chapa.

A distância entre os centros dos apoios (L) deve ser igual a 20 vezes a espessura nominal do corpo de prova, não sendo inferior a 100 mm, com uma tolerância de 0,5 mm. A medida do vão foi feita a partir da espessura nominal do compensado. Para execução do ensaio, o corpo de prova foi posicionado sobre os apoios da máquina de ensaio e aplicou-se a carga pelo cutelo (Figura 1), continuamente e a uma velocidade constante.

Figura 1 – Aplicação da carga para execução do ensaio de resistência à flexão



Fonte: Acervo próprio (2023)

1.3 Durabilidade dos painéis

A avaliação da durabilidade dos painéis, tanto OSB quanto Plywood, foi conduzida por meio do ensaio de envelhecimento natural. Para essa análise, adotou-se o método proposto por Barrero [9], o qual se baseia nas especificações normativas da D 1435 [12]. Embora essa norma seja predominantemente empregada para materiais plásticos, com algumas adaptações é possível viabilizar a aplicação do ensaio a outros materiais, incluindo os compósitos particulados, objeto de estudo neste caso.

Este ensaio foi realizado com um auxílio de uma bancada inclinada a 31° e voltada para a face norte. Os grupos de corpos de prova para o ensaio de envelhecimento foram expostos às intempéries durante o período de 30 e 60 dias, nos meses de agosto a outubro, em zona urbana na cidade de Novo Hamburgo, no estado do Rio Grande do Sul, como ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Ensaio de Envelhecimento Natural (a) Bancada para ensaio de envelhecimento natural; (b) corpos de prova expostos ao intemperismo



Fonte: Acervo próprio (2023)

Antes da avaliação das propriedades físico-mecânicas, os corpos de prova permaneceram acondicionados à umidade relativa 65% e à temperatura de 20 °C pelo período de uma semana. Após, as amostras foram ensaiadas seguindo os métodos já descritos, para determinação da resistência a flexão, inchamento em espessura e densidade aparente.

3. Resultados e Discussões

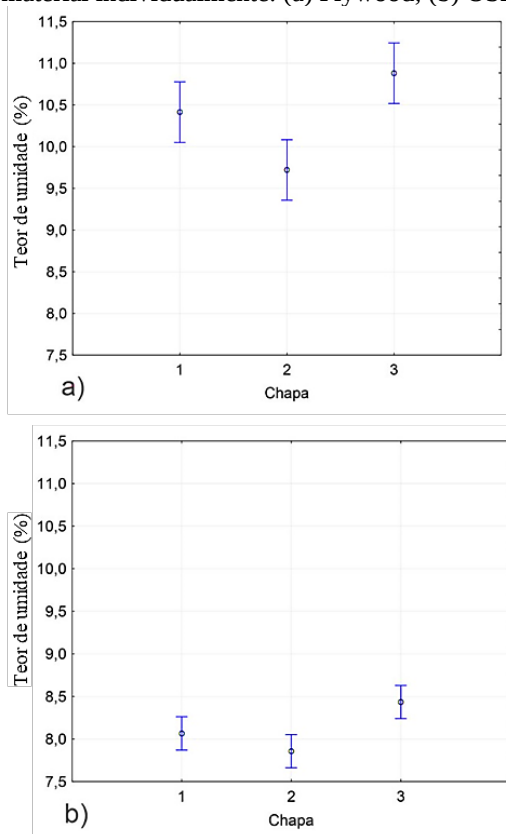
Os dados resultantes da caracterização física e mecânica dos painéis de OSB e Plywood, nas amostras de referência (REF) e idades de 30 dias (30D) e 60 dias (60D) de exposição a intempéries, foram analisados e submetidos a ANOVA – Análise de Variância, gerada com auxílio do software *Statistica 10*.

1.1 Teor de umidade

O ensaio de teor de umidade foi realizado apenas para as amostras REF, sem exposição ao intemperismo, tendo como base as especificações expressas na norma brasileira de compensado, a NBR 17002 [11]. Foram obtidos valores médios de teor de umidade de 10,34% para os painéis de Plywood e 8,12% para os chapas de OSB.

Os dados individuais foram submetidos a análise estatística para determinar a presença de diferenças significativas entre as amostras das chapas 1, 2 e 3 do mesmo material, conforme representado na Figura 3.

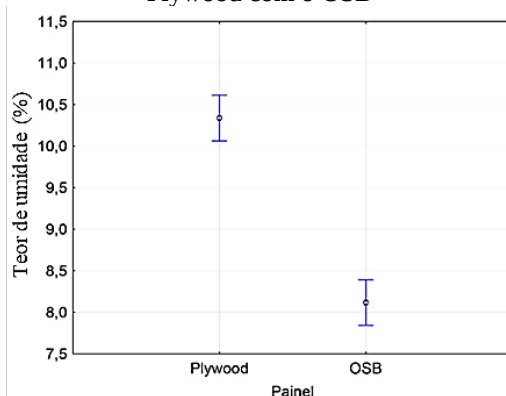
Figura 3 – Gráfico de variância analisando cada material individualmente: (a) Plywood; (b) OSB



Fonte: Elaboração própria (2023)

Ainda, analisou-se os resultados entre ambos os painéis, verificando a existência de diferenças significativas quando comparado o painel de Plywood ao OSB, como demonstra a Figura 4.

Figura 4 – Gráfico de variância ao comparar o Plywood com o OSB



Fonte: Elaboração própria (2023)

É possível analisar que o Plywood apresenta teor de umidade superior ao painel de OSB, esse resultado se mostra semelhante com a literatura, em que Silva [3] obteve

valores para teor de umidade entre a faixa de 9,44 a 10,44% para painéis de Plywood e entre 9,26 e 9,43% para OSB. Bortoletto Junior e Garcia [13] justificam esses resultados em razão ao processo de produção do OSB, no qual as partículas são expostas a alta temperatura no processo de secagem e prensagem, além de possuir na sua composição, adesivos sintéticos e aditivos, fazendo com que o OSB alcance teores de umidade de equilíbrio inferior aos do compensado, quando expostos ao mesmo ambiente.

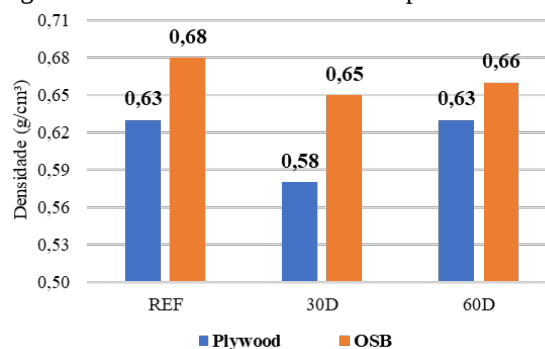
Ainda, se comparado aos requisitos determinados pela NBR 16970 [6], os valores obtidos no estudo se mostram dentro dos requisitos mínimos estabelecidos pela norma, que indica índices de umidade para o OSB na faixa de 2 a 12% e inferiores a 18% para placas de Plywood.

1.2 Densidade aparente

Os resultados médios para a densidade aparente, ao ensaiar as amostras REF, 30D e 60D, então apresentados na Figura 5.

Ao analisar estatisticamente os dados individuais para o painel de Plywood e OSB, no qual verificou-se se as chapas, 1, 2 e 3, de mesmo material, ensaiadas nas diferentes idades, registrou-se que não há influência significativa na densidade das amostras, quando analisadas as chapas 1, 2 e 3, de mesmo painel. Esse resultado indica que amostras provenientes de mesmo material e ensaiadas nas mesmas condições apresentam comportamento igual em relação a densidade.

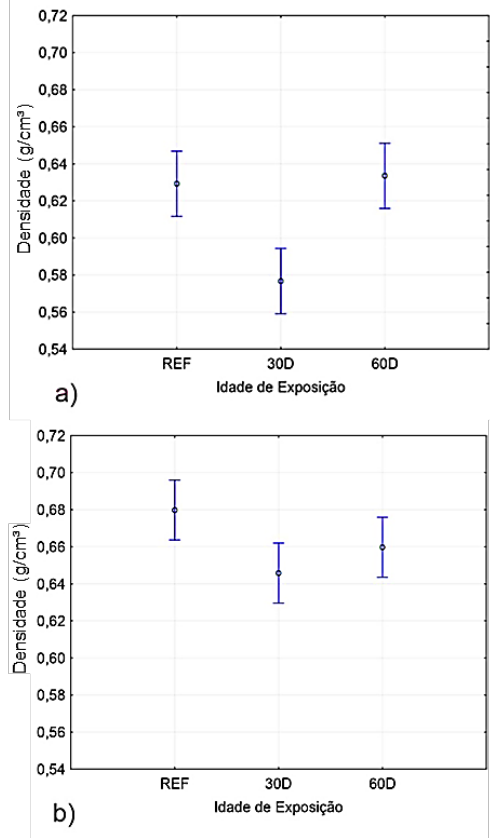
Figura 5 – Resultado das densidades aparentes médias



Fonte: Elaboração própria (2023)

No entanto, ao examinar cada painel nas três diferentes idades de exposição, a análise estatística revelou que a idade de exposição exerce uma influência significativa na densidade, como indicado pela Figura 6.

Figura 6 – Gráfico de variância para análise da densidade: (a) Plywood; (b) OSB



Fonte: Elaboração própria (2023)

Pode-se perceber que houve um decréscimo de densidade em ambos os painéis, Plywood e OSB, quando submetidos a exposição pelo período de 30 dias. Informação também relatada por Pereira et al. [14], que em seu trabalho, realizaram ensaios em painéis OSB expostos ao intemperismo pelo período de 45 dias, e compararam às amostras de controle, encontrando valores para densidade de 0,57 (g/cm³) para amostras controle, sem exposição ao intemperismo, e 0,50 (g/cm³) para as amostras sob o efeito aos 45 dias. Os autores atribuíram essa redução à degradação da celulose, que é indicada pela perda de massa e redução do grau de polimerização.

A NBR 16970 [6] não estabelece nenhum requisito mínimo para densidade dos painéis de OSB ou Plywood, contudo, os resultados encontrados nos estudos se mostram de acordo com a literatura.

1.3 Absorção de água

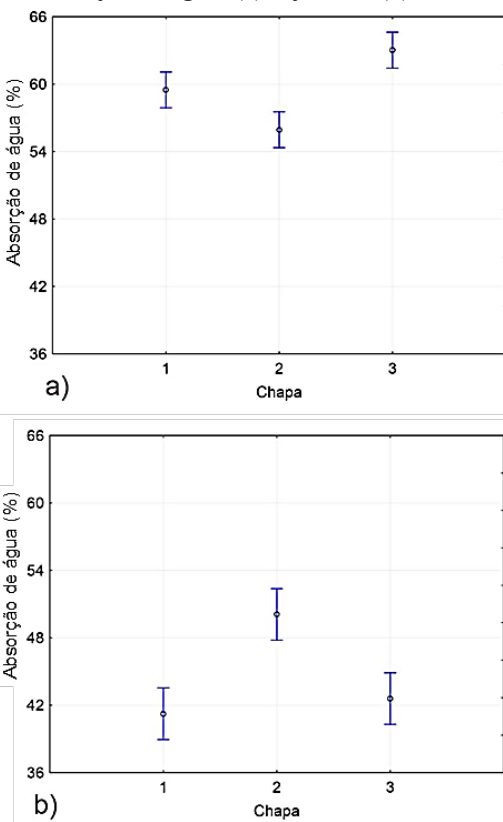
O ensaio de absorção de água foi realizado para 18 amostras de cada painel, OSB e Plywood, nas amostras REF, sem exposição ao intemperismo, realizado com base nas especificações da NBR 17002 [11], e os resultados médios encontrados encontram-se detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de absorção de água

Painel	Resultado Médio (%)	Desvio Padrão (%)	C.V. (%)
Plywood	59,49	3,439	5,78
OSB	44,63	4,703	10,54

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 7 – Gráfico de variância para análise da absorção de água: (a) Plywood; (b) OSB



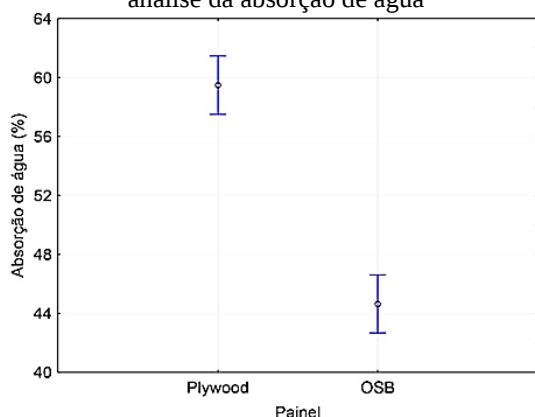
Fonte: Elaboração própria (2023)

Os dados individuais foram submetidos a análise estatística e o comportamento registrado está ilustrado na Figura 7.

Com base nos resultados da análise estatística e ao examinar a Figura 7, pode-se concluir que, mesmo sendo originários do mesmo material e submetidos às mesmas condições de ensaio, tanto o painel de Plywood quanto o OSB exibiram diferenças significativas quando comparadas as três chapas ensaiadas.

Ao analisar-se o comportamento entre os painéis de Plywood e OSB, registrou-se que apresentam influência significativa referente ao comportamento quanto à absorção de água, conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8 – Gráfico de variância entre painéis para análise da absorção de água



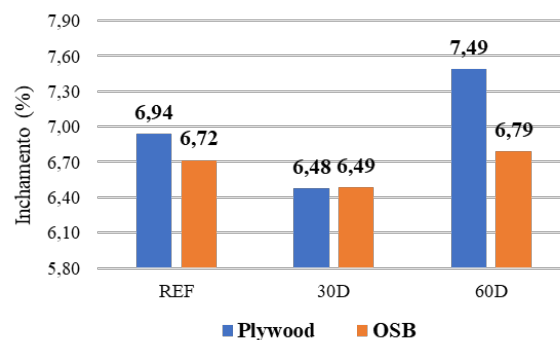
Fonte: Elaboração própria (2023)

Autores como Santana [15] e Silva [16] encontraram em seus estudos valores de 53,58% para a propriedade de absorção de água nos painéis de OSB e 78,7% para Plywood, respectivamente. Estes valores se encontram acima dos obtidos no estudo realizado. Vale ressaltar que a norma de Light Steel Frame, a NBR 16970 [6], não apresenta requisitos mínimos quando se trata da propriedade de absorção de água.

1.4 Inchamento e recuperação de espessura

Os resultados médios obtidos para determinação do inchamento e recuperação de espessura, para as amostras nas três idades estudadas, estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Resultados médios do ensaio de inchamento para os painéis Plywood e OSB



Fonte: Elaboração própria (2023)

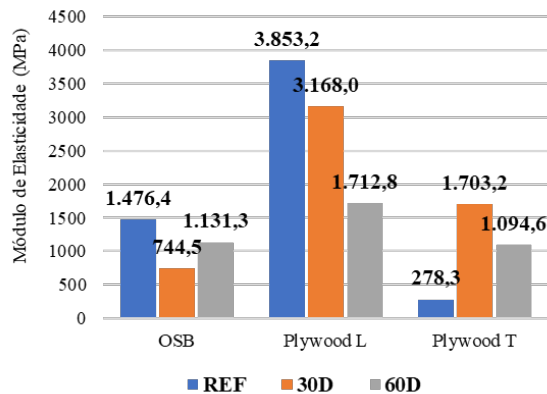
Ao examinar os dados representados no gráfico, observa-se que ambos os painéis demonstram um comportamento semelhante, caracterizado por uma diminuição na porcentagem de inchamento após 30 dias de exposição, seguida por um aumento no teor aos 60 dias.

Em seus estudos, Silva [3] encontrou valores de inchamento para os painéis de Plywood e OSB de 4,085% e 11,065%, respectivamente, para painéis sem exposição ao intemperismo, valores esses que se diferem dos resultados obtidos para as amostras referência da atual pesquisa. Porém, se comparado aos requisitos determinados pela NBR 16970 [6], todas as idades se encontram dentro dos limites estabelecidos pela norma, que indica teores de inchamento para o OSB inferiores a 20%, e menores de 10% para placas de Plywood.

1.5 Resistência à flexão estática

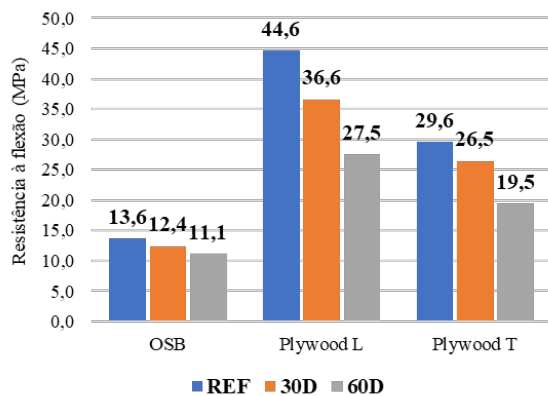
Através do ensaio de resistência à flexão estática, calculou-se os resultados de módulo de elasticidade e de resistência à flexão, das amostras dos painéis de Plywood e OSB. Os resultados médios obtidos estão apresentados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10 – Resultados médios do módulo de elasticidade das amostras de Plywood e OSB



Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 11 – Resultados médios para a flexão estática das amostras de Plywood e OSB

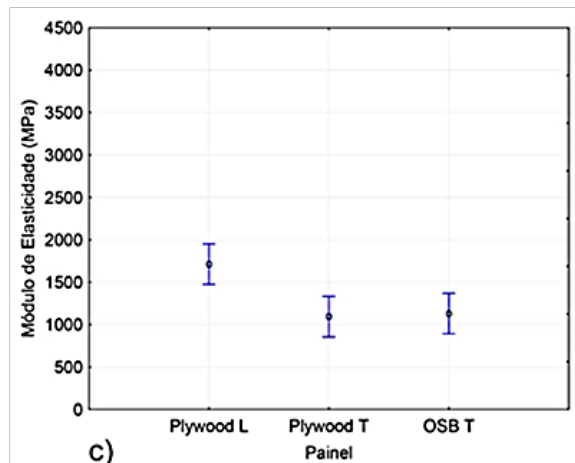
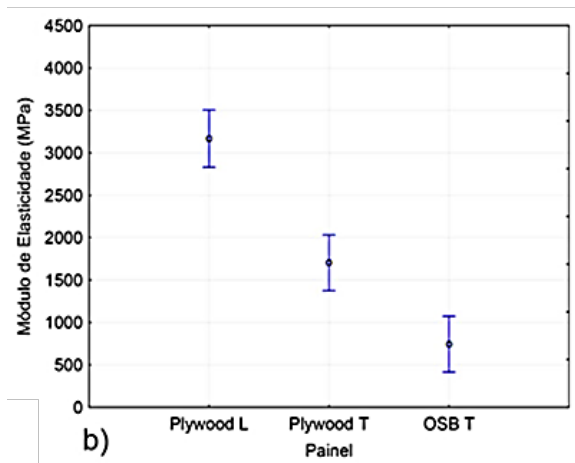
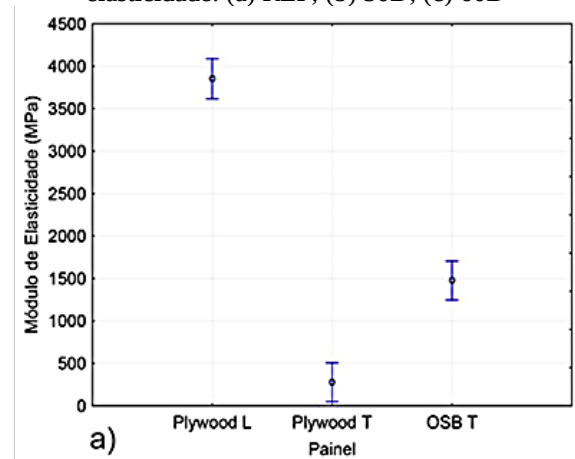


Fonte: Elaboração própria (2023)

Os dados individuais foram analisados estatisticamente para o painel de Plywood, na direção longitudinal e transversal, e painel de OSB, na direção transversal, tanto para o módulo de elasticidade como para a resistência à flexão.

O comportamento registrado pela Anova, ao analisar o módulo de elasticidade, mostrou que o painel exerce influência significativa no resultado do módulo, para cada idade de exposição, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Gráfico de variância para o módulo de elasticidade: (a) REF; (b) 30D; (c) 60D

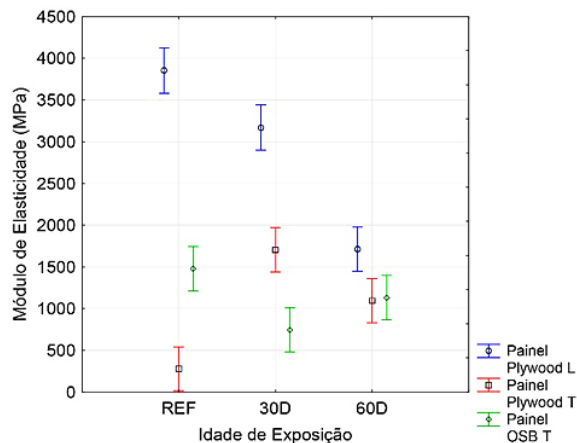


Fonte: Elaboração própria (2023)

Na análise da Figura 12c, é possível observar que as amostras de Plywood T e OSB T exibem um comportamento notavelmente similar. Para verificação, fez-se uma análise estatística para as duas amostras na idade de 60D, evidenciando que não há diferença significativa entre elas.

Adicionalmente, realizou-se uma análise para o módulo de elasticidade, verificando se há influência significativa entre a interação painel e idade de exposição. A Figura 13 apresenta o comportamento registrado pela Anova.

Figura 13 – Gráfico de variância para o módulo de elasticidade do painel *versus* idade de exposição

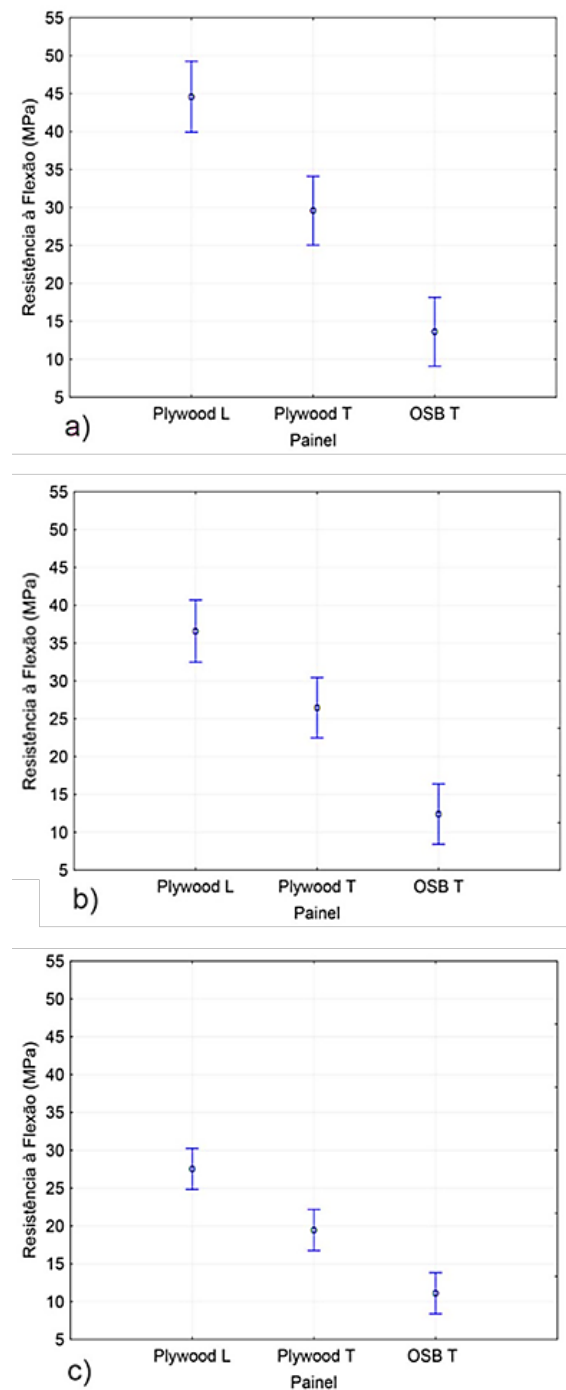


Fonte: Elaboração própria (2023)

Percebe-se, analisando a interação entre painéis e idade de exposição, através do gráfico da Figura 13, que há comportamentos distintos no módulo de elasticidade. É evidente que os painéis têm comportamentos distintos. O painel de Plywood L apresentou decréscimo no módulo de elasticidade a cada nova idade de exposição. O Plywood T apresentou acréscimo na idade de 30D seguido de um decréscimo em 60D, enquanto o painel de OSB T apresentou um decréscimo no módulo de elasticidade de REF para 30D, seguido de um acréscimo em 60D. Ao realizar uma nova análise estatística para cada painel nas três idades de exposição, comprovou-se que para todos há diferença significativa no resultado.

Os resultados de resistência à flexão também, foram analisados de forma estatística através da Anova, e o comportamento registrado pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14 – Gráfico de variância para a resistência à flexão: (a) REF; (b) 30D; (c) 60D

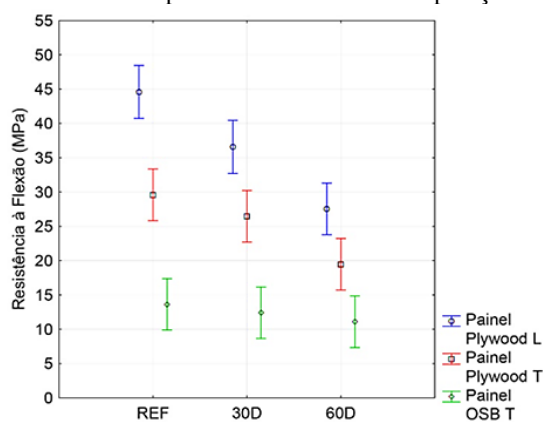


Fonte: Elaboração própria (2023)

É possível afirmar, analisando os gráficos da Figura 14, que todas as amostras são diferentes, quando comparadas por idade de exposição. Foi necessário verificar ainda, as interações dos 3 tipos de amostras Plywood L e T e OSB T, nas 3 condições de exposição

REF, 30D e 60D. O comportamento registrado pela Anova pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Gráfico de variância para resistência à flexão do painel *versus* idade de exposição



Fonte: Elaboração própria (2023)

A análise indica que as amostras apresentam diferenças significativas quando analisadas as interações entre painéis e idade de exposição. No entanto -se uma, percebe-se pelo gráfico da Figura 15 que o painel de OSB apresenta para as 3 idades comportamento semelhante, por isso, realizou nova análise, verificando cada painel de forma individual para as 3 idades (REF, 30D e 60D). Pela nova análise, constatou-se que o painel OSB T, como esperado, apresenta o mesmo comportamento para todas as idades de exposição. Enquanto as amostras de Plywood L e Plywood T apresentam diferenças significativas na resistência à flexão nas 3 condições.

Pereira et al. [14] realizaram ensaios de envelhecimento natural pelo período de 45 dias em painéis OSB. As amostras sem exposição apresentaram resistência à flexão de 8,91 MPa enquanto as amostras submetidas a intempéries resultaram em 4,35 MPa, resultados inferiores ao registrados no presente estudo.

Silva [3] analisou os painéis de OSB e Plywood, quanto ao módulo de elasticidade, e encontrou resultados para o compensado de 3.671 MPa na direção perpendicular e 2.323 MPa na direção paralela, enquanto no painel de OSB na direção transversal o valor

encontrado foi de 20.680 MPa. Analisando a resistência à flexão, para o painel de Plywood identificou valores de 28,67 MPa na direção perpendicular e 20,49 MPa na direção paralela, enquanto no OSB, na direção transversal, o valor médio calculado foi de 21,45 MPa.

A NBR 16970 [6] não especifica requisitos mínimos para módulo de elasticidade para painéis Plywood, enquanto para o OSB presente o valor mínimo é de 800 MPa na direção transversal da peça. No presente estudo, este valor foi atingido integralmente, apenas na idade REF e 60D, conforme demonstra o gráfico (a) e (b) da Figura 12, pois quando avaliada idade de 30D, as amostras apresentaram resultados inferiores aos 800 MPa estabelecidos por esta norma.

