

ISBN 978-85-7267-046-3

ORGANIZAÇÃO
NEUSA MARIA BEZERRA MOTA
GABRIELA DE ATHAYDE DUBOC BAHIA

PROJETO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

INSPEÇÃO PREDIAL, ACESSIBILIDADE
E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

CEUB

BRASÍLIA, 2021

Organização
Neusa Maria Bezerra Mota
Gabriela de Athayde Duboc Bahia

PROJETO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

INSPEÇÃO PREDIAL, ACESSIBILIDADE E
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Brasília
2021



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB

Reitor

Getúlio Américo Moreira Lopes

INSTITUTO CEUB DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - ICPD

Diretor

João Herculino de Souza Lopes Filho

Diretor Técnico

Rafael Aragão Souza Lopes

Conselho Editorial

Fabíola Rago Beltrame (Mackenzie/SP)

Maria Nazaré Batista da Silva (UFRR)

Marcos Honorato de Oliveira (UnB)

Marco Aurélio Souza Bessa (UnB)

Diagramação

Biblioteca Reitor João Herculino

Disponível no link: repositorio.uniceub.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Projeto, execução e manutenção de edificações: inspeção predial, acessibilidade e construção sustentável / organizador, Neusa Maria Bezerra Mota; Gabriela de Athayde Duboc Bahia – Brasília: CEUB; ICPD, 2021.

395 p.

ISBN 978-85-7267-046-3

1. Engenharia Civil. I. Centro Universitário de Brasília. II. Título.

CDU 624

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Reitor João Herculino

Centro Universitário de Brasília – CEUB

SEPN 707/709 Campus do CEUB

Tel. (61) 3966-1335 / 3966-1336

**INSPEÇÃO PREDIAL EM UMA CLÍNICA DE HEMODIÁLISE
SEGUNDO A NBR 16747/2020 05**

Kátia Kauê Vieira Pedra; Neusa Maria Bezerra Mota

**FACHADAS VENTILADAS COM CONCRETO POLIMÉRICO
..... 28**

Andrés Camargo; Gabriela de Athayde Duboc Bahia

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE
OTIMIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE UMA
CONCRETAGEM POR MEIO DA SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL 50**

Lucas Guilherme Badona de Carvalho; Vinícius Resende Domingues

**AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM ESCOLAS
PÚBLICAS DO ENSINO MÉDIO DA REGIONAL DE ENSINO
DO PLANO PILOTO NO DISTRITO FEDERAL 82**

Denia Silva; Gabriela de Athayde Duboc Bahia

**A PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA CONSTRUÇÃO,
MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
PORTUÁRIAS PÚBLICAS DE PEQUENO PORTE – IP4
..... 144**

Icaro da Silva Nogueira; Vinícius Resende Domingues

**OS EFEITOS NOCIVOS OCACIONADOS NAS EDIFICAÇÕES
DEVIDO À AUSÊNCIA DE MANUTENÇÕES PERIÓDICAS**

..... 159
Jéssica Karolini Macedo de Santana; Nielsen José Dias Alves

**A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO
ANALÍTICO PARA OBRAS CIVIS EM UM PROCESSO
LICITATÓRIO NO BRASIL** 233

Lucas de Sousa Oliveira; Neusa Maria Bezerra Mota

**MONITORAMENTO E CONTROLE DE EDIFICAÇÕES EM
ZONAS DE RISCO: A ESCAVAÇÃO DE UM TÚNEL URBANO**

..... 282
Diandra Mara Gonzaga Firmiano; Vinícius Resende Domingues

**EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: ESTUDO DE CASOS DE
EDIFICAÇÕES QUE REALIZARAM RETROFIT PARA
OBTER CERTIFICAÇÃO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**

..... 308
Pedro Henrique da Mota; Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja

**O USO DO PLANO DE INSPEÇÃO PREDIAL (CHECK LIST)
COMO FERRAMENTA NA SEGURANÇA CONTRA
INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS DE LAJES CORPORATIVAS**

..... 349
Carlos Eduardo Diniz Vilanova; Eduardo Alexandre Loureiro Melo

INSPEÇÃO PREDIAL EM UMA CLÍNICA DE HEMODIÁLISE SEGUNDO A NBR 16747/2020

Kátia Kauê Vieira Pedra

Neusa Maria Bezerra Mota

RESUMO

Nos últimos anos, tem tido muita procura por profissionais qualificados na elaboração de laudos de inspeção predial devido à crescente aparições de problemas no pós-obra. Até então eram utilizadas as diretrizes do IBAPE-SP devido à falta de uma norma elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e essa carência foi sentida por diversos anos. No entanto, essa espera chegou ao fim no ano de 2020 com a elaboração da NBR 16747/2020. Os profissionais que estavam acostumados com as orientações do IBAPE - SP não sentirão um grande impacto com a nova norma devido às poucas alterações. Neste trabalho são apresentadas as diferenças entre elas, mostrando o que cada uma traz. Para melhor exemplificar, foi elaborado um laudo de inspeção seguindo quase todas as etapas expostas na nova norma em uma Clínica de Hemodiálise na região de Brasília - DF para demonstrar como poderiam vir os futuros laudos baseados na NBR 16747/2020.

Palavras-chave: Engenharia Diagnóstica. Laudo. Inspeção. Norma.

ABSTRACT

In recent years, a large demand for qualified professionals has been looked for preparation of buildings inspection reports due to the increasing appearances of problems years after. Until then, IBAPE-SP guidelines were used due to the lack of a standard elaborated by the Brazilian Association of Standard (ABNT), and this absence was felt for many years. Nevertheless, this wait ended in the year 2020 with the elaboration of NBR 16747/2020. The professionals who were used to the IBAPE-SP guidance will not fell a huge impact with the new standard because of few changes. This paper presents the differences between them, showing what each one brings. To exemplify, an inspection report was prepared following almost all the steps set out in the new standard in a Hemodialysis Clinic in the region of Brasília - DF to demonstrate how future reports based on the NBR 16747/2020 could come.

Keywords: Diagnostic Engineering. Report. Inspection. Standard.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com um estudo realizado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais (Sinduscon - MG) de 2004 até 2014, a construção civil brasileira cresceu 52,10%, representando um crescimento anual de 7,5% no setor, alavancando o produto interno bruto brasileiro (PIB) e sua economia consequentemente (FIEMG,2014). Neste sentido, com a economia crescente, a demanda por serviços aumentou significativamente e atrelado a isso à rapidez nas construções. O que pode ser favorável por um lado, pode ser prejudicial por outro, principalmente se este acelerado processo construtivo não for bem administrado, controlado e respeitado o tempo correto de execução, podendo gerar diversas manifestações patológicas.

A capital federal, Brasília, viveu e ainda vive em expansão urbanística em diversas regiões administrativas. No entanto, apesar de ser uma cidade nova e em evolução, apresenta inúmeros casos de problemas patológicos nas obras existentes e nas obras que estão em progresso. Um dos pressupostos que tenha causado essas falhas foi o rápido processo construtivo ocorrido como mencionado no início.

Concomitantemente a isto, Brasília viveu momentos turbulentos nos últimos anos, podendo ser bem exemplificado pela queda do viaduto da Galeria dos Estados, na região central do Plano Piloto em 2018 e pela queda de uma varanda do terceiro andar, em Taguatinga Sul em 2019, aumentando o alerta das pessoas para o aparecimento de manifestações patológicas e comprovando a importância de uma manutenção periódica.

Diante disso, tem-se observado uma grande procura por profissionais qualificados na área de perícia de construção devido ao aumento dos problemas apresentados no pós-obra. Questões essas que poderiam ser evitadas caso houvesse manutenções preventivas estabelecidas.

Assim sendo, houve a preocupação de normatizar a confecção de laudos. Até o início deste ano os laudos provenientes de inspeções prediais seguiam as diretrizes elaboradas pelo IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia) devido à ausência de uma norma regulamentadora elaborada pela ABNT

(Associação Brasileira de Normas Técnicas). Porém depois de muitas solicitações dos profissionais da área, a ABNT publicou a nova norma de inspeção predial, a NBR 16747/2020.

Os profissionais que já estavam habituados a usar o modelo do IBAPE não sentirão um grande impacto, pois não houve alterações significativas.

O presente trabalho utilizou como estudo de caso uma edificação na área da saúde, clínica de hemodiálise, que atende a 220 (duzentos e vinte) pacientes renais crônicos, com objetivo de realizar a inspeção predial, com foco na elaboração de um laudo de inspeção, conforme preconiza a ABNT NBR 16747.

2 JUSTIFICATIVA

A recente publicação da NBR 16747 (ABNT, 2020) foi um passo importante para a consolidação da cultura de manutenção ao longo de toda cadeia produtiva da construção civil. Esta norma se aplica às edificações de qualquer tipologia, seja ela privada ou pública, que esteja em fase de uso com histórico de manutenção e tem por objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação.

Por ser uma norma nova, ainda há especulações e dúvidas sobre a sua utilização. Os padrões anteriormente eram seguidos de acordo com os padrões do IBAPE – SP formulado em 2012, diante disso esse presente trabalho irá seguir os novos parâmetros do novo regulamento publicado em maio de 2020.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar um laudo de inspeção, de acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020) de uma clínica de hemodiálise que realiza procedimentos para 220 (duzentos e vinte) pacientes e atendimento ambulatorial.

3.2 Objetivos específicos

- Constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação.

- Classificar as irregularidades constatadas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Localização

A clínica é situada na região administrativa de Samambaia (RA XII), do Distrito Federal, próxima ao Hospital Regional de Samambaia (HRSam). A clínica possui boa localização e fácil acesso, pois está localizada na via principal que divide as quadras 600 e 400 como pode ser visto nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Localização da clínica



Fonte: (Google Earth, 2020)

Na edificação que foi realizada inspeção predial funciona uma clínica que oferece os serviços de hemodiálise e atendimento ambulatorial, atendendo ao Sistema Único de Saúde (SUS) do governo, 220 (duzentos e vinte) pacientes, e também atendendo ao público em geral por meio particular e convênios.

Figura 2 - Fachada frontal da clínica

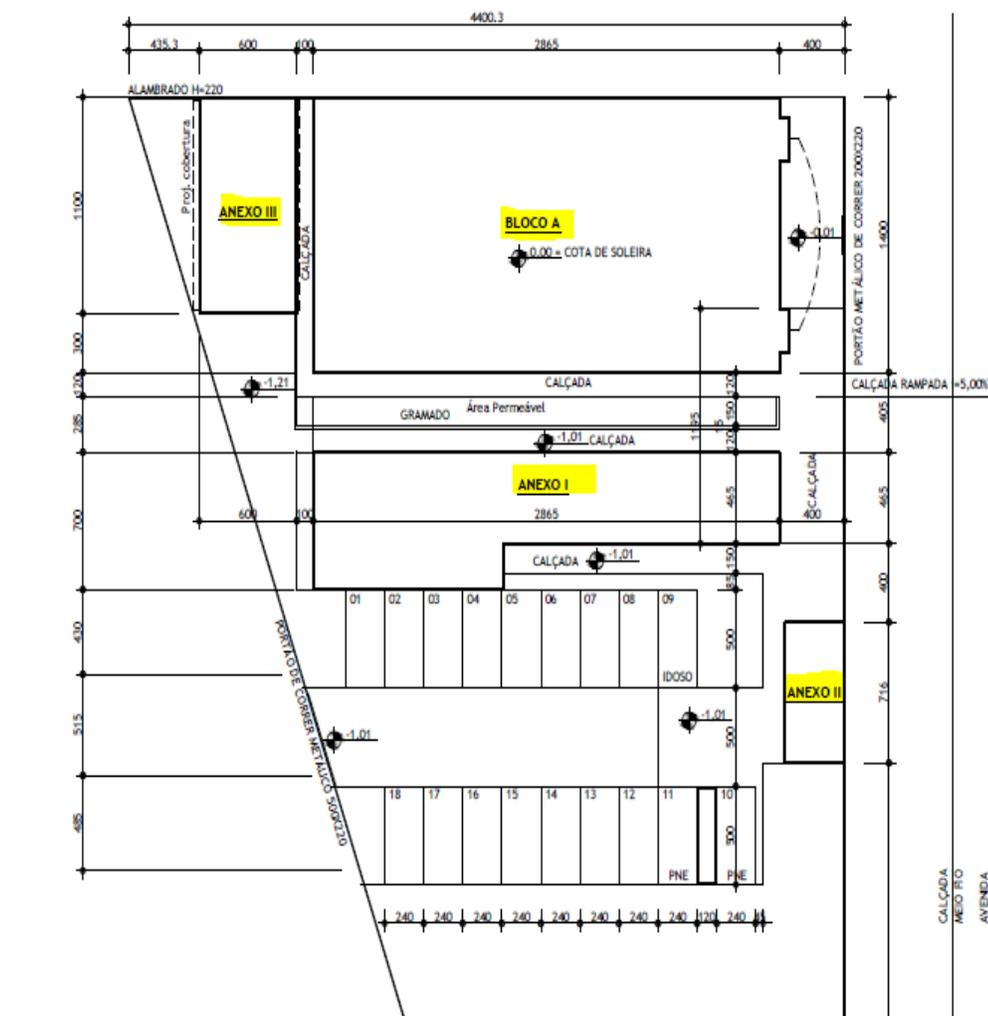


Fonte: Própria (2020)

4.2 Características da Edificação

A clínica foi construída no ano de 2001 em um terreno de aproximadamente 1.200m². Em 2016 o prédio passou por uma reforma pelos novos proprietários do estabelecimento que tinham o intuito de abrir a clínica de hemodiálise que pudesse atender toda a população. No terreno possui 4 edificações, o Bloco A é o prédio principal onde funciona o atendimento aos pacientes, o Anexo I é o estoque e os reservatórios de água, o Anexo II é uma casinha onde fica armazenado os lixos de forma separada para que não haja contaminação no solo nem com as pessoas já o Anexo III possui salas de descanso para os funcionários assim como copa e banheiros de uso privativo dos colaboradores.

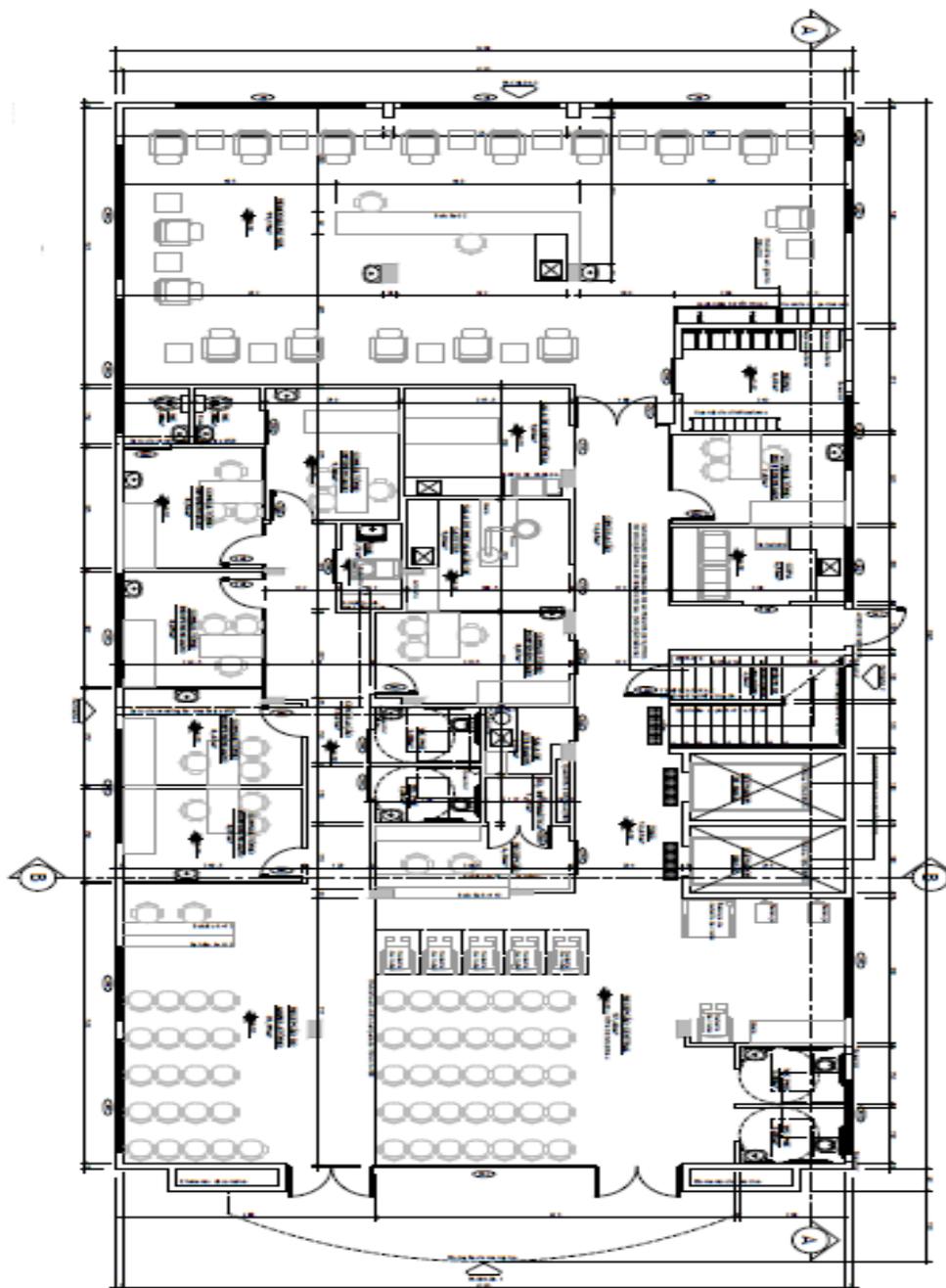
Figura 3 - Disposição das edificações



Fonte: (AutoCAD, 2021)

O bloco principal possui aproximadamente 800 m² somado ao térreo e 1º pavimento. No térreo possui recepção central, 1 (uma) sala de hemodiálise e reuso, 1 (uma) sala multidisciplinar, 1 (um) consultório médico de plantão, 1 (uma) sala de emergência, 3 (três) consultórios indiferenciados e 2 (dois) consultórios diferenciados (possui banheiro), 1 (uma) sala de coleta de sangue, 1 (uma) sala de triagem, 4 (quatro) banheiros PNEs' e 1 (um) depósito de máquinas, conforme a Figura 4 demonstra em sua planta baixa arquitetônica.