Referente a propriedade de resistência à flexão, segundo a NBR 16970 [6] deve-se respeitar os valores mínimos de 10 MPa, para painéis OSB e Plywood na direção transversal, e de 18 MPa para o compensado (Plywood) na direção longitudinal. Ao analisar os gráficos da Figura 14, somente o painel de Plywood atende aos requisitos estabelecidos pela norma inteiramente, tanto na direção longitudinal quanto na transversal.

4. Conclusões

Através de ensaios e análises estatísticas realizadas foi possível verificar a influência da umidade nas propriedades físico-mecânicas dos painéis de OSB e Plywood, utilizados como contraventamento no sistema Light Steel Frame.

No comportamento físico, quanto ao teor de umidade, o Plywood apresentou valores superiores ao painel OSB. No entanto, ambos os painéis atenderam aos valores normativos, que indicam índices de umidade de 2 a 12% para o OSB e, valores inferiores a 18% no Plywood. Em relação a densidade, o OSB apresentou valores superiores ao painel de Plywood em todas as condições de exposição. O intemperismo afeta o comportamento físico de densidade, podendo ser interpretado como resultado da variação dimensional durante o

período de exposição. Contudo, esse efeito é menor nos painéis de OSB, que apresentou menor variação dimensional. Nos painéis de OSB a absorção de água foi inferior ao painel de Plywood. Resultado esse, que se repete quando analisado o teor de inchamento do OSB, que apresentou valor menor, ou igual ao compensado nas condições a que foram impostas. Essa diferença se dá em função das resinas aplicadas nas camadas externas e internas do OSB, que garantem alta adesão das tiras e apropriada resistência para aplicações em ambientes externos.

Quanto ao comportamento mecânico, analisando a resistência à flexão, tanto as chapas de OSB como de Plywood apresentaram um decréscimo em sua capacidade resistiva quando submetidos aos graus de exposição analisados. Houve declínio significativo na resistência dos painéis de Plywood, tanto na direção longitudinal, quanto na direção transversal, entretanto, as chapas mantiveram os valores normativos. Já os painéis de OSB apresentaram uma variação menor, porém não atenderam, para todas as amostras, os valores estipulados por norma.

Os painéis apresentaram também um comportamento variado quanto a rigidez das peças analisadas. As amostras de Plywood com direção longitudinal, sofreram declínio constante de rigidez, observado pela diminuição do seu módulo de elasticidade, ao longo do período de exposição. As amostras de compensado com direção transversal, no entanto, demonstraram um acréscimo na sua rigidez após 30 dias e um leve declínio em 60 dias de exposição. Os painéis de OSB, por outro lado, demonstraram uma queda nos primeiros 30 dias e um aumento de rigidez após 60 dias de exposição.

A atuação da água tanto através da umidade higroscópica quanto pelo contato direto altera de forma significativa as propriedades dos painéis OSB e Plywood. Sendo assim, sistemas de proteção devem ser projetados sempre que estes materiais forem aplicados em sistemas construtivos como

Light Steel Frame, a fim de que sua durabilidade seja garantida.

5. Referências

- [1] RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R. B. *Steel Framing: Engenharia. Manual de Construção em Aço*. CCBA, 2016.
- [2] REZENDE, J. C.; CARRASCO, E. V. M.; RODRIGUES, F. C.; MARQUES, J. C. S.; MANTILLA, J. N. R. *Sistema construtivo light steel framing: avaliação do desempenho de placas de madeira reconstituída*. Mix Sustentável [s. l.], v. 0899, p. 65–76, 2021.
- [3] SILVA, R. L. *Comparativo da placa de OSB home plus com a placa de compensado naval como contraventamento e fechamento vertical externo do sistema light steel framing*. 2017. 96 p. Monografia — UNIPLAN, Brasília, 2017.
- [4] IWAKIRI, S.; JUNIOR, S. K.; PRATA, J. G.; ROSSO, S. *Produção de painel compensado estrutural de Eucalyptus grandis E Eucalyptus dunnii*. Revista Floresta, [S.l.], dez. 2007. ISSN 1982-4688. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/9932>. Acesso em: 04 nov. 2022.
- [5] JUNGINGER, M.; OLIVEIRA, L. A.; RESENDE, M. *OSB and Marine Plywood: Performance Comparison for use with Light Steel Frame Walls in Brazil*. XV International Conference on Durability of Building Materials and Components. Barcelona, Spain, p. 1–8, 2020.
- [6] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 16970: Light Steel Framing - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas*. Rio de Janeiro, 2022
- [7] DIETSCH, P.; FRANKE, S.; FRANKE, B. *Methods to determine wood moisture*

- content and their applicability in monitoring concepts*. Journal of Civil Structural Health Monitoring, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 115–127, 2015
- [8] LOPES JÚNIOR, W. E. *Estudo da durabilidade de painéis OSB de madeira Balsa residual com revestimento químico e natural*. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020. doi:10.11606/D.74.2020.tde-19072021-151539. Acesso em: 12 out. 2022
- [9] BARRERO, N. M. G. *Estudo da durabilidade de painéis de partículas de bagaço de cana de açúcar e resina poliuretana a base de óleo de mamona para aplicação na construção civil*. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015. doi:10.11606/T.74.2016.tde-16032016-161005. Acesso em: 04 out. 2022.
- [10] GOMES, B. M.; RESENDE, H. D.; SANTOS, J. A. B.; JUNGINGER, M.; FIGUEIREDO, A. D.; MONTE, R. *Estudo dos efeitos da umidade nas propriedades mecânicas dos painéis de fibras orientadas (OSB) e madeira compensado para light steel*. Gastronomía ecuatoriana y turismo local., [s. l.], v. 1, n. 69, p. 5–24, 2016.
- [11] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 17002: Compensado — Requisitos e métodos de ensaios*. Rio de Janeiro, 2021.
- [12] ASTM - American Society for Testing and Materials. *D 1435: Standard practice for outdoor weathering of plastics*. 2020.
- [13] BORTOLETTO JÚNIOR, G.; GARCIA, J. N. *Propriedades de resistência e rigidez à flexão estática de painéis OSB e compensados*. Revista Árvore, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 563–570, 2004.
- [14] PEREIRA, T. L.; CARVALHO, C. L.; PRADO, N. R. T.; MENDES, R. F. *Efeito do intemperismo natural e artificial acelerado nas propriedades físicas, mecânicas e colorimétricas de painéis OSB*. Scientia Forestalis/Forest Sciences, [s. l.], v. 45, n. 115, p. 573–580, 2017.
- [15] SANTANA, J. K. *Análise das Propriedades Físicas e Mecânicas das Placas de OSB Home Plus com Efeito Diafragma Rígido no Sistema Construtivo em Light Steel Framing*. Pakistan Research Journal of Management Sciences, [s. l.], v. 7, n. 5, 2018.
- [16] SILVA, B. C. *Avaliação da qualidade de compensados fabricados com adesivos à base de Taninos de Pinus oocarpa e fenol-formaldeído*. Forestry Abstracts, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 503–532, 2010.



Construção sustentável e eficiência energética

Sustainable construction and energy efficiency

LIMA, Ayllin Martins Vancini¹; PERTEL, Monica²;
linvancini@hotmail.com¹; monicapertel@poli.ufrj.br²

¹ Pós graduada em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis; Universidade Federal do Rio de Janeiro

² D.Sc. Professora da Escola Politécnica da Universidade Federal Rio de Janeiro

Informações do Artigo	Resumo:
Palavras-chave: sustentabilidade; construção; eficiência energética. Key word: sustainability; construction; energy efficiency.	<i>O artigo explora a importância da sustentabilidade e eficiência energética na construção civil, focando em conceitos como Smart Buildings e Edifícios de Energia Zero. Ele menciona assuntos como a integração de tecnologias avançadas e automação que pode tornar os edifícios mais eficientes, ao mesmo tempo que aborda o impacto tríplice da construção sustentável: ambiental, social e econômico. O texto também ressalta a relevância de regulamentações e certificações, como LEED e AQUA, para incentivar práticas mais sustentáveis. No entanto, aponta desafios como a falta de conscientização, custos iniciais mais altos e a necessidade de mudanças culturais para a adoção mais ampla de práticas sustentáveis. O artigo conclui que uma abordagem colaborativa entre diversos setores é crucial para promover a sustentabilidade na indústria da construção.</i> Abstract <i>The article explores the importance of sustainability and energy efficiency in the construction industry, focusing on concepts like Smart Buildings and Zero Energy Buildings. It discusses how the integration of advanced technologies and automation can make buildings more efficient, while also addressing the triple impact of sustainable construction: environmental, social, and economic. The text also highlights the relevance of regulations and certifications, such as LEED and AQUA, in encouraging more sustainable practices. However, it points out challenges like the lack of awareness, higher initial costs, and the need for cultural shifts for the broader adoption of sustainable practices. The article concludes that a collaborative approach among various sectors is crucial for promoting sustainability in the construction industry.</i>

1. Introdução

A indústria da construção civil é um pilar essencial para o desenvolvimento das sociedades, fornecendo as infraestruturas que sustentam a vida urbana. No entanto, o setor também é um dos principais responsáveis pelo

impacto ambiental negativo, que inclui o consumo excessivo de recursos naturais, a geração de resíduos e as emissões de gases de efeito estufa.

O aumento da consciência ambiental tem impulsionado uma mudança de paradigma na

construção civil. Já não é mais suficiente apenas construir, é preciso fazê-lo de forma sustentável. Sob tal circunstância, isso tem levado à adoção de métodos construtivos mais inovadores e sustentáveis, à seleção mais criteriosa de materiais e à integração de sistemas de eficiência energética nos projetos.

A eficiência energética, por sua vez, se tornou um componente crucial dessa nova abordagem. Ela envolve a aplicação de tecnologias e práticas que minimizam o consumo de energia necessária para o funcionamento de um edifício, abrangendo sistemas de aquecimento, resfriamento, iluminação e outros. Nesse caso, a otimização do uso de energia não só reduz o impacto ambiental como também traz benefícios econômicos, diminuindo os custos operacionais das edificações.

Portanto, a construção civil está em um momento de transição crucial, onde a sustentabilidade e a eficiência energética são mais do que tendências: são imperativos para um futuro mais equilibrado e consciente.

2 Relevância da Sustentabilidade na Construção Civil

Em face da crescente preocupação global com as mudanças climáticas e a degradação ambiental, a sustentabilidade na construção civil assume uma importância cada vez maior. De acordo com um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) de 2019, a indústria da construção emerge como um dos setores mais significativos em termos de geração de resíduos e emissões de carbono [1]. Este dado alarmante serve como um chamado à ação para engenheiros, arquitetos e demais profissionais do setor para repensar as práticas convencionais de construção.

A empresa Autodesk, empresa de software conhecida por desenvolver soluções para engenharia, também destaca que entre 10-15% dos materiais são desperdiçados em cada projeto de construção, e que o setor é responsável por quase 38% de todas as emissões de carbono relacionadas à energia globalmente [2].

Dentro desse quadro, a falta de planejamento sustentável nas etapas iniciais de desenvolvimento de projetos é ainda mais preocupante. Essa omissão não apenas perpetua práticas insustentáveis, mas também negligencia oportunidades de redução de custos e desperdícios a longo prazo. Neste cenário, este é um problema que se manifesta tanto na fase de concepção do projeto quanto na execução no canteiro de obras.

A adoção de medidas de sustentabilidade não é apenas uma questão ética ou ambiental, mas também uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência dos projetos. Logo, a minimização de erros, por exemplo, está diretamente relacionada à redução de desperdícios.

A relevância dessa sinergia é inquestionável: edifícios projetados com foco em sustentabilidade e eficiência energética não só diminuem o impacto ambiental, como também oferecem espaços mais saudáveis e confortáveis para seus ocupantes.

2.1 Cenário Atual: pressão por mudanças

Atualmente, os edifícios são responsáveis por uma grande parte do consumo global de energia e das emissões de gases de efeito estufa. De acordo com Jean-Pascal Tricoire, presidente da Schneider Electric, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo global de energia e 33% das emissões de gases de efeito estufa [3]. Por exemplo, na Europa, mais de 220 milhões de edifícios existentes são ineficientes do ponto de vista energético, dependendo de combustíveis fósseis para aquecimento e arrefecimento.

Nesse cenário, as empresas estão enfrentando pressões comerciais para adotarem práticas mais sustentáveis, com investidores, público e governos demandando ações para abordar os riscos das mudanças climáticas. Nesse contexto, uma estratégia para aumentar a eficiência e reduzir as emissões consiste na adoção da construção industrializada e do DFMA (Design for Manufacture and Assembly), uma metodologia baseada em conceitos e critérios

que tem como objetivo acelerar, simplificar e reduzir os custos no desenvolvimento de produtos [2].

Nos últimos tempos, devido à crescente preocupação do mercado financeiro com a sustentabilidade, o termo ESG (Ambiental, Social e Governança), que surgiu em 2004, tem ganhado grande visibilidade. Desse modo, as questões ambientais, sociais e de governança passaram a ser consideradas essenciais nas análises de risco e nas decisões de investimento, gerando uma pressão substancial sobre as empresas. Conforme o diretor-executivo da Rede Brasil do Pacto Global, ESG não é apenas uma evolução da sustentabilidade empresarial, mas sim a própria essência dela [4]

Essa perspectiva implica que as empresas precisam incorporar práticas sustentáveis em todos os aspectos de suas operações, a fim de atender às expectativas do mercado financeiro e da sociedade em geral. Dessa forma, empresas que adotam abordagens responsáveis em relação ao meio ambiente, à sociedade e à governança corporativa podem ser percebidas como investimentos mais sólidos e atrativos.

Além disso, a implementação de práticas ESG, conforme destacado pela Revista Exame, é de extrema importância, uma vez que ajuda as empresas a gerenciar riscos, avaliar impactos e aprimorar sua reputação, aumentando a resiliência a longo prazo [5]. Portanto, é essencial que as empresas continuem adotando práticas ESG no cenário atual, contribuindo para um futuro mais sustentável para todos.

3 Inovação em Métodos Construtivos e Eficiência Energética

É essencial que profissionais e empresas da construção civil tenham um conhecimento sólido dos principais métodos construtivos, bem como das vantagens que cada um oferece, para assegurar a qualidade e eficiência das obras.

Um método construtivo consiste em um conjunto padronizado de atividades, regras e

procedimentos que estabelecem o modo como as estruturas são edificadas. Longe de ser um processo aleatório, ele é meticulosamente planejado para se adequar às especificações e limitações dos materiais utilizados.

3.1 Métodos Construtivos Contemporâneos

Dentre os métodos construtivos contemporâneos que segundo a empresa WEG têm ganhado destaque [6], pode-se citar:

- **Light Steel Frame:** Utiliza uma estrutura de aço leve e é conhecido pela rapidez na execução e pela eficiência energética;
- **Container:** Emprega contêineres marítimos reciclados como estrutura básica, oferecendo uma opção sustentável e inovadora;
- **Concreto Pré-Moldado:** Envolve a fabricação de peças de concreto em um ambiente controlado antes de serem transportadas para o local da obra, o que garante maior precisão e qualidade;
- **Wood Frame:** Semelhante ao Light Steel Frame, mas utiliza madeira como material estrutural. É valorizado por sua eficiência energética e sustentabilidade;
- **Alvenaria Estrutural:** Um dos métodos mais tradicionais, onde as paredes de alvenaria suportam tanto o peso próprio como as cargas do edifício;
- **Estrutura Metálica:** Utiliza perfis metálicos como principal elemento estrutural, permitindo maior liberdade no design e rapidez na construção;
- **Construção Off-Site (Construção Industrializada):** Este método envolve a pré-fabricação de componentes em um ambiente controlado fora do local da obra, seguido de montagem no local, o que aumenta a eficiência e reduz o desperdício.

3.2 Construção Industrializada

A construção industrializada, caracterizada pela execução de processos em um ambiente fabril e pela incorporação de

avanços tecnológicos, surge como uma solução promissora para os desafios críticos enfrentados pelo setor de construção civil no Brasil. Essa abordagem otimiza as atividades no canteiro de obras e minimiza o desperdício de recursos, resultando em um aumento significativo da produtividade [7].

Em um ambiente desafiador, onde o setor de construção civil lida com questões como planejamento deficiente, carência de mão de obra qualificada, inconsistência na qualidade das obras e falhas no controle de custos e segurança, a construção industrializada se destaca como uma alternativa eficaz. Além disso, endossada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço, essa abordagem não apenas introduz inovações cruciais, mas também tem o potencial de reformular o setor, tornando-o mais eficiente, competitivo e sustentável [8].

Somado a isso, conforme apontado pelo Instituto de Engenharia de Custos, o emprego de softwares de modelagem inovadores, como o BIM (Building Information Modeling), na construção industrializada é uma ferramenta digital indispensável para a otimização de projetos.

Dessa forma, essa tecnologia contribui para tornar o projeto mais eficiente, econômico e preciso, minimizando as margens de erro. Além disso, esses softwares são cruciais para o gerenciamento eficaz de custos e cronogramas, elementos particularmente críticos em contextos industrializados onde a busca pela eficiência é uma das maiores prioridades [9].

3.3 Eficiência Energética na Construção

Na busca pela sustentabilidade, a eficiência energética emerge como uma estratégia fundamental para minimizar o consumo de energia elétrica sem comprometer o desempenho ou o conforto em edificações. O objetivo não é apenas a redução dos custos operacionais, mas também a diminuição do impacto ambiental associado à produção e consumo de energia.

Conforme salientado pelo CREA, esse conceito transcende a mera economia de recursos, abrangendo também a otimização do uso de energia para melhorar a saúde, segurança, bem-estar e produtividade dos residentes de um edifício [10]. Isso ressalta a relevância e complexidade da eficiência energética, que deve ser considerada em todas as etapas do processo de construção.

De acordo com a empresa UGREEN, que atua na área de certificação para projetos de construção sustentável e eficiente em energia, o Brasil ocupa atualmente o 15º lugar na classificação mundial de quantidade de emissões de CO₂ por consumo de energia. A construção civil tem o potencial de contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), ajudando a minimizar os danos ao meio ambiente e diminuindo o efeito estufa [11].

Para alcançar essa eficiência, diversas estratégias podem ser adotadas, incluindo um projeto arquitetônico eficaz, a seleção de materiais e estruturas que exigem menos energia para climatização, reutilização e controle no consumo da água, assim como a escolha de equipamentos de alta eficiência energética [12].

No setor industrial, a eficiência energética assume um papel de destaque, tanto por razões ambientais quanto econômicas. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a indústria responde por cerca de 41% do consumo total de energia no Brasil [13]. Isso coloca o setor em uma posição estratégica para liderar iniciativas construtivas de eficiência energética, que vão além da simples redução de custos e se estendem à sustentabilidade e à competitividade no mercado global.

A seleção de equipamentos energeticamente eficientes durante o projeto, como sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) otimizados e iluminação LED, é um passo crucial para mitigar o consumo de energia nas operações industriais. Essas escolhas não apenas diminuem a pegada de carbono da indústria,

mas também resultam em economias significativas a longo prazo [13].

Por fim, tanto nos projetos do setor industrial quanto na construção civil de edifícios e residências, a eficiência energética é uma meta alcançável que oferece benefícios múltiplos. Portanto, é uma estratégia que alinha responsabilidade ambiental com viabilidade econômica, tornando-se assim um pilar fundamental para um futuro mais sustentável.

4 Smart Building: a vanguarda da tecnologia e sustentabilidade

A crescente realidade dos edifícios energeticamente eficientes, conhecidos como Smart Buildings, é resultado da integração de tecnologias avançadas e métodos construtivos inovadores [14]. Na sequência, a automação emerge como um componente crucial nesse contexto, possibilitando um controle preciso e adaptativo dos sistemas presentes nos edifícios.

A busca pela eficiência energética tem seu ponto de partida na fase de planejamento. Para assegurar a criação de edifícios altamente eficazes nesse aspecto, é fundamental uma integração abrangente dos diversos sistemas que compõem a estrutura. Isso implica na coordenação dos projetos elétricos, hidráulicos, de iluminação, ventilação, aquecimento e refrigeração.

O EcoCommercial Building, da Bayer, foi o primeiro prédio do Brasil a receber a certificação LEED-NC Platinum, que reconhece edifícios ecologicamente corretos.

Ele se destaca por ser uma construção sustentável com várias características importantes, como o aproveitamento de água da chuva, o uso de equipamentos de baixo consumo, luz e ventilação naturais em 100% dos espaços, o uso de elementos passivos que trazem eficiência energética, nenhuma árvore removida para a realização da construção, 97% dos resíduos destinados a reciclagem e reaproveitamento e geração de energia solar.

Essas características permitem que o EcoCommercial Building seja mais eficiente em termos de energia e recursos, proporcionando um ambiente mais confortável e saudável para seus ocupantes [15].

Adicionalmente, a adoção de métodos construtivos industrializados, que reduzem o desperdício e agilizam o processo de construção, está se consolidando como uma prática padrão em edifícios sustentáveis. Essa abordagem integrada, por sua vez, fomenta a harmonização e a otimização do desempenho energético do edifício como um todo.

4.1 Indústria 4.0 e Automação na Sustentabilidade: a Revolução Digital na Construção Civil

A digitalização desempenha um papel essencial na promoção da eficiência energética e na flexibilidade da demanda. Nesse contexto, os edifícios ‘inteligentes’ se beneficiam do avanço tecnológico, aproveitando o sensoramento e os controles avançados, a integração de sistemas, a análise de dados e a otimização energética. Esses recursos digitais, quando incorporados a dispositivos e equipamentos ‘inteligentes’, oferecem vantagens adicionais, como aumento da confiabilidade, gerenciamento remoto e redução de emissões.

A tecnologia IoT (Internet das Coisas) desempenha um papel fundamental nessa transformação, permitindo que dispositivos se conectem a redes sem fio e troquem dados pela Internet. Seu potencial de inovação é vasto, e no âmbito do consumo de energia, seus benefícios são notáveis. Sensores estrategicamente posicionados em ambientes podem monitorar variáveis como temperatura, vibração e velocidade.

Além disso, caso algum indicador apresente alterações fora do comum, gestores podem solicitar manutenção preventiva, evitando falhas e mantendo o desempenho ideal. Isso permite abordar as perdas energéticas, um desafio recorrente na indústria, de forma sistemática e eficaz [16].

A automação em edifícios eficientes abarca uma gama que vai desde controles

básicos até sistemas altamente sofisticados. Por exemplo, a iluminação pode ser ajustada automaticamente levando em consideração a presença de pessoas e a quantidade de luz natural disponível. E ainda, os sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) podem ser programados para operar em horários específicos ou para adaptar a temperatura conforme a ocupação do espaço. Além disso, é possível implementar a ventilação controlada por demanda, proporcionando ar fresco somente quando e onde necessário, o que resulta em economia energética.

Esses sistemas automatizados não apenas melhoram o conforto dos ocupantes, mas também podem levar a economias significativas de energia. Estudos apontam que a automação pode reduzir o consumo de energia em edifícios comerciais em até 10 a 15%. Quando combinada com outras funcionalidades avançadas, essa economia pode ser ainda maior [3].

Em resumo, a intersecção entre automação sofisticada e métodos construtivos inovadores está abrindo caminhos para edifícios mais eficientes e sustentáveis.

4.2 Conceito dos Edifícios de Energia Zero

De acordo com o Green Building Council, os edifícios de Energia Zero, também denominados Net Zero Energy Buildings (NZE), representam uma evolução na arquitetura sustentável. Desenvolvidos para satisfazer todas as suas necessidades energéticas por meio de fontes renováveis, estes edifícios atingem um balanço energético que pode variar de nulo a positivo. Eles são o epítome da integração entre inovações tecnológicas, construção avançada e um design e operação verdadeiramente holísticos [17].

Segundo o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina, a visão de NZEB transcende a simples adição de recursos renováveis, como painéis solares. Este novo paradigma na construção

sustentável exige uma estratégia abrangente para diminuir o consumo de energia. Eficiência energética é o cerne dessa abordagem, influenciando desde o projeto da envoltória do edifício até a implementação de sistemas de climatização, iluminação e ventilação de última geração [18].

Alberto Hernandez Neto, Prof. Dr. da POLI/USP, enfatiza a necessidade de otimizar a eficiência energética do edifício antes de adicionar recursos para a geração de energia [19]. Isso envolve a utilização de sistemas e materiais eficientes, desde sistemas de ar-condicionado até fachadas e envidraçamentos. O Centro de Sustentabilidade Sebrae serve como um exemplo prático, demonstrando como a sustentabilidade pode ser viabilizada por meio de intervenções conscientes, como a otimização da iluminação natural e sistemas de energia fotovoltaica.

A transição para um edifício de energia zero não só contempla eficiência, mas também a produção de energia no local ou a compra de energia verde, conforme destacado pela ECYCLE em 2023. Ferramentas como painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas são vitais para essa iniciativa. O objetivo é que o edifício gere mais energia do que consome ao longo de um ano, resultando em um balanço energético positivo [20].

A eficácia dessa abordagem é ampliada pela automação inteligente, que monitora e regula o consumo de energia em tempo real. Essa tecnologia é crucial para ajustar sistemas de iluminação, ventilação e climatização às necessidades específicas do edifício e seus ocupantes.

5 Tríplex impacto: ambiental, social e econômico

O impacto ambiental, social e econômico da Construção Sustentável e Eficiência Energética é um aspecto crucial a ser considerado na busca por um desenvolvimento urbano mais equilibrado e consciente. A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental na configuração das cidades e na qualidade de vida das pessoas, no

entanto, também é reconhecida como uma fonte significativa de impactos negativos.

Do ponto de vista ambiental, a construção civil tradicional contribui para a degradação do meio ambiente de várias maneiras. A produção de materiais de construção consome recursos naturais finitos em grande escala e gera uma quantidade considerável de resíduos sólidos. Além disso, as atividades de construção são responsáveis por uma parcela substancial das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas globais.

A adoção da Construção Sustentável e Eficiência Energética visa mitigar esses impactos. Ao optar por materiais de construção mais eficientes e ecologicamente responsáveis, reduz-se o consumo de recursos naturais e a produção de resíduos. Além disso, a eficiência energética é um componente fundamental para minimizar as emissões de carbono, uma vez que edifícios energeticamente eficientes consomem menos energia proveniente de fontes não renováveis.

No contexto social, a construção civil tradicional pode ter impactos negativos, como segregação socioespacial e condições de trabalho inadequadas. A abordagem deste artigo busca mitigar esses problemas, focando em desenvolvimento inclusivo e equitativo. Isso envolve melhor planejamento urbano, acessibilidade, e condições de trabalho seguras, visando a criação de ambientes urbanos mais justos e a proteção dos direitos dos trabalhadores.

Economicamente, embora a construção sustentável possa exigir um investimento inicial maior, ela oferece benefícios a longo prazo, como a redução nos custos de energia e manutenção, além de potenciais incentivos fiscais.

O triplice impacto da Construção Sustentável e Eficiência Energética foca em reduzir impactos ambientais, promover inclusão social e trazer benefícios econômicos. O objetivo é criar ambientes mais sustentáveis e justo para as gerações atuais e futuras.

6 Regulamentações e certificações

A regulamentação e as certificações desempenham um papel fundamental na promoção da Construção Sustentável e Eficiência Energética, fornecendo diretrizes claras, incentivos e padrões a serem seguidos. Essas medidas visam estabelecer um quadro normativo que orienta a indústria da construção civil na busca por práticas mais responsáveis e sustentáveis.

Essas regulamentações podem abranger uma variedade de áreas, desde a eficiência energética até a gestão responsável de resíduos de construção. Elas estabelecem critérios e padrões rigorosos para fomentar a adoção de tecnologias e práticas que reduzam o uso de energia, água e matérias primas em geral.

As certificações servem como um mecanismo de validação e reconhecimento das práticas sustentáveis na construção. Entre os sistemas de certificação amplamente reconhecidos internacionalmente está o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). No contexto brasileiro, o Selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma referência em sustentabilidade na construção civil. Também merecem destaque o Selo Casa Azul + CAIXA da Caixa Econômica Federal e o Selo Procel Edificações. Estas certificações nacionais e internacionais têm critérios específicos que abordam diversos aspectos, como eficiência energética, uso de materiais eco-friendly, gestão de resíduos e qualidade do ambiente interno [21].

Dentre essas certificações:

Selo AQUA: Este selo foca em uma construção sustentável e eficiente, avaliando critérios como o uso racional de recursos naturais, a eficiência energética e a qualidade ambiental interna.

Selo Casa Azul + CAIXA: Desenvolvido pela Caixa Econômica Federal, este selo considera um amplo espectro de critérios sustentáveis, incluindo eficiência energética, eficiência hídrica, qualidade ambiental, materiais sustentáveis e responsabilidade social.

Selo Procel Edificações: Este selo é direcionado para a eficiência energética e tem o objetivo de orientar o consumidor na hora da compra, indicando os edifícios que apresentam as melhores condições de conforto térmico, luminoso e acústico com o menor consumo de energia.

Ao cumprir os critérios dessas certificações, os empreendimentos podem alcançar diferentes níveis de reconhecimento, refletindo o grau de sustentabilidade atingido.

Além das certificações específicas, é importante ressaltar a relevância das normas técnicas. No Brasil, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) são fundamentais para definir padrões que guiam a indústria em direção à construção sustentável e eficiente. Normas que abordam desempenho térmico, qualidade do ar interior e consumo de água são exemplos de diretrizes que promovem a sustentabilidade na construção.

A combinação de regulamentações governamentais, certificações e normas técnicas cria um ambiente regulatório que promove a adoção de práticas sustentáveis na construção civil. Essas medidas não apenas ajudam a direcionar a indústria na direção certa, mas também fornecem informações e incentivos aos profissionais, incorporadoras e investidores para priorizarem a sustentabilidade e a eficiência energética em seus projetos e empreendimentos [22].

7 Desafios e barreiras da construção sustentável

Um dos principais desafios é a falta de visibilidade e conscientização sobre os benefícios da Construção Sustentável e Eficiência Energética. Muitas vezes, profissionais, clientes e consumidores não compreendem totalmente os impactos positivos dessas práticas, o que pode levar a uma relutância em adotá-las.

A adoção de práticas sustentáveis e tecnologias eficientes pode envolver custos iniciais mais altos. Embora esses custos muitas vezes sejam compensados ao longo do tempo

por meio de economias de energia e redução de custos operacionais, a barreira financeira inicial pode ser um obstáculo para muitos projetos.

A indústria da construção precisa de profissionais qualificados e capacitados para projetar, construir e operar edifícios sustentáveis e energeticamente eficientes. A falta de educação formal e treinamento específico nessas áreas pode dificultar a implementação dessas práticas.

A transição para práticas sustentáveis pode exigir uma mudança de paradigma cultural, tanto dentro das empresas quanto na sociedade em geral. Isso pode ser um desafio significativo, pois envolve a revisão de valores, comportamentos e mentalidades arraigadas.

8 Considerações Finais

Em conclusão, a sustentabilidade na construção civil e a busca pela eficiência energética estão redefinindo a maneira como projetamos, construímos e operamos edifícios. Diante dos desafios ambientais, sociais e econômicos que enfrentamos, é imperativo que a indústria da construção adote uma abordagem mais responsável e consciente.

A consciência crescente sobre o impacto negativo da construção convencional nos levou a repensar nossas práticas e a encontrar soluções inovadoras para construir de forma mais harmoniosa com o meio ambiente.

A construção de edifícios que reduzem o consumo de recursos naturais, minimizam as emissões de gases de efeito estufa e oferecem ambientes saudáveis e confortáveis para os ocupantes é essencial para a criação de cidades mais sustentáveis e resilientes.

Nesse cenário, a união de esforços de arquitetos, engenheiros, urbanistas, governos e sociedade é essencial para alcançar um desenvolvimento sustentável na construção civil. A construção de um ambiente construído mais equilibrado, responsável e resiliente é uma jornada que vale a pena trilhar, visando um futuro em que a harmonia entre o progresso

urbano e a preservação do planeta seja a marca registrada da indústria da construção.

Referências

- [1] UNEP. *Emissões do setor de construção civil atingiram recordes em 2012 - relatório da ONU*. 2020. Disponível em: www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civil-atingiram. Acesso em 2023.
- [2] AUTODESK. *7 Things to Know About the Sustainable Future of Construction*. 2021. Disponível em: <https://constructionblog.autodesk.com/sustainable-future-of-construction/>. Acesso em xx mês. 2023.
- [3] WORLD ECONOMIC FORUM. *Why buildings are the foundation of an energy-efficient future*. 2021. Disponível em: Os edifícios são a base do nosso futuro energeticamente eficiente | Fórum Econômico Mundial (weforum.org). Acesso em 2023.
- [4] PACTOGLOBAL. *Entenda o significado da sigla ESG (Ambiental, Social e Governança) e saiba como inserir esses princípios no dia a dia de sua empresa*. 2023. Disponível em: www.pactoglobal.org.br/pg/esg. Acesso em 2023.
- [5] EXAME. *A importância das políticas de ESG no Valuation de empresas*. 2023. Disponível em: <https://exame.com/lideres-extraordinarios/esg-lideres-extraordinarios/a-importancia-das-politicas-de-esg-no-valuation-de-empresas/>. Acesso em 2023.
- [6] WEG. *5 sistemas construtivos inovadores que você precisa conhecer*. 2019. Disponível em: <https://www.weg.net/tomadas/blog/arquitetura/5-sistemas-construtivos-inovadores-que-voce-precisa-conhecer/>. Acesso em 2023.
- [7] NAKAMURA, Juliana. *O que é industrialização na construção e por que investir nisso?* 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-industrializacao-na-construcao-e-por-que-investir-nisso/#:~:text=O%20que%20é%20uma%20construção,canteiro%20prontos%20para%20serem%20montados>. Acesso em 2023.
- [8] BRASIL. *Meta Incentivo à Construção Industrializada*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construcao-brasil/metas/incentivo-a-construcao-industrializada>. Acesso em 2023.
- [9] IBEC. *Entenda o que é BIM 20D e como é feita sua implementação em projetos*. 2021. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/entenda-o-que-e-bim-10d-e-como-e-feita-sua-implementacao-em-projetos/>. Acesso em 2023.
- [10] CREA MG. *Sustentabilidade e eficiência energética no ambiente construído*. 2009. Disponível em: <https://www.crea-mg.org.br/sites/default/files/2021-12/sustentabilidade-e-eficiencia-energetica-no-ambiente-construido.pdf>. Acesso em: 2023.
- [11] UGREEN. *Como reduzir a pegada de carbono na construção civil*. 2023. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/como-reduzir-a-pegada-de-carbono-na-construcao-civil/>. Acesso em 2023.
- [12] PORTAL DA INDÚSTRIA. *Eficiência Energética*. São Paulo. 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/eficiencia-energetica/>. Acesso em 2023.
- [13] GRUPO MB. *Como investir para atingir a eficiência energética na indústria*. 2023. Disponível em:

- <https://grupomb.ind.br/eficiencia-energetica/>. Acesso em 2023.
- [14] ARCH DAILY. *Edificações inteligentes: um conceito em evolução*. 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/940653/edificacoes-inteligentes-um-conceito-em-evolucao>. Acesso em 2023.
- [15] INOVA CONCRETO. *Inspiração: 6 exemplos de construções sustentáveis*. 2018. Disponível em: <https://inovaconcreto.com.br/blog/construcoes-sustentaveis/>. Acesso em 2023.
- [16] SIENGE. *Internet das Coisas aplicada a construção civil*. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/internet-das-coisas-iot-construcao-civil/>. Acesso em 2023.
- [17] GREEN BUILDING COUNCIL. *O que são edifícios energia zero e como viabilizá-los*. 2016. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/o-que-sao-edificios-energia-zero-e-como-viabiliza-los/>. Acesso em 2023.
- [18] LABEEE. *Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs)*. 2023. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/edificacoes-de-energia-quase-zero>. Acesso em 2023.
- [19] PINHEIRO, Ana Paula Basile. *Cresce o número de edifícios energia zero no Brasil. Gestão de energia*. 2018. Disponível em: <https://www.engenhariaearquitectura.com.br/2018/08/cresce-o-numero-de-edificios-energia-zero-no-brasil>. Acesso em 2023.
- [20] ECYCLE. *Net Zero Energy Buildings: edifícios sustentáveis*. 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/net-zero-energy-buildings/>. Acesso em: 2023.
- [21] UGREEN. *5 certificações ambientais para uma metodologia de projetos mais sustentáveis*. 2023. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/certificacoes-ambientais/>. Acesso em 2023.
- [22] SIENGE. *Indicadores de sustentabilidade que agregam à construção civil*. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/selos-de-sustentabilidade-agregando-valor-as-suas-obras/>. Acesso em 2023.



Gestão de Riscos em Cadeia de Suprimentos na Pandemia de COVID-19: Impacto, Desafios e Estratégias

Supply Chain Risk Management in the COVID-19 Pandemic: Impact, Challenges and Strategies

CUNHA, Fernanda Araujo¹; POZNYAKOV, Karolina²
fernandaa.cunha22@gmail.com¹; kmp1313@gmail.com².

¹Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis.

²Mestre em Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Gestão de Riscos
 Pandemia
 Cadeia de Suprimentos

Keywords:
 Risk Management
 Pandemic
 Supply Chain

Resumo:

No início de 2020, os primeiros casos de infecções pelo coronavírus foram confirmados no Brasil, sendo declarado estado de Emergência de Saúde, e afetando as esferas sociais e econômicas. O presente artigo tem por objetivo relatar os impactos percebidos por diversos setores da cadeia de suprimentos ocasionados pela pandemia de COVID-19. A busca por novos métodos e inovações de gerenciamento têm sido alguns dos principais desafios enfrentados neste processo, que visam minimizar os potenciais riscos e encontrar soluções. Este estudo se propõe a descrever o funcionamento da cadeia de suprimentos e as interrupções decorrentes neste período; analisar o desempenho da gestão de riscos das empresas, identificando como as principais áreas de conhecimento do PMBoK precisaram se readequar para mitigar os riscos e reduzir os impactos causados. Por fim, serão relatadas as áreas interessadas que foram mais afetadas dentro da cadeia de suprimentos explicitando a relação de causa e consequência e as diretrizes e estratégias adotadas nas empresas para garantir a melhoria contínua durante e após o período pandêmico.

Abstract

In early 2020, the first cases of coronavirus infections were confirmed in Brazil, with a state of health emergency being declared, affecting the social and economic spheres. This article aims to report the impacts perceived by various sectors of the supply chain caused by the COVID-19 pandemic. The search for new management methods and innovations have been some of the main challenges faced in this process, which aim to minimize potential risks and find solutions. This study proposes to describe the operation of the supply chain and the interruptions resulting from this period; analyze the risk management performance of companies, identifying how the main areas of knowledge of the PMBoK needed to be readjusted to mitigate risks and reduce the impacts caused. Finally, the interested areas that were most affected within the supply chain will be reported, explaining the cause and consequence relationship and the guidelines and strategies adopted by companies to ensure continuous improvement during and after the pandemic period.

1. Introdução

Em Dezembro de 2019, foram identificados diversos casos de pneumonia na cidade de Wuhan na China, uma doença que inicialmente se assemelhava a gripe comum, acabou por se tornar uma infecção viral altamente transmissível conhecida como SARS-CoV-2. Em Março de 2020, a OMS (Organização Mundial da Saúde) anunciou oficialmente o início da pandemia de COVID-19 devido à sua rápida disseminação pelo mundo.

Para combater a propagação do vírus e desacelerar o contágio, os países foram implantando de forma gradual uma série de intervenções como o isolamento de casos, incentivo ao uso de máscaras, distanciamento social com o fechamento de instituições, proibição de eventos, restrição de viagens até a completa proibição de deslocamento em vias e estradas, exceto para a compra de produtos essenciais como alimentos e remédios ou auxílio médico [1].

A pandemia da COVID-19 desencadeou uma grande crise nas cadeias de suprimentos, muitas organizações vêm lutando diariamente para manter seus processos operacionais em funcionamento ou buscando se adequar a essa nova fase, o que tem gerado impactos em uma escala sem precedentes. As diversas oscilações do mercado e suas demandas extremamente instáveis têm sido um dos principais problemas enfrentados pelas instituições, que precisam identificar, compreender e corrigir suas fragilidades a fim de manter seu bom funcionamento e reduzir a interrupção do fluxo de bens e serviços [2,3].

A maneira como o surto da COVID-19 afetou as cadeias de suprimentos mundiais nos mostrou o quão importante é para as empresas terem uma boa gestão de riscos com ações e estratégias que visem mitigar os impactos de forma ágil e com foco em soluções. Deste modo, as organizações precisam analisar suas estratégias, projetos e áreas da cadeia de suprimentos a fim de evitar futuros problemas envolvendo desastres naturais e lidar adequadamente com possíveis interrupções [4].

Sendo assim, este artigo tem como objetivo conhecer os impactos ocorridos nas cadeias de suprimentos em virtude da pandemia de COVID-19, através de uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, tendo como base artigos científicos e publicações sobre o atual cenário. O trabalho está dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo será apresentado a contextualização do tema abordado e seus objetivos. No segundo capítulo será apresentado o funcionamento da cadeia de suprimentos até a etapa final, bem como as interrupções decorrentes neste período. No terceiro capítulo será apresentada a classificação e o modelo de gestão de riscos de acordo com as principais áreas de conhecimento do PMBoK. No quarto capítulo será apresentada o procedimento metodológico da pesquisa, identificando os impactos e desafios sofridos nas cadeias de suprimentos e como precisaram se readaptar para mitigar e reduzir os riscos. No quinto capítulo serão apresentadas as discussões e resultados apontados no capítulo anterior. Por fim, no sexto capítulo será apresentada a conclusão do estudo.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Cadeia de Suprimentos

A cadeia de suprimentos, conhecida como *Supply Chain*, abrange todos os processos em uma linha de produção, sendo composto por fabricantes, fornecedores, transportadoras, distribuidores e o próprio cliente, visando atender aos requisitos e garantir a satisfação do cliente [3].

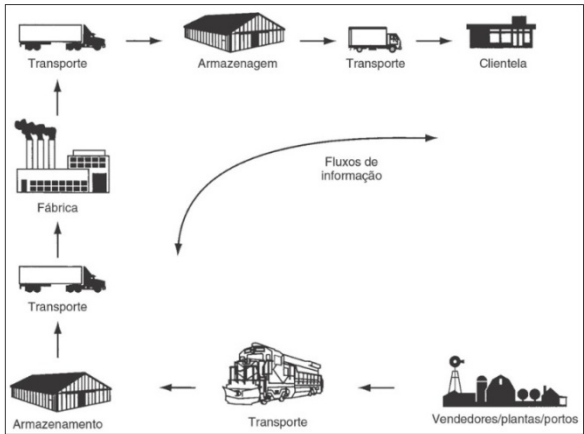
Também pode-se definir uma cadeia de suprimentos como:

[...] conjunto de processos requeridos para obter materiais, agregar-lhes valor de acordo com a concepção dos clientes e consumidores e disponibilizar os produtos no lugar (onde) e na data (quando) que eles desejarem. (p.49) [5]

Similarmente, a cadeia de suprimentos é compreendida como um sistema que abrange diversas atividades envolvendo as áreas de produção e logística (armazenamento e

transporte de produtos ou serviços), conforme mostrado na figura abaixo [3].

Figura 1 – O funcionamento da cadeia de suprimentos



Fonte: Ballou [6]

Assim, uma cadeia de suprimentos tem como finalidade disponibilizar, em tempo hábil, o envio correto dos materiais em seus devidos locais de destino. Desse modo, visando à eficiência da operação, é essencial que as atividades de uma cadeia tenham uma rede de organizações interligadas com foco voltado ao fluxo de materiais e informações [7].

É importante ressaltar também que o bom funcionamento da cadeia de suprimentos não consiste apenas na gestão de materiais, é necessário que o relacionamento entre as empresas esteja bem gerenciado.

2.2 Gerenciamento da SCM

Gerenciamento da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*) é um termo que surgiu há algum tempo e vem sofrendo constante evolução em seu conceito para se adaptar às transições ao longo dos anos.

Oliver e Webber [8] definem o gerenciamento da cadeia de suprimentos como o processo de planejar, implementar e controlar as atividades da cadeia de suprimentos para que as necessidades dos clientes possam ser atendidas de forma mais eficiente possível.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos se concentra em como as empresas usam os processos, a tecnologia e a capacidade de seus fornecedores para ampliar a vantagem competitiva [9].

Machado [10] afirma que existem ao menos três princípios básicos do SCM, sendo eles: a minimização do custo, a entrega do produto final com o foco no cliente e a interrelação entre os setores da cadeia de suprimento. Considera que os dois primeiros princípios representam o início para se ter vantagem competitiva em uma empresa e, que o terceiro princípio é fundamental para se obter os dois primeiros, pois sem um eficiente sistema de comunicação e compartilhamento das informações, não será possível a obtenção de vantagem competitiva.

O autor reitera que para se ter uma base de gerenciamento eficaz, é essencial adotar algumas medidas práticas, conhecidas como 4R: responsividade, confiança (em inglês *reliability*), resiliência e relacionamento conforme demonstrados abaixo [10].

Tabela 1 – Definições e conceitos do 4R

4R	Definições
Responsividade	A responsividade é definida como a capacidade de atender aos requisitos dos clientes em prazos cada vez mais curtos. Para obter bons resultados, as empresas devem permanecer próximas ao cliente, ouvindo suas demandas e sendo ágeis em interpretar os sinais e as exigências solicitadas.
Confiança (reliability)	A confiabilidade é entendida como a realização de melhorias nos processos ligados à cadeia de suprimento, buscando a redução de inconsistências dos processos e diminuindo as alterações do <i>lead time</i> .
Resiliência	A resiliência pode ser entendida como a capacidade em que uma cadeia de suprimento tem de se adaptar às oscilações repentinas de mercado. Em resumo, quanto menos vulnerável for uma cadeia, mais resiliente ela se tornará.
Relacionamento	O relacionamento consiste em uma relação comprador-fornecedor e deve ser baseado em uma parceria. Hoje, as empresas estão descobrindo os benefícios da cooperação mútua com um canal de comunicação e troca de informação eficaz.

Fonte: os autores

Todas as medidas acima citadas são extremamente importantes, visto que a não execução dessas práticas, inviabiliza o bom desempenho da cadeia. Porém, a resiliência se destaca no cenário atual devido às fragilidades e incertezas do mercado.

2.3 Pandemia e as Interrupções no SC

O cenário de incerteza criado pela pandemia de COVID-19 e o crescente número de infectados pelo mundo fez com que diversas medidas de proteção e segurança fossem adotadas por diversos governos a fim de reduzir a propagação do vírus [6].

O surto pandêmico nos mostrou que essas perturbações não afetaram somente a saúde das pessoas como também tiveram um impacto significativo na economia mundial, prejudicando o desempenho das cadeias de suprimentos e testando as empresas quanto a sua capacidade de reação e resiliência.

O fechamento de fronteiras, suspensão de serviços não essenciais e o confinamento da população foram algumas medidas preventivas adotadas e, embora tenham tido resultados eficazes contra o aumento do vírus, também contribuíram para diversos fatores disruptivos nas cadeias de suprimentos. Essas medidas fizeram com que as cadeias de suprimentos sofressem com o efeito chicote, com o prazo de entrega mais longo, oscilações de demanda por parte dos clientes, variação nos valores dos produtos e, conseqüentemente, ocasionando a falta de controle nos estoques, aumento ou escassez de mão de obra, quedas na produção e cancelamento dos pedidos [11,12].

Ivanov [13] afirma também que as reduções extremas na demanda e oferta teve grande impacto nas cadeias, resultando na paralisação da produção, falências e necessidade de apoio governamental.

As interrupções nas cadeias de suprimentos podem ocorrer de maneira imprevisível e, prejudicar ou até mesmo interromper o fluxo normal de bens e materiais, submetendo as organizações a riscos financeiros e operacionais [14].

Para Nassif, Corrêa e Rossetto [15] a pandemia vem desestabilizando diversos setores e esses impactos estão refletindo diretamente na saúde, na economia, na sociedade, no comércio e serviços bem como nos empreendedores e seus negócios. E ressalta a importância dos consumidores em se adaptar às mudanças do cenário atual e, também de buscar estratégias que atendam às novas demandas do mercado.

Rodrigues *et al.* [16] comenta que diante de todas as dificuldades enfrentadas pela pandemia torna-se imprescindível a otimização dos processos existentes na cadeia de suprimentos, sendo necessário fortalecer a cooperação entre as empresas envolvidas na mesma cadeia por meio de compartilhamento de dados e uma boa comunicação. Além disso, o autor reitera que o apoio e a confiança entre os parceiros aumentam a eficiência da cadeia, com uma melhor precisão nas previsões de venda e redução de custos emergenciais.

Logo, as organizações precisam compreender os atuais problemas vivenciados e tomar decisões que diminuam as vulnerabilidades e assegurem o processo contínuo da cadeia e, assim mitigar futuras interrupções.

3. Gestão de Riscos em SC

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR ISO 31000/2018) [17] define risco como o efeito da incerteza nos objetivos, podendo ocasionar desvios positivos e/ou negativos e, acarretar diversas oportunidades ou ameaças.

Para Waters [18] risco é definido como uma ameaça que pode ocasionar uma interrupção nas operações ou impossibilitar que as atividades ocorram conforme o planejado.

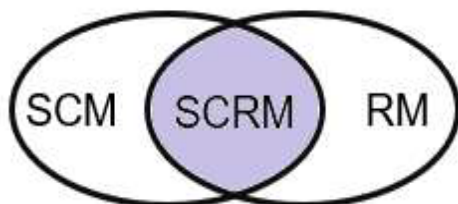
Diversos autores apresentam suas definições a respeito do tema, no entanto, a maioria apresenta três aspectos em comum, sendo eles: a probabilidade de ocorrer um determinado evento, as conseqüências desses

eventos e o motivo causal para que ocorra tal evento [19].

A gestão de riscos na cadeia de suprimentos (*Supply Chain Risk Management* – SCRM) implica em como identificar e controlar os riscos de modo a garantir a redução da vulnerabilidade da cadeia através de ações estruturadas entre os membros, além de analisar a evolução e aplicação de medidas para reduzir os impactos negativos e sua probabilidade de ocorrência [20,21].

Assim, a gestão de riscos em cadeia de suprimentos (SCRM) é o resultado da interseção entre a gestão de cadeia de suprimentos (SCM) e a gestão de riscos (RM) [22], como mostra a figura 2.

Figura 2 – Área de Interseção entre SCM e RM



Fonte: Adaptado de Paulsson [22]

Knemeyer, Zinn e Eroglu [23] apontam que o objetivo da gestão de riscos em cadeia de suprimentos é garantir o funcionamento ininterrupto de materiais, identificando, controlando e monitorando as possíveis ameaças e, se necessário, realizando as devidas manutenções para sua continuidade, mantendo assim, o fluxo normal de suprimentos e, consequentemente a maximização dos lucros.

Os riscos relacionados às cadeias de suprimentos têm se tornado uma grande preocupação para as empresas, devido aos significativos danos, que podem vir a comprometer o seu desempenho.

Diante da aceleração da globalização, os países estão se tornando mais próximos, suas economias estão cada vez mais integradas e interdependentes, o leque de clientes e fornecedores está alcançando mais empresas em diversos países e a rede de suprimentos estão atendendo as demandas dos clientes em nível global [24].

Santos e Macedo [24] afirmam que:

A internacionalização da rede de suprimentos traz para as empresas oportunidades e desafios. Por um lado, fontes de fornecimento globais possibilitam a redução dos preços de compra e expandem o acesso ao mercado fornecedor. Por outro lado, operar em um canal de distribuição global eleva o nível de risco da rede de suprimentos, pois, há um aumento no potencial de interrupções do fluxo de produtos e serviços e na severidade dessas interrupções. (p. 256).

Sendo assim, o próximo tópico abordará sobre as fontes de riscos encontradas nas cadeias de suprimentos.

3.1 Classificação e Tipologia de Riscos

Jüttner [20] afirma que as fontes de risco na cadeia de suprimentos surgem de variáveis que são imprevisíveis e podem causar interrupções nos negócios, sendo necessário antecipar e administrar essas causas a fim de mitigar possíveis impactos operacionais.

O risco nas cadeias de suprimentos pode ser classificado em dois conjuntos de riscos, sendo eles: riscos internos e riscos externos, como mostra a figura 3. Os riscos internos são aqueles que ocorrem dentro das cadeias de suprimentos, como o próprio nome sugere, resultando em variações da capacidade de produção, atrasos nas informações, fatores organizacionais, problemas de qualidade, entre outros. Por sua vez, os riscos externos surgem por questões de fora das cadeias de suprimentos, como variações nos preços de mercado, situações políticas, desastres naturais, guerras, pandemias e epidemias, entre outros [25].

Figura 3 – Classificação dos riscos



Fonte: Adaptado de Patrashkov e Suresh [25]

Existem diversos estudos que classificam os tipos de riscos presentes nas cadeias de suprimentos. Com base na literatura, este trabalho apontará os sete tipos de riscos existentes, sendo eles: internos (riscos de abastecimento, riscos de demanda, riscos operacionais, riscos financeiros, riscos de informação) e externos (riscos catastróficos e riscos burocráticos), que serão detalhados a seguir [25,26]:

3.1.1. Risco de abastecimento

As empresas estão expostas a inúmeros riscos associados ao lado montante de suas cadeias de suprimentos. Esses riscos residem em compras, fornecedores, relacionamentos com fornecedores e redes de suprimentos. As empresas devem avaliar e gerenciar proativamente as incertezas em seu portfólio de fornecedores, a fim de se proteger contra dispendiosas interrupções no fornecimento. Isto pode ocorrer devido às restrições de capacidade ou escassez, bem como baixo desempenho logístico (confiabilidade de entrega).

3.1.2. Risco de demanda

Os riscos de demanda resultam de interrupções decorrentes das operações da cadeia de suprimentos à jusante. As perturbações na distribuição física dos produtos ao cliente final, normalmente acontecem em operações de transporte (por exemplo, uma greve de caminhoneiros) ou na rede de distribuição (por exemplo, um atraso no centro de distribuição). Por outro lado, os riscos podem se originar da incerteza causada pelas demandas imprevisíveis dos clientes.

3.1.3. Risco operacional

O risco operacional é relacionado a eventos adversos que afetam a capacidade interna da empresa de produzir bens e serviços, qualidade e pontualidade da produção e/ou lucratividade. Os riscos operacionais resultam em interrupções a partir da infraestrutura de uma empresa, como mau funcionamento de equipamentos e falhas no sistema, além de questões centradas no ser humano, como o vandalismo, greves trabalhistas e acidentes industriais.

3.1.4. Risco financeiro

O risco financeiro tem um impacto significativo das empresas. A taxa de câmbio tem grande influência sobre o lucro da organização, bem como a seleção de fornecedores, marketing e custos operacionais. O risco de preço e custo pode estar fortemente ligado às taxas de câmbio, mas sua flutuação também pode ser causada pela escassez de matérias-primas.

3.1.5. Risco de informação

Os problemas relacionados à tecnologia da informação (TI) são de grande relevância para o gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM), uma vez que muitas funções são construídas no processamento e compartilhamento de informações. As organizações tornaram-se mais dependentes da tecnologia e consequentemente, mais vulnerável a problemas e falhas de TI. Os riscos de informação também podem implicar em forma de compartilhamento incorreto de dados ou baixa precisão das informações.

3.1.6. Risco catastrófico

Os riscos catastróficos englobam eventos como epidemias ou desastres naturais (força maior), instabilidade sociopolítica, distúrbios civis e ataques terroristas, apresentando impactos severos na área da sua ocorrência. As consequências negativas nas cadeias de abastecimento são óbvias, uma vez que as instalações de produção e os sistemas de transporte são altamente vulneráveis a desastres naturais.

3.1.7. Risco burocrático

Em muitos países, as autoridades (agências administrativas, legislativas, reguladoras) são um importante fator de incerteza na configuração e operação das cadeias de abastecimento. Os riscos burocráticos referem-se à aplicabilidade legal e execução de leis e políticas relevantes para a cadeia de suprimentos (por exemplo, leis de comércio e transporte), bem como o grau e a frequência de mudanças nessas leis e políticas.

3.2 Processos de Gestão de Riscos - PMBoK

O guia de PMBoK define a gestão de risco como uma das dez áreas de conhecimento e, tem sido referência em várias áreas, incluindo a gestão de riscos em cadeia de suprimentos. Segundo o PMI (*Project Management Institute*), o risco de projeto é definido por um evento ou atividade inesperada e que tem por objetivo elevar a probabilidade dos impactos positivos e reduzir a probabilidade de impactos negativos em seus resultados [27]. De acordo com o guia de PMBoK, a gestão de riscos é dividida em subprocessos: planejamento do gerenciamento de riscos, identificação de riscos, análise qualitativa de riscos, análise quantitativa de riscos, planejamento de respostas a riscos e monitoramento e controle de riscos, conforme figura 4.