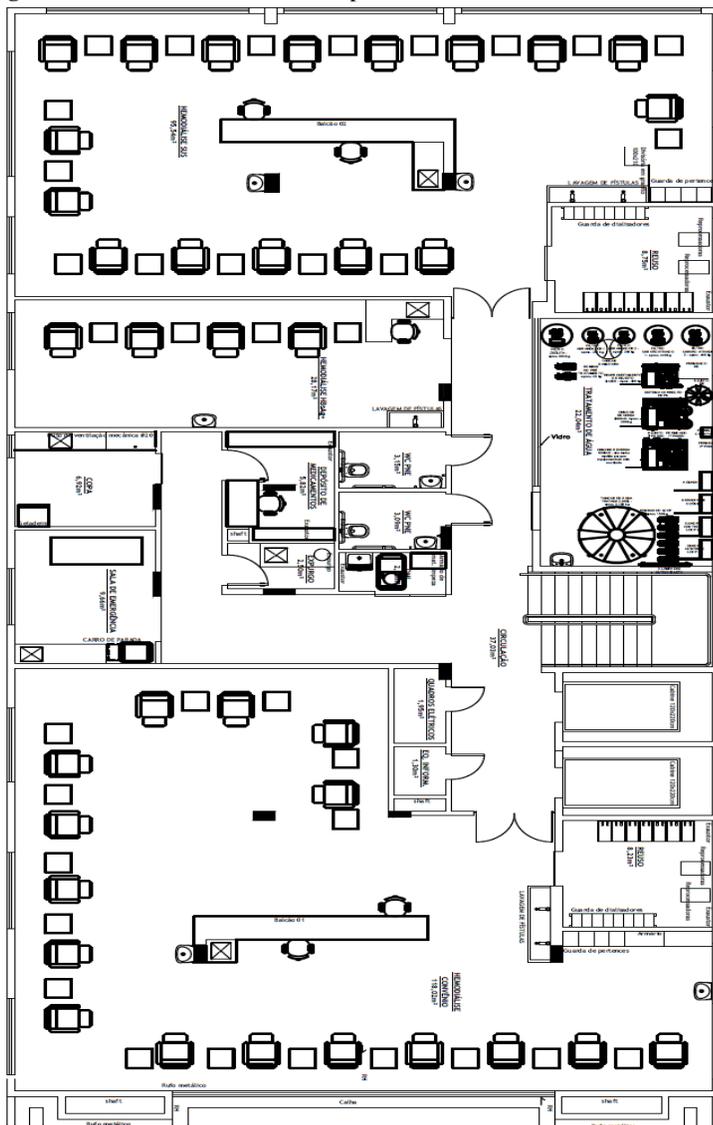
Figura 4 - Planta Baixa Térreo



Fonte: (AutoCAD, 2020)

O primeiro pavimento possui a mesma ideia de layout e dispõe de 2 (duas) salas de hemodiálise e reuso, 1 (uma) sala diferenciada de hemodiálise, 1 (uma) sala de emergência, 1 (um) expurgo, 1 (uma) sala para depósito de medicamentos, 1 (uma) copa, 1 (uma) sala de tratamento de água, e 2 (duas) salas para quadro elétrico e equipamentos de informática. A Figura 5 demonstra a planta baixa deste pavimento.

Figura 5 - Planta Baixa Pavimento Tipo



Fonte: (AutoCAD, 2020)

Este pavimento contém uma particularidade na sala de tratamento de água, prevista também no Art. 17, XVIII da RDC nº 11/2014 (ANVISA, 2014), que segue os parâmetros apresentados nos Arts. 45 a 57, para a qualidade da água como é mostrado na Figura 6. Antes dos pacientes serem instalados para sessão de hemodiálise, são feitos e registrados os testes na água, por técnico especializado, para garantir a qualidade da água e atender as exigências da resolução da ANVISA. Os parâmetros estão demonstrados nos anexos I e II da referida resolução.

Figura 6 - Sala de tratamento d'água.



Fonte: Própria (2020)

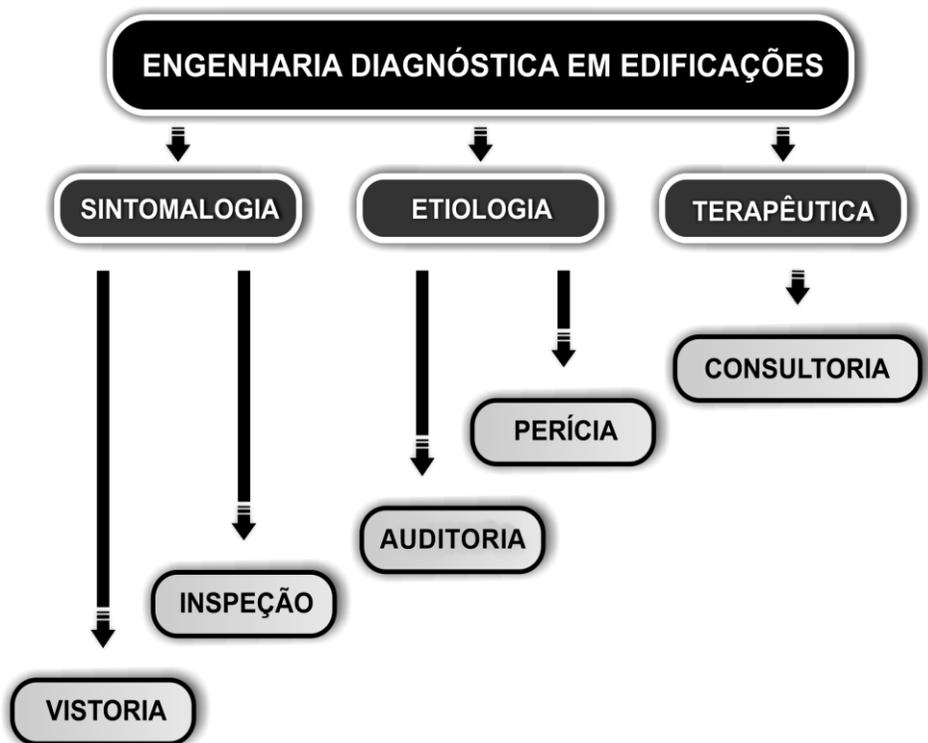
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Engenharia Diagnóstica

A Engenharia Diagnóstica em Edificações foi criada diante da necessidade de conhecimento da verdade e devido às anomalias e falhas recorrentes nas construções e edificações prediais. Nesse contexto, a ciência compunha, juntamente com a Engenharia de Avaliações, a moderna Engenharia Legal, doutrina baseada na observação e na aplicação de conhecimentos técnicos e científicos nas perícias e avaliações com o objetivo de criar provas jurídicas (GIOVANNI, 2018).

No decorrer da graduação e da especialização, foram vistos inúmeros termos relacionados à engenharia diagnóstica, preceitos esses que são confundidos entre si até mesmo por profissionais da área. Para melhor esclarecer segue Figura 7 e conceitos abaixo:

Figura 7 - Engenharia Diagnóstica em Edificações e suas Ferramentas



Fonte: Pimentel (2019)

A **vistoria** se dá pela observação visual dos componentes e sistemas aparentes constatando um fato circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem (ABNT NBR 13752,1996).

A **inspeção** é a avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e manutenção da edificação (IBAPE NACIONAL, 2012). E pode ser classificada quanto ao seu nível, tipo e grau.

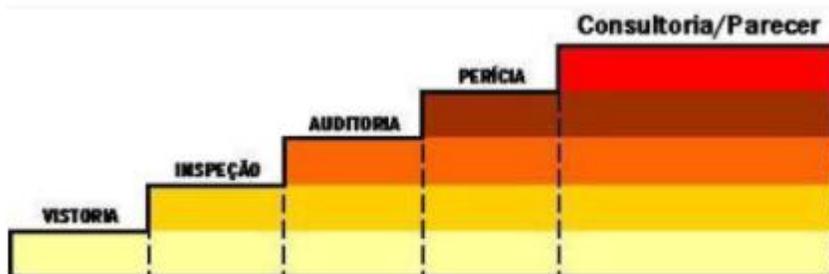
A **auditoria** é um conjunto de procedimentos voltados à análise da conformidade técnica e legal de um empreendimento ou serviço de engenharia ou arquitetura, de acordo com as normas técnicas e jurídicas vigentes (NAE,2012).

A **perícia** é a atividade que envolve apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos (ABNT NBR 13752,1996).

A **consultoria** é o prognóstico e/ou prescrição técnica a respeito de um fato, condição ou direito relativo a um objeto. Tito Lívio Ferreira Gomide – XV COBREAP (2009).

Um dos grandes feitos introduzido pela Engenharia Diagnóstica foi a visão de uma hierarquia lógica (Figura 7.a) e bem fundamentada, dos serviços fornecidos pelos profissionais da área, partindo de um nível mais simples, como a vistoria da edificação, ao nível mais elaborado dos serviços fornecidos conhecido como a consultoria em edificação (Oficina de Textos,2020).

Figura 7.a - Níveis hierárquicos das engenharia diagnóstica



Fonte: Google (2021)

O presente trabalho tem como objetivo seguir a NBR 16747/2020 no entanto as classificações apresentadas no IBAPE - SP são de grande valia para a elaboração de laudos na engenharia, com isso segue as definições apresentadas nas diretrizes do IBAPE - SP e na NBR 16747/2020.

5.1.1 Nível da inspeção

Conforme definido pela Norma de Inspeção Predial – IBAPE/SP de 2012 são três os níveis de complexidade das vistorias realizadas pelos profissionais legalmente habilitados:

Nível 1: vistoria para identificação de anomalias aparentes, elaborada por profissional habilitado e capacitado.

Nível 2: vistoria para identificação de anomalias aparentes identificadas com auxílio de equipamentos, elaborada por profissionais de diversas especialidades. Nele se enquadram edifícios de múltiplos andares, comerciais, residenciais e mistos, centros comerciais, galpões industriais etc.

Nível 3: vistoria para a identificação de anomalias aparentes e ocultas constatáveis com o auxílio de equipamentos, incluindo testes e ensaios locais e/ou laboratoriais específicos, elaborada por profissionais de diversas especialidades. Neste se enquadram os imóveis com suspeitas de vícios ocultos significativos.

5.1.2 Classificação do Grau de Risco

A classificação quanto ao grau de risco de uma anomalia ou falha, segundo a norma do IBAPE-SP/2012, deve ser estipulada considerando o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da inspeção predial:

Crítico: relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata.

Regular: relativo ao risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização, recomendando programação e intervenção a curto prazo.

Mínimo: relativo a pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário; recomendando programação e intervenção a médio prazo.

5.1.3 Classe das anomalias

De acordo com a norma da ABNT NBR 16.747/2020, as anomalias são classificadas segundo a perda de desempenho sofrida por seus elementos, subsistemas ou sistemas construtivos, estando divididas em:

Endógena ou construtiva: quando a perda de desempenho decorre das etapas de projeto e/ou execução.

Exógena: quando a perda de desempenho se relaciona a fatores externos à edificação, provocados por terceiros.

Funcional: quando a perda de desempenho se relaciona ao envelhecimento natural e consequente término da vida útil.

Nas diretrizes do IBAPE-SP possui mais uma divisão além das apresentadas na NBR 16747/2020 que é a anomalia natural originária de fenômenos da natureza.

5.1.4 Classe das falhas

As falhas segundo a norma do IBAPE-SP/2012, podem ser classificadas em:

De Planejamento: decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequadas do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de manutenção. Além dos

aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.

De Execução: associada à manutenção provenientes de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.

Operacionais: relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.

Gerenciais: decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.

5.1.5 Organização de prioridades

A organização de prioridade em patamares de urgência é uma classificação que é apresentada somente na NBR 16747/2020. E devem ser organizadas da seguinte maneira:

Prioridade 1: intervenções essenciais quando a perda de desempenho implica a saúde e/ou segurança dos usuários.

Prioridade 2: intervenções essenciais quando existe a perda fracionada do desempenho e tem impacto sobre a utilidade da edificação, sem dano à operação direta dos sistemas e sem comprometer a saúde e segurança dos desfrutadores.

Prioridade 3: intervenções essenciais quando a perda do desempenho implica mais na estética. Neste caso as ações podem ser realizadas sem urgência pois a perda parcial da atividade não possui impacto sobre a funcionalidade da edificação.

5.1.6 GUT

Conforme explicitado pelas normas de inspeção do IBAPE e da ABNT, as recomendações técnicas para correção das anomalias, falhas de uso, operação ou manutenção e/ou não conformidades com a documentação analisada, devem ser

organizadas em patamares de urgência (ordem decrescente), sendo empregado para o presente trabalho a metodologia GUT, na qual classifica as avarias quanto à:

Gravidade: é analisada pela consideração da intensidade ou impacto que o problema pode causar se não for solucionado. A pontuação da gravidade varia de 1 a 5 seguindo o seguinte critério: 1. sem gravidade; 2. pouco grave; 3. grave; 4. muito grave; 5. extremamente grave.

Urgência: é analisada pelo prazo de tempo para resolver determinada situação. A pontuação de urgência varia de 1 a 5 seguindo o seguinte critério: 1. pode esperar 2. pouco urgente 3. urgente 4. muito urgente 5. Imediato.

Tendência: é analisada pelo padrão ou tendência de evolução da situação. Representa o potencial crescimento do problema, a probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo. 1. não irá mudar 2. irá piorar a longo prazo 3. irá piorar a médio prazo 4. irá piorar a curto prazo 5. irá piorar rapidamente.

Tabela 1 - Metodologia GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

Gravidade	Urgência	Tendência
1. sem gravidade 2. pouco grave 3. grave 4. muito grave 5. extremamente grave	1. pode esperar 2. pouco urgente 3. urgente 4. muito urgente 5. imediato	1. não irá mudar 2. irá piorar a longo prazo 3. irá piorar a médio prazo 4. irá piorar a curto prazo 5. irá piorar rapidamente

Tabela 2 - Comparativo do IBAPE e da NBR 16747/2020:

		IBAPE	NBR 16747
1	Nível de Inspeção	✓	
2	Grau de Risco	✓	
3	Classe das Anomalias	✓	✓
4	Classe das Falhas	✓	
5	Ordem de Prioridade	✓	✓
6	GUT	✓	

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para fazer a avaliação da funcionalidade do prédio e analisar as iguarias vistas no processo de inspeção predial foram seguidas alguma das etapas mostradas nos tópicos do item 5.3 da norma que são:

- Colher dados e documentações;
- Análise dos dados e documentação solicitados e disponibilizados.
- Anamnese para a identificação de características construtivas da edificação.
- Vistorias da edificação de formas sistêmicas, considerando a complexidade das instalações existentes
- Classificação das irregularidades constatadas
- Organização das prioridades, em patamares de urgência, tendo em conta as recomendações apresentadas pelo inspetor predial
- Redação e emissão do laudo técnico de inspeção

Algumas etapas do item 5.2 não fazem parte do escopo deste trabalho, como: recomendação das ações necessárias para restaurar ou preservar o desempenho dos sistemas, avaliação da manutenção conforme NBR 5674 e a avaliação de uso. Os demais itens foram apresentados ao longo do trabalho.