Figura 4 - Modelo de gestão de risco e seus subprocessos – PMBoK



Fonte: Adaptado de PMI [27].

A seguir, será apresentado todo o processo de gestão de riscos seguindo as diretrizes do PMI [27].

3.2.1. Planejamento de riscos

O planejamento do gerenciamento de riscos é o método que determina como as atividades de gerenciamento de riscos serão abordadas e executadas em um projeto. Esse processo deve ser concluído no início para garantir que o nível, o tipo e a visibilidade do gerenciamento sejam adequados ao risco e à importância do projeto, fornecendo tempo e recursos necessários para suas atividades e

estabelecendo padrões para avaliação de riscos.

3.2.2. Identificação de riscos

A identificação de riscos aponta quais fatores podem afetar o projeto e evidencia suas características. Os participantes do projeto que estão envolvidos na identificação de riscos são gerentes de projetos, membros da equipe de projeto e de gerenciamento de riscos, entre outros. É importante ressaltar que a identificação de riscos é um processo frequente, pois podem surgir variações ou novos riscos no decorrer do ciclo de vida do projeto.

3.2.3. Análise qualitativa de riscos

A análise qualitativa de riscos abrange os processos de priorização dos riscos identificados para a futura ação, atuando de forma rápida e econômica para o planejamento de respostas a riscos, e servindo de base para a análise quantitativa de riscos, se necessário. Essa etapa busca sempre a melhora no desempenho do projeto e dos riscos de alta prioridade de maneira eficaz. A análise é realizada com o intuito de verificar qual a probabilidade dos riscos identificados ocorrerem e quais seriam os impactos causados em relação ao prazo, custo, cronograma, escopo e qualidade do projeto.

3.2.4. Análise quantitativa de riscos

A análise quantitativa de riscos tem por objetivo avaliar os eventos e os impactos sofridos e categorizar esses riscos. Muitas técnicas são utilizadas para um melhor desempenho neste processo, sendo eles, estimar possíveis resultados e suas probabilidades; analisar a viabilidade de atingir metas específicas do projeto; verificar quais riscos requer uma maior atenção e quantificar sua devida contribuição para o risco total do projeto; prever as metas alcançáveis em relação a custo, prazo e escopo quando apresentados os riscos e definir quais decisões serão mais adequadas no gerenciamento se determinadas condições ou resultados se tornarem incertas.

3.2.5. Planejamento de respostas a riscos

O planejamento de respostas a riscos é a técnica que tem por objetivo desenvolver opções e apontar quais ações irão elevar as oportunidades e quais irão diminuir as ameaças. O processo aborda os riscos de acordo com a prioridade e incorpora recursos e atividades nos orçamentos, cronogramas e planos de controle do projeto, conforme a necessidade. As respostas precisam ser proporcionais à importância do risco, econômicas ao abordar o problema, rápidas e realistas no contexto do projeto e acordadas entre as partes interessadas para que não afetem o sucesso do projeto.

3.2.6. Monitoramento e controle de riscos

Monitoramento e controle de riscos têm por objetivo identificar, analisar e planejar os novos riscos, como também acompanhar e reanalisar os riscos existentes, verificando a necessidade de acionar os planos de contingência e garantindo a execução de planos de riscos enquanto avalia sua eficácia. Esse processo deve ser realizado continuamente para que novos riscos ou mudanças de riscos não impactem o andamento do projeto e deve envolver a definição de estratégias alternativas, a aplicação de planos de contingência e de ações corretivas e até possíveis mudanças no plano de gerenciamento.

Para que o processo de gestão de riscos consiga ter sucesso, é necessário a total integração entre os setores do projeto, garantindo não só coerência no que diz respeito às respostas imediatas e à mitigação de riscos, como também assegurando o bom desenvolvimento das etapas de reabilitação, recuperação e reconstrução na prevenção de riscos futuros. No contexto da pandemia de COVID-19, é fundamental que as organizações tenham foco na gestão reativa e corretiva dos riscos, mas que também adotem medidas e ações voltadas para possíveis novos riscos, buscando antecipar e prevenir a construção de riscos relacionados a desastres [28].

No capítulo seguinte será apresentado o procedimento metodológico usado para a elaboração e aplicação da pesquisa.

4. Procedimentos Metodológicos

Para este trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica, baseando-se na literatura prévia e em trabalhos publicados anteriormente na base de dados do *Google Scholar*, tendo como foco as palavras chaves “*supply chain risk management in the COVID-19 pandemic*” e “*impacts and strategies on industries in the COVID-19 pandemic*”, considerando a qualidade e relevância do tema abordado.

Logo, esta pesquisa analisou alguns setores que foram mais afetados com o fenômeno de COVID-19, a fim de explicitar o amplo impacto e desafios enfrentados pelas organizações, apresentados na tabela 2 (ANEXO A), tabela 3 (ANEXO B) e tabela 4 (ANEXO C) [29,30,31,4] bem como as estratégias que as empresas empregaram em resposta à pandemia, apresentados na tabela 5 (ANEXO D) [32,33], sendo eles: o setor automotivo, o setor da construção civil e o setor logístico e de transportes.

5. Discussão e Resultados

Nesta pesquisa constatou-se a importância de se ter uma cadeia de suprimentos estável e bem estruturada, a fim de se adaptar em meio às dificuldades apresentadas como a COVID-19. A falta de resiliência nas cadeias de suprimentos durante a pandemia tem sido extremamente perceptível no que diz respeito à exposição de suas fragilidades e a incapacidade de resposta frente às interrupções repentinas e em grande escala.

Com isso, este estudo se propôs a classificar e categorizar os principais riscos evidenciados nos diferentes casos analisados e nos diversos setores, baseado na gravidade das interrupções causadas pela pandemia como também especificar as medidas aplicadas para minimização desses riscos.

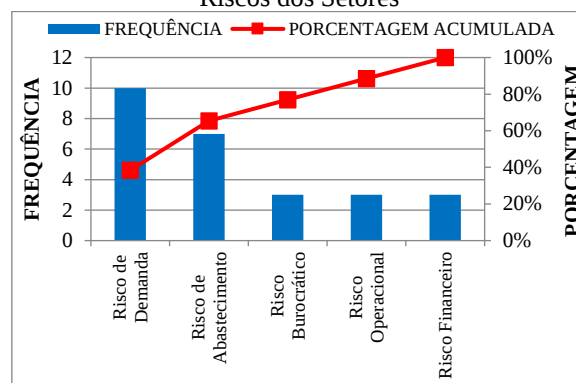
No setor automotivo, os riscos identificados foram “risco de demanda” devido à alta variabilidade e imprevisibilidade, à mudança no mercado e a incapacidade de atender os clientes; “risco de abastecimento” devido à incerteza do fornecimento, atrasos devido à inflexibilidade do fornecedor e problemas com a qualidade do produto; “risco burocrático” devido a novos regulamentos e ações legislativas relacionadas à importação/exportação de materiais.

No setor construtivo foram encontrados diversos riscos devido à complexidade de sua natureza, sendo eles “risco de abastecimento” com a redução na capacidade de fornecimento e aumento do *lead time* do fornecedor; “risco burocrático” com atraso nas inspeções/certificação do trabalho e na liberação com acesso às informações e documentos necessários para trabalho em *home office*; “risco operacional” com o escalonamento ineficiente e as contingências de segurança aplicadas; “risco financeiro” com a flutuação de preços e a instabilidade financeira dos clientes; “risco de demanda” com solicitação de demanda repentina e efeito chicote devido à falta de visibilidade da cadeia.

No setor logístico e de transportes, os riscos apontados foram “risco burocrático” devido às barreiras sanitárias implantadas para restringir operações; “risco de demanda” com baixo desempenho logístico, movimentação mais lenta de mercadorias e excesso de estoque de materiais em armazéns e instalações de distribuição; “risco financeiro” com o aumento no valor de transporte devido às taxas de câmbio.

Pode-se observar que os riscos que mais impactaram e afetaram o comportamento dos setores dentro das cadeias de suprimentos, causando a sua interrupção, foram referentes à demanda e abastecimento, conforme mostra o gráfico abaixo. Isso se deve às estruturas globalizadas e enxutas adotadas pelas empresas atualmente, tornando-as mais vulneráveis a esses tipos de desastres.

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto - Classificação de Riscos dos Setores



Fonte: os autores

Após a identificação dos riscos, notou-se que o surto de COVID-19, apesar de apresentar uma baixa probabilidade de ocorrência também teve um alto impacto nas cadeias de suprimentos, sendo extremamente importante a realização de uma análise para a definição das estratégias adotadas.

Por se tratar de um risco catastrófico, todo o planejamento de respostas a riscos, analisados neste estudo, foi classificado como mitigador, por não ser possível prever como e com qual intensidade os efeitos negativos poderiam afetar a funcionalidade das cadeias.

As estratégias mitigadoras empregadas durante a crise de coronavírus tiveram como foco a adoção de uma abordagem coordenada para reduzir a vulnerabilidade e a interrupção do fluxo de informações e serviços e aumentar a flexibilidade nos processos por meio de uma avaliação contínua de riscos, facilitando o gerenciamento das incertezas e visando a estabilidade de toda a cadeia.

6. Considerações Finais

Nesta pesquisa foi retratada as dificuldades enfrentadas por muitas empresas frente à pandemia de COVID-19, os diversos riscos e vulnerabilidades que geraram impactos sem precedentes nas cadeias de suprimentos, afetando não só a economia mundial como também a vida de milhares de pessoas.

Este estudo se propôs a realizar uma análise nas cadeias de suprimentos globais

dando ênfase nos setores automotivos, de construção civil, logístico e de transportes. Nesse cenário, o estudo teve por objetivo destacar quais foram os impactos e desafios ocasionados durante esse período e como o planejamento de respostas a riscos das organizações se prepararam para contornar essas adversidades. Para alcançar o objetivo proposto, foi utilizada informações baseadas na literatura acadêmica a fim de fornecer todos os dados necessários e de oferecer uma perspectiva global em relação aos setores investigados.

Podemos observar que muitas empresas sofreram com os efeitos negativos causados pela pandemia, tendo suas atividades suspensas devido às barreiras sanitárias ou à escassez de materiais, o que acabou comprometendo suas cadeias e acarretando o desabastecimento mundial de insumos e produtos. Diante disso, ficou constatado que as cadeias de suprimentos precisam se tornar mais flexíveis e resilientes para suportarem períodos conturbados e, também precisam aprimorar os estágios de reabilitação, recuperação e reconstrução de suas redes de modo a torná-las ágeis e proativas.

Deve-se ressaltar que a resiliência aplicada à cadeia de suprimentos é uma excelente ferramenta estratégica para as organizações, colaborando para a redução dos efeitos negativos e suas interrupções em todo o processo de gerenciamento de riscos.

Embora a pandemia tenha resultado em diversos prejuízos econômicos e operacionais, também proporcionou novas possibilidades e oportunidades para a gestão de riscos nas cadeias de suprimentos, como melhorias nos processos de planejamento, em especial os de demanda e abastecimento que foram os mais afetados e explicitados neste estudo, como também uma maior integração entre as esferas da cadeia, com uma boa comunicação e um relacionamento mais estreito entre clientes e fornecedores.

Mesmo com o fim da pandemia de coronavírus, que teve seu término decretado no dia 05 de Maio de 2023 pela OMS, muitas

organizações ainda lutam contra os reflexos dos impactos sofridos, mas com a expectativa de se reestabelecer e recuperar das perdas econômicas e voltar a atuar de forma integral.

Para situações futuras, é importante que as organizações recordem dos efeitos negativos ocorridos na pandemia e utilizem dessas informações e de diversos estudos para evitar que novas interrupções venham a acontecer. Com um leque de estratégias de mitigação de riscos implantadas e novas ações de análise preditivas, as empresas estarão mais preparadas para possíveis novos surtos em grande escala como a COVID-19.

7. Referências

- [1] AQUINO, E. M. L. *et al.* *Social distancing measures to control the COVID-19 pandemic: Potential impacts and challenges in Brazil*. Ciência & Saúde Coletiva, Salvador, v. 25, p.2423-2446, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10502020>.
- [2] SILVA, R. M. *Cadeias globais de suprimentos no cenário pós-COVID-19: perspectivas, reflexões e insights*. Revista de Engenharia e Tecnologia, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 4, p.260-261, 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/19642>>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- [3] FERREIRA, Y. F. C. *et al.* *A crise da COVID-19 como reveladora das fragilidades intrínsecas às cadeias de suprimentos e propostas de inovação - ISN e VSC*. In: 31º Encontro Nacional de Cursos de Graduação em Administração, São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.doity.com.br/anais/31enan_grad/trabalho/162392>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- [4] RAJ, A. *et al.* *Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned*. Journal of Business Research, India, v. 142, p.1125-1139,

2022.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.037>
- [5] BERTAGLIA, P. R. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.
- [6] SOARES, M. C. *Um Estudo Sobre Os Impactos Da Pandemia Na Cadeia De Suprimentos*. Congresso Internacional de Administração: Inovação e Trabalho Remoto, Paraná, 2021.
- [7] CHAVES, L. G. *Modelo de apoio à decisão multicritério para avaliação de risco na cadeia de suprimentos em edificações*. Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza, 2020.
- [8] OLIVER, R. K.; WEBBER, M. D. *Supply-chain management: logistics catches up with strategy*. Logistics: The strategic issues. Londres: Chapman & Hall, p.63-75, 1982.
- [9] TAN, K. C.; KANNAN, V. R.; HANDFIELD, R. B. *Supply chain management: supplier performance and firm performance*. International Journal of Purchasing and Material Management, v. 34, p.2-9, 1998.
- [10] MACHADO, O. A. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos reparáveis: Um enfoque prático*. 1. ed. São Paulo: Cia do Ebook, 2017.
- [11] ZIGHAN, S. *Managing the great bullwhip effects caused by COVID-19*. Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, v. 28, p.28–47, 2021.
- [12] ALABDULKARIM, A. *Minimizing the bullwhip effect in a supply chain: A simulation approach using the beer game*. SIMULATION, v. 96, p.737–752, 2020.
<https://doi.org/10.1177/0037549720930284>
- [13] IVANOV, D. *Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic*. Ann Oper Res, Berlin, v. 319, p.1411–1431, 2022.
<https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>
- [14] CRAIGHEAD, C. et al. *The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities*. Decision Sciences, v. 38, p.131-156, 2007.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2007.00151.x>
- [15] NASSIF, V. M. J.; CORRÊA, V. S.; ROSSETTO, D. E. *Estão Os empreendedores e as pequenas empresas preparadas para as adversidades contextuais? Uma Reflexão À Luz Da Pandemia Do COVID-19*. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, São Paulo, v. 9, n. 2, p.1-12, 2020.
<https://dx.doi.org/10.14211/regepe.v9i2.1880>
- [16] RODRIGUES, F. W. A. et al. *A gerência da cadeia de suprimentos pós COVID*. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Curitiba: APREPRO, 2020.
- [17] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR ISO 31000/2018: *Gestão de riscos Princípios e diretrizes*. Rio de Janeiro, 2018.
- [18] WATERS, D. *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics*. Kogan Page Limited, London, 2ª ed., 2007.
- [19] RITCHIE, B.; BRINDLEY, C. *Supply chain risk management and performance*. International Journal of Operations & Production Management, England, v. 27, n. 3, p.303–322, 2007.
<https://dx.doi.org/10.1108/01443570710725563>
- [20] JÜTTNER, U. *Supply chain risk management: understanding the business requirements from a practitioner perspective*. The International Journal of Logistics Management, England, v. 16, n.

- 1, p.120–141, 2005.
<https://doi:10.1108/09574090510617385>
- [21] NORRMAN, A.; JANSSON, U. *Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Sweden, v. 34, n. 5, p.434–456, 2004.
<https://doi:10.1108/09600030410545463>
- [22] PAULSSON, U. *Supply chain risk management*. Department of Business Administration: Ashgate Publishing, California, p.79-96, 2004.
- [23] KNEMEYER, A. M., ZINN, W.; EROGLU, C. *Proactive planning for catastrophic events in supply chains*. Journal of Operations Management, United States, v. 27, n. 2, p.141–153, 2009.
<https://doi:10.1016/j.jom.2008.06.002>
- [24] SANTOS, L. F. M.; MACEDO, R. C. *Gestão de riscos em rede de suprimentos: um estudo bibliométrico*. Revista Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Minas Gerais, v. 15, nº 3, p.255 - 284, 2020.
<https://doi:10.15675/gepros.v15i3.2597>
- [25] PATRASHKOV, I. S.; SURESH, P. *Risk management in global supply chains - A review based on the impact of COVID-19*. Linköping University: Department of Management and Engineering, 2020.
- [26] WAGNER, S. M.; BODE, C. *An Empirical Examination Of Supply Chain Performance Along Several Dimensions Of Risk*. Journal Of Business Logistics, Zurich, v. 29, n. 1, p.307–325, 2008.
<https://doi:10.1002/j.2158-1592.2008.tb00081.x>
- [27] PMI. Project Management Institute. PMBoK. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. 3ed. Four Campus Boulevard, Newton Square, EUA, 2004.
- [28] FREITAS, C. M. *et al. A gestão de riscos e governança na pandemia por Covid-19 no Brasil: análise de decretos estaduais no primeiro mês*. Rio de Janeiro: Cepedes: Fiocruz, 2020. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/relatoriocepedes-isolamento-social-outras-medidas.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- [29] GHADIR, A. H. *et al. Evaluating the impacts of COVID-19 outbreak on supply chain risks by modified failure mode and effects analysis: a case study in an automotive company*. Annals of Operations Research, p.1-31, 2022.
<https://doi:10.1007/s10479-022-04651-1>
- [30] ALSHAREF, A. *et al. Early Impacts of the COVID-19 Pandemic on the United States Construction Industry*. Int. J. Environ. Res. Public Health: Saudi Arabia, n. 18, p.1-20, 2021.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18041559>
- [31] PERKUMIENE D. *et al. The impact of COVID-19 on the transportation and logistics industry*. Problems and Perspectives in Management, Lithuania, vol.19, n. 4, p.458-469, 2021.
[https://doi:10.21511/ppm.19\(4\).2021.37](https://doi:10.21511/ppm.19(4).2021.37)
- [32] NÓBREGA, J. V. S. *et al. A percepção e gestão de riscos durante a pandemia da covid-19 em empresas automotivas*. Revista Brasileira de Administração Científica, v.12, n.4, p.213-226, 2021.
<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2021.004.0015>
- [33] ILO BRIEF. *Impact of COVID-19 on the construction sector*. Internet Labour Organization: Switzerland, 2021. Disponível em: <https://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_767303/lang-en/index.htm>. Acesso em: 29 jun. 2023.

8. Anexos

ANEXO A

Tabela 2 – Impactos e Desafios no setor automotivo na pandemia de COVID-19

Principais Impactos e Desafios	Significado Implícito
Informações insuficientes sobre as demandas	Irregularidade e inconsistência nos pedidos recebidos devido às mudanças nos padrões de compras dos clientes.
Escassez nos mercados de abastecimento	Indisponibilidade no mercado devido à alta demanda ou pelo bloqueio de estradas.
Efeito chicote	Incerteza ou falta de informação de compras por parte do cliente, tendo um aumento de estoque adicional, podendo ou não ser consumido.
Perda de fornecedores-chave	Baixo desempenho na gestão de riscos devido à escassez de materiais no mercado ou a falta de um bom relacionamento fornecedor-cliente.
Avárias de transporte	Falha no funcionamento de transportes devido ao mau uso provocado pelo homem ou a desastres naturais com a destruição de estradas.
Entrega pontual do fornecedor	Ocorrência de atrasos nas cadeias de suprimentos devido à inspeções ou atrasos no planejamento de rotas.
Restrições governamentais	Fechamento de fronteiras, restrição e/ou suspensão de bens e serviços não essenciais, interrompendo o fluxo de abastecimento.
Fechamento temporário do fornecedor	Interrupção do processo de produção devido às dificuldades em fornecer matérias-primas e seus componentes.
Mudança na demanda do mercado	Alteração na expectativa e preferência dos clientes, diminuição de poder financeiro, passando a dar prioridade para itens essenciais.
Fornecimento único	Falta de fontes de suprimentos para itens estratégicos, causando dependência e incertezas nas cadeias.

Fonte: GHADIR *et al.* (2022, p. 15) [29]

ANEXO B

Tabela 3 – Impactos e Desafios no setor da construção na pandemia de COVID-19

Principais Impactos e Desafios	Significado Implícito
Atrasos na entrega de materiais	Irregularidade no envio de materiais devido aos bloqueios de estradas e fronteiras.
Escassez de material	Indisponibilidade de matéria-prima devido à alta demanda e redução da produção nos locais de trabalho devido à contaminação.
Atrasos nas inspeções e obtenções de licenças	Dificuldades na realização de inspeções presenciais devido às restrições e retardo nas licenças com a transição para o trabalho remoto.
Redução nos índices de eficiência e produtividade	Redução no número de trabalhadores para cumprimento de quarentena e escalonamento insuficiente.
Suspensão ou Retardamento de projetos	Insegurança em novos investimentos devido à incerteza econômica e a problemas no fluxo de caixa, atualizações nos projetos para atender aos novos meios de segurança.
Variações na receita e atrasos em pagamentos	Aumento nos custos adicionais atrelados aos projetos atrasados e aos esforços de planejamento, resultando em efeito cascata na receita.
Preocupação com a propagação do vírus no ambiente de trabalho	Escassez de EPI's e falta de medidas eficazes contribuindo negativamente para o contágio entre os trabalhadores, submetendo funcionários a riscos e comprometendo o andamento dos projetos.
Desafios relacionados à força de trabalho	Aumento no número de trabalhadores licenciados e demitidos, perda de mão de obra qualificada e o receio de contágio excessivo.
Aumento de demanda de fornecedores locais	Maior busca por fontes alternativas locais devido ao alto consumo de materiais por parte dos clientes, defasando seus estoques.

Fonte: ALSHAREF (2021, p. 6) [30]

ANEXO C

Tabela 4 – Impactos e Desafios no setor logístico e transportes na pandemia de COVID-19

Principais Impactos e Desafios	Significado Implícito
Restrição de importação e exportação	Limitação nas vias de acesso para o transporte de cargas devido às medidas restritivas de bloqueio nacional e estadual.
Redução nas demandas	Diminuição de atividades econômicas e a paralisação de indústrias causaram uma redução na movimentação física de cargas.
Restrição de capacidade (armazenamento)	Falta de demanda por matérias-primas não essenciais ocasionou um aumento nos estoques de armazéns e centros de distribuição.
Atraso na entrega	A imposição de medidas restritivas causou movimentação mais lenta e prazo de entrega mais longo devido a desvios de rota.
Indisponibilidade e atraso do veículo	Com as medidas restritivas, os veículos não atuaram em sua capacidade total, implicando em atrasos das entregas aos clientes.
Desafios de entrega de última milha	Dificuldades de acesso em áreas restritas, utilização de rotas alternativas e liberação de passe pelos órgãos ocasionaram atrasos nas entregas.
Aumento no valor do frete	A alta demanda de produtos essenciais e a redução de transportes frente às restrições causaram aumento nas taxas de fretes.

Fonte: PERKUMIENE *et al.* (2021, p. 461); RAJ *et al.* (2022, p. 1128) [31,4]

ANEXO D

Tabela 5 – Estratégias adotadas nos setores na pandemia de COVID-19

Setores	Estratégias Mitigadoras
Setor Automotivo	Ampliação dos estoques com matérias primas nacionais e internacionais para evitar paradas por falta de insumos necessários à produção.
	Realização de monitoramento e controle diário para acompanhamento dos prazos de entrega das aquisições e verificação de possíveis ameaças.
	Renegociação de pagamentos atrasados com clientes, reduzindo casos de inadimplência e ofertando melhores condições de pagamento com fornecedores.
	Digitalização dos processos de venda de produtos, incluindo um canal digital 100% online e oferecendo instalação <i>delivery</i> ao cliente final.
	Busca por novas oportunidades de fornecimento, realizando uma análise de mercado e verificando as necessidades das cadeias de suprimentos a fim de estar apto a atuar de forma imediata.
	Adoção de sistema de <i>home office</i> para as atividades que se enquadrem na categoria à distância, colaborando na redução da propagação do vírus com a diminuição dos colaboradores nas dependências das empresas e evitando que os colaboradores enquadrados nos grupos de riscos precisem deixar as residências.
Setor Construtivo	Desenvolvimento de força-tarefa para monitorar mudanças de políticas e tendências do setor.
	Alterações nas disposições contratuais específicas entre fornecedor-cliente, dando direito a tempo adicional para pagamento e recursos financeiros.
	Aumento da procura de armazéns e unidades de armazenamento para estocar componentes ou materiais críticos.
	Busca por uma maior diversidade de fornecedores regionais e locais, aumentando sua flexibilidade.
	Implementação de políticas para apoio às empresas, empregos e rendimentos, através da suspensão ou subsídio de impostos, taxas e contribuições previdenciárias.
	Implantação de trabalho remoto com utilização de softwares, realizando reuniões, projetos, planejamentos e orçamentos, assinaturas de contratos e envio de e-mail de forma digital.
	Adoção de medidas preventivas e de controle para a retomada de atividades econômicas com segurança e garantia da supressão de transmissão em casos de trabalhos que não podem ser realizados remotamente.

Fonte: NÓBREGA *et al.* (2021, p. 223); ILO BRIEF (2021, p. 4); PERKUMIENE *et al.* (2021, p. 463) [32,33, 31]

Tabela 5 – Estratégias adotadas nos setores na pandemia de COVID-19 (continuação)

Setores	Estratégias Mitigadoras
Setor Logístico e de Transportes	Criação de planos de emergência com equipes que garantam entregas eficazes e tempo de resposta rápido às demandas do produto.
	Realização de análises comparativas entre empresas para identificar pontos fortes, fracos e possibilidades de melhoria.
	Atuação em parceria com empresas de logística e transporte mais avançadas, considerando novas ideias e oportunidades para melhorar a capacidade da frota.
	Elaboração de novos recursos de distribuição através de meios alternativos que sejam flexíveis, oportunos e de baixo custo.
	Acompanhamento das políticas governamentais de modo a garantir um plano estratégico para possíveis situações desafiadoras.
	Adoção de tecnologias inovadoras, como pontos de coleta inteligentes, em substituição das abordagens tradicionais para a melhoria da qualidade do serviço e desempenho global.
	Realização de avaliação de recuperação das empresas a fim de verificar possíveis desafios, ineficácia e fatores que afetam a margem de custo.

Fonte: NÓBREGA *et al.* (2021, p. 223); ILO BRIEF (2021, p. 4); PERKUMIENE *et al.*(2021, p. 463) [32,33, 31]



Linha de Balanço: Aplicações e seus prós e contras para a Construção Civil

Line of Balance: Applications and their pros and cons for Civil Construction

GLOVACKI, Marcelo¹; OSCAR, Luiz Henrique Costa²

marceloglovacki@outlook.com¹; lhcosta@poli.ufrj.br².

¹Engenheiro Civil, Especialização em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas, Rio de Janeiro.

²Engenheiro Civil, M.Sc. Especialização em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Linha de balanço

Lean construction

Planejamento de obras

Keywords:

Balance line

Lean construction

Construction planning

Resumo:

Este artigo tem como proposta a exposição das técnicas de linha de balanço, ferramenta que auxilia no planejamento e gestão de obras no prazo para condução de atividades. A ferramenta atua com princípios da Lean Construction, contribui para uma construção enxuta e padronizada, utilizada para obras com repetições de serviços e pacotes de tarefas canônicas. A ferramenta propõe melhorias na gestão do planejamento de obras, entrega uma visualização adequada do cronograma e permite análises ágeis em relação aos fluxos de produção, ritmos de serviços, necessidades de replanejamentos, eliminação de gaps de produção, entendimento simplificado do cronograma, dentre outras propostas para adoção dos métodos de gestão, sendo estes, utilizados em softwares específicos ou adaptações para uso da linha de balanço. O artigo adentrará nos conceitos e metodologias utilizadas na linha de balanço, assim como as possíveis aplicações, seus pontos positivos e negativos, relacionados a técnicas e reduções de tempo.