6.1.1 Etapas

Na visita foi realizado uma entrevista com o técnico de manutenção do estabelecimento que foi colhido as seguintes informações:

- Localização: Samambaia -DF
- Data da construção: Ano de 2001
- Data da reforma: Ano de 2016
- Tipo de uso: Médico hospitalar.
- Quantidade de pavimentos: 2 andares.
- Área construída: Aproximadamente 800m²

Para a confecção deste trabalho, foi solicitado os projetos arquitetônicos de instalações, estruturais e executivos para se obter uma melhor análise e conclusão, no entanto só foram disponibilizados os projetos de arquitetura, pois os atuais proprietários compraram o estabelecimento já construído e fizeram melhorias com isso não foi possível analisar os projetos executivos.

A vistoria foi realizada em todo o Bloco A e anexos, no entanto se deu maior enfoque no Bloco A devido a sua maior extensão e por abrigar basicamente toda funcionalidade do estabelecimento.

7 RESULTADOS

Vistoria – Local BLOCO A	Nível da Inspeção			Sistema ARQUITETÔNICO
	Nível 1 (x)	Nível 2 ()	Nível 3 ()	
Item 01 : Fissuras saindo das quinas de algumas esquadrias, e no meio delas.				
				

Item 02: Manchas de infiltração abaixo da janela, manchas de infiltração no encontro da parede com os lavatórios.



Vistoria – Local
BLOCO A

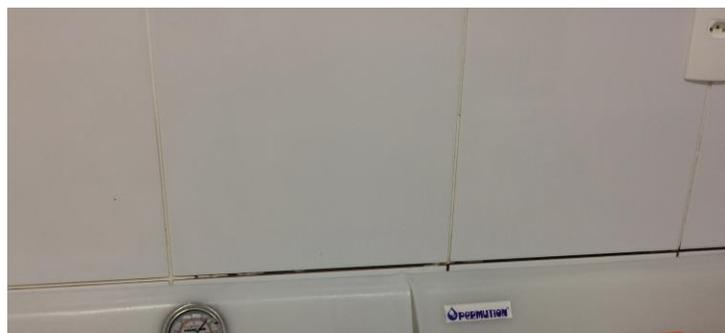
Nível da
Inspeção
o
Nível 1
(x)
Nível 2 ()
Nível 3 ()

Sistema
ARQUITETÔNICO

Item 03: Recortes mal acabados, necessita pintura.



Item 04 :Falta de rejunte acima dos lavatórios



Grau de Risco:

Crítico () Regular () **Mínimo (X)** Nenhum ()

Anomalias:

Endógena (X) Funcional () Falhas de uso e manutenção () Nenhuma Anomalia Detectada ()

Falhas:

De Planejamento (X) De Execução () Operacionais () Gerenciais ()

Anomalias encontradas:

- Fissuras com origem de quinas, principalmente das esquadrias, porém possui fissuras saindo do centro das esquadrias também.
- Infiltração perto das esquadrias.
- Remendos no forro de gesso de alguns ambientes. E em outros a falta do mesmo.

Recomendações:

- Tratamento das fissuras localizado nas esquadrias.
- Refazer, onde falta, o rejunte dos ambientes molhados.
- Fazer, onde falta, o forro de gesso. E pintar onde consta remendos.

Ordem de Prioridades (GUT):

Metodologia GUT (Gravidade, Urgência e Tendência):

Tabela GUT				
Itens a priorizar	G	U	T	G x U
Infiltração	2	2	2	8
Fissuras	2	1	1	2

Portanto, a ordem de prioridade é:

- 1° - Resolver o problema de infiltração;
- 2° - Tratamento das fissuras com materiais adequados;

8 CONCLUSÃO

A proposta do presente artigo teve como objetivo elaborar um laudo de inspeção para constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação e classificar as irregularidades constatadas seguindo as diretrizes da NBR 16747, vale ressaltar que todo o trabalho é o laudo.

Foi feito o levantamento das informações necessárias para a realizar a análise das manifestações patológicas encontradas, assim como foi solicitado algumas

documentações à gerência do estabelecimento que de prontidão foi fornecido o que tinham em posse.

Após a anamnese dos problemas encontrados podemos concluir que são de grau mínimo, as anomalias são endógenas, teve falha de planejamento e conforme as especificações sobre o patamar de urgência descrito na NBR 16747 podemos classificar as avarias como de prioridade 3. E o uso do estabelecimento está regular.

Não foi avaliado o plano de manutenção pois não foi fornecido pela gerência do estabelecimento. Impossibilitando tal análise, além de não fazer parte do escopo deste trabalho.

Entende-se que a estrutura em si está em bom estado para o uso e as anomalias vistas são em sua maioria problemas estéticos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. c. Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. NBR 16747, Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: Perícias de Engenharia na Construção Civil. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 11, de 13 de Março de 2014. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2867923/%284%29RDC_11_2014_COMP.pdf/bea0fc13-a2d9-42d0-892b-60e0390c16e3> Acessado em: 16 jun. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 345, de 27 de julho de 1990. Dispõe quanto ao exercício profissional de Nível Superior das atividades de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia. Brasília, 1990. Disponível em: <http://normativos.confed.org.br/downloads/0345-90.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2020.

Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Minascon, Construir Minas reúne setor no Expominas, Minas Gerais, 07 de ago de 201. Disponível em <<https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/minascom-construir-minas-reune-setor-no-expominas>>. Acesso em: 07 ago 2020.

GIOVANNI, F. A Engenharia Diagnóstica e a contribuição ao setor edificações da construção civil. 2018. Disponível em: <https://estruturasonline.com.br/a-engenhariadiagnostica-e-a-contribuicao-ao-setor-edificacoes-da-construcao-civil/>. Acesso em: 19 jun. 2020.

GOMIDE, T.; FAGUNDES NETO, J.; GULLO, M. Engenharia Diagnóstica em Edificações. 1 ed. São Paulo: Pini, 2009.

IBAPE NACIONAL. Norma de inspeção predial nacional. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-deInspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2020.

Instituto de Auditoria de Engenharia do Ceará. Norma Técnica NAE 001/2008 (1a Rev. Junho/2012) – Auditorias de Engenharia. Ceará, 2012. Disponível em: [http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/Norma_T%C3%A9cnica_NAE_001-2008_1a._Revis%C3%A3o_\(jun-2012\).pdf](http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/Norma_T%C3%A9cnica_NAE_001-2008_1a._Revis%C3%A3o_(jun-2012).pdf). Acesso em: 20 jun. 2020.

FACHADAS VENTILADAS COM CONCRETO POLIMÉRICO

Andrés Camargo

Gabriela de Athayde Duboc Bahia

RESUMO

Visando o crescente aumento das temperaturas globais e a crescente preocupação com a redução de consumo de energia elétrica, este artigo apresenta uma possível solução para reduzir a temperatura no interior de edificações de forma sustentável. Para tanto, apresenta-se a utilização das fachadas ventiladas. Esse sistema construtivo prevê uma câmara de ar entre a estrutura do edifício e o revestimento externo, o que proporciona o resfriamento do esqueleto de forma natural e espontânea, sem a necessidade da utilização de sistemas de arrefecimento elétrico como, por exemplo, os aparelhos de ar condicionado. As fachadas ventiladas podem ser feitas com uma enorme gama de materiais, mas, para este estudo, foi escolhido o concreto polimérico. Esse material, além de proporcionar uma versatilidade estética aos projetos arquitetônicos, é fabricado com materiais recicláveis, o que reduz o lixo direcionado aos aterros e oceanos. Sendo assim, se trata de um material ecológico e versátil. Para analisar os benefícios da utilização desse elemento construtivo, foram apresentados estudos que realizaram medições de temperatura e transmitância térmica em edificações com fachadas tradicionais e com fachadas ventiladas. Por fim, são brevemente apresentados quatro exemplos de projetos reais que utilizaram em suas fachadas ventiladas o concreto polimérico.

Palavras-chave: Fachadas ventiladas. Concreto polimérico. Construções sustentáveis.

ABSTRACT

Aiming at the rising global temperatures and the growing concern about reducing electricity consumption, this paper presents a possible solution to reduce the temperature inside buildings in a sustainable way. For this, the use of ventilated facades is presented. This building system provides an air chamber between the building structure and the outer casing, which provides natural and spontaneous cooling of the skeleton, without the need of electric cooling systems, such as the air conditioners. Ventilated facades can be made with a huge range of materials, but for this study, polymeric concrete was chosen. This material, in addition to providing aesthetic versatility to architectural projects, is made of recyclable materials, which

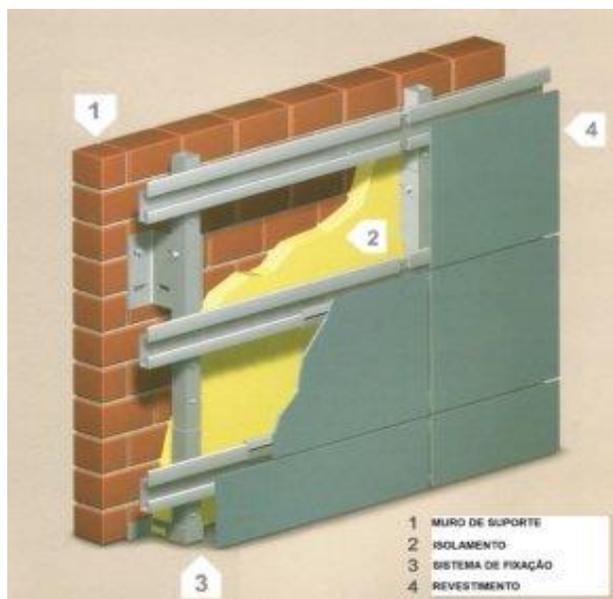
reduces waste directed to landfills and oceans. Therefore, it is an ecological and versatile material. To analyze the benefits of using this building element, studies were presented that performed temperature and thermal transmittance measurements in buildings with traditional facades and ventilated facades. Finally, four examples of real projects that used polymeric concrete in their ventilated facades are briefly presented.

Key words: Ventilated facades. Polymeric concrete. Sustainable buildings.

1 INTRODUÇÃO

A fachada ventilada é um sistema construtivo sustentável que auxilia na eficiência energética e no conforto térmico, reduzindo de 30% a 50% o consumo de energia da edificação (MATERIALS, 2015). Considerada um elemento de vedação vertical externo, é composta pela estrutura do edifício e por uma camada de isolamento e impermeabilização, sua fixação é feita por meio de peças metálicas e a finalização fica por conta do próprio revestimento externo da fachada, como exemplificado no esquema da Figura 1. O espaço que se encontra entre a camada impermeabilizante e a peça de revestimento é o responsável pela ventilação. Essa estrutura auxilia na economia de energia elétrica, já que dispensa outros métodos de refrigeração, como a utilização de aparelhos de ar condicionado (MATERIALS, 2015).

Figura 1 - Esquema simples das partes da fachada ventilada.



Fonte: Fonte: Sienge Plataform [s.d.]

Sendo assim, o objetivo das fachadas ventiladas é oferecer conforto térmico para regiões que demandam diminuição de temperatura em relação ao meio externo (lugares mais quentes), como o caso do Brasil. Nessas situações, utiliza-se uma câmara de ar, propiciando a circulação e renovação do ar (VEDOVELLO, 2012). Além disso, este sistema pode se adaptar ao tipo de clima do país. Em lugares mais frios, pode ser utilizado com preenchimento de lã de vidro ou de lã de rocha, o que contribui significativamente para o isolamento térmico da estrutura e, conseqüentemente, dispensa a utilização de aparelhos aquecedores.

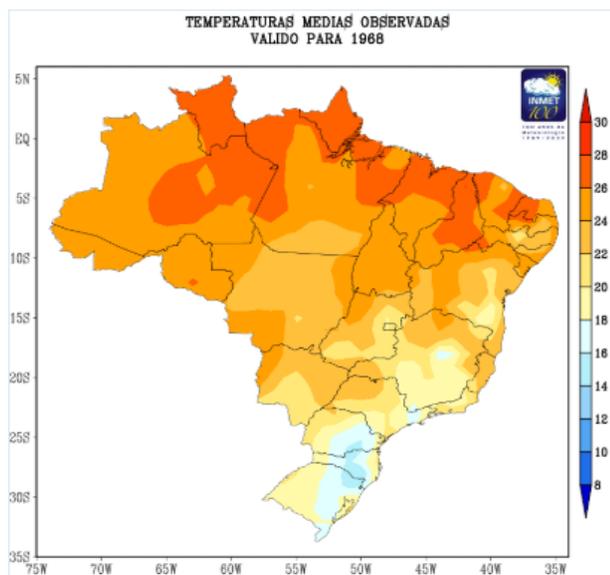
1.1 Problema

A situação climática do planeta vem se agravando nas últimas décadas, o que tem sido tópico de discussão em grandes eventos e conferências internacionais. O aumento da temperatura média global é um indicador de como a mudança tem sido drástica nos últimos tempos. Segundo a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2019), em 2018 a temperatura média registrada foi de 0,98 °C a mais que as médias registradas no século XX. Além disso, este estudo constatou que o mês de janeiro do ano de 2019 foi o terceiro mais quente da história¹, de forma global.

De acordo com estudos realizados entre os anos de 2018 e 2019 pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2019), nos últimos 50 anos houve grande variação térmica no Brasil.

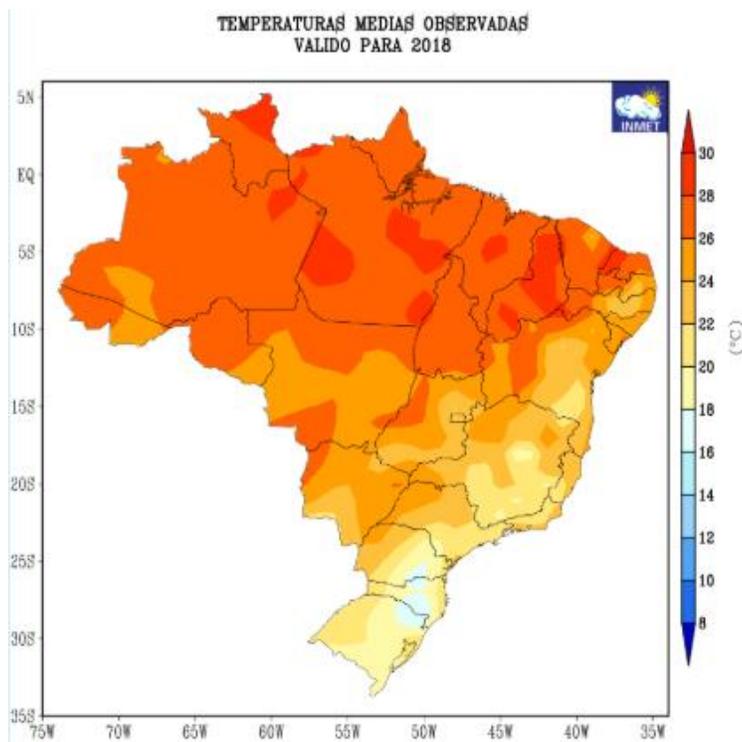
¹ As medições em questão foram feitas pelo NOAA e foram iniciadas em 1880.

Figura 2 - Temperaturas médias no ano 1968.



Fonte: INMET

Figura 3 - Temperaturas médias no ano 2018.



Fonte: INMET

As imagens acima, disponibilizadas pelo INMET, ilustram a temperatura média das cidades brasileiras nos anos de 1968 e 2018 (Figuras 2 e 3). Quando comparadas, a Figura 3, que remete ao ano de 2018, apresenta um maior número de áreas com temperatura média acima dos 26 °C, o que significa que a temperatura média do país vem se tornando cada vez maior com o passar dos anos.

Tendo em vista que a questão climática influencia em muitos aspectos na vida cotidiana, o mercado da arquitetura e engenharia civil está constantemente em busca de soluções para os problemas que surgem com o aumento de temperatura global.

Uma das soluções para amenizar o efeito das temperaturas elevadas são as fachadas ventiladas, algo relativamente novo no mercado brasileiro, mas que já vem sendo utilizado na Europa há algumas décadas. Uma das vantagens desse sistema, frente a outros com o mesmo objetivo, é a economia de gasto com energia elétrica, apontada por vários estudos e publicações (NABONI, 2007; LÓPEZ SUÁREZ, 2012).

2 JUSTIFICATIVA

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013) no inverno “os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, devem ser sempre 3 °C maiores que o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior para o dia típico de inverno”, e no verão, “devem ser sempre menores ou iguais ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior para o dia típico de verão”. Nesse contexto, há uma maior preocupação na elaboração de projetos arquitetônicos, já que se faz necessário atender padrões que ofereçam conforto térmico aos seus usuários.

Apesar de a fachada ventilada se mostrar como uma grande solução para atender aos parâmetros de conforto ambiental das edificações, ainda existem muitos fatores que podem contribuir para a viabilidade da implementação da fachada ventilada no Brasil. Este estudo pretende apontar os aspectos positivos advindos da utilização deste tipo de estrutura.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O estudo tem como finalidade apresentar o sistema de fachadas ventiladas com o uso do concreto polimérico e apresentar a forma como uma empresa usa tal material em suas edificações.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar um estudo que apresente o sistema construtivo de fachadas ventiladas como uma solução para amenizar os problemas encontrados pela elevação da temperatura global.
- Analisar o material concreto polimérico e suas vantagens no sistema de fachadas ventiladas.
- Apresentar a forma como o material concreto polimérico é usado em construções.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como a preocupação com o conforto térmico tem sido um tópico importante e necessário no momento da concepção do projeto arquitetônico é indispensável entender o que é o desenvolvimento sustentável, e como trazer esse conceito para o setor da arquitetura e da construção civil.

4.1 Desenvolvimento sustentável

De acordo com Brundtland (1987), o desenvolvimento sustentável satisfaz às necessidades do presente, sem afetar as necessidades do futuro. Levando esse conceito em consideração, se faz necessário conhecer os sistemas construtivos que estão ao nosso alcance para que se faça uma arquitetura da qual as próximas gerações possam usufruir.

Em termos práticos, nos projetos de arquitetura contemporânea contamos com iniciativas e exemplos para melhorar a sustentabilidade em nível urbano e ambiental. Para tanto, a ideia é ir além do conforto ambiental, englobando a

eficiência energética na exploração de novas propostas para utilização de materiais para operação e construção de edifícios, a fim de obter redução do impacto ambiental na construção civil (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Gonçalves e Duarte (2006) apresentaram ainda alguns critérios que devem ser levados em consideração para um projeto arquitetônico de qualidade ambiental, sendo eles:

- I. Orientação solar e dos ventos;
- II. Forma arquitetônica, zoneamentos internos do edifício e geometria dos espaços internos;
- III. Materiais da estrutura;
- IV. Fachadas e coberturas, de acordo com a necessidade de proteção solar;
- V. Áreas abertas, envidraçadas, proteções solares e esquadrias.

Em conjunto, estes aspectos tem uma influência direta no desempenho térmico do edifício por influenciarem diretamente na forma como será aproveitada a ventilação natural, reflexão solar e isolamento térmico (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Somado a isso, é importante lembrar que são as exigências humanas e os usos, além das condições climáticas e urbanas locais e das possibilidades construtivas, que vão determinar o grau de independência de um edifício em relação aos sistemas ativos de climatização. Por exemplo, problemas de ruído urbano e poluição podem impedir o uso de estratégias passivas em um projeto, mesmo que o partido arquitetônico, o uso e o clima sejam favoráveis a elas. Por essa razão, num caso como esse, a iluminação natural é mais facilmente resolvida no projeto do que a ventilação natural. (GONÇALVES; DUARTE, 2006, p. 54).

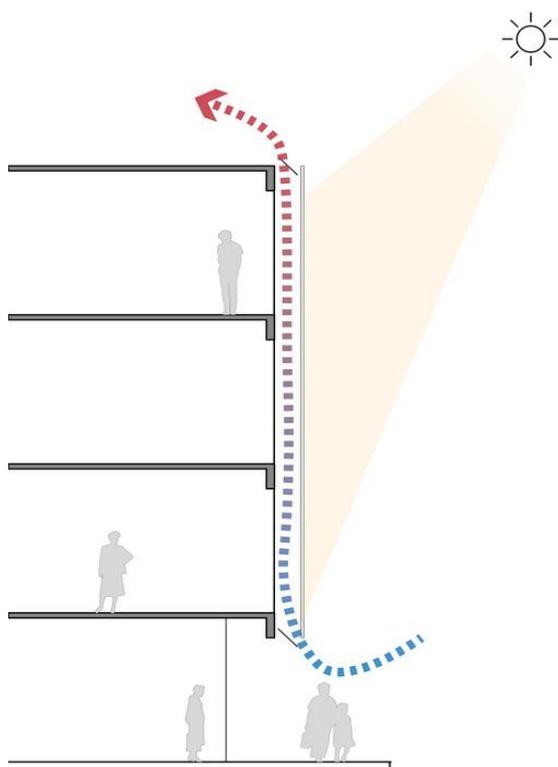
Em relação aos parâmetros da sustentabilidade, um outro problema que deve ser levado em consideração é o alto gasto de energia, sendo em sua maior parte devido à necessidade de propiciar condições agradáveis aos seus usuários. Como apresentado por Rutter (2004), de forma geral, nos edifícios comerciais 50% da energia gasta é destinada ao uso do ar condicionado.

Como apresentado anteriormente, a fachada ventilada pode oferecer uma solução para atender a demanda de sustentabilidade e amenizar gasto de energia elétrica. Apesar de não ser comum no Brasil, publicações sobre esse tema vêm sendo feitas desde o século XIX. Esses estudos levantam a possibilidade de construção de paredes com vazios de ar para maior conforto térmico (OSTRANDER; SATKO, 2011).

4.2 Fachadas ventiladas

A fachada ventilada é um revestimento externo caracterizado pela existência de uma câmara de ar regulável para ventilação, esta câmara cria um fluxo de ar que promove o resfriamento do ambiente. Este fluxo pode variar de acordo com o vento e a pressão no exterior da edificação de acordo com a Figura 4 ((MULLER; ALARCON, 2005).

Figura 1 - Corte esquemático simplificado



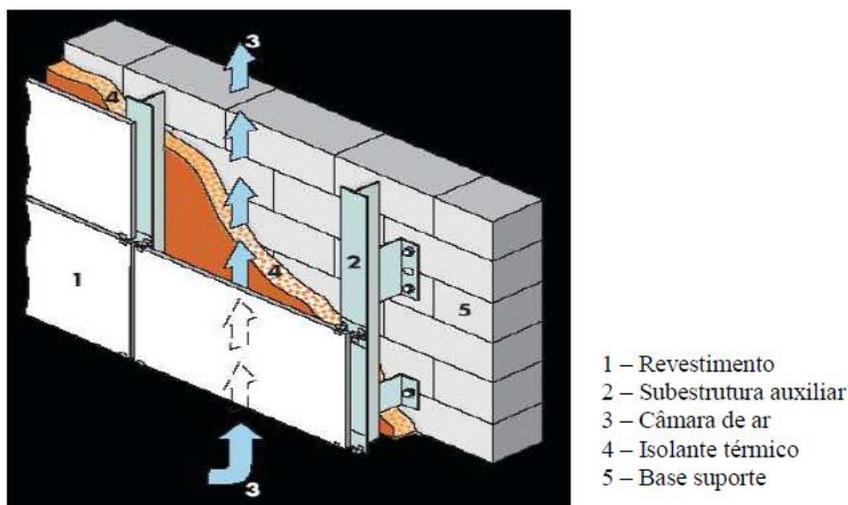
Fonte: Archdaily.

Muller e Alarcon (2005) destaca que neste sistema podem ser utilizados vários tipos diferentes de materiais, como granitos, porcelanatos, concreto polimérico e mármore. Internacionalmente, onde este tipo de fachada é mais difundido, existem tecnologias adaptáveis a vários materiais. No Brasil, ainda se vê pouca utilização das fachadas ventiladas, contudo, verifica-se um crescimento na quantidade de estudos de materiais disponíveis para aplicação destas.

A função do revestimento é proteger a parede externa da edificação e trazer uma estética agradável. A fase de escolha do material pode se tornar um problema para o projeto, pois influencia diretamente nos custos. Sendo assim, deve existir um equilíbrio entre a responsabilidade estética e a responsabilidade econômica (CARNEIRO, 2015).

De acordo com Campos (2011), as fachadas ventiladas são constituídas basicamente por 5 (cinco) camadas: revestimento; subestrutura auxiliar; câmara de ar; isolante térmico e base suporte, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 2 - Componentes da fachada ventilada.



Fonte: Manual técnico Graniti Fiandre (2004).

A câmara de ar é feita com um espaço entre o material de isolamento térmico que se fixa a parede do edifício e uma vedação externa para promover uma ventilação natural. Isso gera um efeito chaminé, conforme explicado abaixo:

Este efeito é originado pelo aquecimento que provoca uma variação na densidade do ar dentro da câmara, causando um movimento de ascensão. Este efeito é particularmente útil no verão, permitindo dispersar o calor que não é refletido pela vedação externa. (CAMPOS, 2011, p. 38)

Por sua vez, entre a base do edifício e o revestimento, é deixada uma abertura interior e superior, para que o ar circule dentro da câmara, gerando um sistema de ventilação natural (CAMPOS, 2011).

Campos (2011) considera grande a variedade de materiais que podem ser utilizados no revestimento, sendo que este material deve ser escolhido conforme características climáticas locais, estética da edificação e orçamento do projeto. Este tem a função de proteger o edifício contra agentes naturais atendendo as seguintes características:

- Resistência mecânica, a choques térmicos, ao fogo, ao vento e a impactos;
- Impermeabilidade;
- Inalterabilidade estética e física;
- Versatilidade na instalação;
- Facilidade de manutenção.

O revestimento é ancorado no suporte de fixação da base, através de *inserts* metálicos e chumbadores nas posições vertical e horizontal. Isso promove a autonomia estática de cada placa de revestimento individualmente, que não ficam diretamente fixadas na base de suporte (CAMPOS, 2011).

Além dos benefícios na questão térmica, a fachada ventilada também pode prolongar a vida útil da edificação, sendo utilizada como uma proteção para a estrutura (MOURA, 2009).

4.3 Concreto polimérico

Desde que foram inventados os concretos, em meados do século XIX, foram desenvolvidas técnicas de produção, instrumentação e qualidade. Uma dessas

inovações foi o uso de aditivos. Além de economizarem água e minerais, os aditivos trazem resistência, durabilidade e permeabilidade aos concretos (MELO, 2009).

Dentre os vários tipos de concreto, o concreto polimérico com aditivos termoplásticos surgiu como uma solução leve e convencional para a construção civil. Além de promover o reaproveitamento de materiais poluentes, cumpre as normas de desempenho, reduzem o impacto ambiental e são uma solução que trazem economia aos elementos construtivos (MELO, 2009).

Os polímeros utilizados na produção deste concreto são macromoléculas resultantes do processo químico de polimerização de plásticos formando uma composição mais leve e com aproveitamento de materiais recicláveis como pneus triturados, fibra de vidro, sobras da manufatura de botões, resíduos da produção de cal e garrafas PET recicladas (MELO, 2009).

Este tipo de material possui resistência mecânica quatro vezes maior que o concreto tradicional, o que permite a confecção de lâminas leves e reduz a absorção de água da superfície. Além disso, o material tem alta durabilidade e é de fácil manutenção e limpeza. Por ser produzido em placas, facilita a aplicação e reduz os resíduos da construção (GUIMARÃES, 2013).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O principal método usado para este trabalho foi a revisão bibliográfica e documental acerca do tema, com o objetivo de estabelecer o referencial teórico para elencar os benefícios da utilização das fachadas ventiladas. As fontes bibliográficas foram coletadas em bancos de artigos e periódicos de arquitetura e engenharia civil.

Dentre os possíveis materiais para a construção desse tipo de fachada, foi escolhido para essa análise o concreto polimérico. A escolha foi orientada pelo fato de o material não ser comum no mercado e apresentar características sustentáveis e ecológicas, já que utiliza em sua composição materiais que seriam descartados.

Um dos métodos utilizados para avaliar o benefício da utilização desse tipo de fachada levou em conta os estudos que analisaram as medições de temperatura

dos materiais dessas estruturas, bem como medições em edificações que não possuem esse meio de ventilação.

A fim de apontar uma outra forma para ampliar essa análise, foram buscados estudos que verificaram a capacidade dessas estruturas de fornecer isolamento térmico e acústico. Para tanto, utilizou-se o conceito de transmitância de calor e as medições quantitativas dessa propriedade, apresentadas nas literaturas obtidas.

Por fim, para contemplar os aspectos estéticos, buscou-se apresentar exemplos reais da utilização de fachadas ventiladas para ilustrar a versatilidade visual que esse método pode oferecer aos projetos arquitetônicos.

6 RESULTADOS E ANÁLISE

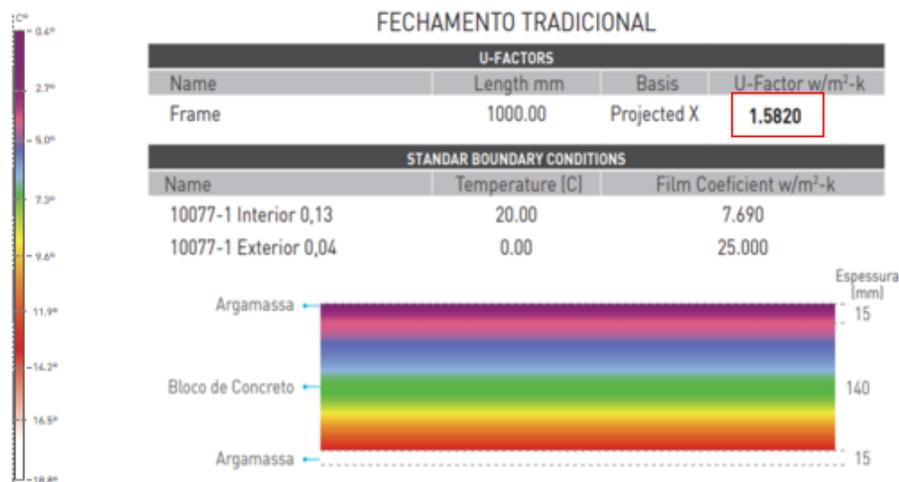
A empresa objeto deste estudo faz parte de um grande grupo empresarial internacional com quase 50 anos de presença no mercado, foi escolhida por ter ampla experiência em edificações com fachada ventilada.

6.1 Análise sobre o material: concreto polimérico

Essa empresa usa o concreto polimérico, material de alta qualidade, composto por uma combinação selecionada de agregados pétreos, ligados com resinas de poliéster. Uma mistura que resulta em um material com resistência quatro vezes superior à do concreto convencional, propriedade que permite reduzir consideravelmente a seção dos pré-fabricados, dando-lhes mais leveza. É um material que permite ainda vários tipos de acabamento, e de fácil adaptação a diferentes estruturas, podendo ser aplicado em edificações com fachadas tradicionais.

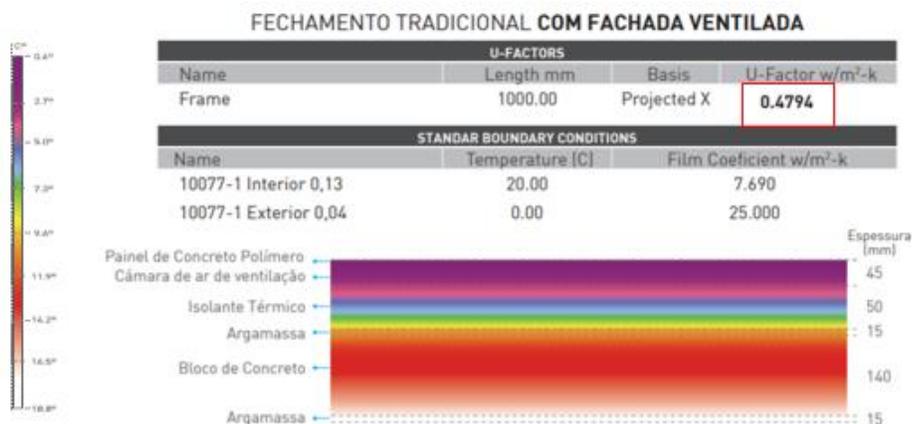
Tal material também tem uma baixa absorção de água, o que diminui a umidade e os possíveis estragos que esta possa causar, permitindo inclusive a correção de pequenas irregularidades nas paredes da estrutura. Este tipo de fachada é fixada através de *inserts* metálicos, que são ancorados no substrato para suportar o peso das placas de concreto polimérico.

Figura 3 - Transmitância térmica sem fachada ventilada.



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

Figura 4 - Transmitância térmica com fachada ventilada



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

As Figuras 7 e 8 trazem informações acerca das temperaturas dos componentes das fechadas de edificações. Ao analisar as figuras, podemos observar a importância da presença das câmaras de ar nessas estruturas. Por serem muito eficientes em reduzir a transmitância de calor para o interior dos imóveis, são capazes de reduzir a absorção de calor por estes. Desta forma, diminuem os custos de condicionamento por dispensar outros equipamentos que desempenham o mesmo papel.

O critério utilizado para comparar a transmitância nos dois casos foi o *U-Factor*. O *U-Factor* é uma medida que indica a transmitância de calor através dos componentes da fachada, quanto menor for o seu valor, maior é a sua eficiência em termos de isolamento térmico.

Este modelo também cumpre bem seu papel sustentável pois, além de promover conforto térmico e acústico sem adição de outros sistemas de ventilação e isolamento, tem baixo uso de recursos e produz poucos resíduos, o que contribui significativamente para a economia de energia elétrica e água.

A empresa responsável pela fabricação oferece garantia de 10 anos do produto. Na Figura a seguir, podemos observar as propriedades de qualidade e respectivos resultados da fabricação desses materiais. Todos os critérios atendem as necessidades segundo as normas.

Figura 5 - Resultado de ensaios do concreto polimérico.