Abstract:

This article proposes the exposition of balance line techniques, a tool that helps in the planning and management of works within the deadline for carrying out activities. The tool operates with Lean Construction principles, contributes to a lean and standardized construction, used for works with repetitions of services and canonical task packages. The tool proposes improvements in the management of works planning, delivers an adequate view of the schedule and allows for agile analyzes in relation to production flows, service rhythms, replanning needs, elimination of production gaps, simplified understanding of the schedule, among other proposals for the adoption of management methods, which are used in specific software or adaptations for the use of the balance sheet. The article will delve into the concepts and methodologies used in the balance line, as well as the possible applications, their positive and negative points, related to techniques and time reductions.

1. Introdução

1.1. Apresentação do tema

No contexto atual da construção civil, onde a demanda por projetos de grande escala e complexidade está em constante crescimento, a adoção de técnicas eficazes de

planejamento e controle de obras se torna fundamental. Nesse sentido, a linha de balanço surge como uma metodologia capaz de enfrentar os desafios da construção civil, ao estabelecer uma sequência lógica, permite otimizar e visualizar de uma forma rápida e simples todas as informações necessárias para fazer uma gestão eficaz da execução de uma obra [1].

A linha de balanço é uma ferramenta que está se tornando amplamente utilizada na indústria da construção civil, visando a otimização do planejamento e a execução de obras. Essa abordagem oferece uma visão panorâmica do cronograma de uma obra, permitindo o controle eficiente dos recursos disponíveis, as possibilidades para aumento da produtividade e ações para redução dos prazos de entrega.

1.2. Justificativa para o tema

Este artigo técnico tem como objetivo explorar as técnicas da linha de balanço, a qual atua com alguns princípios da *Lean Construction*, considerando ideologias da construção enxuta e padronizada [2]. Serão explanados os conceitos, assim como as possíveis aplicações, pontos positivos e negativos relacionados as suas técnicas e redução de tempo.

A crescente competitividade na indústria da construção civil requer a adoção de abordagens inovadoras que possam potencializar a eficiência e a produtividade. Nesse aspecto, o uso da ferramenta de Linha de Balanço pode contribuir com a automatização e uso de tecnologias, que são fundamentais para potencializar os resultados de um projeto assim como o alcance de resultados [2].

Nesse contexto, a linha de balanço se destaca como uma ferramenta que visa otimizar o fluxo de trabalho ao longo das diferentes etapas de uma obra. Através da alocação estratégica de recursos e do estabelecimento de um ritmo de produção uniforme, essa técnica possibilita uma distribuição mais equilibrada das atividades,

minimizando ociosidades e reduzindo os tempos de espera.

Ademais, a linha de balanço também se alinha com uma abordagem sustentável na construção civil. Ao evitar picos de produção em determinadas etapas do projeto, há uma redução na necessidade de recursos em curtos períodos, o que pode resultar em menor consumo de energia, de desperdício e de pressão sobre os fornecedores locais. Parte-se como premissa da *Lean Construction* o fluxo contínuo, que envolve executar as atividades sem interrupções após seu início, havendo uma continuidade na agregação de valor ao produto [1].

Portanto, diante da crescente demanda por soluções que impulsionem a eficiência, a sustentabilidade e a qualidade nas obras, a linha de balanço se apresenta como uma técnica promissora alinhada com os desafios contemporâneos da indústria da construção civil. Sua adoção não apenas pode gerar benefícios tangíveis em termos de prazo e custo, mas também contribuir para uma transformação positiva na maneira como os projetos são planejados e executados.

1.3. Metodologia adotada

A metodologia da Linha de Balanço é uma abordagem de planejamento e controle utilizada em projetos de construção civil e empreendimento com atividades repetitivas ou, com fases similares. Sua utilização é muito comum em obras com grande volume de produção, utilizando de um planejamento para trabalho cadenciado [3]. Essa técnica visa otimizar a alocação de recursos, minimizar atrasos e garantir o cumprimento dos prazos estabelecidos.

A Linha de Balanço baseia-se em uma representação gráfica que organiza as atividades em um gráfico com dois eixos: o eixo Y, que representa os diferentes locais ou fases do projeto, como pavimentos, lotes, casas ou trechos, e o eixo X, que representa o tempo/calendário. Cada atividade é representada na interseção dos eixos, criando uma sequência de linhas ou blocos no gráfico [4].

O planejamento é realizado de forma a equilibrar as atividades ao longo do tempo, garantindo que as frentes de trabalho não fiquem ociosas e evitando gargalos na execução do projeto. Isso é alcançado ao ajustar a duração de cada atividade de modo que as linhas ou blocos no gráfico fiquem o mais horizontais possível, indicando uma distribuição uniforme das tarefas ao longo do tempo.

Uma das maiores vantagens da Linha de Balanço é permitir a visualização do fluxo de trabalho do projeto [2], sua capacidade de visualizar facilmente a alocação de recursos e as sobreposições de atividades, permitindo aos gestores identificar potenciais problemas e tomar ações corretivas de forma proativa. Além disso, a metodologia também é útil na identificação de atividades críticas que podem afetar o cronograma geral do projeto.

A Linha de Balanço também pode ser aplicada em conjunto com outras ferramentas de planejamento, como o Diagrama de Gantt ou o Método do Caminho Crítico (CPM), para fornecer uma visão mais abrangente e detalhada do projeto. A ferramenta é flexível para adaptações as formas de gerenciamento já aplicadas em cada caso.

Entende-se que a ferramenta pode ser muito benéfica ao planejamento de obras, assim como as demais técnicas aplicadas. [4] cita que na Alemanha, assim como em países mais desenvolvidos, o planejamento de obras corresponde a cerca de 50% do tempo total dos empreendimentos, enquanto no Brasil corresponde a 20%.

2. Linha de balanço

2.1. Conceitos

Para Limmer [3] a linha de balanço é uma ferramenta utilizada para desenvolvimento e controle de planos, com uso principal na construção civil, atuando principalmente em projetos que possuem grande repetitividade, a exemplo de obras lineares, como a construção de rodovias, ferrovias, tubovias e de obras convencionais

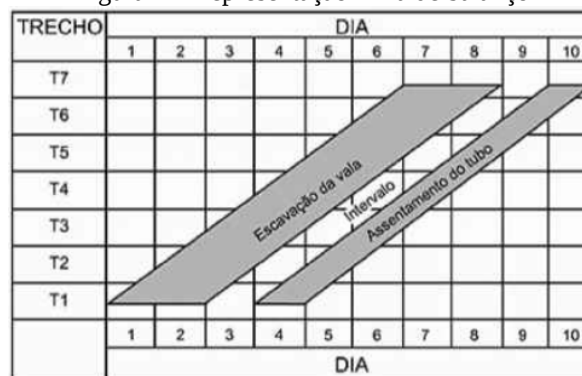
como conjuntos habitacionais e edifícios onde os pavimentos são regulares.

Sua origem tem início em 1941, quando a técnica da linha de balanço foi desenvolvida na indústria automobilística, especificamente na empresa Goodyear Tire and Rubber Company, durante a Segunda Guerra Mundial. Ela ainda foi aplicada no planejamento e controle da produção da Marinha americana na década de 1950 [5].

Posteriormente, a técnica foi adaptada para a indústria da construção civil, tornando-se uma ferramenta valiosa no planejamento de projetos complexos, como a construção de edifícios, onde várias equipes trabalham simultaneamente para atingir prazos de entrega. Desde então, a Linha de Balanço tem sido amplamente utilizada para melhorar a eficiência e produtividade em diversos setores.

A representação gráfica da linha de balanço visualiza o padrão de produção de uma atividade. No gráfico, o eixo horizontal representa o tempo, enquanto o eixo vertical indica a quantidade de unidades produzidas. Quanto mais íngreme for a linha, maior será a eficiência produtiva. A inclinação da linha determina a taxa de produção ao longo do tempo. Ao contrário do método de cronograma de barras convencional, que se concentra na duração das atividades, a linha de balanço retrata o ritmo ou produtividade do serviço. Observa-se na figura 1, uma representação simplificada da linha de balanço [5].

Figura 1 – Representação linha de balanço



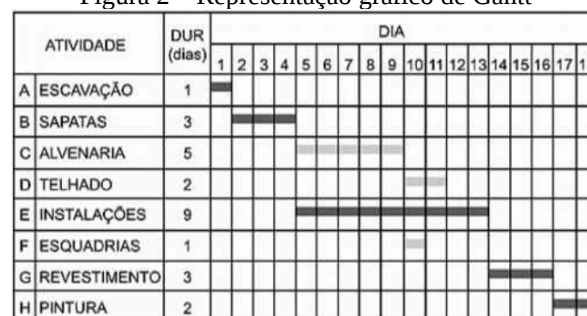
Ainda na figura 1, implantação de uma rede linear de esgoto com extensão de 7 km, o ciclo de trabalho compreende duas operações consecutivas realizadas em segmentos de 1 km cada, com escavação da vala e assentamento da tubulação [5]. Nesse cenário, o ciclo precisa ser repetido 7 vezes. Suponhamos que a escavação de cada segmento requer 2 dias, enquanto o assentamento é feito em 1 dia, com um intervalo de 1 dia entre as operações

A inclinação de cada barra denota a taxa desejada de progresso da tarefa, ao passo que sua largura corresponde à extensão temporal da atividade. O instante de realização de cada segmento pode ser facilmente identificado, como a escavação do km 4 está programada para execução entre os dias 4 e 5, e a colocação da tubulação do km 6 está agendada para o dia 9, e assim por diante.

Em comparação a outros métodos utilizados, um dos mais comuns é o gráfico de Gantt, o qual ainda é amplamente utilizado em gerenciamento de obras, sendo uma ferramenta onde a representação gráfica é feita normalmente com o eixo tempo mostrado horizontalmente e na vertical as etapas da construção e suas atividades [6]. Observa-se na figura 2 a representação de um gráfico de Gantt.

Este formato de visualização dependendo de qual software seja utilizado, pode variar com mais informações, a exemplo do software *MS Project*, o qual é possível visualizar as predecessoras de cada atividade, sendo estas o sequenciamento executivo do cronograma. Frisa-se que a partir de uma quantidade maior de repetições de atividades, a visualização pode ser prejudicada, diferente do proposto para a Linha de Balanço, sendo que esta resume um grupo de atividades similares em única linha.

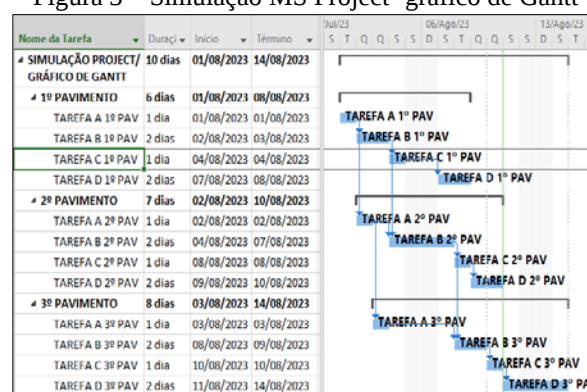
Figura 2 – Representação gráfico de Gantt



Fonte: Mattos [5]

Para melhor entendimento, logo abaixo simulou-se a apresentação de um cronograma simples em elaborado no *MS Project*, figura 3, com visualização do gráfico de Gantt e na sequência as mesmas atividades e cronograma representados através de uma linha de balanço simulada no software *MS Excel*, figura 4, as duas representações estão disponíveis nos anexos deste artigo para melhor visualização.

Figura 3 – Simulação MS Project- gráfico de Gantt



Fonte: Autor

Observa-se que a representação gráfica ao longo do tempo, é mais compreensível ao se utilizar a linha de balanço, assim como o entendimento do sequenciamento das atividades e visualização de possíveis folgas.

Considerando o uso software *MS Project*, neste caso em específico, há uma maior facilidade para manuseio e elaboração inicial do cronograma, assim como os possíveis replanejamentos de um cronograma. Frisando este tema, observa-se uma certa morosidade para montagem de cronogramas a partir da linha de balanço, porém já existem softwares desenvolvidos com maior interação, dinamismo e automatização dos processos de planejamento através de linha de balanço.

Figura 4 – Simulação MS Excel- Linha de Balanço

SIMULAÇÃO MS EXCEL - LINHA DE BALANÇO													
PAVIMENTOS X TEMPO	01/03/2023	02/03/2023	03/03/2023	04/03/2023	07/03/2023	08/03/2023	09/03/2023	10/03/2023	11/03/2023	14/03/2023			
3º PAVIMENTO			TAREFA A			TAREFA B	TAREFA B	TAREFA C	TAREFA D	TAREFA D			
2º PAVIMENTO		TAREFA A		TAREFA B	TAREFA B	TAREFA C	TAREFA D	TAREFA D					
1º PAVIMENTO	TAREFA A	TAREFA B	TAREFA B	TAREFA C	TAREFA D	TAREFA D							

Fonte: Autor

2.2. Aplicações da metodologia

A metodologia da Linha de Balanço é amplamente utilizada em projetos de construção civil, especialmente em empreendimentos que possuem um padrão de repetição ou fases similares como já exposto anteriormente. Mattos [5], resume na figura 5 onde a linha de balanço se encaixa melhor de acordo com os tipos de obras:

Figura 5 – Tipologias de obras para a metodologia

Lineares	Com atividades repetidas
Edifício alto (pavto. tipo)	Conjunto habitacional
Túnel	Mercado público com boxes iguais
Estrada	Fabr. e inst. de peças pré moldadas
Gasoduto, oleoduto	
Adutora de água	
Rede de água/esgoto	

Fonte: Mattos [5]

Exemplificando, algumas dessas principais aplicações da linha de balanço incluem:

2.2.1. Construção de edifícios

A Linha de Balanço é frequentemente aplicada em projetos de construção de edifícios comerciais, residenciais ou institucionais. Ela permite planejar e controlar a execução de atividades como fundações,

estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, alvenaria, acabamentos, entre outras, de forma otimizada, garantindo o cumprimento dos prazos e a utilização eficiente dos recursos.

2.2.2. Conjuntos habitacionais

Projetos que envolvem a construção de múltiplas unidades habitacionais, como loteamentos ou conjuntos residenciais, se beneficiam da Linha de Balanço para sincronizar as etapas de infraestrutura, terraplanagem, construção de casas, instalações, pavimentação e entrega das unidades.

2.2.3. Obras de infraestrutura

Na construção de grandes projetos de infraestrutura, como rodovias, pontes ou viadutos, a Linha de Balanço é útil para planejar a execução de diferentes trechos e etapas, otimizando o uso de equipamentos pesados e mão de obra.

2.2.4. Projetos industriais

Em empreendimentos industriais, a linha de balanço é empregada para coordenar a instalação de equipamentos, montagem de linhas de produção, obras civis e comissionamento, garantindo a eficiência na construção e início das operações.

Em geral, a Linha de Balanço é vantajosa em qualquer projeto que possua atividades repetitivas ou que necessite da coordenação eficiente de múltiplas frentes de trabalho para garantir o progresso contínuo e o cumprimento dos prazos estabelecidos, com uma visão clara da distribuição do trabalho ao longo do tempo e visualização do impacto das decisões tomadas pelos gestores, fazendo com que gestão seja mais dinâmica e assertiva, com planos de ação otimizados, com intuito de mitigar os impactos nos atrasos do cronograma físico e financeiro das obras [7].

2.3. Pontos positivos

A utilização da Linha de Balanço no planejamento de obras oferece uma série de pontos positivos que contribuem para a

eficiência e sucesso do projeto. Alguns desses benefícios incluem:

Otimização de recursos: a Linha de Balanço permite uma alocação eficiente de recursos, como mão de obra, equipamentos e materiais, ao longo do tempo. Isso evita ociosidade e desperdício, garantindo o uso máximo dos recursos disponíveis e maior aproveitamento da mão de obra, reduzindo a rotatividade dentro do canteiro de obras [1].

Cumprimento de prazos: ao equilibrar as atividades ao longo do tempo, a Linha de Balanço reduz a probabilidade de atrasos significativos no projeto. A visualização clara do cronograma ajuda a identificar possíveis problemas antecipadamente e tomar medidas corretivas. Ao realizar o avanço do cronograma, é possível a identificação do previsto e realizado, mostrando quais unidades estão concluídas, tendo um grau maior de informação, oferecendo melhor controle sob o prazo da obra e sua entrega final, tendo em vista as possibilidades de simulações e monitoramento dos atrasos e adiantamentos quando inseridos na Linha de Balanço [1] [2].

Gestão de fluxo de produção: a Linha de Balanço permite que os gestores acompanhem o progresso das atividades e identifiquem gargalos ou sobreposições na execução do trabalho. Isso ajuda a garantir um fluxo contínuo e eficiente do trabalho, evitando interrupções desnecessárias. Os princípios da construção enxuta colaboram para o aproveitamento dos recursos, operando com mais eficiência as obras, assim como a redução dos desperdícios e as chances de atraso [1].

Controle de produtividade: com a Linha de Balanço, é possível comparar o progresso real do projeto com o planejado, permitindo uma análise objetiva da produtividade da equipe e das metas estabelecidas. Tal identificação é possível ao se comparar as linhas previsto e realizado lado a lado, caso as linhas estejam coincidindo, indica que o cronograma está em dia, se a linha do realizado está acima da linha do previsto, significa que a atividade está adiantada, e do contrário, se a linha do

realizado estiver abaixo da linha do previsto, será possível identificar os serviços em atraso [5].

Planejamento de frentes de trabalho: a Linha de Balanço possibilita o planejamento cuidadoso das frentes de trabalho, eliminando conflito entre equipes e definindo estratégias de execução que permitem o espalhamento das atividades, diminuindo o tempo de ocupação ou de entrega de uma unidade [8].

Monitoramento de desempenho: com a representação gráfica clara da Linha de Balanço, é fácil para os envolvidos no projeto entenderem o planejamento e acompanharem o desempenho ao longo do tempo, permitindo a implementação de soluções para aumento de produtividade sempre que necessário, assim como a otimização das equipes em obra, reduzindo a ociosidade e interrupções de produção [2].

Em suma, a utilização da Linha de Balanço no planejamento de obras proporciona uma gestão mais precisa e eficiente do projeto, garantindo a otimização dos recursos, o cumprimento dos prazos e a minimização de riscos, fatores cruciais para o sucesso de qualquer empreendimento de construção civil.

2.4. Pontos negativos

Embora a Linha de Balanço seja uma metodologia valiosa no planejamento de obras, ela também possui alguns pontos negativos e desafios que devem ser considerados:

Complexidade: a implementação da Linha de Balanço pode ser complexa, especialmente em projetos de grande escala com muitas atividades e frentes de trabalho. A criação e atualização do gráfico demandam tempo e esforço, exigindo habilidades técnicas e conhecimento específico por parte dos gestores. Identificou-se uma quantidade pequena de softwares disponíveis no mercado para elaboração automatizada da Linha de Balanço, sendo que em grande parte, há a necessidade de investimento para compra dessas ferramentas e utilização contínua.

Flexibilidade limitada: a linha de Balanço é mais adequada para projetos com atividades repetitivas e bem definidas. Em obras com grande variabilidade de tarefas ou sujeitas a mudanças frequentes, pode ser difícil ajustar o gráfico de forma eficiente.

Requer dados precisos: para ser eficiente, a Linha de Balanço depende de estimativas precisas de duração de atividades, bem como de informações consistentes sobre o progresso real. Erros ou imprecisões nos dados podem afetar negativamente o planejamento. Em geral, trata-se de pacotes de trabalho repetitivos, com durações iguais. É necessário um acompanhamento minucioso para entendimento do cumprimento aos prazos propostos, podendo nestes casos haver uma perda de produtividade, ao utilizar prazos maiores que os possíveis de serem cumpridos, assim como a utilização de recursos em sua totalidade, e ao mesmo tempo atrasar as entregas dos pacotes. Dessa forma, o ideal é que as tarefas mais críticas sejam acompanhadas com maior intensidade, e se necessário realizar ajustes ao cronograma e linha de balanço.

Falta de Flexibilidade para Emergências: A abordagem pode não ser a melhor para lidar com situações emergenciais ou eventos imprevistos que exijam ajustes rápidos no planejamento.

Grau de risco ao eliminar as folgas: não entende-se em sua totalidade como ponto negativo, porém frisa-se a necessidade de um alto grau de entendimento da obra, com atenção aos métodos executivos, latências necessárias entre atividades, tempos de cura, logística de obra, ou seja, todas as possíveis interferências ao cronograma. Entende-se que a eliminação das folgas com a visualização da linha de balanço, elevam o grau de risco e podem ser prejudiciais ao cronograma posteriormente, se não forem executadas com precaução e conhecimento.

Necessidade de envolvimento e comunicação efetiva: a Linha de Balanço requer uma comunicação clara e efetiva entre as equipes envolvidas para garantir a sincronização das atividades e evitar conflitos. A visualização e

representação gráfica auxilia o entendimento e comunicação com as equipes [2], porém é necessário complementos de informação em alguns casos. Sugere-se a representação de fluxogramas de atividades, indicando a sequência executiva dos serviços e todas as predecessoras para cada atividade, visão esta que a linha de balanço não consegue fornecer em alguns casos, mesmo sendo presente nos *inputs* durante a montagem do cronograma no sistema ou programa a ser utilizado.

Pacotes de serviços com ritmo igual: o que diz respeito à um ponto positivo, pode também causar impacto negativamente caso não ocorra os cuidados necessários, tendo em vista a citação a seguir:

Um cronograma “paralelo”, isto é, com todos os serviços no mesmo ritmo, produz, com frequência, um prazo menor que o cronograma balanceado. Entretanto, colocar muitos serviços em ritmo igual é geralmente complicado, porque pode demandar a alocação de equipes com um número despropositado de operários (para menos ou para mais). Enquanto no cronograma tradicional de barras o parâmetro que governa os cálculos é a duração, na linha de balanço é a produtividade (ritmo do serviço) que guia o planejamento. (p. 406) [5]

Ainda relacionado a este tema, é comum encontrar uma curva de aprendizagem na execução dos serviços. É possível que nos primeiros pacotes pode haver uma produtividade mais baixa, diferente das durações previstas de forma repetitiva, ou em outras situações, o inverso também pode ocorrer, onde a produtividade é maior ao início dos serviços, e ao final podendo haver uma queda nas produções. Tais situações podem ser evidenciadas em serviços onde a criticidade aumenta proporcionalmente com a altura dos edifícios a serem executados, tendo em vista as dificuldades, desafios novos com logística e maior controle a nível de segurança do trabalho, todos estes impactando diretamente na entrega de produtividade, assim como as variações e cansaço físico da mão de obra.

3. Considerações finais

Embora a Linha de Balanço apresente desafios, muitos desses pontos negativos podem ser superados com um planejamento adequado e a experiência no uso da técnica. Ao compreender suas limitações e considerar as necessidades específicas do projeto, a Linha de Balanço pode continuar sendo uma ferramenta útil para o gerenciamento de projetos de construção civil.

A utilização da Linha de Balanço no planejamento de obras tem sido amplamente adotada e elogiada por sua capacidade de otimizar recursos e garantir o cumprimento de prazos em projetos com atividades repetitivas. No entanto, também enfrenta algumas críticas e desafios que precisam ser considerados para uma implementação efetiva.

Sendo assim, entende-se uma necessidade de maiores esforços na etapa de planejamento em nossas obras, e no que diz respeito a Linha de Balanço, entende-se como uma ferramenta útil neste processo, com possibilidade de benefícios, assim como os citados anteriormente.

O surgimento de outros softwares e ferramentas vem aumentando e sem dúvidas, cada vez mais contribuindo para a evolução e industrialização da construção civil. Cabe aos envolvidos identificar as oportunidades de melhoria e uso dessas ferramentas. Entende-se que há pontos negativos na técnica de linha de balanço, porém observa-se que pode haver o complemento com outros sistemas. Cita-se por exemplo a necessidade do uso da ferramenta *MS Project* em vínculo com *MS Excel*, da mesma forma, entende-se a necessidade de combinações com a Linha de Balanço, para melhor uso dos dados e visualizações estratégicas, possibilitando um complemento e harmonia entre as ferramentas, visando melhorias no acompanhamento e controle das obras.

Uma das principais críticas à Linha de Balanço é sua complexidade, especialmente em projetos de menor escala ou com atividades menos repetitivas. A criação e atualização do gráfico exigem habilidades

técnicas e conhecimentos específicos, o que pode demandar recursos adicionais e torná-la inviável para alguns empreendimentos.

Outro ponto crítico é a dependência de estimativas precisas. A acurácia da Linha de Balanço está diretamente relacionada à qualidade das estimativas de duração das atividades. Em projetos complexos, pode ser difícil obter estimativas confiáveis, levando a discrepâncias entre o planejado e o realizado. Além disso, em alguns projetos, pode ser desafiador obter dados reais em tempo real para atualizar a Linha de Balanço. Isso pode levar a um gerenciamento baseado em informações desatualizadas, prejudicando a tomada de decisões informadas.

Para contornar essas questões e melhorar a utilização da Linha de Balanço, algumas sugestões podem ser consideradas. Primeiramente, a aplicação seletiva da técnica pode ser uma abordagem mais adequada. Em projetos menores e mais simples, outras ferramentas de planejamento podem ser mais apropriadas, enquanto a Linha de Balanço pode ser focada em empreendimentos de grande escala e complexos.

Além disso, combinar a Linha de Balanço com outras técnicas de gerenciamento de projetos, como o Diagrama de Gantt ou o Método do Caminho Crítico (CPM), pode proporcionar uma visão mais abrangente e flexível do planejamento. Investir em sistemas de monitoramento e coleta de dados também é fundamental para garantir a disponibilidade de informações atualizadas e precisas para a Linha de Balanço.

Capacitar e treinar a equipe no uso da metodologia é outra sugestão relevante para superar resistências e melhorar a implementação. Além disso, a comunicação efetiva entre as equipes é essencial para garantir a sincronização das atividades e o sucesso da técnica.

Como recomendação para trabalhos futuros, pode-se realizar um estudo de caso comparando o uso da linha de balanço em relação a utilização de outras ferramentas

para planejamento e controle de obras, assim como levantar os pontos positivos e negativos quando comparados os métodos a serem expostos.

4. Referências

- [1] QUINDERÉ, A. *Linha de balanço na prática: fundamentos, aplicações e vantagens*. Agilean, mai. 2022. Disponível em: <https://agilean.com.br/linha-de-balanco-na-pratica-fundamentos-aplicacoes-e-vantagens/>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- [2] LOSEKANN, G. *O que é Linha de Balanço: aplicações e vantagens*. Blog Prevision, mai. 2023. Disponível em: <https://www.prevision.com.br/blog/linha-de-balanco-o-que-e/> Acesso em: 12 ago. 2023.
- [3] LIMMER, Carl V. *Planejamento Orçamento e controle de projetos e obras*. Rio de Janeiro, 1996.
- [4] BORGES, M. *Planejamento de obra: como trabalhar com linha de balanço na prática*. Blog Sienge, out. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/linha-de-balanco-na-pratica/> Acesso em: 12 ago. 2023.
- [5] MATTOS, A. D. *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: PINI, 2010.
- [6] GEHBAUER, F. *Planejamento e Gestão de Obras*. Curitiba, 2002.
- [7] FASCIO, A. *Entenda por que adotar a linha de balanço em suas obras*. Site Solucone Engenharia, ago. 20. Disponível em: <https://orcafascio.com/papodeengenheiro/linha-de-balanco/> Acesso em: 12 ago. 2023.
- [8] ALVES, T. *O uso da ferramenta Linha de Balanço para planejamento de obras*. Site Solucone Engenharia, jun. 2019. Disponível em: <https://soluconeengenharia.com.br/fique-por-dentro/o-uso-da-ferramenta-linha-de-balanco-para-planejamento-de-obras-1> Acesso em: 12 ago. 2023.



Gerenciamento do Contrato de Construção de Obras Residenciais Visando a Minimização de Custo

Management of the Construction Contract for Residential Works Aiming at Cost Minimization

LEITE, João Pedro Simon dos Reis de Souza¹; AZEVEDO, Bruno Freitas²

joao.pedro1996@outlook.com.br¹; azevedo@cubogi.com.br

¹Engenheiro Civil, UFRJ, Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Administração contratual
Custo de obra
Elaboração contrato
construção

Keywords:
Contract administration
Cost of work
Construction contract
preparation

Resumo:

Este artigo tem como finalidade demonstrar formas de gerenciamento do contrato de construção entre construtor e incorporador, eficazes para a mitigação de custos aditivos de obra. Diferentes modelos de negociação do contrato de construção podem gerar bons resultados para o negócio como pode gerar danos financeiros para o investidor. Serão apresentadas formas de negociação que protegem o incorporador de eventuais riscos, incentivando a construtora a buscar melhores negociações de materiais e redução de custos, a fim de receber premiações na conclusão do empreendimento. Como conclusão do estudo, foram evidenciadas negociações que tiveram bons resultados no final do processo como a definição de premiações reguladas de acordo com o valor final da construção, premiações definidas com base nos prazos contratuais além de eventuais punições para o descumprimento das cláusulas contratuais acordadas na assinatura do contrato de construção. Dessa forma, entende-se que com a aplicação de incentivos e penalidades em cima do contrato, torna-se possível a mitigação de eventuais estouros de obra buscando melhores resultados para o projeto.

Abstract:

This article aims to demonstrate ways of managing the construction contract between the builder and developer, effective in mitigating additive construction costs. Different construction contract negotiation models can generate good results for the business and can generate financial damage for the investor. Forms of negotiation will be presented that protect the developer from possible risks, encouraging the construction company to seek better negotiations on materials and cost reduction, in order to receive rewards upon completion of the project. As a conclusion of the study, negotiations were highlighted that had good results at the end of the process, such as the definition of prizes regulated according to the final value of the construction, prizes defined based on contractual deadlines in addition to possible punishments for non-compliance with the contractual clauses agreed in the signing of the construction contract. In this way, it is understood that with the application of incentives and penalties on top of the contract, it becomes

*possible to mitigate seeking better results for the project.
possible work overruns*

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, nota-se que as relações entre contratantes e contratadas no mercado imobiliário vêm sendo desgastada, prejudicando a evolução dos novos empreendimentos do país que consequentemente dificulta o crescimento do setor de construção civil. Além disso, a sobreposição de responsabilidades e exigências incompatíveis sobrecarregam financeiramente os projetos e acabam inviabilizando oportunidades de negócios que impulsionariam todo o restante do mercado. (p. 19) [1]

Dessa forma, no intuito de pacificar, auxiliar e incentivar a retomada dessas relações contratuais, este artigo busca a demonstração de estratégias eficazes para gerar equilíbrio entre as partes, incentivado a retomada do setor e proporcionando maiores lucros para o projeto.

Exemplos de estratégias aplicadas em um contrato de construção serão aqui demonstrados de modo a estimular a criação de novas condições comerciais, buscando o aprimoramento de metodologias e fazendo com que novas relações sejam mais harmônicas, mitigando riscos contratuais projetando resultados financeiros e de relacionamentos.

Desentendimentos entre contratante e contratado ocorrem exponencialmente quando há divergência dentro do escopo de um projeto.

Além disso, processos de personalizações de unidades residenciais tem se tornado cada vez mais comum no mercado imobiliário. (p. 02) [2] Como essas alterações nem sempre são feitas antes do início da construção, a busca pela venda de unidades e liquidação financeira do projeto força a alteração de escopo contratual, gerando vários pleitos de aditivos contratuais para o contratante e/ou incorporador. (p. 125) [3]

Pleitos esses feitos para o aditamento contratual de modo a incluir no seu objeto serviços adicional e extensão de cronograma para atendimentos as novas solicitações.

A demanda desses pleitos não necessariamente ocorre do contratado para a contratante. Em algumas situações, como a de alterações das especificações de materiais, redução de escopo de atividades, a contratante também pode solicitar aditamento contratual de modo a reduzir o valor total contratado bem como o prazo de conclusão das atividades.

Em projetos de grande porte, faz-se necessário até a contratação de empresas terceirizadas especializadas em administração contratual e gerenciamento de aditivos com o objetivo de ter todos os acordos formalizados para que não haja solicitações extra escopo de alguma das partes, evitando que alguma das partes saiam prejudicadas, mantendo o equilíbrio e parceria entre as relações.

2. Modelos de contratos

De acordo com Meirelles,

Contrato de construção é todo ajuste para execução de obra certa e determinada, sob direção e responsabilidade do construtor, pessoa física ou jurídica legalmente habilitada a construir, que se incumbe dos trabalhos especificados no projeto, mediante as condições avançadas com o proprietário ou comitente. (p. 411) [4]

Em suma, pode-se entender como contrato de construção todo aquele que é celebrado entre contratante e contratado com o objetivo de execução de determinada obra ou apenas supervisão, monitoramento ou acompanhamento da mesma de forma administrativa, podendo se conveniar a prestar assistência, tendo como contrapartida valores e prazos estipulados para conclusão das atividades acordadas.

Dessa forma, alguns dos modelos de contrato de construção podem ser denominados de acordo com os seguintes exemplos:

2.1. Contrato de Obra por Empreitada

Frequentemente utilizada em pequenas obras ou reformas, o contrato de obra por empreitada busca a finalidade de se obter um único contrato com valor fixo e irrevogável para determinado projeto previamente aprovado.

De acordo com Paiva,

[...] o preço é fixado, antecipadamente, em quantia certa e invariável, sem possibilidade de alteração ainda que a mão-de-obra e os materiais encareçam, ou que, por qualquer outro motivo, a obra venha a ficar mais cara do que fora previsto. (p. 19) [5]

Nesse modelo, o arquiteto do projeto costuma fazer um acompanhamento superficial apenas para esclarecimentos de dúvidas enquanto o responsável da obra junto com sua equipe executa o projetado sem que haja outras contratações envolvidas no processo.

Para esse tipo de contratação, são combinados valores para execução de serviço que poderão ser repassados de acordo com um cronograma de desembolso ou de acordo com as entregas de cada etapa. Podendo o mesmo ser ajustado caso o cliente ou contratante mude de ideia sobre determinado tópico.

Dessa forma, faz-se necessária nova combinação de prazo e valores para execução do ajuste solicitado.

2.2. Contrato de Obra por Administração

Aplicada no mercado imobiliário de forma assídua, esse modelo de contrato estabelece metas contratuais incluindo taxas de administração para o construtor, podendo ser ele o responsável legal da obra, em cima dos valores investidos na obra.

Segundo Paiva,

Por ela o empreiteiro se encarrega apenas de dirigir e de administrar a construção, recebendo pelo seu trabalho uma porcentagem calculada sobre o custo final apurado, tendo em vista não só o preço da mão-de-obra, como, também, o dos materiais e demais despesas da construção, inclusive encargos de natureza fiscal. (p. 22-23) [5]

Essa modalidade de contrato tem como foco central, a fiscalização da contratada em cima de todos os serviços contratados e materiais comprados por ela em nome dela mesmo ou da contratante.

Nesse molde, é estabelecido um orçamento prévio contratual assim como um cronograma de execução de atividades e, em cima desses dados paramétricos, a contratante pode estabelecer, caso queira, metas para a contratada onde a mesma, caso atinja, receba recompensas financeiras como contrapartida.

Para que a contratada não veja esse modelo contratual como forma de ganho desleal, fechando contratos com valores acima do praticado em mercado e estendendo o tempo de obra, a contratante pode determinar penalidades em cima dos dados paramétricos, vetando de qualquer forma a possibilidade de a contratada agir de forma irresponsável.

Dessa forma, a contratada além de buscar atingir as metas estabelecidas em acordo com a contratante, fica restrita aos parâmetros acordados em contrato, estando sujeita a aplicação de multas ou outras penalizações caso não os cumpra.

2.3. Contrato de Obra por Preço Máximo Garantido (PMG)

Utilizado por grandes incorporadoras, o modelo de contrato por preço máximo garantido ou o PMG, faz parte do modelo de contrato de obra por administração tendo pequenas diferenças que podem se tornar aliados ou inimigos da empresa contratada. Similar ao modelo de contrato por administração onde os custos da obra são pagos diretamente pela contratante ou pela contratada sendo reembolsadas pela contratante, fazendo com que a remuneração

da empresa contratada seja dada em cima dos valores pagos pela contratante, algumas das diferenças do modelo de contrato PMG é que ele é limitado a um valor e a um prazo de obra previamente fechados.

Dessa forma, a contratante provoca a contratada no sentido de reduzir o período de obra e fechar contratações de serviços com valores abaixo dos que foram combinados previamente combinados que por sua vez, geram saldos contratuais que ao final do projeto se tornam lucro e bonificações para a contratada.

Martins afirma que:

O conceito básico desse tipo de contratação é o estímulo ao desenvolvimento de soluções técnicas e metodologias eficazes que possibilitem a redução de custos por parte da empresa a cargo da execução do objeto contratual. [5]

Esse modelo de contrato exige que a contratada busque por inovações e aperfeiçoamentos quanto à metodologia de execução das atividades, aperfeiçoando e desenvolvendo técnicas que reduzam os ciclos de atividades resultando na antecipação dos prazos estabelecidos.

Essas metas, quando alcançadas, além de serem benéficas para a contratada, também são atrativas para a incorporadora visto que com a antecipação da entrega, consegue antecipar a quitação dos valores das unidades vendidas, antecipando o aumentando de seu capital, disponibilizando verba para novos investimentos.

Além das metas relacionadas ao prazo, o contrato PMG fixa também um custo total para o desenvolvimento da construção. Esse custo normalmente é atualizado pelo INCC que por sua vez, permite que a contratada obtenha ganhos em negociações com as empresas subcontratadas, reduzindo assim o custo final da obra, gerando menos custo para o incorporador, aumentando o resultado do empreendimento.

Essa modalidade visa transferir todos os riscos referentes ao aumento do preço à construtora. (p. 90) [6]

3. Elaboração de Contratos de Construção

A elaboração de um contrato de construção tem como premissa a contratação de serviços por meio de acordos claros e sucintos descrevendo o que deverá ser realizado, como deverá ser feito, o local onde será construído e por sua vez, o regime que regerá esse contrato.

O contato necessita de cláusulas claras, sem termos generalistas que podem resultar em duplos sentidos ou discordância com outros termos, permitindo que a contratante se abstenha de executar determinada atividade.

Deve possuir anexos contratuais que confirmam os termos do contrato, além de ter descrito nas cláusulas, os valores dos serviços contratados, o prazo para execução dos serviços ora tratados, penalidades quanto ao não cumprimento dos que foi acordado e termos que justificam a rescisão contratual em casos onde há discordância do que está sendo executado em relação ao que foi contratado.

Em obras de pequeno e médio porte têm sido cada vez mais frequentes a contratação de empresas de construção e reformas sem que nem mesmo o contratante tenha definido exatamente o que deseja. Para tal, a contratação de obra por administração se torna mais adequada visto que mitigam os riscos do contratado e evita os ajustes e aditivos dos termos contratuais para cada modificação solicitada pelo contratante.

Por sua vez, obras de médio e grande porte, onde existe a presença do incorporador e/ou do investidor, apesar de oferecerem opções de escolhas para os clientes, possuem limites para as decisões e prazo para que as mesmas sejam tomadas uma vez que atrasadas, vão influenciar diretamente no cronograma final da obra. Nesse tipo de construção, o incorporador pré-estabelece um teto para o desenvolvimento da obra de modo que com esse limite, torna-se viável a execução do empreendimento, tendo em vista que diferente do cliente de obras de pequeno e médio porte, os incorporadores e os

investidores, tem único e exclusivo intuito de gerar receita com a venda das suas construções.

Com isso, de acordo com CBIC, os itens essenciais para a formação de um contrato são:

- *Especificação dos contraentes*
 - *Objeto / Escopo*
 - *Documentos anexos (Proposta, especificações, edital ou convite etc.)*
 - *Ordem de precedência*
 - *Obrigações do contratado*
 - *Obrigações do contratante*
 - *Prazos*
 - *Preço e reajustamento*
 - *Condições de medição e pagamento*
 - *Multas e penalidades*
 - *Regras para aceitação dos serviços*
 - *Garantias*
 - *Casos de suspensão e rescisão*
 - *Regras para solução de controvérsias (p.48)*
- [1]

Tais itens são minimamente exigidos para que a contratação da construtora seja feita de forma adequada, minimizando risco para os investidores e trazendo garantias de que os serviços ora contratados sejam cumpridos.

Dentre as premissas definidas, para que o contrato obtenha parâmetros que definirão as multas, penalidades, premiações e bonificações, é necessário que sejam definidas ainda macros de entrega.

Um dos principais marcos que devem ser definidos é o de entrega da construção. Ultimamente, as construtoras junto com as incorporadoras têm definido como data de entrega da obra a data de emissão de “Habite-se”.

Levando em consideração que esse é um marco legal e que sem ele, as unidades construídas não estão autorizadas a ser entregues para os clientes, esse parâmetro é

capaz de determinar o período de término de obra.

Em contrapartida ao marco de término de obra regulado pela emissão do “Habite-se” e tendo em vista que os parâmetros para emissão deste documento não estão relacionados ao final da execução dos acabamentos.

Além do Habite-se também pode ser utilizado como marco de entrega de obra a averbação de Habite-se junto ao Registro de Imóveis competente à região. Somente com a averbação feita, os clientes que compraram unidades do empreendimento podem emitir suas respectivas matrículas.

Dessa forma, mesmo que a construtora antecipe o Habite-se, a mesma não conseguirá fazer a averbação, pois sabendo que após este, os clientes poderão fazer suas matrículas e solicitar suas vistorias de entrega das unidades.

Com esse marco, a data de entrega do empreendimento se torna ainda mais precisa e através dele, é possível determinar as penalidades ou bonificações da construtora.

4. Multas Contratuais

Multas contratuais ou penalidades contratuais são termos fundamentais que devem constar em contrato, pois além de assegurarem as partes de eventuais prejuízos, inibe a inadimplência ou o abandono de uma construção.

Tendo em vista que todos os termos contratuais são combinados entre ambas as partes, dificilmente uma das partes será injustiçada no acordo realizado.

Dessa forma, cada trecho que se refere a multas ou penalidades deve constar de forma extremamente clara e objetiva, salientando ambas as partes sobre as consequências para determinadas ações que pode prejudicar a outra parte.

Os contraentes ao realizarem a minuta contratual devem definir como serão aplicadas as penalidades em caso de

descumprimento, os valores e a forma que as mesmas deverão ser cumpridas, justificando até, em alguns trechos, cláusulas de rescisão contratual para a proteção do contrato e do projeto em si.

Para o desenvolvimento das cláusulas referentes a multas e penalidades, aconselha-se que nenhuma das partes utilize outras minutas como referência, desenvolvendo cláusulas específicas para a contratação especificada.

Segundo Trifilio multas são descritas como:

(...) modalidade de garantia contratual na qual se aplica uma penalidade de valor pecuniário ao contratado, por causa de descumprimentos de obrigações contratuais por esse assumidas. A multa pode ser moratória (relaciona-se com a demora no cumprimento de obrigações contratuais), ou compensatória (que pré-fixa compensações por perdas e danos das partes contratantes); [7]

Através dessa definição, podem-se exemplificar multas aplicadas da seguinte forma abaixo:

Para uma construção orçada em R\$25.000.000,00 (Vinte e cinco milhões de reais) com o prazo de vinte e quatro (24) meses, a construtora ultrapassou o em um mês e dessa forma, a incorporadora pode definir esse período como tolerância máxima de prazo.

Tendo em vista que a partir desse período prorrogativo de um (1) mês, a construtora deverá arcar com uma multa no valor de 0,005% por dia do valor total do contrato, equivalente a R\$1.250,00 (Hum mil, duzentos e cinquenta reais) até o período máximo de 30 dias.

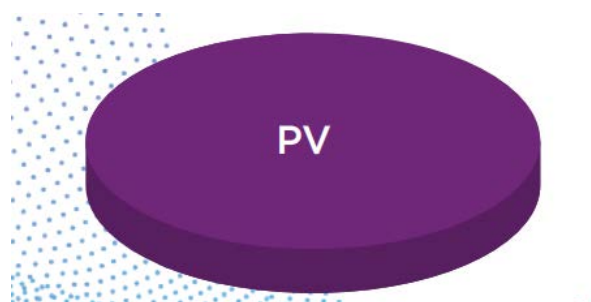
Após o prazo de trinta (30) dias da primeira multa, ou seja, sessenta (60) dias do prazo previsto em contrato, caso a construtora ainda não tenha conseguido finalizar a obra, a multa passara a valer 0,01% por dia do valor total do contrato, equivalente a R\$2.500,00 (Dois mil e quinhentos reais).

5. Incentivos Contratuais

Dentro de cada modelo de contrato, existirão formas da contratada obter maiores lucros como recompensa pelo bom trabalho executado. Nessa parte, acordos entre os contraentes devem ser claros e objetivos, além de serem determinados com objetivos possíveis de serem alcançados.

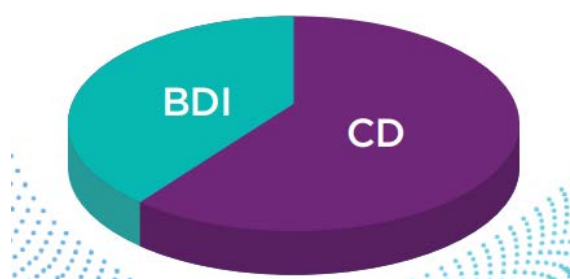
Para análise de forma superficial de como funciona o custo de construção de um projeto, podemos afirmar que o custo do contrato ou “Preço de Venda (PV)” é igual ao “Custo Direto (CD)” mais o custo de “Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)”, onde os pesos para essas divisões podem variar de diversas formas combinadas entre os contraentes. [8]

Figura I – Preço de Venda



Fonte: CIBIC [8]

Figura II – BDI + CD



Fonte: CIBIC [8]

Com isso, os contraentes prescrevem as premissas de projeto, separando o custo raso do projeto e o BDI para execução da obra dentro de um prazo firmado.

A partir desses parâmetros, as partes definem então algumas metas com recompensas para incentivar a contratada a obter melhores resultados.

Dentro dessas metas, a mais comum é a meta por desempenho, onde fica facultada a

contratada a executar a obra em um prazo menor do que o prazo contratual. Dessa forma, caso a mesma encontre maneiras e metodologias inovadoras, reduzindo os ciclos de atividades, atacando frentes diferentes, possibilitando a redução do prazo final da obra, ela recebe uma premiação por tal desempenho podendo variar de acordo com a quantidade de tempo reduzida conforme exemplo a seguir:

Se o contrato prevê um período total de obra de vinte e quatro (24) meses para uma obra de R\$25.000.000,00 (Vinte e cinco milhões de reais) e a construtora consegue finalizar a construção dentro do prazo de 23 meses, a mesma receberá 0,1% do valor total do contrato equivalente a R\$25.000,00 (Vinte e cinco mil reais). Caso a construtora consiga alcançar o prazo de vinte e dois (22) meses, ou seja, dois (2) meses a menos que o contratado, a mesma receberá o equivalente a 0,22% do valor total do contrato que equivale a R\$55.000,00 (Cinquenta e cinco mil reais).

Nesse caso, as contraentes podem combinar ainda um acordo de que 80% do valor do prêmio, que equivali a R\$44.000,00 (Quarenta e quatro mil reais) será dividido proporcionalmente para a equipe da obra.

De forma similar, as premiações podem ocorrer em cima da economia total do CD da obra como o exemplo a seguir:

Se o contrato prevê um orçamento de R\$25.000.000,00 (Vinte e cinco milhões de reais) e a construtora consegue atingir a meta de concluir a obra com 0,5% de economia, ou seja, R\$125.000,00 (Cento e vinte e cinco mil reais) de economia, a mesma receberá 30% do valor total da economia, equivalente a R\$37.500,00 (Trinta e sete mil e quinhentos reais).

Caso ainda a construtora consiga alcançar a economia de 1% do valor total do orçamento contratual, ou seja, R\$250.000,00 (Duzentos e cinquenta mil reais) a mesma poderá receber a premiação de 40% do valor economizado que equivale a R\$100.000,00 (Cem mil reais), podendo ser arbitrado também que do valor total, 80% que equivale

a R\$80.000,00 (Oitenta mil reais) será dividido de forma proporcional para a equipe da obra.

Tais medidas provocam de forma positiva a equipe da construtora a buscar soluções técnicas e eficientes de modo a alcançar as metas tratadas recebendo premiações por essas medidas tomadas.

Essas premiações podem acontecer também através da segurança durante o período de obras como retratado no exemplo abaixo:

Para cada seis (6) meses sem acidentes no trabalho ou sem que a equipe de segurança encontre irregularidade no canteiro de obras, cada funcionário receberá uma cesta básica como recompensa.

Ou então, para cada mês sem que haja irregularidade no canteiro de obras, cada funcionário receberá uma bonificação de 5% do seu salário.

As formas de premiações podem ser obtidas de diversas formas. O ponto crucial é que elas devem constar no contrato fechado antes da construção e devem ser justas para ambas as partes, proporcionando assim melhorias no ambiente de trabalho, resultando em inovações quanto às atividades desenvolvidas.

6. Gerenciamento de Contratos

Por vezes, obras por feitas sob o domínio do contrato de administração ou sob o domínio do contrato de preço máximo garantido, além de contarem com os desafios referentes ao cumprimento do prazo e custo estipulado, se deparam com demasiadas incompatibilidades de projeto, novas solicitações, personalizações de unidades e até mesmo alterações de projeto objetivando a redução de custo.

Dessa forma, acaba que a equipe que está focada na produção da obra não consegue dar a devida importância para as alterações solicitadas e que podem gerar alterações de custo do valor contratado.

Obras de grande porte costumam ter em seu corpo técnico, uma equipe de engenharia, vinculadas à construtora e outra vinculada à incorporadora, responsável pelo gerenciamento do contrato e pelos levantamentos das alterações e pelos cálculos de impactos físicos e financeiros que as mesmas podem gerar.

Por sua vez, obras de médio ou pequeno porte não contam com a participação dessa equipe de supervisão e gerenciamento de contrato. Sendo necessário que o incorporador faça o gerenciamento das alterações contratuais junto com o construtor a fim de chegar a um consenso dos pleitos que de fato são pertinentes ou dos que estão sendo solicitados de forma incorreta.

De acordo com Lopes,

As principais tarefas deste gerenciamento são: estabelecer e monitorar as regras e diretrizes do projeto com base nas características e necessidades da empresa; (p. 56) [2]

Toda e qualquer alteração solicitada pode de fato gerar alteração no orçamento contratado ou no prazo de execução das atividades. Uma vez que a solicitação não foi pensada junto com o restante do projeto, fica ainda mais suscetível a falhas de levantamentos de material ou estipulação de prazo, podendo gerar prejuízos financeiros e até mesmo no desempenho das atividades desenvolvidas.

Com o objetivo de se resguardar de possíveis falhas na contratação aditiva, é comum que as construtoras apresentem uma margem de risco para que caso ocorra algum erro de levantamento, a mesma fique resguardada para não sofrer perdas com as alterações.

Dessa forma construtor e incorporador devem estar alinhados no mesmo objetivo de sucesso da construção para que o projeto seja lucrativo para todas as partes e que nenhuma parte seja afetada. Pode-se dizer que somente quando ambos os contraentes estão alinhados em um objetivo comum, é bem mais provável

obter sucesso nos resultados do empreendimento.

7. Considerações finais

É de conhecimento geral que o mercado imobiliário tem se adaptado cada vez mais as necessidades dos consumidores.

Junto com essas necessidades, programas como My Choice, Personalizações de unidades e Unificações de Unidades tem sido cada vez mais comuns no meio da construção civil.

Segundo Lopes,

É inegável que a realidade brasileira está tendendo à evolução na personalização de serviços em todos os setores e, para isso, a construção civil deve estar preparada para esta mudança. (p. 64) [2]

Porém, com a ampliação de atendimento as necessidades dos clientes, o custo de construção não tem acompanhado as diversas solicitações de alterações, fazendo com que os construtores fiquem cada vez mais expostos aos riscos de erro e prejuízos financeiros comparados a projetos convencionais de unidades padrão e pavimentos tipo.

Tendo isso em mente, e já prevendo possíveis aditivos no valor contratado, as incorporadoras buscam cada vez mais contratos arrojados, utilizando estratégias de aplicação de multas e bonificações, provocando nas construtoras a busca pela necessidade de atingimento aos valores contratados.

Forçando as empreiteiras a saírem da zona de conforto e se dedicarem a manter o valor das contratações dentro do custo total contratado, assim como a manter os prazos estipulados inicialmente, atendendo a necessidade da incorporadora, cumprindo com as datas de promessa de compra e venda feitas com os clientes e em algumas situações, recebendo bonificações pelo cumprimento dos prazos acordados na realização do contrato.

Com essa proximidade entre incorporadoras e construtoras, determinações dos modelos de contrato que mais se encaixam as obras solicitadas e com o gerenciamento assíduo do contrato de construção e seus variados pleitos de aditivos, incorporadoras e construtoras tem alcançado metas extremamente complexas, gerando bons resultados e criando parcerias dentro desses relacionamentos.

Por sua vez, caso alguns desses itens sejam abandonados, os resultados podem ser de prejuízos financeiros a aumento de prazo de entregas e em algumas situações, rompimentos de parcerias e rescisão contratual. Gerando fracassos de projetos e de desempenho de projetos.

Tendo isso em mente, este artigo busca apresentar maneiras de alcançar o sucesso de empreendimentos, gerando mais parcerias dentro do mercado imobiliário.

Dessa forma, com a aplicação de incentivos, bonificações, multas e penalidades introduzidos no contrato de construção, fica bem menos exposto o risco à eventuais estouros de custo de obra ou até mesmo prolongamentos de prazo buscando melhores resultados para o projeto e para toda a incorporação imobiliária.

8. Referências

- [1] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. C172c: *Contratos de empreitada na construção civil*. Brasília: CBIC, 2019.
- [2] LOPES, L. N. *Estudo de procedimentos de personalização de unidades em empreendimentos residenciais de alto padrão de construtoras e incorporadoras na cidade de São Paulo*. São Paulo: USP, 2009.
- [3] PMI. Project Management Institute. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. PMBOK*. Newton Square: 2003.
- [4] MEIRELLES, H. L. *Direito de construir*. 9ed. São Paulo: Malheiros, 2005
- [5] PAIVA, A. A. *Aspectos do contrato de empreitada*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Forense, 1997
- [6] MARTINS, G. M. Contrato de preço máximo garantido (PMG) – Quais são os riscos. Hect, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www.hect.com.br/contrato-de-preco-maximo-garantido-pmg-quais-sao-os-riscos-2/>. Acesso em 15 ago. 2023
- [7] TRIFÍLIO, B. *EMC 018 – Tecnologia das edificações II. apostila do depto. de engenharia de materiais e construção*. Belo Horizonte: UFMG, 2002.
- [8] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. C172b: *Bonificação e despesas indiretas nas obras industriais*. Brasília: CBIC, 2019.



Gerenciamento de Custos de uma Unidade Escolar na Cidade do Rio de Janeiro

Cost Management of a School Unit in the City of Rio de Janeiro

TELES, Mariana¹; BIALOWAS, Amanda²

mariileal_@hotmail.com ¹; eng.amandasaiago@gmail.com².

¹Engenheira de Produção, Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos.

²Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho, Especialista em Gerenciamento de Projetos, FVG-RJ

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gerenciamento
Serviços prestados
Unidade escolar

Keywords:
Management
Services provided
School unit

Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o gerenciamento de custos de uma unidade escolar pública na cidade do Rio de Janeiro. Será realizada uma análise dos custos totais da unidade escolar, incluindo despesas com salários, materiais, serviços e outros, além dos seus componentes principais, como os gastos com a estrutura física, a manutenção, o transporte e o material didático. A análise do gerenciamento de custos levará em consideração a eficiência dos gastos, a qualidade dos serviços prestados, a distribuição dos recursos entre as áreas e ainda proporcionará um diagnóstico da situação financeira da unidade escolar. Ao final do trabalho, serão apresentadas ações para a melhoria do gerenciamento de custos da unidade escolar estudada.

Abstract:

The main objective of this study is to evaluate the cost management of a public-school unit in the city of Rio de Janeiro. An analysis of the total costs of the school unit will be carried out, including expenses with salaries, materials, services and others, in addition to its main components, such as expenses with the physical structure, maintenance, transportation and didactic material. The analysis of cost management will consider the efficiency of spending, the quality of services provided, the distribution of resources among the areas and will also provide a diagnosis of the financial situation of the school unit. At the end of the work, actions will be presented to improve the cost management of the school unit studied.