NORMA	OBJETIVO	VALOR
EN 14617-1	Determinação da densidade à absorção de água	< 0,2%
EN 14617-2	Determinação da resistência à flexão	18 MPA
EN 14617-5	Determinação da resistência ao gelo e degelo	> 75%
EN 14617-6	Determinação da resistência a mudança de temperatura	> 75%
EN 14617-8	Determinação da resistência a ancoragem	>1600 N
EN 14617-11	Determinação do coeficiente linear de dilatação térmica	23,5 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
EN ISO-12572	Determinação das propriedades de resistência a vapor de água	Z ≥ 111 MN. s/g
EN 13823	Determinação da reação ao fogo	B-s2, d0

Fonte: Catálogo fachadas ventiladas (2010).

A fim de promover o isolamento termo-acustico da fachada, a lã mineral natural é utilizada em painéis de 50 mm de espessura. Essa estrutura preenchida

entrega resistência térmica de $1,40 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, atendendo a norma EN 13162. Pela face exterior são revestidos por tecido de vidro na cor preta, aumentando a resistência à tração. Estes painéis são fixados com buchas de polipropileno de 100 mm de diâmetro e 90 mm de comprimento. Este material isolante é facilmente manipulável, ecológico e incombustível.

7 PROJETOS COM CONCRETO POLIMÉRICO

A seguir, são ilustrados alguns projetos que utilizaram o concreto polimérico em suas fachadas ventiladas. As imagens são colocadas com a intenção de representar a versatilidade que o material pode oferecer em projetos arquitetônicos. Além de serem uma solução sustentável, influenciam diretamente na linguagem estética das construções.

7.1 Sede Essential Compositions

Cidade: Gandía

País: Espanha

Bairro: COMUNIDAD VALENCIANA Y BALEARES

Arquiteto/s: Isabel Gomis / Daniel Palomino

Produtos utilizados: Fachada Ventilada Ulma, Gama CREAKTIVE, Textura AR cor M2

Tipo de projeto: Reabilitação

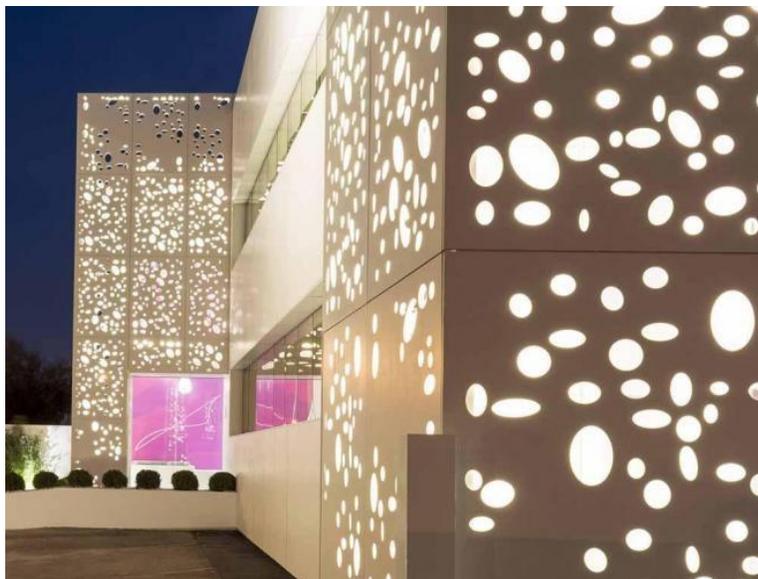
Figura 6 - Sede da empresa Essential Compositions.



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

O edifício pertence a uma empresa que trabalha no setor de fragrâncias e passou por uma reforma utilizando o concreto polimérico em suas fachadas ventiladas. Vários formatos de placas perfuradas do concreto foram criados, com desenhos e padrões exclusivos, oferecendo uma nova identidade para o projeto.

Figura 7 - Detalhe da fachada.



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

7.2 Ceip Rossend Montané

Cidade: Olérdola

País: Espanha

Bairro: CATALUNYA

Arquiteto/s: Gustau Gili Galfeti

Produtos utilizados: CREAKTIVE

Tipo de projeto: Obra Nova

Figura 8 - Centro educacional Ceip Rossend Montané.



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

Os arquitetos deste novo centro de ensino em Barcelona também optaram pela utilização do concreto polimérico nas fachadas ventiladas. Desta vez, as placas foram desenhadas com uma textura e uma cor personalizada imitando o formato de folhas, fazendo com que a edificação se integre à paisagem.

Figura 9 - Detalhe da fachada.



Fonte Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

7.3 Guarderia Torressana

Cidade: Terrassa

País: Espanha

Bairro: CATALUNYA

Arquiteto/s: Pich Aguilera

Produtos utilizados: 2 cores, M08, M07, Hexapenta, 1000x700mm/700x700mm/350x700mm.

Tipo de projeto: Obra Nova

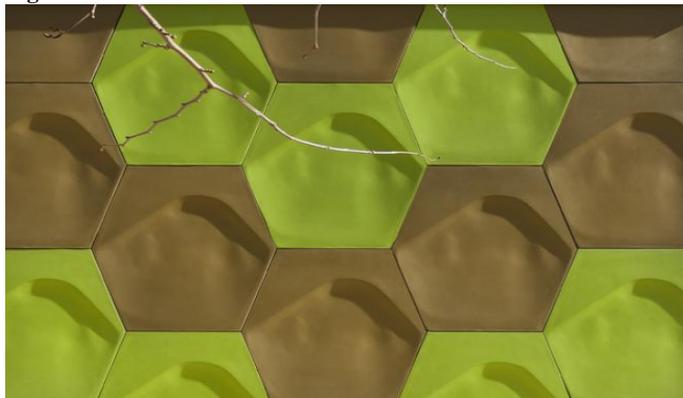
Figura 10 - Creche Torressana



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

As placas das fachadas ventiladas em concreto polimérico deste empreendimento formam um grande desenho em formato hexagonal. Além disso, as peças possuem relevo que dependendo do sentido da iluminação, fazem com que um novo desenho seja mostrado.

Figura 11 - Detalhe da fachada



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

7.4 Torre Diagonal

Cidade: Barcelona

País: Espanha

Arquiteto/s: Jordi Moliner, Moliner Office Architects

Tipo de projeto: Obra Nova

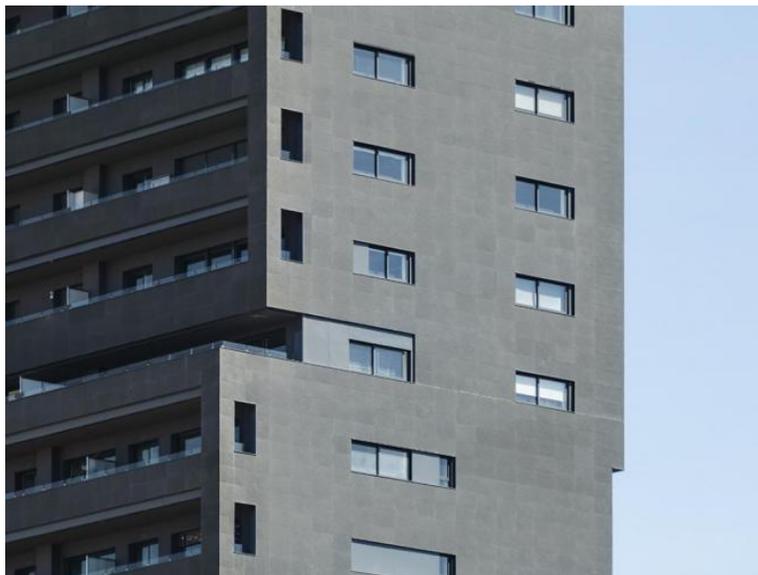
Figura 12 - Torre Diagonal



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

Diferente aos outros projetos apresentados, a Torre Diagonal é uma construção de maiores dimensões e maior complexidade. Se trata um edifício de 26 andares e 100 metros de altura. As fachadas ventiladas em concreto polimérico formam um desenho mais tradicional e um design mais formal em painéis de 900X500mm.

Figura 13 - Detalhe da fachada



Fonte: Catálogo fachadas ventiladas, 2017.

8 CONCLUSÃO

O estudo permitiu compreender que é necessário um estudo e colocar em prática soluções para os problemas atuais relacionados às mudanças climáticas no Brasil e no mundo. As fachadas ventiladas, aliadas com o uso do concreto polimérico, é uma das várias opções que podem ser utilizadas nos projetos arquitetônicos para que futuras gerações possam usufruir dos nossos espaços de forma confortável e sustentável.

Para que este objetivo seja viável é necessária uma conscientização do setor da arquitetura, engenharia e construção, fazendo com que sejam implementados novos padrões construtivos sustentáveis em obras de qualquer porte.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15575-4:2013 Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externa.

BRUNDTLAND. **Our common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

CAMPOS, Karina F. **Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CARNEIRO, Luiza Buccini. **O sistema de fachadas ventiladas: Análises e especificações**. Monografia Universidade Federal de Minas Gerais, Engenharia civil, 2015.

GONÇALVES, J.C.S.; DUARTE, D.H.S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Porto Alegre: **Ambiente Construído**, v. 6, n. 4, p. 51-81, 2006

GUIMARÃES, Erika Tinoco. **Soluções de fachadas duplas ventiladas para revestimento externo de Edifícios**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

INMET. **Prognóstico climática de verão**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 05 mar. 2019

LÓPEZ SUÁREZ, M. J. **Análisis numérico de sistemas solares pasivos en la edificación**. Tesis doctoral inédita. Universidad de Oviedo. Departamento de Física. Gijón, 2012.

MATERIALS. "Conheça as vantagens das fachadas ventiladas" 20 Out 2015. **ArchDaily Brasil**. <<https://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>> ISSN 0719-8906

MELO, Guilherme Fábio de. **Concreto celular polimérico: influência na adição de resíduo de poliéster insaturado termofixo**. 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Processamento de Materiais a partir do Pó; Polímeros e Compósitos; Processamento de Materiais a part) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MOURA, E. **Fachadas respirantes**. *Téchne*, São Paulo, v. 17, n. 144, p. 42-49, 2009.

MULLER, A.; ALARCON, O. E. **Desenvolvimento de um sistema de fachada ventilada com placas cerâmicas de grês porcelanato voltado para a construção civil do Brasil**. **Cerâmica**, São Paulo, v. 51, n. 320, p. 354-361, dez. 2005

NABONI, E. **Ventilated opaque walls - A performance simulation method and assessment of simulated performance**. En: Seminar Notes at Lawrence Berkeley National Laboratory Environmental Energy Technologies Division Berkeley, May 28, 2007.

OSTRANDER, C; SATKO, J. **History of Insulation with Masonry**. En: THE MASONRY EDGE, 2011, vol. 2, n.º. 2. Masonry Advisory Council.

RUTTER, R. **Edifícios Fotovoltaicos**. o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.

SIENGE PLATAFORM [s.d.]. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br>>. Acesso em: 25 ago. 2019

VEDOVELLO, C. A. S. **Gestão de projetos de fachadas**. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo: 2012.

ULMA ARCHITECTURAL SOLUTIONS. Fachadas ventiladas. São Paulo: [s. n.], 2017. 98 p. Disponível em: <http://www.ulmaarchitectural.com>. Acesso em: 10 abr. 2019.

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE OTIMIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE UMA CONCRETAGEM POR MEIO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Lucas Guilherme Badona de Carvalho

Vinícius Resende Domingues

RESUMO

Este trabalho buscou desenvolver uma metodologia para o gerenciamento de uma concretagem *in loco*, utilizando-se como ferramenta uma simulação computacional descritiva. O desenvolvimento do estudo ocorreu por meio de três etapas: modelagem de sistemas dinâmicos no programa AnyLogic, com intuito de implementar a metodologia ABCP de dosagem de concreto; modelagem de um fluxograma de eventos discretos, a fim de obter parâmetros operacionais de um canteiro de obras; e aplicação do modelo em um exemplo teórico. Os resultados apontaram que a simulação apresentou desempenho satisfatório em auxiliar a gestão de recursos humanos e materiais e que a utilização integrada de duas formas de simulação proporcionou uma ferramenta versátil para atender as interdependências de diferentes atividades.

Palavras-chave: Simulação. Gerenciamento. Concretagem.

ABSTRACT

This paper sought to develop a methodology for the management of an on-site concreting, using a descriptive computer simulation as a tool. The development of the article occurred through three stages: modeling of dynamic systems in the AnyLogic program, in order to implement the ABCP methodology for concrete batching; modeling of a discrete event flowchart, in order to obtain operational parameters of a construction site; and application of the model in a theoretical example. The results indicated that the simulation presented satisfactory performance in assisting the management of human resources and materials, and that the integrated use of two forms of simulation provided a versatile tool to meet the interdependencies of different activities.

Keywords: Simulation. Management. Concreting.

1 INTRODUÇÃO

A importância de um gerenciamento eficiente é uma preocupação que está sempre em destaque, para que se possa obter como resultado a melhoria contínua. De acordo com Vieira (2006), em publicação que analisa a construção civil, esse fato se deve à uma mudança na competitividade do setor, causada pela nova percepção dos consumidores aos seus direitos e, conseqüentemente, surge a exigência de uma nova postura por parte das empresas. As ações que estão em consonância com este contexto usualmente incluem: implementação de tecnologias de informação; qualificação dos recursos humanos; integração com agentes externos; cultura da qualidade; e, principalmente, foco no cliente.

Para aplicações em âmbito nacional, a NBR ISO 10006 (ABNT, 2006) é responsável por propor diretrizes para auxiliar o gerenciamento de projetos. Nesta publicação, está previsto o gerenciamento de interdependências, isto é, como cada projeto de uma obra pode afetar outro, o que poderia, por exemplo, gerar atrasos e custos adicionais, caso dois serviços se sobrepusessem, entre outros problemas. Nesse sentido, torna-se evidente a necessidade da utilização de ferramentas capazes de garantir a eficiência no trabalho, de forma a promover a qualidade da obra.

O papel da logística é fundamental no contexto da construção, isso porque existem diversas organizações envolvidas no processo de uma obra. Métodos conhecidos de planejamento, como o gráfico de Gantt e a rede PERT/CPM compõem o conceito de logística da informação, cujo principal objetivo é conduzir informações relevantes e sintetizadas para os responsáveis no tempo certo (VIEIRA, 2006).

De acordo com Felício (2010) a engenharia é um conjunto de modelos que sustentam o processo tecnológico e são responsáveis pela percepção de futuros problemas e avaliação de possíveis respostas. No que tange ao gerenciamento de riscos e soluções, por meio de simulações, é possível identificar os gargalos de um projeto antes mesmo de começar a executá-lo, poupando tempo e recursos. Segundo Vergara, Teixeira e Yamanara (2017) a própria rede PERT/CPM pode ser utilizada com esse intuito.

Assim sendo, no contexto da construção civil, o principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta, utilizando a simulação computacional, que auxilie a tomada de decisões de um processo de concretagem. A proposta abrange desde a formulação do traço até o lançamento do concreto. Para tanto, utilizou-se o programa AnyLogic com o intuito de produzir um modelo descritivo teórico de um canteiro de obras, que permita iterar possíveis soluções em busca da forma mais eficiente de se executar uma concretagem.

A primeira etapa deste estudo consiste em implementar uma metodologia de dosagem de concreto, por meio de sistemas dinâmicos, que seja capaz de determinar a quantidade de material a ser consumido. De modo que seja considerado, os parâmetros físico-químicos dos materiais, especificações de projeto e condições de mercado. O próximo passo é a micro-simulação do processo de concretagem, com intuito de inserir no modelo a sensibilidade de avaliar a disposição do canteiro de obras, bem como a composição da equipe. Por fim, o modelo é aplicado a um exemplo teórico para validação e calibração.

2 MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), em 1984, publicou um estudo cujo objetivo era realizar uma adaptação da norma estadunidense ACI 211.1-81 para enquadrar os agregados, graúdos e miúdos, nos parâmetros estabelecidos pela NBR 7211:1983. (BOGGIO, 2000).

Este estudo, resultou no Método de Dosagem ABCP, que estabelece os procedimentos de cálculo para o dimensionamento do traço do concreto. O método considera, desde os parâmetros físicos dos materiais envolvidos, até as solicitações de resistência e consistência de projeto. Tendo como objetivo, obter os principais consumos de materiais, e suas respectivas proporções. Nesse sentido, Curti (2020, p. 5) define o estudo de dosagem do concreto como:

Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais. [...].

Esta metodologia é composta por quatro etapas: primeiro a caracterização dos materiais constituintes do concreto como, por exemplo, teor de umidade, massa específica, inchamento, entre outros. Em seguida determina-se a relação de água/cimento fundamentada na curva de Abrams. Logo depois calcula-se o consumo de cada material e, por fim, se apresenta o traço (CURTI, 2020).

Na primeira etapa, as características dos materiais podem ser obtidas com os fornecedores, ou até, por meio de ensaios laboratoriais previstos pela NBR 7211 (ABNT, 2009). Nas próximas seções deste trabalho, será detalhado cada uma das demais etapas, que são essenciais para a gestão de estoques. Isso porque, a partir do traço do concreto é possível determinar o quanto de cada material será consumido.

2.1 Fixação da relação água/cimento

Segundo Vieira (2003), a relação de água/cimento (a/c) é o fator mais importante da dosagem. Isso porque, afeta diretamente na resistência do concreto influenciando na porosidade da matriz. Quanto maior a relação a/c , maior será a quantidade de água em excesso na mistura, que não contribuirá nas reações de hidratação, formando poros e diminuindo a resistência.

A NBR 12655 (ABNT, 2015), no item 5.6.3, prevê que a resistência de dosagem deve ser majorada a fim suportar possíveis variações. Esta majoração é dada pela Equação 1.

$$f_{cmj} = f_{ckj} + 1,65 \times S_d \quad 1$$

Onde,

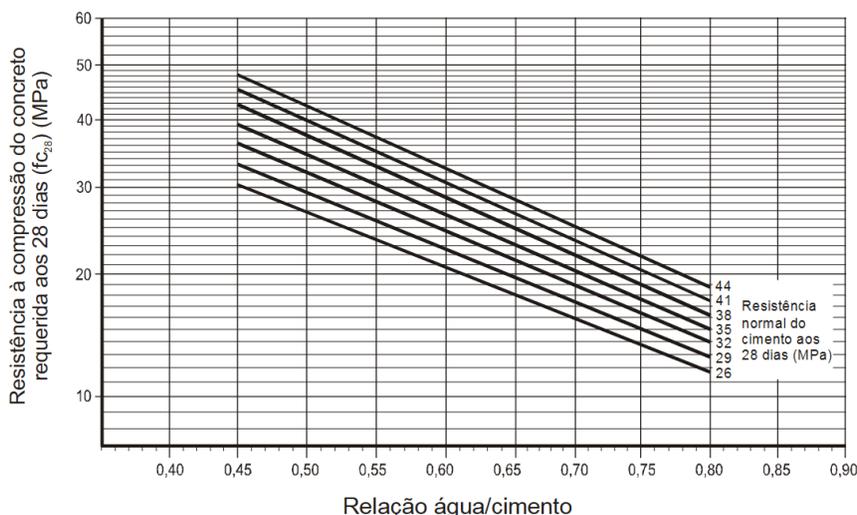
f_{cmj} : é a resistência média do concreto à compressão, prevista para a idade de j dias;

f_{ckj} : é a resistência característica do concreto à compressão, aos j dias;

S_d : é o desvio padrão da dosagem, adotado de acordo com o controle de qualidade da obra, sendo 4 MPa para bom, 5,5 MPa médio e 7 MPa ruim.

A partir da resistência à compressão do concreto e sabendo a classe de resistência especificada em projeto, é possível obter a relação de água/cimento pela curva de Abrams apresentada na Figura 14.

Figura 14 – Curva de Abrams



Fonte – Bucher (1989 apud BOGGIO, 2000)

A curva de Abrams, por se tratar de um recurso gráfico, é de difícil implementação direta em programas computacionais. Assim, se faz necessário realizar primeiro uma regressão linear com o intuito de obter as equações constituintes do gráfico. É importante observar na Figura 14, que a curva se encontra em escala mono-log, fato que deve ser considerado no cálculo.

2.2 Determinação do consumo dos materiais

O próximo passo da metodologia ABCP é a determinação dos principais consumos, a começar pela água. A Tabela 1 apresenta estimativas iniciais para a quantidade de água, levando em consideração o abatimento desejado e a dimensão máxima do agregado graúdo.

Tabela 1 - Quantidade de água de amassamento do concreto em função do abatimento e da dimensão máxima característica do agregado

Abatimento (mm)	Dimensão máxima característica do agregado graúdo D _{mc} (mm)				
	9,5	19	25	32	38
40 a 60	220 kg/m ³	195 kg/m ³	190 kg/m ³	185 kg/m ³	180 kg/m ³
60 a 80	225 kg/m ³	200 kg/m ³	195 kg/m ³	190 kg/m ³	185 kg/m ³
80 a 100	230 kg/m ³	205 kg/m ³	200 kg/m ³	195 kg/m ³	190 kg/m ³

Fonte – Rodrigues (1990 *apud* BOGGIO, 2000)

É importante perceber que, fixado um certo valor para a dimensão, os consumos de água variam de forma linear para cada abatimento. Esta observação permite que a implementação da Tabela 1 na simulação seja feita exatamente da mesma forma que o passo anterior: por meio de uma regressão linear para cada coluna.

Sabendo a relação de água/cimento (a/c) e o consumo de água (C_a), o consumo de cimento (C_c) é obtido de forma direta pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**:

$$C_c = \frac{C_a}{a/c}$$

O último consumo calculado de forma direta é o do agregado graúdo. A Tabela 2 apresenta o volume compactado seco de brita em função do módulo de finura da areia e da dimensão máxima da brita. Segundo Boggio (2000), esses valores foram obtidos de forma empírica pela ABCP e levam em consideração o fato de que o grau de compactação do agregado graúdo no concreto é menor do que o obtido pelo procedimento da NBR 7810:1983.

De acordo com Boggio (2000), para que se mantenha a consistência do concreto, a medida em que se aumenta o módulo de finura da areia, é necessário aumentar também a quantidade de argamassa na mistura. A Tabela 2 evidencia este

fato, a medida em que se observa uma diminuição no volume de brita para areias mais grossas. Além disso, nota-se que essa redução possui caráter linear, o que mais uma vez, favorece uma regressão com o intuito de implementar em programas computacionais.

Tabela 2 - Volume compactado seco (Vcs) de agregado graúdo por m³ de concreto em função do Módulo de Finura da areia e da Dimensão máxima característica do agregado graúdo

Módulo de finura da areia	Dimensão máxima característica do agregado graúdo Dmc (mm)				
	9,5	19	25	32	38
MF	Volume compactado seco (Vcs) de agregado graúdo por m ³ de concreto				
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte – Rodrigues (1990 *apud* BOGGIO, 2000)

A partir dos consumos de água, cimento e brita para produção de 1 metro cúbico de concreto, a quantidade de areia necessária é obtida, de forma indireta, pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Dessa maneira, o traço será completado com areia até que se atinja o volume de 1 m³ desejado.

$$C_{ar} = \left(1 - \frac{C_c}{\gamma_c} - \frac{C_a}{\gamma_a} - \frac{C_b}{\gamma_b} \right) \times \gamma_{ar}$$

Onde:

C_{ar} : Consumo de agregado miúdo;

C_a : Consumo de água;

C_c : Consumo de cimento;

C_b : Consumo de agregado graúdo;

γ_{ar} : Massa específica do agregado miúdo;

γ_a : Massa específica da água;

γ_c : Massa específica do cimento;

γ_b : Massa específica do agregado graúdo.

2.3 Apresentação do traço

A indicação do traço a ser utilizado deve ser objetiva, de modo a evitar erros de interpretação dos cálculos da dosagem. Dessa forma, considerando as mesmas variáveis apresentadas na Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a apresentação do traço é exposta da seguinte maneira:

$$1: \frac{C_{ar}}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} // \frac{C_a}{C_c}$$

Esta representação deve ser interpretada como, para 1 kg de cimento utiliza-se $\frac{C_{ar}}{C_c}$ quilogramas de areia e $\frac{C_b}{C_c}$ quilogramas de brita. A quantidade de água de $\frac{C_a}{C_c}$ é

apenas uma estimativa inicial, que segundo Curti (2020) deve ser ajustada empiricamente ao longo do processo de concretagem.

A NBR 12655 (ABNT, 2015) recomenda, sempre que possível, medir os materiais em unidade de massa, para que haja um melhor controle de qualidade na concretagem. Em obras de pequeno porte é comum que a medição seja feita com padiolas ou baldes, neste caso deve-se utilizar um desvio padrão de 7MPa, como discutido na Seção 0 “2.1 Fixação da relação água/cimento”.

É evidente que a determinação do traço do concreto impacta diretamente na quantidade de materiais que deverão ser adquiridos durante a obra. Sendo assim, é imprescindível que esta etapa esteja integrada com o gerenciamento do empreendimento. Isso porque, uma simples alteração no traço resultará em variações na estocagem e logística do canteiro. Na Seção 0 “Implementação do método de dosagem ABCP” será detalhado como a metodologia de dosagem ABCP pode ser implementada em um simulador.

3 GESTÃO DE ESTOQUES

Segundo Szajubok, Alencar e Almeida (2006), no âmbito da construção civil, as atividades a serem executadas determinam a frequência de aquisição dos materiais, caracterizando uma produção da forma *pull system*¹. Entretanto, o planejamento de estoques ainda se faz necessário. Isso porque, existe um tempo entre o pedido ser feito e o material chegar à obra, produzindo incertezas a respeito do fornecimento. Por outro lado, podem ocorrer também, mudanças na execução do próprio empreendimento, o que resulta em incertezas na demanda.

O principal objetivo de um estoque é compensar as incertezas na relação fornecimento/demanda, garantindo que o fluxo de produção seja o mais contínuo possível. De acordo com Szajubok, Alencar e Almeida (2006), um estoque subdimensionado pode causar atrasos no projeto, enquanto um estoque superdimensionado elevará os custos de manutenção e pode resultar em perdas de material. Dessa forma, é necessário um balanceamento, com o intuito de definir a melhor configuração para cada obra.

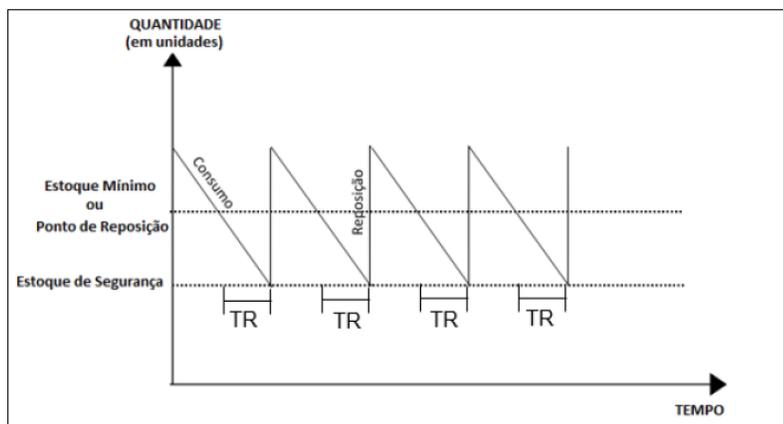
¹ Nesse modelo, o ritmo de produção determina o ritmo de compra dos materiais.

Na Seção 0 “3.1 Dimensionamento de estoques”, apresentada na sequência, serão definidos os principais parâmetros de dimensionamento de estoques, bem como suas respectivas metodologias de cálculo. Em seguida, na Seção 0 “3.2 Indicadores de desempenho do estoque”, serão discutidos quais parâmetros podem ser utilizados para verificar a eficiência do estoque.

3.1 Dimensionamento de estoques

Segundo Amaro (2016), antes de se iniciar o dimensionamento do estoque, é preciso entender como, este se comporta. A Figura 15 apresenta um gráfico dente de serra, neste é possível observar como um estoque, dimensionado adequadamente, oscila ao longo do tempo.

Figura 15 - Gráfico Dente de Serra de um estoque



Fonte – Amaro (2016)

Na Figura 15, o parâmetro TR representa o tempo de reposição que está entre o ponto de reposição (PR) e o início do estoque de segurança (ES). É evidente que este tempo está em função da taxa de consumo do material (C), representada pela inclinação da reta. De acordo com Amaro (2016), é importante definir o ponto de reposição de forma que o próximo lote de materiais chegue antes do estoque se esvaziar, mas não cedo demais, de modo que não haveria espaço para o novo lote.

Por meio da Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, obtém-se a quantidade para o estoque de segurança e, a Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, calcula o ponto de reposição.

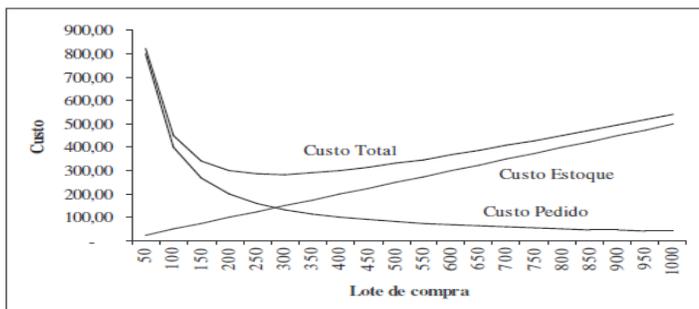
$$ES = TR_{max} \times C$$

$$PR = TR_{med} \times C + ES$$

Segundo Amaro (2016), o estoque de segurança se faz necessário devido as incertezas relacionadas ao tempo de reposição. Como visto na Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, o ponto de reposição é dimensionado com base no tempo médio. Sendo assim, uma parcela do estoque precisa considerar um tempo majorado (TR_{max}), de forma que se houver atrasos na entrega, estes não impactarão o fluxo de atividades da obra.

A quantidade de material que deve ser adquirido em cada ciclo, deve ser dimensionada da maneira mais econômica possível. Para isso, é preciso analisar o comportamento das variáveis que impactam no custo. De acordo com Peinado e Graeml (2004), o custo total (C_t) de um estoque é a soma do custo de estocagem (C_e) com o custo de pedido (CP). Na Figura 16 é possível perceber essa relação de custos de forma gráfica.

Figura 16 - Custo total do estoque



Fonte – Peinado e Graeml (2004)

Nota-se que o custo de estoque possui um crescimento linear a medida que se aumenta a quantidade do lote de compra (L_c). Isso porque, este custo é dado pelo produto entre o lote de compra médio ($\frac{L_c}{2}$) e o custo unitário do material (C_u). É importante ressaltar que deve ser feita uma correção nesse valor considerando o custo de oportunidade (t). Visto que o custo de estocagem não agrega valor à obra e poderia estar sendo investido em outras atividades (PEINADO; GRAEML, 2004). A equação da reta do custo de estoque é dada pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**:

$$C_e = t \times C_u \times \frac{L_c}{2}$$

Na Figura 16, a curva do custo do pedido (CP) decresce com o aumento do lote de compra. É fácil perceber que quanto maior a compra, menor deverá ser a quantidade de entregas. Dessa forma, o produto entre o custo unitário de um pedido pelo número de pedidos, resulta na Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (PEINADO; GRAEML, 2004).

$$CP = C_p \times \frac{D}{L_c}$$

Onde,

D : Demanda total do material no período estudado.

Como dito, anteriormente, o custo total do estoque é a soma da Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** com a Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Segundo Peinado e Graeml (2004), a partir desta soma, é possível determinar o lote econômico de compra (LEC), calculando o ponto em que a taxa de variação é igual a zero no gráfico da Figura 16, em outras palavras, $\frac{\partial C_t}{\partial L_c} = 0$. Isolando a variável LEC , obtém-se a Equação 8.

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_p}{t \times C_u}}$$

3.2 Indicadores de desempenho do estoque

O dimensionamento de estoques serve como uma estimativa inicial para o gerenciamento. Após essa etapa, é preciso monitorar o comportamento do estoque, a fim de verificar sua eficiência e realizar as devidas alterações. Para isso, utiliza-se de indicadores de desempenho que analisam numericamente as taxas de movimentação, cobertura e serviço do estoque.

O primeiro indicador a ser avaliado é o giro de estoque, que representa quantas vezes o estoque foi consumido em um determinado período. De acordo com Kina e Vallin (2006), o giro de estoque é calculado pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e, em geral, um valor alto para este índice tende a ser positivo para a empresa. Porém, este indicador não pode ser avaliado isoladamente, pois valores muito elevados podem indicar subdimensionamento do estoque.

$$\text{Giro de estoque} = \frac{\text{Consumo no período (unidades)}}{\text{Estoque médio (unidades)}}$$

Outro parâmetro a ser considerado é a cobertura de estoque, calculado pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Segundo Kina e Vallin (2006), este indicador está relacionado a duração do estoque, caso ele não haja uma reposição. Em outras palavras, o quanto o estoque representa em relação a demanda total do empreendimento.

$$\text{Cobertura de estoque} = \frac{\text{Estoque médio (unidades)}}{\text{Demanda (unidades)}}$$

De acordo com Arozo (2002), o nível de serviço indica a frequência com que um determinado produto falta no estoque. Sendo assim, um gestor deve sempre buscar maximizar este parâmetro, e evitar que alterações nas configurações do estoque resultem em perda de nível de serviço. Segundo Kina e Vallin (2006), esse indicador mede diretamente a eficácia do estoque, e recomendam-se intervalos entre 90% e 100% para a Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

$$\text{Nível de serviço} = \frac{\text{Número de requisições atendidas}}{\text{Número de requisições efetuadas}}$$

Na Seção 0 “Implementação do gerenciamento de estoques”, será apresentado como os parâmetros de dimensionamento de estoques podem ser implementados no programa AnyLogic, bem como o cálculo dos indicadores de desempenho.