1 Introdução

Alves e Silva [1] aponta que a gestão de custos é uma parte importante e indispensável da administração de qualquer unidade escolar – pública ou privada. É necessário que as escolas tenham um plano de gerenciamento de custos para alcançar seus objetivos financeiros e orçamentários. Este artigo

abordará a importância da gestão de custos para uma unidade escolar pública além de abordar como ela pode ajudar a melhorar o desempenho financeiro da escola.

Segundo Barreto e Costa [2] o gerenciamento de custos em uma Unidade Escolar visa garantir um ensino de qualidade de forma a conduzir a instituição a se manter

eficiente e lucrativa, o que é essencial para o sucesso de qualquer empresa.

O recurso financeiro limitado de uma unidade escolar deve ser gerenciado para maximizar o impacto da educação. O gerenciamento dos custos vem para ajudar a alocar tais recursos nas necessidades educacionais priorizadas. Ao alinhar os custos educacionais com as prioridades educacionais, a instituição pode garantir que os recursos sejam usados de forma eficaz.

Barreto e Costa [2] abordam ainda que a unidade escolar deve identificar e monitorar os custos, bem como identificar áreas onde pode haver custos desnecessários. Com tal análise, a gerência pode reduzir os custos e alocar os recursos restantes para as necessidades educacionais mais importantes. Auxiliando desta forma na tomada de decisões que permitam atingir seus objetivos financeiros e educacionais.

Barreto e Costa [2] acrescentam ainda que o monitoramento dos custos de uma unidade escolar também ajuda na tomada de decisões, pois, com ele, é possível avaliar as despesas e os rendimentos de maneira mais precisa. Isso permite que a unidade escolar ajuste os custos para obter o máximo retorno possível.

Focando no Gerenciamento de Custos de uma Unidade Escolar Pública do Rio de Janeiro, verifica-se que tal gestão é um processo que tem como objetivo principal administrar de forma eficiente os recursos financeiros para garantir o adequado investimento na qualidade da educação oferecida. Carvalho e Silva [3] apontam que como a maioria das unidades escolares públicas do Rio de Janeiro dependem de verbas estaduais e/ou municipais, é comum o orçamento ser reduzido. Isso dificulta a aquisição de materiais e equipamentos necessários para o correto gerenciamento de custos. Devido à alta taxa de inflação no Estado, os custos dos materiais e serviços necessários para o desenvolvimento das atividades escolares tendem a aumentar, o que dificulta ainda mais o controle de custos.

Gonçalves e Ferreira [4] corroboram ainda a ideia que gerenciar corretamente o custo de uma unidade escolar é extremamente importante, pois ajuda a melhorar seu desempenho financeiro e a garantir um ensino de qualidade. Além disso, o gerenciamento de custos também oferece informações que podem ser usadas para a tomada de decisões.

2 Referencial Teórico

2.1 Gerenciamento de Custo

Segundo o PMI [5] para que o projeto se mantenha dentro do orçamento é fundamental que no gerenciamento de custo estejam incluídos processos que envolvam planejamento, estimativa, orçamento, financiamento, gerenciamento e controle dos custos.

O gerenciamento de custo envolve, principalmente os custos dos recursos a serem consumidos para a realização de uma determinada tarefa. Outro aspecto a ser considerado é que os custos são percebidos de forma diferente e em momentos diferentes pelos intervenientes de um mesmo projeto.

O PMI [5] cita alguns fatores ambientais da empresa que influenciam o processo de planejamento do gerenciamento dos custos, tais como a cultura e a estrutura organizacional, as condições do mercado que afetam diretamente os produtos e serviços disponibilizados no mercado regional e as taxas de custos de recursos humanos.

O gerenciamento de custo visa estabelecer itens como unidade de medida para realização das medições de controle, o nível de precisão das previsões de custo, o nível de exatidão apresentando um percentual de erro aceitável para determinado custo, os vínculos com os procedimentos organizacionais, os limites de controle, as regras para medição de desempenho, os formatos de relatórios entre outros.

O PMI [5] define ainda a estimativa de custo como uma avaliação quantitativa dos custos prováveis dos recursos necessários para completar a atividade. Devendo ser

considerado ajustes e compensações como por exemplo fazer ao invés de comprar ou comprar ao invés de alugar ou ainda considerar o compartilhamento de recursos afim de alcançar custos mais benéficos.

O levantamento dos custos deve levar em conta todos os recursos necessários para a tarefa, os quais estão incluídos a mão de obra, equipamentos, serviços e instalações, além de provisão para inflação, custos de recursos financeiros ou custos de contingência.

O PMI [5] apresenta que para a determinação do orçamento é indicada a elaboração de uma linha de base afim de monitorar e controlar o desempenho, nela deve constar todo o escopo do projeto. A linha de base dos custos é a versão aprovada do orçamento ao longo do tempo.

2.2 Gestão de custo na Educação

Soares *et al* [6] aborda que o gerenciamento de custos em serviços de educação tanto pública quanto particular é uma área do gerenciamento que se concentra na forma de administrar os custos de todas as operações envolvidas no ensino. Isso inclui a gestão de recursos, a compra de bens e serviços, a gestão de fundos, a gestão de projetos educacionais, a análise de custos e a participação no processo de tomada de decisão.

Soares *et al* [6] acrescentam que o gerenciamento de custos é uma das principais áreas de gerenciamento em serviços de educação. É necessário para o desenvolvimento de um modelo de custos eficaz para o estabelecimento de tarifas, a determinação de preços e a obtenção de financiamento para as operações educacionais. Também é necessário para determinar se os recursos estão sendo alocados de maneira eficaz e para monitorar o desempenho de serviços educacionais.

Alves [7] acrescenta a ideia indicando que alguns dos principais elementos do gerenciamento de custos em serviços de educação incluem a análise da estrutura de custos, a identificação de fontes de financiamento, a análise de custos-benefícios,

a gestão de projetos educacionais e a gestão de investimentos. O gerenciamento de custos também envolve a análise de custos baseada na estratégia, a medição de custos e o planejamento e orçamento.

Gonçalves [8] complementa citando que além disso, o gerenciamento de custos em serviços de educação inclui também a análise da eficiência do uso dos recursos, a avaliação dos custos de cada projeto educacional e a avaliação da rentabilidade. O gerenciamento de custos também é importante para o estabelecimento de tarifas e preços, bem como para a tomada de decisões financeiras.

Silva *et al* [9] apresentam que a gestão de custos na educação é um dos principais desafios para quem administra uma escola. O objetivo é manter os custos operacionais baixos, ao mesmo tempo em que é necessário proporcionar um ensino de qualidade aos alunos. Para que isso seja possível, é importante que sejam realizadas análises financeiras frequentes e estratégias eficazes de economia. Algumas ações que podem ser tomadas para controlar os custos são:

1. Realizar uma análise dos gastos da escola para identificar possíveis áreas de economia;
2. Adotar medidas para reduzir as despesas, como por exemplo, renegociar contratos, substituir equipamentos mais antigos por versões mais modernas e mais econômicas e rever os fornecedores;
3. Estabelecer um controle de gastos, acompanhando diariamente as contas, verificando os custos dos produtos e serviços adquiridos;
4. Automatizar processos administrativos e financeiros, além de implementar sistemas de gestão que permitam a realização de análises mais precisas;
5. Priorizar o investimento em recursos humanos, de modo que sejam oferecidos treinamentos e ferramentas que possam auxiliar os professores a desenvolverem seu trabalho com maior eficiência;

6. Aproveitar ao máximo os recursos disponíveis, buscando parcerias com empresas e instituições que possam contribuir com materiais e serviços que sejam úteis para a escola;
7. Estabelecer metas de economia e incentivar a participação de todos os envolvidos na gestão da escola para que possam contribuir com ideias e sugestões.

Silva *et al* [9] concluem que a gestão de custos em educação requer muito trabalho e dedicação, mas os resultados são gratificantes. É importante que sejam feitas análises frequentes e que se busquem soluções para reduzir os custos da escola, a fim de oferecer um ensino de qualidade aos alunos.

Pereira [10] explica que a gestão de custos na educação é um componente importante da gestão escolar, pois permite aos administradores a gestão dos recursos financeiros de forma eficiente. O custeio das atividades em uma escola envolve identificar os custos incorridos para todos os serviços e atividades oferecidas, incluindo materiais de consumo, serviços de manutenção, despesas de pessoal e melhorias estruturais.

Pereira [10] informa que uma forma eficaz de gerenciar os custos da escola é através do orçamento. Isso envolve a determinação de quanto deve ser gasto em cada área, alocando recursos de forma eficiente para garantir que as necessidades da escola sejam atendidas. É importante incluir os custos de manutenção da escola, bem como os gastos com materiais didáticos, equipamentos e materiais de consumo. O custeio das atividades dentro das escolas depende de diversos fatores, como investimentos e recursos disponíveis para garantir o bom funcionamento dos serviços educacionais.

De modo geral, os recursos para o custeio das escolas podem ser provenientes de diferentes fontes, como do governo federal, do governo estadual, das prefeituras ou de

outras entidades que financiam projetos educacionais.

Pereira [10] aponta ainda que esses recursos são direcionados para a aquisição de materiais de ensino e para o pagamento de salários de professores e funcionários da escola, além de contribuir para a manutenção da infraestrutura da escola.

Em caso de instituições particulares, estas podem também contar com recursos financeiros provenientes das mensalidades pagas pelos alunos e de outras doações e campanhas de arrecadação.

Todos esses recursos financiam as atividades realizadas na escola, como o desenvolvimento de programas educacionais, a formação e atualização dos professores, a aquisição de livros, material didático e equipamentos de informática e audiovisual, entre outros.

É ressaltado por Pereira [10] que o custeio das atividades na área da educação é um processo essencial para garantir que a educação seja oferecida de forma adequada para aqueles que procuram por ela. É importante que os responsáveis pelo custeio estejam conscientes de quais são os seus objetivos e de como os diferentes recursos disponíveis podem ser usados para alcançá-los.

É informado [10] que o custeio das atividades educacionais é o processo de alocação dos recursos necessários para suportar o funcionamento de uma instituição de ensino. O custeio das atividades educacionais envolve a determinação dos custos associados ao ensino, incluindo despesas de funcionários, materiais, infraestrutura e serviços de apoio. Estes custos são definidos com base nas necessidades e prioridades estabelecidas pela instituição de ensino.

O objetivo do custeio das atividades educacionais é garantir que os recursos sejam usados de forma eficaz e que sejam alcançados os melhores resultados com o mínimo de desperdício.

Pereira [10] enfatiza que investimentos em educação são fundamentais para o sucesso de uma sociedade, pois ajudam a desenvolver capacidades humanas, promover o desenvolvimento econômico e contribuir para a inclusão social. Portanto, é importante que as instituições de ensino estabeleçam um processo de custeio eficaz e transparente, que possa ser monitorado e aprimorado para melhorar os resultados educacionais.

A gestão de custos na educação é um assunto complexo que abrange diversos fatores, mas que tem como objetivo garantir que os recursos financeiros sejam eficientemente alocados para oferecer um ensino de qualidade. É necessário ter uma visão holística para gerenciar adequadamente os custos, considerando todos os aspectos da educação, desde os materiais didáticos, programas de ensino, infraestrutura, salários dos funcionários, entre outros.

Pereira [10] conclui que a gestão de custos na educação também deve ser abordada como uma oportunidade para otimizar o uso dos recursos financeiros. Isso significa que os gestores devem procurar criar meios de obter os melhores resultados com menos recursos.

Santos [11] aborda que a gestão de custos na educação brasileira tem sido um tema muito discutido nos últimos anos. O governo brasileiro vem enfrentando dificuldades para garantir um acesso universal à educação de qualidade, pois as finanças públicas têm sofrido com a crise econômica. O aumento dos custos de ensino tem sido uma das principais barreiras para o acesso à educação de qualidade, pois muitas famílias não têm recursos suficientes para arcar com os custos.

Santos [11] apresenta ainda que uma análise crítica dos especialistas mostra que a gestão de custos na educação brasileira é inadequada e não permite o acesso universal à educação de qualidade. A gestão de custos deve ser realizada de forma a garantir que os recursos sejam alocados de forma eficiente e eficaz. Além disso, a gestão de custos deve ser orientada para atender às necessidades sociais, garantindo que os recursos sejam

alocados de forma equitativa e que a qualidade do ensino seja garantida.

Santos [11] afirma ainda que no Brasil, é preciso pensar em medidas que procurem aumentar a eficiência na gestão de custos, promovendo o acesso universal à educação de qualidade. Algumas medidas podem ser implementadas, como a redução dos custos de infraestrutura e a melhoria da qualidade do ensino, aumentando a qualificação dos professores e o investimento em tecnologia. Além disso, é preciso incentivar a participação da sociedade na gestão das finanças públicas, para que os recursos sejam distribuídos de forma mais equitativa.

É ressaltado por Santos [11] que a gestão de custos na educação brasileira é um tema muito importante e crítico. O Brasil possui um dos sistemas educacionais mais desiguais do mundo, com grandes disparidades entre as regiões mais ricas e as mais pobres. Como resultado, a gestão de custos é fundamental para garantir que os recursos disponíveis sejam gastos de forma eficaz e eficiente, a fim de melhorar a qualidade do ensino e acesso à educação.

Santos [11] apresenta que um dos principais desafios para a gestão de custos na educação brasileira é a falta de financiamento adequado para as escolas. Muitas vezes, as escolas, principalmente as públicas, têm que lidar com grandes restrições de orçamento, o que dificulta a implantação de programas educacionais, melhoria da infraestrutura escolar e melhoria da qualidade do ensino.

Outro desafio importante citado por Santos [11] é a falta de transparência na gestão de custos. Os gestores das escolas costumam ter dificuldades em acompanhar os gastos da escola, o que dificulta o controle de recursos e o acompanhamento de resultados. Além disso, as escolas também costumam ter dificuldades em identificar o que é prioridade na sua gestão de custos, o que também contribui para o desperdício de recursos.

Para garantir que a gestão de custos na educação brasileira seja eficaz, é necessário que os gestores das escolas sejam treinados

para que possam entender os benefícios de uma boa gestão de custos, além de serem capazes de aplicar as melhores práticas. É preciso também incentivar os gestores a serem transparentes quanto aos gastos da escola, de modo a garantir que todos os recursos sejam gastos de maneira adequada. Por último, é importante que os gestores sejam responsáveis por acompanhar os resultados da sua gestão, para que possam identificar quais ações resultam em melhores resultados para a escola.

Santos [11] conclui, portanto, que é preciso que seja realizada uma análise crítica da gestão de custos na educação brasileira, para que sejam estabelecidas políticas eficientes para garantir o acesso universal à educação de qualidade.

Outra forma de controlar os custos apresentada por Santos [11] é estabelecer um sistema de controle de qualidade para garantir que os serviços prestados pela escola sejam de alta qualidade. O monitoramento dos resultados da escola também deve ser realizado para garantir que sejam atingidos os objetivos estabelecidos.

Finalmente, é importante ter em mente que a gestão de custos envolve não apenas a análise dos custos atuais, mas também o planejamento para o futuro. Isso inclui a determinação de metas de custo, a avaliação dos resultados e a adoção de medidas corretivas para garantir que a escola esteja operando de forma rentável conforme apresentado por Santos [11]:

1. Utilize o orçamento de forma responsável: O orçamento de uma escola deve ser cuidadosamente planejado e gerenciado para que os recursos sejam gastos de maneira eficiente e responsável. Isto significa não apenas evitar gastos desnecessários, mas também encontrar maneiras de economizar e otimizar o uso do orçamento;
2. Utilize tecnologia para reduzir custos: A tecnologia pode ser uma grande vantagem para reduzir os custos de uma escola. Por exemplo, os sistemas de

controle de acesso eletrônico ajudam a reduzir os custos de segurança, enquanto o uso de tecnologias educacionais pode ajudar a reduzir o custo de material didático e aumentar a eficácia dos professores;

3. Reduza custos com infraestrutura: Gastos com infraestrutura, como mobília e equipamentos, podem ser significativos. Uma escola deve procurar maneiras de economizar neste setor. Isso pode incluir procurar por fornecedores mais baratos, alugar equipamentos, reutilizar móveis antigos e até mesmo usar recursos locais e materiais recicláveis;
4. Use maneiras criativas para economizar: Existem muitas outras maneiras criativas de economizar nos custos de uma escola. Por exemplo, as escolas podem usar voluntários para ajudar em projetos, trabalhar com empresas locais para obter descontos e até mesmo desenvolver parcerias para compartilhar recursos.

Carvalho [3] corrobora a ideia exposta acima citando que a responsabilidade de gerenciamento de custos de uma unidade escolar pública do estado do Rio de Janeiro é um assunto complexo. O cenário geral é caracterizado por uma série de fatores que não são somente financeiros, mas também educacionais, sociais, econômicos, culturais e políticos. A responsabilidade de gerenciar os custos escolares e assegurar a qualidade da educação para todos os alunos é, portanto, um desafio para todos os envolvidos.

Para garantir o cumprimento deste objetivo, várias medidas devem ser tomadas. A gestão financeira deve ser adequada, a fim de garantir que os recursos sejam alocados de forma eficiente para os objetivos educacionais. Além disso, as informações sobre os custos e as receitas devem ser transparentes e estar disponíveis para todos os envolvidos, de modo que a responsabilidade fiscal seja garantida.

Carvalho [3] informa ainda que a gestão de recursos humanos também é essencial. É necessário garantir que os professores e

funcionários sejam treinados e qualificados para oferecer um ensino de qualidade. A seleção e contratação de professores e funcionários deve ser realizada com responsabilidade, a fim de garantir que os melhores candidatos sejam contratados.

Além disso, é necessário promover a inovação na educação, a fim de garantir que o ensino seja o mais eficaz possível. Esta inovação deve incluir o uso de tecnologias da informação, a fim de aumentar a eficiência do ensino.

Finalmente, o autor [3] conclui que é necessário promover a participação ativa dos pais e dos alunos na gestão da unidade escolar. A participação ativa dos pais e dos alunos deve ser incentivada, de modo que possam contribuir para a melhoria da qualidade do ensino.

Em suma, gerenciar os custos e assegurar a qualidade da educação para todos os alunos é um desafio complexo. No entanto, com uma boa gestão financeira, responsabilidade fiscal, gestão de recursos humanos, inovação na educação e participação ativa dos pais e dos alunos, é possível garantir que a qualidade da educação seja mantida.

3 O Gerenciamento de Custo nas Escolas Públicas do Rio de Janeiro – Análise prática

Nesta análise prática será apresentada a Escola Municipal Alpha localizada no município do Rio de Janeiro. Como qualquer instituição pública de ensino ela está enquadrada, dentre outras, à Lei nº 9.394/1996 [12] que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Segundo esta Lei [12] os Recursos financeiros destinados à educação são provenientes de: I - receita de impostos próprios da União (mínimo de 18%), do Estado e do Município (mínimo de 25%); II – receita de transferências constitucionais e outras transferências; III – receita do salário-educação e de outras contribuições sociais; IV

– receita de incentivos fiscais e; V – outros recursos previstos em lei.

A Lei [12] aborda ainda que serão considerados como de manutenção e desenvolvimento do ensino as despesas que se destinarem a remuneração e aperfeiçoamento de docentes e profissionais da educação; manutenção e construção de equipamentos necessários ao ensino; aquisição de material didático-escolar e manutenção de programas de transporte escolar, entre outros.

Portanto a escola recebe uma verba pré-determinada do governo para seu funcionamento e manutenção, cabendo ao gestor organizar e gerenciar o custo da instituição.

Segundo a Lei 5623-13 [13] a nomeação para os cargos de comissão de Diretor, Diretor Adjunto, Coordenador Pedagógico é exclusiva para profissionais que já estejam integrados ao Quadro de Pessoal do Magistério da SME e a escolha do Diretor se dá por consulta à comunidade escolar.

Segundo a Resolução SME 1.074/2010 [14] cabe ao diretor da escola, junto com sua chapa, composta com os demais cargos de comissão, a gestão da escola como um todo, dentre os temas está a gestão do custo, a coordenação pedagógica, a gestão de Recursos Humanos, o atendimento aos pais e a comunidade entre outros.

Após ser eleito o diretor passa por um treinamento em gestão fornecido pela Secretaria Municipal de Educação. Vale ressaltar que este profissional tem formação acadêmica, principalmente em pedagogia. O que traz um grande desafio no aprimoramento das atividades gerenciais do profissional fora outras tantas demandas que fazem parte da atribuição de seu cargo.

4 Considerações Finais

A partir dos dados obtidos neste estudo, conclui-se que a implementação de um gerenciamento de custos efetivo em uma unidade pública escolar na cidade do Rio de

Janeiro é essencial para garantir que os recursos sejam utilizados da melhor maneira possível. O gerenciamento de custos deve envolver a análise de todas as áreas da escola, os custos de operação e a eficácia da execução de projetos.

Além disso, é importante que os gestores considerem as tendências econômicas e estratégicas para maximizar o retorno dos investimentos realizados na unidade escolar. Por fim, recomenda-se que um processo de monitoramento e avaliação seja implementado para garantir que o gerenciamento de custos seja eficaz e que os resultados sejam positivos.

Ao longo deste trabalho, foi possível constatar que a gestão de custos de uma unidade pública escolar na Cidade do Rio de Janeiro é uma atividade complexa e que exige um bom planejamento, controle e monitoramento para garantir o bom desempenho orçamentário e financeiro da unidade.

Apesar da complexidade, foi possível concluir que a gestão eficiente dos recursos é fundamental para que os objetivos da unidade sejam alcançados, pois a eficácia do processo de gestão de custos está diretamente ligada à qualidade dos serviços prestados e à satisfação da comunidade escolar.

Além disso, foi possível constatar que a adoção de boas práticas de gestão de custos é fundamental para que a unidade escolar possa reduzir custos e adequar a sua estrutura orçamentária à realidade financeira da Cidade do Rio de Janeiro.

Portanto, a gestão de custos em unidades escolares na Cidade do Rio de Janeiro é uma prática indispensável para garantir o bom desempenho orçamentário e financeiro da unidade e, ao mesmo tempo, proporcionar melhores condições de ensino para a comunidade escolar. Exigindo desta forma que os administradores da unidade se mantenham atentos aos custos, para garantir que os serviços oferecidos sejam mantidos dentro dos limites orçamentários aprovados. Esta responsabilidade requer que os

administradores monitorem os custos de todos os serviços, desde os custos de manutenção e fornecimento de materiais até o controle de desperdícios entre outros.

Além de monitorar os custos, também é necessário que os administradores da unidade escolar pública do Estado do Rio de Janeiro desenvolvam estratégias para redução dos mesmos, sem prejudicar a qualidade do serviço oferecido. Por exemplo, eles podem procurar fornecedores de serviços e materiais de qualidade, mas com custos mais baixos ou então desenvolver projetos beneficentes como “Pais na Escola” os quais recorrem ao auxílio dos responsáveis de alunos matriculados e da vizinhança de modo geral, de modo que a comunidade se envolva em certos serviços de manutenção, o que faz com que a escola não precise desembolsar esta verba.

Além disso, os administradores também precisam garantir que os serviços sejam entregues dentro do tempo previsto, a fim de evitar desperdício de recursos.

Outra área em que os administradores precisam prestar atenção é o monitoramento dos gastos dos funcionários, a fim de garantir que os recursos sejam usados de forma apropriada. Por exemplo, é importante que os administradores da unidade escolar pública do Estado do Rio de Janeiro fiscalizem os gastos dos funcionários com despesas de custeio, uso excessivo de materiais ou até mesmo desperdício dos materiais ofertados afim de garantir que estes gastos estejam de acordo com as diretrizes orçamentárias aprovadas.

Em suma, a responsabilidade de gerenciamento de custos de uma unidade escolar pública do Estado do Rio de Janeiro requer atenção constante de seus gestores, para garantir que os serviços sejam prestados dentro dos limites orçamentários aprovados e para reduzir os custos, sem comprometer a qualidade do serviço oferecido, cabendo ao Estado prover treinamento suficiente ao profissional que se dispôs a aderir a função de diretoria. Além de demandar também do profissional a dedicação para o desenvolvimento de tal função.

5 Referências

- [1] ALVES, R. T.; SILVA, J. A. *Gerenciamento de custos de uma unidade escolar: Estudo de caso*. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, v. 14, n. 4, p. 89-100, 2017.
- [2] BARRETO, M. M.; COSTA, E. M. *Gerenciamento dos custos em unidades escolares como ferramenta para melhoria da gestão*. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, v. 15, n. 4, p. 78-88, 2018.
- [3] CARVALHO, J. G. S.; SILVA, D. R. *Uma abordagem sobre gerenciamento de custos para escolas públicas: Estudo de caso.*, v. 10, n. 3, p. 93-106, 2013.
- [4] GONÇALVES, G. P.; FERREIRA, R. S. *Gerenciamento de custos para unidades escolares: O caso da Escola Estadual de Ensino Fundamental “Cezar de Souza”*. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, v. 13, n. 3, p. 58-68, 2016.
- [5] PMI. Project Management Institute. *Um Guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 6ª edição ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- [6] SOARES, R. M.; SILVA, L. S. *Análise de custos em escolas de ensino médio públicas*. Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, v. 12, n. 2, p. 67-77, 2015.
- [7] ALVES, R. T.; PEDROSA, J. *Uma abordagem sobre serviços em educação: uma proposta de organização*. Jornal Portal Educação, v. 14, n. 37, p. 1-20, 2014.
- [8] GONÇALVES, M. F. *Serviços educativos: Um estudo sobre a formação de profissionais*. Revista Educação e Pesquisa, v. 30, n. 1, p. 67-86, 2004.
- [9] SILVA, A. Y. et al. *Serviços educativos: Uma abordagem histórica e crítica*. Revista Educação e Pesquisa, v. 22, n. 2, p. 155-174, 1996.
- [10] PEREIRA, P. F. *Serviços educativos: Uma discussão sobre o papel das salas de informática*. Educação em Revista, v. 40, n. 1, p. 55-70, 2014.
- [11] SANTOS, M. S. *Serviços educativos: Uma análise das práticas de gestão escolar*. Educação em Revista, v. 36, n. 2, p. 113-132, 2010.
- [12] BRASIL. *Lei nº 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União. Brasília: DF, 20 dez. 1996.
- [13] BRASIL. *Lei nº 11.947*, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nos 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória no 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei no 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 2009.
- [14] RIO DE JANEIRO. *Resolução SME nº261*, de 28 de abril de 2021. Estabelece diretrizes para avaliação escolar na rede pública do Sistema Municipal de ensino, em caráter excepcional, no período de pandemia – biênio 2020/2021 e dá outras providências.



A gestão da comunicação na arquitetura

Communication management in architecture

OLIVEIRA, Fernanda¹; CUNHA, Pedro Henrique²

fernanda.souza.o@hotmail.com¹; pedro.cunha@poli.ufrj.br²

¹Arquiteta e urbanista, Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos.

²Mestre em administração, Université D'Angers.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Planejamento

Comunicação

Arquitetura

Keywords:

Planning

Communication

Architecture

Resumo:

Em um ambiente de trabalho é imprescindível uma boa comunicação de forma que as mensagens que se queiram comunicar sejam entregues por canais adequados e em momentos certos. No ambiente da arquitetura não é diferente, a gestão da comunicação é fundamental para construir e manter relacionamentos positivos, sejam com clientes, fornecedores, parceiros ou com a sociedade. O processo de planejar, implementar e controlar as atividades de comunicação busca estabelecer um planejamento estratégico que define objetivos a partir de mensagens claras e coesas, alinhadas com os valores da organização. Neste trabalho abordaremos a questão da gestão da comunicação eficaz em escritórios de arquitetura no qual é necessário organização e planejamento, evitando-se ruídos, uma vez que a produção é dividida em várias fases de projeto, envolvendo diversas equipes e recursos. A eficácia dos processos pode ser avaliada através de métricas para monitoramento, podendo ser revisadas e adaptadas continuamente a fim de atingir melhorias e garantir qualidade.

Abstract

In a work environment, effective communication is essential, ensuring that the intended messages are delivered through appropriate channels and at the right moments. In the field of architecture, this principle holds true as well. Communication management is crucial for building and maintaining positive relationships, whether with clients, suppliers, partners, or society. The process of planning, implementing, and controlling communication activities aims to establish a strategic plan that sets objectives based on clear and cohesive messages aligned with the organization's values. In this study, we will address the issue of effective communication management in architectural offices, where organization and planning are necessary to avoid misunderstandings. This is especially important as production is divided into various project phases involving multiple teams and resources. The effectiveness of these processes can be assessed through monitoring metrics, which can be continuously reviewed and adapted to achieve improvements and ensure quality.

1. Introdução

A comunicação é um meio fundamental de interação entre seres humanos desde os primórdios da humanidade. As transmissões de informações e a necessidade de comunicação foi crucial para sobrevivência, coordenação de atividades e a construção de relações sociais. Seja a comunicação não verbal através de gestos e expressões corporais, a comunicação oral através da linguagem reproduzida por sons e palavras e a comunicação visual representada por desenhos ou símbolos, são mensagens que traduzem a necessidade do compartilhamento de informações que a humanidade desenvolveu chegando aos dias atuais com avançados canais de comunicações, por meios digitais, conectando cada vez mais pessoas e aumentando interações independentemente da localização geográfica.

Na questão da arquitetura, a comunicação tem um papel extremamente importante pois envolve habilidades criativas que precisam ser transmitidas para o projeto arquitetônico. A concepção de ideias, conceitos e detalhes podem ser representadas por croquis, desenhos técnicos e imagens computadorizadas. Essas representações transmitem a mensagem de qual é a intenção do arquiteto ao cliente, aos fornecedores, construtores e demais envolvidos.

Por envolver diversos recursos a integração é fundamental para o sucesso de um projeto de arquitetura. O PMBoK (*Project Management Body of Knowledge*) define como integração de projetos a área de conhecimento que vai detectar, definir, conciliar, unificar e coordenar todas as atividades pertinentes a um projeto.[1] A comunicação eficaz entre as partes envolvidas, a coordenação, colaboração e gerenciamento de todas as tarefas e recursos são pontos importantes para garantir funcionalidade e harmonia com o ambiente e integração do projeto no geral. Esse processo é contínuo e fundamental para atender os requisitos.

2. A gestão de projetos aplicada à Arquitetura

A gestão de projetos aplicada à arquitetura envolve a utilização de princípios e práticas de gestão de projetos específicos ao campo da arquitetura. Isso é essencial para garantir que os projetos arquitetônicos sejam planejados, executados e concluídos de maneira eficiente, atendendo, assim, aos requisitos do cliente e às metas do projeto. É caracterizado como temporário, progressivo e gera um resultado único. É necessário planejamento, execução e controle com o objetivo de entrega exclusiva, através de etapas e recursos limitados. Deve possuir objetivo claro, pois implicam em recursos humanos e financeiros para serem executados.[2]



Fonte: Vobi [2]

Alguns aspectos importantes como a definição do escopo e objetivos envolve compreender as necessidades do cliente, os requisitos do projeto e os resultados desejados. O escopo do projeto e seus objetivos devem estar claramente definidos.

O gerenciamento do escopo do projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para terminar o projeto com sucesso. O

gerenciamento do escopo do projeto está relacionado principalmente com a definição e controle do que está e do que não está incluso no projeto.[1]

O planejamento do projeto consiste em desenvolver um plano detalhado que aborde aspectos como cronograma, orçamento, recursos, equipe, riscos e comunicação. Os projetos precisam de um escopo claro, articulado e definido com prazos estabelecidos e comunicar informações importantes como o que é preciso ser feito em cada etapa e o tempo de execução previsto para cada atividade. O escopo do projeto deve incluir informações sobre como se comunicar e envolver o público-alvo como pesquisas de mercado, *feedback*, estratégias de marketing e comunicação, envolvimento nas redes sociais e outras atividades que visam expectativas do público-alvo e, além disso, refletir a preocupação dos gestores com o cumprimento das metas estabelecidas. [3]

É imprescindível que se tenha uma comunicação eficiente, constante e eficaz com todas as partes interessadas, incluindo clientes, membros da equipe, engenheiros, consultores e empreiteiros. A comunicação clara é essencial para evitar mal entendidos e garantir que todos estejam alinhados. O processo que envolve as comunicações de um projeto surge das necessidades dos clientes, passam por diversas fases e são de extrema importância quando há mudanças.[4] O gestor deve ter em mente que suas decisões impactam sobre os *stakeholders*, até mesmo os menos envolvidos podem sofrer consequências por alguma falha nas informações do projeto. A comunicação está conectada as demais Áreas de Conhecimento. Todos os aspectos do projeto são integrados através da comunicação a qual deve ser realizada e monitorada em todas etapas do projeto.

A gestão de equipe é o processo de liderar, coordenar e administrar um grupo de pessoas para alcançar metas e objetivos comuns de maneira eficiente. Uma gestão de equipe bem sucedida conta com uma combinação de habilidades de liderança, comunicação, organização e motivação. Uma

equipe bem coordenada é o caminho para o sucesso do projeto e a atribuição de responsabilidades claras promove a colaboração entre os membros da equipe.

O orçamento e o controle de custos devem ser elaborados de forma realista e acompanhados ao longo do projeto. Registros detalhados dos gastos e ajustes feitos conforme a necessidade são a garantia para que o projeto permaneça dentro do orçamento, assim como o cronograma abrangendo as fases e os prazos monitorados a fim de que sejam cumpridos.

A identificação e avaliação de riscos potenciais e desenvolvimento de estratégias para mitigá-los é uma importante área da gestão de projetos. Entende-se desta forma pois o gestor e a equipe devem estar preparados para lidar com desafios inesperados que possam surgir.

Na área da arquitetura há demanda por documentações e regulamentações afinal existem leis a serem seguidas e regulamentos que precisam ser obedecidos. A documentação rigorosa de todos os aspectos do projeto, incluindo desenhos, especificações e contratos, garantem que o projeto esteja em conformidade com as regulamentações e normas aplicáveis.

Padrões e controle de qualidade devem ser implementados nos processos do escritório a fim de garantir que o trabalho seja realizado de acordo com padronizações de arquivos, materiais utilizados e demais necessidades que sejam postas pela equipe com objetivo de manter um padrão de comunicação.

2.1. A comunicação

A comunicação é o processo de transmitir informações, ideias, pensamentos, sentimentos ou mensagens, por meio de diversos meios e canais. A eficácia da comunicação depende da clareza da mensagem transmitida, da compreensão mútua entre as partes envolvidas e da capacidade de ouvir e responder adequadamente. Na arquitetura a comunicação é vital para transformar ideias

em realidade. Ela abrange desde a compreensão das necessidades do cliente até a colaboração entre equipes, criação de representações visuais e a documentação detalhada. A relação entre o arquiteto e o cliente envolve comunicação em várias etapas do processo, desde a concepção inicial até a conclusão do projeto.

Os principais elementos da comunicação incluem:

2.1.1. Emissor:

A pessoa ou entidade que inicia a mensagem a ser comunicada. No caso do arquiteto é ele quem inicia essa comunicação através da necessidade de captar clientes, mostrando o seu trabalho e capacidade de solucionar o desejo do cliente.

2.1.2. Mensagem:

A informação, ideia ou conteúdo que será transmitida. A arquitetura não é apenas sobre formas físicas, mas também sobre transmitir significados, intenções e experiências por meio do ambiente construído. Os espaços arquitetônicos comunicam mensagens aos usuários por meio de sua organização, layout, forma e materiais.

2.1.3. Canal:

O meio pelo qual a mensagem é transmitida, como a fala, a escrita ou através da tecnologia. Arquitetos precisam entender as necessidades do cliente para atender às suas demandas. A comunicação aberta e constante com o cliente, seja pessoalmente ou virtualmente, ajuda a alinhar as expectativas e garantir que o projeto esteja na direção certa.

2.1.4. Receptor (ou destinatário):

A pessoa ou grupo à quem se destina que recebe e interpreta a mensagem. O cliente espera por uma solução para o seu ambiente e desempenha o papel importante de receptor da comunicação. É para o cliente que o projeto arquitetônico será desenvolvido, e é fundamental entender suas necessidades, desejos e expectativas para criar um espaço que atenda às suas demandas.

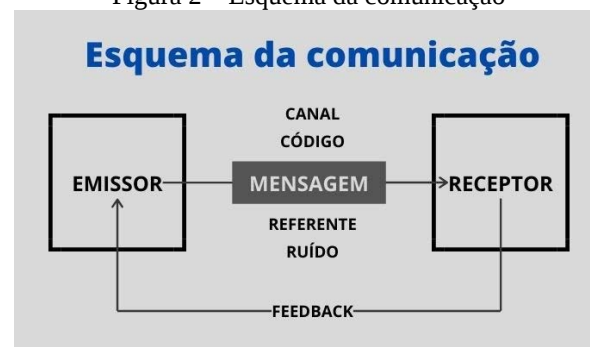
2.1.5. Feedback:

A resposta ou reação do receptor à mensagem, que permite ao emissor avaliar se a mensagem foi compreendida.

Esses elementos trabalham em conjunto para criar uma comunicação eficaz. É válido ressaltar que a comunicação é um processo complexo e dinâmico, sujeito a interpretações e influências variadas.

A barreira na comunicação pode ocorrer quando há ruídos, distorções ou mal-entendidos que interferem na compreensão da mensagem.

Figura 2 – Esquema da comunicação



Fonte: Significados [5]

O processo de comunicação só é completo quando há o retorno do que foi dito, havendo uma resposta, ou seja, um feedback do assunto comunicado.[6]

A comunicação tem o poder de ser um fator agregador de uma equipe, através de mensagens claras, canais estrategicamente escolhidos e consciência sobre o melhor momento para transmitir informações. Líderes comunicativos são capazes de delegar tarefas, reforçar a cultura da empresa, responder com feedback, mediar conflitos, construir bons relacionamentos e capacitar outras pessoas ao diálogo. Dessa forma, o resultado é o fortalecimento da gestão e a construção de ambientes pautados na confiança e na solidez.[7]

2.2. Integração em projetos de arquitetura

A integração em projetos atribui organização, coordenação e combinação de todas as atividades e partes envolvidas no projeto para certificar que ele seja concluído

com sucesso. Compreende identificar e definir objetivos do projeto, elaborar um plano de projeto amplo e abrangente, determinar recursos, observar o progresso, soluções de problemas, tomada de decisões e enfim a entrega final do projeto.

Figura 3 – Área de gerenciamento da integração do projeto



Fonte: PMI [1]

A premissa do gerenciamento da integração é evitar problemas antes mesmo de se tornarem críticos e indicar o momento de concentrar recursos e esforços, atuando e estruturando o trabalho com o objetivo de se obter o sucesso do projeto.[8]

Na arquitetura a integração em projetos é um conceito fundamental que se refere à gestão eficaz e harmoniosa de diferentes elementos e disciplinas dentro de um projeto arquitetônico. Isso envolve a colaboração entre arquitetos, engenheiros, designers de interiores, paisagistas, stakeholders e outros profissionais, bem como a integração de diferentes sistemas e tecnologias para criar um projeto coeso e funcional.

Uma equipe integrada nos processos de um escritório de arquitetura promete maior eficiência na produção das etapas e na compatibilização dos projetos. É composta por membros que trabalham bem juntos, têm habilidades complementares e compartilham uma visão comum.

Essas trocas de informações e alinhamento de esforços são fundamentais para garantir e satisfazer os objetivos do projeto. Em suma, a integração em projetos é a união de componentes e partes a fim de garantir sucesso em sua execução e para isso é importante a comunicação eficaz de todos os envolvidos, otimização de recursos, identificação de problemas, alinhamento de

objetivos e metas, controle e monitoramento contínuo e entrega de resultados desejáveis.

2.3. Formas de comunicação nos projetos de arquitetura

A comunicação desempenha um papel crucial em todas as fases do processo arquitetônico, desde a concepção até a construção e pós-ocupação. Existem várias formas de comunicação utilizadas na arquitetura para transmitir ideias, informações e conceitos entre os membros da equipe, os clientes e outras partes interessadas.

2.3.1. Desenhos e Plantas:

Desenhos arquitetônicos, como plantas baixas, cortes, elevações e perspectivas, são ferramentas essenciais de comunicação. Eles ajudam a transmitir a forma, o layout, as dimensões e outros detalhes do projeto de maneira visual. A arquitetura recorre ao desenho como representação de uma ideia. Contudo, é o meio pelo qual o arquiteto constrói sua ideia mental em forma de representação gráfica. Muitos deles utilizam o desenho como instrumento útil com a intenção de produzir imagens arquitetônicas desde o renascimento até os dias de hoje. [9]

2.3.2. Modelos Físicos:

Maquetes em escala podem ser usados para representar projetos. Permite uma compreensão tridimensional mais clara do projeto e são úteis para avaliar proporções, espaços e relações entre elementos.

2.3.3. Renderizações:

Renderizações são representações realistas do projeto em 3D, frequentemente usadas para comunicar a aparência final da construção. Elas podem transmitir materiais, texturas, iluminação e cenários contextuais, ajudando a visualizar o resultado final.

2.3.4. Maquetes Digitais (BIM - Building Information Modeling):

Maquetes digitais são modelos 3D interativos que podem ser explorados em um ambiente virtual. Elas são úteis para apresentações interativas, permitem a navegação pelo projeto como se estivessem no espaço real e ajudam na compatibilização

do projeto e suas instalações apresentando diversas informações pertinentes ao projeto.

Figura 4 – BIM - Building Information Modeling



Fonte: Força Aérea Brasileira [10]

2.3.5. Documentos Escritos:

Documentos escritos, como especificações técnicas, relatórios, contratos e propostas, transmitem informações detalhadas, requisitos e diretrizes do projeto. A clareza é essencial para evitar mal-entendidos.

2.3.6. Reuniões, apresentações e comunicação digital:

Reuniões presenciais ou virtuais são oportunidades para a equipe se comunicar diretamente. E-mails, videoconferências e outros tipos de colaboração online são usados para trocar informações independentemente da localização geográfica.

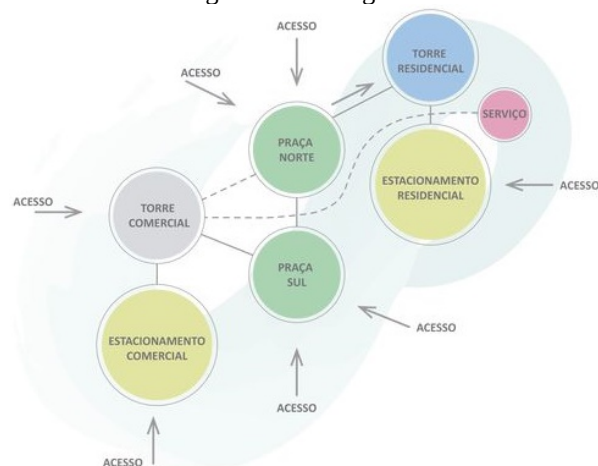
2.3.7. Diagramas e Fluxogramas:

Diagramas esquemáticos, fluxogramas e organogramas são úteis para ilustrar processos complexos e fluxos de trabalho.

2.3.8. Redes Sociais e Plataformas Online:

Plataformas de mídia social e sites de compartilhamento de projetos são usados para divulgar o trabalho ou armazenar arquivos, permitindo alcançar um público mais amplo e obter feedback online.

Figura 5 – Fluxograma



Fonte: Pinterest [11]

3. Métodos para o gerenciamento da comunicação no escritório de arquitetura

Administrar um escritório de arquitetura envolve uma série de responsabilidades para garantir o seu funcionamento. É preciso planejamento para uma boa gestão além de habilidades de liderança, capacidade de tomada de decisão, comunicação eficaz e visão estratégica. Adaptar-se às mudanças e manter um alto padrão de qualidade são essenciais para o sucesso a longo prazo. Métodos, mecanismos e tecnologias de comunicação são tão importantes quanto a informação que se quer comunicar. As tecnologias de comunicações usadas nos projetos devem estar disponíveis para toda a equipe. Os métodos mais comuns nos projetos de arquitetura hoje em dia são troca de e-mails, reuniões e ligações telefônicas além de meios de comunicações como redes sociais e aplicativos de mensagens que apesar de informais são capazes de solucionar algumas demandas em pouco tempo.[12]

É importante evitar que ocorram barreiras nas comunicações, elas tendem a distorcer o objetivo, dificultando uma comunicação eficaz. O PDCA é um método de gestão de quatro etapas usado para a melhoria contínua de processos, produtos ou serviços e pode ser utilizado nos escritórios de arquitetura com a finalidade de melhorar os processos e garantir qualidade. Uma vez concluída a fase de Ação, o ciclo recomeça com a fase de Planejamento, criando um loop contínuo de melhoria como

mostra o ANEXO A [13]. O ciclo PDCA é amplamente utilizado para aumentar a eficiência, qualidade e desempenho geral. É um conceito fundamental no campo da melhoria contínua, monitoramento e qualidade.

3.1. Tarefas sistematizadas

Sistematizar tarefas envolve a criação de um processo organizado e estruturado para realizar uma série de atividades de maneira consistente. A sistematização não é um processo único e à medida que as necessidades mudam e novas informações surgem, é importante adaptar e aprimorar continuamente o sistema para garantir sua eficácia como nos processos de produção das etapas de projeto para que possam ser ensinados aos colaboradores da equipe e aprendidos com facilidade.

3.2. Etapas de projeto definidas

As etapas de projeto são divididas em fases dependendo do escopo e o processo de projeto de arquitetura envolve várias etapas que ajudam os arquitetos a criar soluções eficazes e esteticamente agradáveis para os espaços e ambientes. Essas etapas são divididas em levantamento de informações que reúne informações sobre o local, requisitos do cliente, restrições do projeto, pesquisas sobre regulamentações locais, códigos e normas. Já o programa de necessidades define os requisitos específicos do projeto como funcionalidades e áreas necessárias. No estudo preliminar são desenvolvidos esboços e estudos iniciais para explorar diferentes conceitos, fluxos de circulação e relações entre os espaços. No anteprojeto é refinado os conceitos iniciais do estudo preliminar e é desenvolvido plantas baixas, cortes, elevações e informações mais detalhadas. No projeto executivo expõe-se desenhos técnicos detalhados que servirão como guia para a construção, especificações de materiais, acabamentos, detalhes construtivos e sistemas técnicos. Aprovações e Permissões são documentações necessárias para obter aprovações governamentais e permissões de construção. Selecionar empreiteiros e fornecedores é tarefa que

precede a execução em si da obra. O acompanhamento é o processo para garantir que o projeto seja executado de acordo com os desenhos e especificações com visitas regulares ao canteiro de obras para monitorar o progresso da construção. Por fim a entrega se realiza com inspeções finais para garantir que todos os requisitos tenham sido atendidos.

3.3. Arquivos padronizados

No contexto da arquitetura, arquivos padronizados referem-se a um conjunto de diretrizes, formatos e procedimentos usados para organizar e armazenar documentos, desenhos, modelos e outros tipos de informações relacionadas a projetos de arquitetura. Ter um sistema de arquivos padronizado é essencial para garantir a eficiência, colaboração e rastreabilidade ao longo do ciclo de vida de um projeto assim como *templates* para diferentes tipos de documentos, como propostas, contratos, relatórios, apresentações e uma biblioteca de detalhes construtivos padrão e componentes reutilizáveis.

Manter uma estrutura hierárquica de pastas e nomenclatura de arquivos padronizada reflete a organização do escritório e a categorização dos diferentes tipos de arquivos, facilitando a busca e o entendimento dos arquivos por membros da equipe.

3.4. Canal de comunicação oficial

A escolha de um meio formal ou plataforma de comunicação oficial para transmissão de informações pertinentes aos projetos com a equipe e colaboradores sobre questões relacionadas à gestão, diretrizes e outras informações relevantes é importante para assegurar a comunicação interna do escritório. O canal de comunicação oficial deve ser transparente, consistente e acessível, para que as informações relevantes sejam compartilhadas de maneira satisfatória. O tipo de canal escolhido dependerá da cultura organizacional, da necessidade da equipe e da natureza das informações a serem compartilhadas.

3.5. Softwares de gestão

Escritórios de arquitetura podem se beneficiar muito com o uso de softwares de gestão especializados para otimizar suas operações, gerenciar projetos, colaborar com a equipe e acompanhar as finanças. A escolha do software de gestão dependerá das demandas específicas do escritório, do tamanho da equipe, do tipo de projeto e das funcionalidades mais importantes. É aconselhável testar diferentes opções e analisar qual o software mais se integra às necessidades do escritório.

4. Considerações finais

Este artigo apresentou como é vital a troca de informações para um escritório de arquitetura e pontos significativos e indispensáveis. A comunicação é fundamental quando se trata de lidar com o ser humano e no ambiente de colaboração então, como é o caso de um escritório de arquitetura, é essencial para o sucesso. A comunicação é uma via de mão dupla, é importante não apenas transmitir informações, mas também ouvir ativamente e responder às preocupações e feedbacks dos membros da equipe. Com uma comunicação eficaz, a equipe pode melhorar a cooperação, a produtividade e a atmosfera geral no escritório.

Na prática, a arquitetura, envolve uma série de interações complexas entre arquitetos, clientes, equipes multidisciplinares e outros stakeholders, portanto, é necessário ter alinhamento desde o primeiro encontro com o cliente para elaboração do briefing e pleno entendimento do projeto. A apresentação da ideia deve comunicar visualmente de forma envolvente o conceito desejado.

Toda a documentação, escopo e prazos devem estar definidos para não resultar em frustração e insucesso, afinal, um escritório estruturado com planejamento estratégico e preocupado com a gestão leva o líder a conduzir a equipe qualificada a resultados positivos.

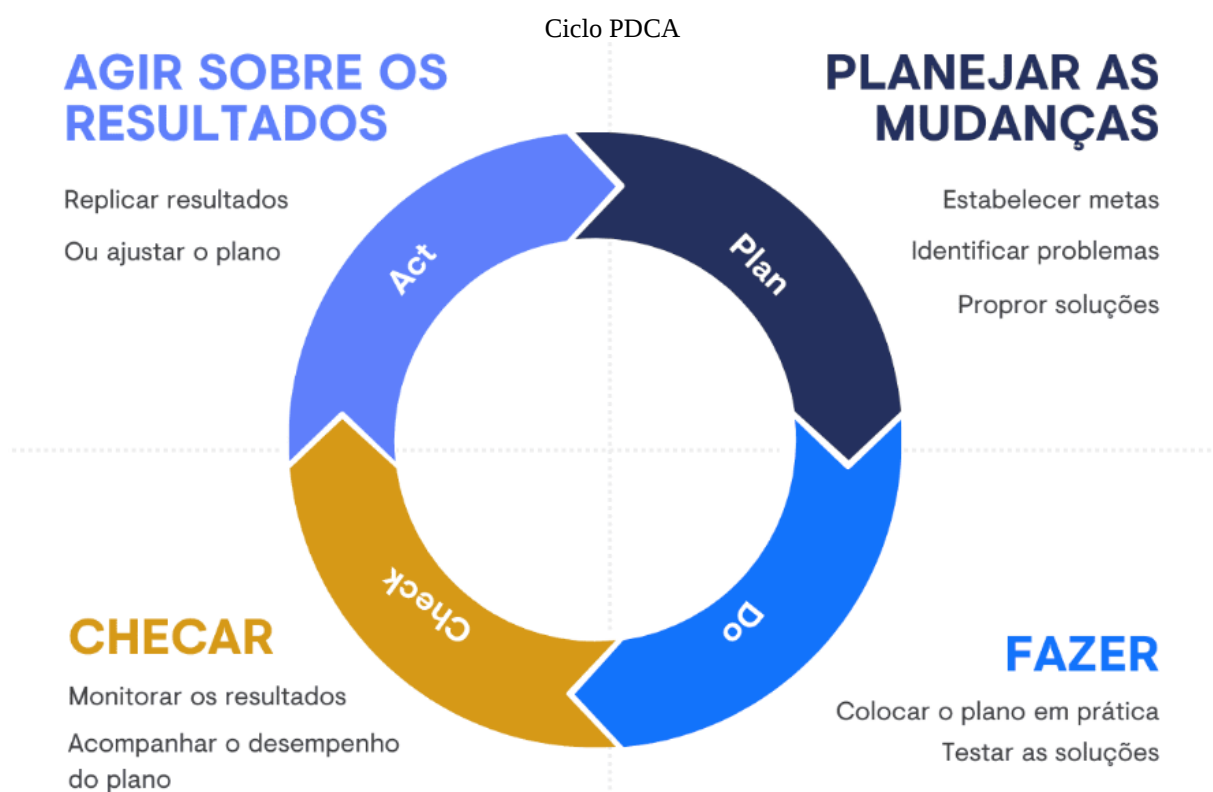
5. Referências

- [1] PMI. Project Management Institute. *A guide to the project management body of knowledge - PMBOK Guide*. 7ª ed. 2021
- [2] VOBI. *Gestão de projetos: o que é e como aplicar no seu negócio*. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://www.vobi.com.br/blog/gestao-de-projetos#o-conceito-de-gestao-de-projetos-de-arquitetura>. Acesso em 20 ago. 2023.
- [3] PROJECT BUILDER. *12 passos para planejar um projeto*. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/12-passos-para-planejar-um-projeto/>. Acesso 12 em ago. 2023.
- [4] RODRIGUES, E. *6 situações em que o Gerenciamento das Comunicações é fundamental*. [s. l.], 2014. Disponível em: <https://www.elirodrigues.com/2014/04/04/6-situacoes-em-que-o-gerenciamento-das-comunicacoes-e-fundamental/>. Acesso em 10 ago. 2023.
- [5] SIGNIFICADOS. *Elementos da comunicação*. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://www.significados.com.br/elementos-da-comunicacao/>. Acesso em 02 ago. 2023.
- [6] SILVA, L. B. B. *O poder da Comunicação nas organizações*. [s. l.], 2011. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/o-poder-da-comunicacao-nas-organizacoes>. Acesso em 02 ago. 2023.
- [7] ZENDESK. *Comunicação Eficaz: estratégias e habilidades para otimizá-la nas organizações*. [s. l.], 2023. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/comunicacao-eficaz/>. Acesso em 20 ago. 2023.
- [8] SILVA FILHO, J. B. *Por que a área de gerenciamento da integração em gerenciamento de projeto é a mais importante?*. [s. l.], 2018. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/por-que->

- [%C3%A1rea-de-gerenciamento-da-integra%C3%A7%C3%A3o-em-%C3%A9-mais](#). Acesso em 10 ago 2023.
- [9] ORTEGA, A. R. *O projeto e o desenho no olhar do arquiteto*. São Paulo: USP, 2000.
- [10] FAB. Força Aérea Brasileira. *CISCEA desenvolve primeiro projeto integralmente em tecnologia BIM*. Distrito Federal, 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/imprime/36009/PROJETOS%20-%20CISCEA%20desenvolve%20primeiro%20projeto%20integralmente%20em%20tecnologia%20BIM>. Acesso em 26 ago. 2023.
- [11] PINTEREST. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/398216792056095233/>. Acesso em 15 ago. 2023.
- [12] BEZERRA, T. *Como gerenciar a comunicação em projetos arquitetônicos*. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://tiagobezerra.com/como-gerenciar-a-comunicacao-em-projetos-arquitetonicos/>. Acesso em 08 ago. 2023.
- [13] HOFRIMANN, S. *Ciclo PDCA: conheça as etapas + exemplo prático*. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://holmes.app/blog/ciclo-pdca-conheca-as-etapas-exemplo-pratico/>. Acesso em 29 ago. 2023.

Anexos e Apêndices

ANEXO A





Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Conselho Editorial:

André Baptista Barcaui, D. Sc. UFRJ, Brasil
Assed Naked Haddad, D. Sc. UFRJ, Brasil.
João Carlos Gonçalves Lanzinha, D. Sc. UBI, Portugal
José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc. UFF, Brasil
Raphael Albergarias Lopes, IPMA, D.Sc. Brasil
Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas, D. Sc. FEUP, Portugal

Comitê Editorial:

Ahmed W. A. Hammad, D. Sc. UNSW, Austrália
Americo Pinto, D. Sc. Brasil
Claudia Garrido Martins, D. Sc. UNCC, EUA
Darci Prado, PhD., Brasil
Diego André Vasco Calle, D. Sc. Usach, Chile
Dieter Thomas Boer, D. Sc. URV, Espanha
Ricardo Viana Vargas, PhD., UFF, Brasil
Sheila Mara Baptista Serra, D. Sc. UFSCar, Brasil
Vivian W. Y. Tam, PhD. WSU, Austrália

Jornalista Responsável, edição e diagramação:

Denise da Silva Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Periodicidade da Publicação

Bimestral

Contato:

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala 207
Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909
(21) 3938-7965
boletimdogerenciamento@poli.ufrj.br