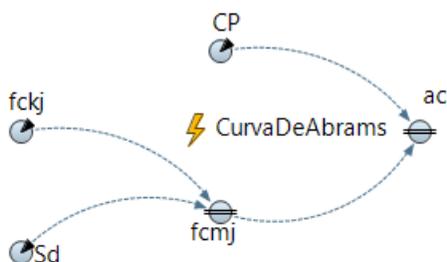
4 IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Como exposto na Seção 0 “2.1 Fixação da relação água/cimento”, a primeira etapa a ser programada no AnyLogic é a determinação da relação de a/c. Para este trabalho foi realizada uma regressão linear para cada reta presente na Figura 14 – Curva de Abrams, totalizando em seis equações que foram inseridas no modelo utilizando um código em Java (Apêndice A – Figura A - 1).

A Figura 17 demonstra como o processo de fixação da relação de água/cimento foi convertido em um sistema dinâmico. Percebe-se que os

parâmetros² f_{ckj} e S_d são utilizados como entradas para determinar a variável dinâmica³ f_{cmj} , atendendo a Equação 1. Em seguida, junto com a classe de resistência do cimento (CP) fixa-se a relação a/c por meio do evento⁴ Curva de Abrams.

Figura 17 - Sistema dinâmico da fixação da relação de água/cimento



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

A vantagem neste tipo de representação está na natureza mutável dos sistemas dinâmicos, o que permite que sejam alterados os parâmetros de entrada a qualquer momento durante a simulação. Além disso, cada uma das variáveis dinâmicas possuem uma saída gráfica, para que se possa acompanhar os efeitos das alterações. Sendo assim, em um processo de retro análise, é possível testar diferentes configurações com facilidade.

Vale ressaltar que todas as etapas estão integradas com as demais. Dessa forma, as mudanças realizadas nestes parâmetros afetarão os sistemas que serão apresentados nas próximas seções deste trabalho. Esta configuração garante uma melhor comunicação entre os processos e permite uma estrutura de retroalimentação como propõe a NBR ISO 10006 (ABNT, 2006).

A Figura 5 demonstra como o processo de cálculo dos consumos de água e cimento foi implementado. Nota-se, mais uma vez, a presença de um evento

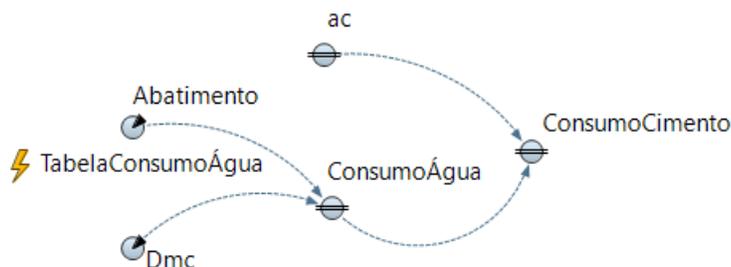
² No programa AnyLogic, parâmetros são entradas representadas por um círculo cinza e um triângulo preto.

³ Variáveis dinâmicas são representadas por um círculo cinza cortado por dois riscos horizontais.

⁴ Um evento é representado pelo símbolo de um raio amarelo, e executa um código Java periodicamente.

“TabelaConsumoÁgua”, que é responsável por executar a Tabela 1, em forma de código Java (Apêndice A – Figura A – 2). O sistema finaliza calculando o consumo de cimento através da Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A variável a/c , apesar de aparentar ser uma entrada, possui seu próprio sistema visto na Figura 17.

Figura 18 - Sistema dinâmico dos consumos de água e cimento

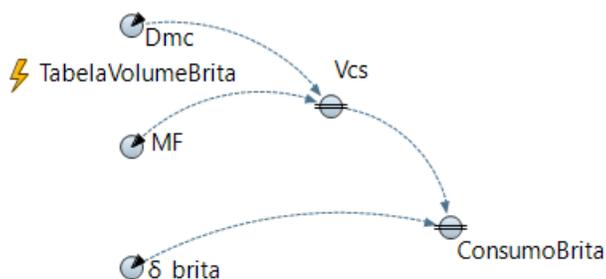


Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

O próximo passo do método é determinar o consumo de brita. A Figura 19, apresenta o evento “TabelaVolumeBrita” representando a Tabela 2. Como visto na seção 2.2, esta tabela informa apenas o volume compactado seco (V_{CS}) de agregado graúdo. Assim, é necessário introduzir um novo parâmetro δ_{brita} (densidade da brita compactada). A variável consumo de brita (C_b) é calculada pela Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

$$C_b = \delta_{brita} \times V_{CS}$$

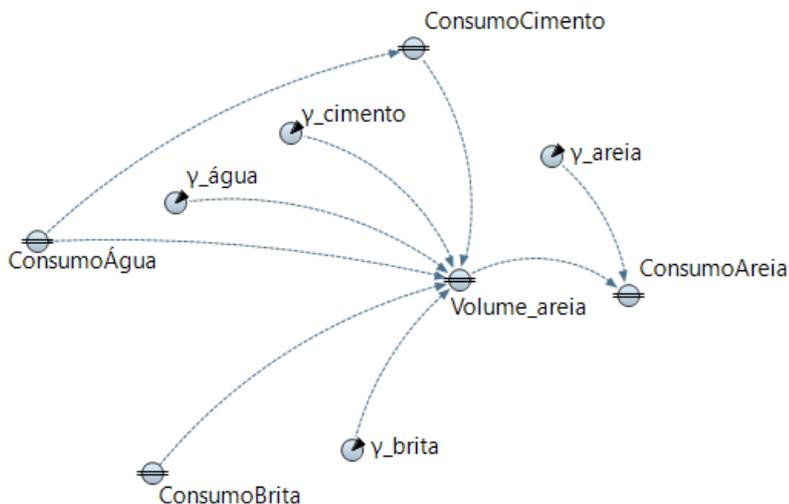
Figura 19 - Sistema dinâmico do consumo de brita



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Por fim, a metodologia de dosagem ABCP determina o consumo de areia utilizando a Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Na Figura 20 é possível observar este cálculo implementado, tomando como parâmetros de entrada as massas específicas dos materiais constituintes do concreto. Os consumos de água, cimento e brita, se unem neste sistema, finalizando a integração das etapas do método em um único sistema dinâmico (Apêndice B – Figura B – 1).

Figura 20 - Sistema dinâmico do consumo de areia



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Na simulação, a inserção dos valores de cada um dos parâmetros apresentados é feita durante o experimento, por meio do painel apresentado no Apêndice C, que vincula cada entrada a um controlador.

5 IMPLEMENTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE ESTOQUES

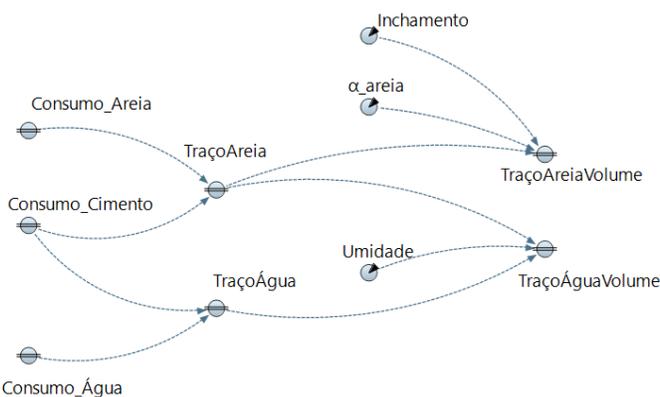
A metodologia ABCP fornece os consumos de cada material em unidades de massa, como recomendado pela NBR 12655 (ABNT, 2015). Porém, para o dimensionamento de estoques, é conveniente que estes consumos sejam convertidos para unidades de volume. Isso porque, não é comum a utilização de balanças para medição dos materiais antes de serem armazenados ou inseridos na betoneira. Nesse sentido, é preciso acrescentar novos parâmetros de cálculo na simulação, tais como: umidade e inchamento da areia; e as massas unitárias dos agregados soltos.

Na Figura 21, o sistema parte dos consumos de materiais, calculados anteriormente, para determinar as proporções de areia e água no traço, como visto na Seção 2.3 “Apresentação do traço”. Em seguida, é preciso considerar a umidade da areia a fim de corrigir a quantidade de água. Para isso, a variável “TraçoÁguaVolume” é calculada como sendo:

$$\text{TraçoÁguaVolume} = \text{TraçoÁgua} - \text{Umidade}(\%) * \text{TraçoAreia}$$

No caso da areia, a correção para o armazenamento precisa considerar dois novos parâmetros que afetam diretamente na volumetria: o inchamento e a incorporação de ar. A razão entre a proporção de areia no traço (kg) pela massa unitária da areia solta (α_{areia} (kg/m³)) fornece o “TraçoAreiaVolume”, que é majorado pelo fator “Inchamento (%)”.

Figura 21 - Sistema dinâmico da conversão em unidades de volume do traço de areia e água

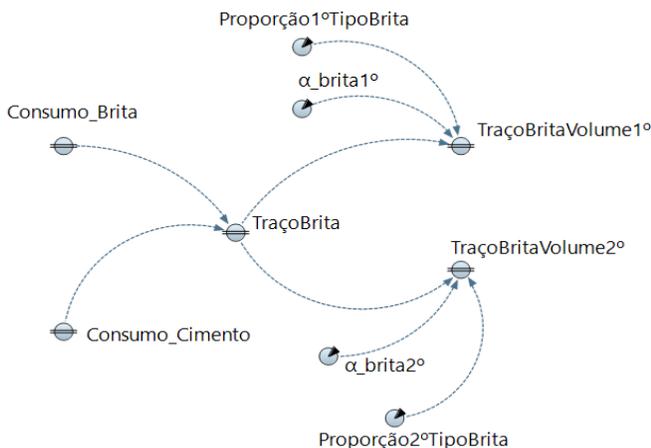


Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Além disso, até o momento, o volume de brita havia sido determinado com base na Tabela 2 “Volume compactado seco de agregado graúdo”, e convertido para unidade de massa. Dessa maneira, pouco importa se existe diferença na granulometria da brita, pois a tabela considera apenas a dimensão máxima e o resultado é dado em quilogramas. Entretanto, 1kg de brita 1 terá um volume diferente que 1kg de brita 2, tornando imprescindível a especificação da proporção dos agregados.

Segundo Boggio (2000), é recomendado que haja uma mistura de dois tipos de granulometria de agregados graúdos, com o intuito de reduzir a quantidade de vazios no concreto. Sendo essa mistura de 50% para cada tipo, exceto no caso da configuração brita 0/brita 1, neste caso a proporção ideal é 30% e 70%, respectivamente. No sistema da Figura 22, percebe-se esta separação em dois tipos de granulometria de brita, em que cada um, é convertido para unidades de volume considerando suas respectivas massas unitárias soltas ($\alpha_{\text{brita1}^{\text{a}}}$ e $\alpha_{\text{brita2}^{\text{a}}}$) e proporções adotadas.

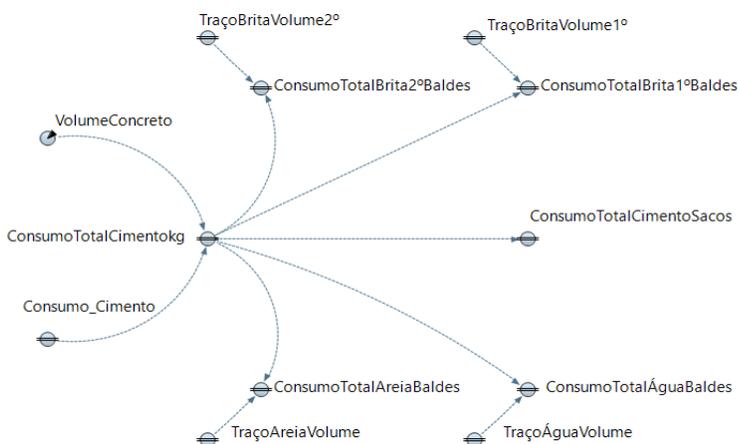
Figura 22 - Sistema dinâmico da conversão em unidades de volume dos traços de brita



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

O último parâmetro, que impacta na quantidade final de material a ser estocado, é o volume de concreto que será produzido na obra. É importante ressaltar que esse fator está diretamente ligado com a variável “*demand total*” (*D*), vista na Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Dessa forma, na Figura 23, o sistema calcula as demandas totais de todos os materiais, considerando o novo parâmetro “*VolumeConcreto*” e ajusta os agregados para a unidade de baldes (18 litros).

Figura 23 - Sistema dinâmico da conversão dos consumos dos materiais constituintes do concreto em suas respectivas unidades de armazenamento



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

A partir da Figura 23 obtêm-se as demandas totais, sendo necessário informar apenas os custos regionais de pedido, unidade e oportunidade dos materiais, para o cálculo do lote econômico de compra, conforme a Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Porém, para finalizar o dimensionamento do estoque, é preciso prever a velocidade que a equipe consegue consumir o estoque, para que seja possível determinar o tempo de reposição (TR).

Na Seção 0 “5.1 Taxa de consumo do estoque”, será apresentado uma metodologia prática para se determinar o tempo de consumo do estoque, considerando o tamanho da equipe e a disposição do canteiro de obras.

5.1 Taxa de consumo do estoque

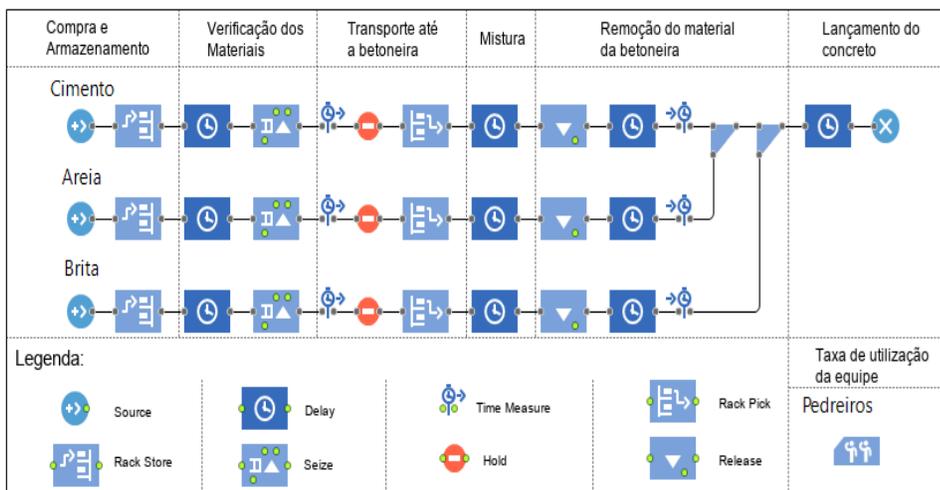
Uma vantagem da utilização do programa AnyLogic é a capacidade de trabalhar, simultaneamente, com macro e micro simulações. Para a implementação da metodologia ABCP foram utilizados sistemas dinâmicos que fornecem uma visão a nível estratégico do planejamento. Porém, para o gerenciamento de estoques, é interessante avaliar também o nível operacional. Isso porque, informações como a taxa de utilização da equipe ou a taxa de consumo do estoque só podem ser obtidas diminuindo a abstração do modelo. Para isso, serão incluídos novos parâmetros, tais como: carga horária produtiva e improdutiva da betoneira; número de funcionários; velocidade de deslocamento dos funcionários; e disposição do canteiro de obras.

Na Figura 24 observa-se como o processo de concretagem pode ser implementado, em nível operacional, por meio de fluxogramas. Os materiais são inseridos no modelo com o auxílio do bloco⁵ “*source*” e seguem um caminho lógico até o objetivo da atividade. O conjunto de blocos “*rack store/pick*” é responsável por alocar cada material em seu respectivo estoque e o conjunto “*Seize/Hold/Release*” verifica a disponibilidade dos equipamentos envolvidos, neste caso uma betoneira. O bloco “*delay*” é o mais importante do fluxograma, pois é responsável por regular o tempo de cada etapa e, especialmente por isso, precisa ser calibrado adequadamente. Como o principal objetivo desta seção é determinar a taxa de consumo do estoque,

⁵ Blocos são estruturas pré-programadas para executarem determinadas ações no fluxograma.

os blocos “time measure” marcam o tempo entre o início do transporte até a betoneira e o concreto pronto.

Figura 24 - Fluxograma da logística de concretagem no programa AnyLogic



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

A calibração é realizada com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) da Caixa Econômica Federal. Para isso, coleta-se os quantitativos, relativos a carga horária da betoneira, para a produção de 1 m³ de concreto. Esses quantitativos são divididos em dois: carga horária produtiva (CHP) que deve ser inserida no bloco “delay” da etapa de mistura na Figura 24; e a carga horária improdutiva (CHI) que precisa ser considerada no “delay” da etapa de remoção do material da betoneira.

É importante ressaltar que, no fluxograma, o CHI não inclui o tempo de lançamento do concreto. Isso porque assume-se que sejam funcionários diferentes para esta atividade. Isto posto, não é necessário esperar o término do lançamento para que a produção continue. No caso de o mesmo funcionário produzir e lançar o concreto, pode-se alterar o fluxograma para atender a realidade de cada obra.

Na Seção 6 “Exemplo de aplicação do modelo” será abordado um exemplo prático de como esta metodologia poder ser calibrada e utilizada a fim de obter parâmetros que auxiliem o gerenciamento de uma obra.

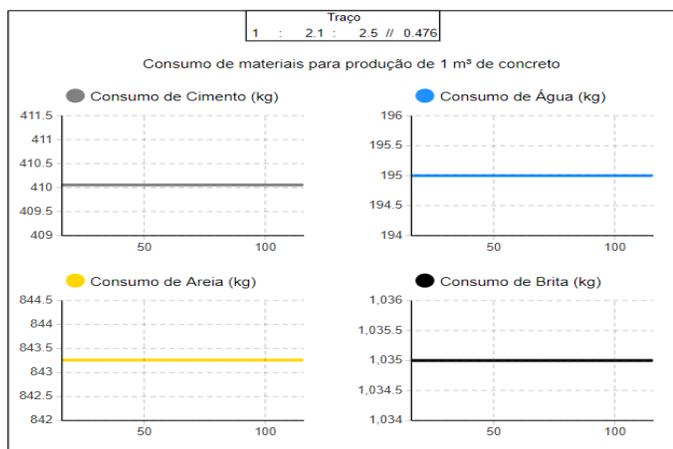
6 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MODELO

Os resultados deste trabalho serão apresentados nesta seção, por meio de uma aplicação do modelo em um exemplo, de acordo com a ordem de implementação de cada etapa, isto é:

1. Cálculos dos consumos de material para produção de 1 m³ de concreto, segundo metodologia ABCP;
2. Cálculo do volume total de material necessário, de acordo com a quantidade de concreto a ser produzida na obra e índices volumétricos;
3. Determinação do lote econômico de compra, segundo parâmetros de custo de mercado;
4. Obtenção da taxa de consumo, com base na disposição do canteiro de obras;
5. Simulação do comportamento dos estoques.

Para calibração inicial do modelo, será utilizado como referência o item 94966 da base SINAPI, denominado Concreto $f_{ck} = 30\text{MPa}$, traço 1:2,1:2,5 (Cimento/Areia Média/Brita 1) – preparo manual com betoneira 280 L de capacidade de mistura. Estes parâmetros são inseridos no sistema dinâmico da Figura B – 1 (Apêndice B), que produz como resposta o comportamento gráfico de cada um dos consumos de material, conforme a Figura 25.

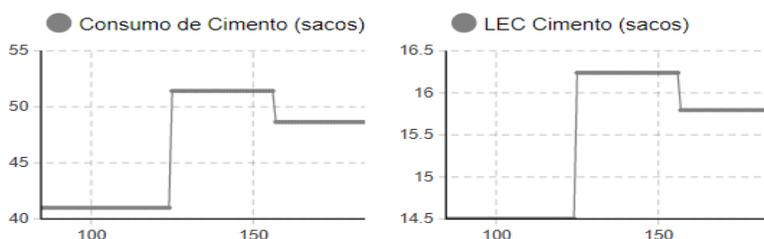
Figura 25 - Consumo de materiais para produção de 1 m³ de concreto



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Tomando como exemplo o consumo de cimento, percebe-se que para produção de 1 m³ de concreto, a metodologia ABCP sugere a utilização de 410 kg de cimento, ou simplesmente, 410 kg/50 kg = 8,2 sacos. Porém, qual seria o impacto no consumo de cimento, se durante a execução, fosse alterado o fck de projeto de 30 para 35 MPa e, em seguida, adotasse o controle de qualidade conceituado como bom. Na Figura 26, observa-se como o sistema faz as devidas alterações em tempo real e reenvia as novas informações para as outras etapas do gerenciamento.

Figura 26 - Relação entre consumo e lote econômico de compra



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

A Figura 26 representa a comunicação entre o planejamento do traço com o setor de compras. Inicialmente, para produção de 5 m³ de concreto, estava previsto um consumo de 41 sacos de cimento e, conseqüentemente, o lote econômico de compra (LEC) era estimado em 14,5 ≈ 15 sacos. Após a sugestão de alterar o fck de projeto para 35 MPa, percebe-se uma alteração do LEC para 17 sacos. Em seguida com a adoção do controle de qualidade avaliado como bom, o valor do LEC estabiliza em dezesseis sacos.

O exemplo acima mostra a relação de interdependência existente entre as diferentes etapas do gerenciamento. O Quadro 1, produzido pela simulação, resume todas essas relações, da seguinte maneira: diretamente proporcional (+); e inversamente proporcional (-).

Quadro 1 - Quadro de verificação e validação: Metodologia ABCP/LEC

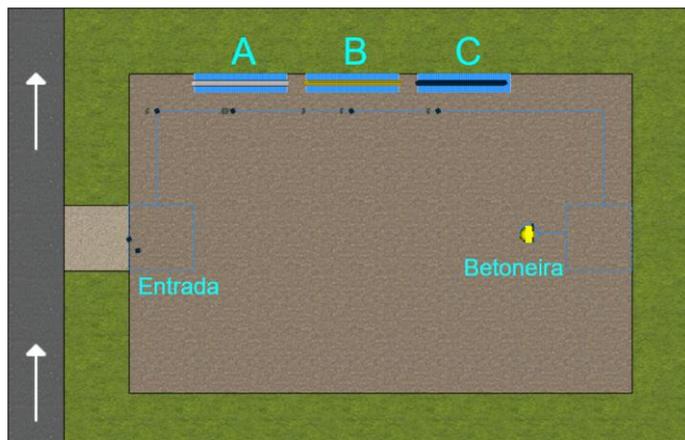
Parâmetros	Lote econômico de compra		
	Cimento	Areia	Brita
CP	-	+	
fck	+	-	
Abatimento	+	-	
Controle de qualidade	-	+	
Módulo de finura		+	-
Dimensão máxima	-	-	+
$\gamma_{\text{água}}$		+	
γ_{areia}		+	
γ_{brita}		+	
γ_{cimento}		+	
δ_{brita}		-	+

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Esse tipo de quadro é conhecido como quadro de verificação e validação (V&V) e é essencial para toda simulação. Isso porque, por meio desta ferramenta pode-se comparar os resultados do modelo com a teoria, verificando a existência de possíveis erros na programação e aumentando a confiabilidade do simulador. Como visto na Figura 26, um aumento no *fck* de projeto resultou em um lote econômico de compra maior, como esperado.

A aplicação do fluxograma proposto na Figura 24, como discutido anteriormente, depende de parâmetros espaciais da obra. É possível defini-los por meio de um esboço bidimensional que apresente o distanciamento de cada estoque até o local de trabalho. É evidente que esta definição impacta diretamente no tempo de deslocamento dos funcionários. Na Figura 27 os estoques A, B, C representam os estoques de cimento, areia e brita, respectivamente.

Figura 27 - Exemplo de canteiro de obras desenhado no *AnyLogic*.



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Neste exemplo, o estoque de cimento está mais distante dos demais. Com isso, é esperado que, em média, o tempo de deslocamento para consumo de cimento seja maior. Entretanto, a simulação também considera que funcionários diferentes terão velocidades diferentes. Para esse exemplo, adotou-se como velocidade de deslocamento uma distribuição normal de média 1 m/s e desvio padrão de 0,2 m/s. A Tabela 3 mostra o resultado da simulação em relação aos tempos de deslocamento para cada material.

Tabela 3 - Tempos de deslocamento, ida e volta, dos estoques até o local de trabalho

	Tempo de deslocamento (minutos)		
	Cimento	Areia	Brita
Média	1,484	1,170	0,874
Min	1,343	1,02	0,738
Max	1,623	1,316	1,021
Desvio padrão	0,075	0,078	0,075

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Vale ressaltar a importância da integração desta etapa com o cálculo do traço do concreto. Isso porque, os tempos da Tabela 3 são determinados para um único deslocamento, porém pode ser necessário que cada funcionário realize várias viagens, a depender do traço e do maquinário disponível na obra.

Os valores da Carga Horária Produtiva (CHP) e Improdutiva (CHI) da betoneira são inseridos de forma determinística no modelo, devido a limitação de acesso aos estudos estatísticos da base de dados SINAPI. Isto posto, nesse exemplo o consumo de cimento pode ser estimado como:

$$(N^{\circ} \text{ de deslocamentos} * \text{Tempo para 1 deslocamento}) + \text{CHP} \\ + \text{CHI}$$

Como exposto no início da seção, são necessários 8,2 sacos de cimento para produção de 1 m³ de concreto sob as configurações assumidas. Os valores de CHP e CHI, segundo SINAPI/DF de maio de 2021 são 45 minutos e 42 minutos, respectivamente. Logo:

$$5 \times 1,484 + 45 + 42 = 94,42 \text{ minutos}$$

Obtém-se da simulação que, em média, levam-se 94,42 minutos para o consumo de 8,2 sacos de cimento. Em outras palavras, a taxa de consumo de cimento é de 0,0864 sacos por minuto.

A partir da taxa de consumo e do lote econômico de compra, determina-se o comportamento final do estoque, conforme a Seção 3.1 “Dimensionamento de estoques”. A Figura 28 representa como o estoque se comporta ao longo do tempo e percebe-se que o gráfico nunca atinge o valor de zero. Isso porque, existe um estoque de segurança calculado por meio da Equação **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 28 - Comportamento do estoque de cimento



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Na Figura 28, à direita do gráfico, encontram-se os medidores de desempenho. O tempo de reposição médio foi estimado em 166,936 minutos, o que significa que, em média, é necessário 2 horas e 47 minutos de concretagem contínua para que o estoque precise ser reabastecido. O nível de serviço de 97,3% indica que em apenas 2,7% das solicitações, o estoque de segurança precisará ser acionado. A cobertura de 0,354 mostra que o dimensionamento representa 35,4% da demanda total e, conseqüentemente, serão necessárias três reposições.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que este trabalho alcançou o objetivo proposto, produzindo um simulador capaz de iterar diferentes configurações de traço de concreto e disposição no canteiro de obras. Permitindo medir o impacto destas alterações no gerenciamento de recursos da obra e tempo de concretagem e, conseqüentemente, otimizando a gestão. No que tange ao gerenciamento de estoques, o modelo mostrou-se capaz de gerar uma simulação descritiva de consumos para então prescrever um dimensionamento adequado de recursos materiais. Percebe-se que a simulação também forneceu parâmetros de taxa de utilização e tempo de deslocamento de recursos humanos, índices que são decisivos para alocação de equipe e equipamentos.

Uma sugestão para trabalhos futuros é a comparação do modelo com um estudo de caso, com intuito de otimizar sua calibração e validar seus resultados. Ademais, pode-se avaliar a integração das atividades modeladas neste trabalho com outras atividades de uma obra.

REFERÊNCIAS

AMARO, Felipe Victor. **Gestão de suprimentos e gestão de projetos**: um estudo de caso na construção civil. 2016. Monografia (Bacharelado em Administração) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

AROZO, Rodrigo. Monitoramento de desempenho na gestão de estoque. **Revista Tecnológica**, v. 85, n. 48-53, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR 10006: Gestão da qualidade. Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos.** Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2015.

BOGGIO, Aldo J. **Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BUCHER, H. R. E. **Estimativa da resistência à compressão de concretos executados com cimento nacional em função da relação a/c.** São Paulo: ABCP, 1989.

CURTI, Rubens. **Dosagem do concreto pelo método ABCP.** São Paulo: ABCP, 2020. Disponível em: <https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Metodo_Dosagem_Concreto_ABCPonLINE_22.07.2020.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

FELÍCIO, Luiz Carlos. **Modelagem da dinâmica de sistemas e estudo da resposta.** São Carlos: Rima, 2007.

KINA, R.; VALLIN, L. Gestão de estoques de matérias-primas. **Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP**, Maringá: Paraná, v. 2, n. 1, Dez. 2006. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/1401>. Acesso em: 27 Ago. 2021

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção. Operações industriais e de serviços.** Paraná: Unicenp, 2004.

RODRIGUES, P. P. F. **h Parâmetros de dosagem do concreto.** ET – 67. São Paulo: ABCP, 1990.

SZAJUBOK, Nadia Kelner; ALENCAR, Luciana Hazin; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. **Production**, v. 16, n. 2, p. 303-318, 2006.

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

VIEIRA, Geilma Lima. **Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VIEIRA, H.F. **Logística Aplicada à Construção Civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras.** São Paulo: Ed. PINI, 2006.

APÊNDICE A – CÓDIGOS JAVA

Figura A - 1 – Evento Curva de Abrams

```
if (cp == 26) {  
    ac = (4.5984 - log(fcmj)) / 2.6203;  
} else {  
    if (cp == 29) {  
        ac = (4.7015 - log(fcmj)) / 2.6543;  
    } else {  
        if (cp == 32) {  
            ac = (4.7986 - log(fcmj)) / 2.6707;  
        } else {  
            if (cp == 35) {  
                ac = (4.8935 - log(fcmj)) / 2.7104;  
            } else {  
                if (cp == 38) {  
                    ac = (5.0224 - log(fcmj)) / 2.7812;  
                } else {  
                    if (cp == 41) {  
                        ac = (5.0151 - log(fcmj)) / 2.6478;  
                    } else {  
                        if (cp == 44) {  
                            ac = (5.0645 - log(fcmj)) / 2.6398;  
                        }  
                    }  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

Figura A - 2 - Evento Tabela Consumo de Água^{6 7}

```
if (Dmc == 0) {  
    ConsumoÁgua = 220 + Abatimento * 5;  
} else {  
    if (Dmc == 1) {  
        ConsumoÁgua = 195 + Abatimento * 5;  
    } else {  
        if (Dmc == 2) {  
            ConsumoÁgua = 190 + Abatimento * 5;  
        } else {  
            ConsumoÁgua = 180 + Abatimento * 5;  
        }  
    }  
}
```

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

⁶ Os valores de Dmc = {0,1,2} são referentes a: brita 0 (9,5mm); brita 1 (19mm); e brita 2 (25mm) respectivamente.

⁷ O abatimento assume valores de {0,1,2}, referentes aos abatimentos de (40 a 60)mm, (60 a 80)mm e (80 a 100)mm, respectivamente.

Figura A - 3 – Evento Tabela Consumo de Brita

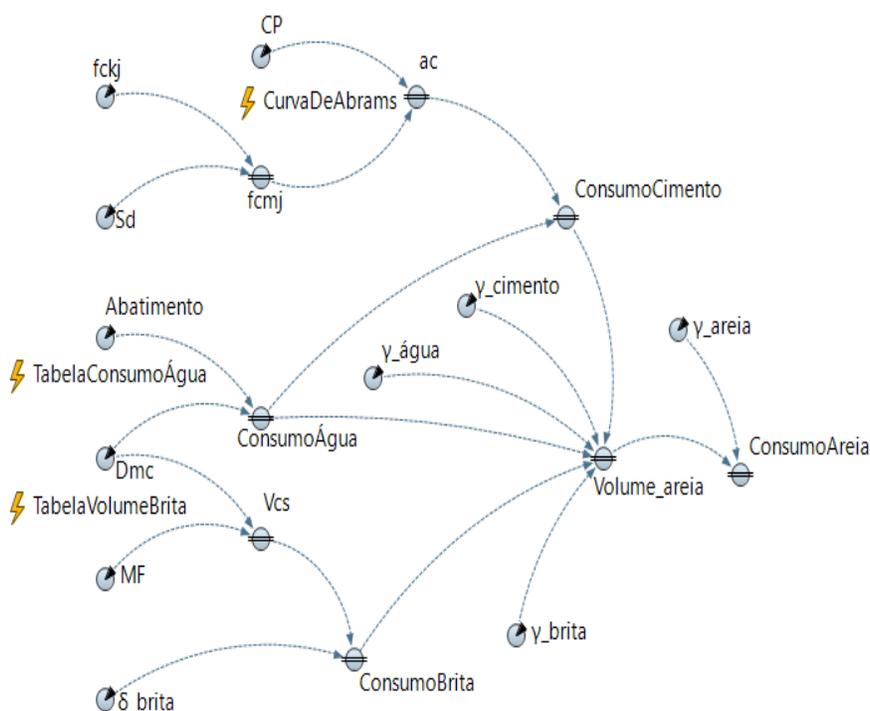
```

if (Dmc == 0) {
    Vcs = 0.645 - (5 * MF - 9) * 0.02;
} else {
    if (Dmc == 1) {
        Vcs = 0.77 - (5 * MF - 9) * 0.02;
    } else {
        if (Dmc == 2) {
            Vcs = 0.82 - (5 * MF - 9) * 0.02;
        } else {
            Vcs = 0.845 - (5 * MF - 9) * 0.02;
        }
    }
}
    
```

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

APÊNDICE B – SISTEMA DINÂMICO ABCP

Figura B - 1 - Sistema dinâmico completo do método de dosagem ABCP



Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

APÊNDICE C – PAINEL DE CONTROLE DO TRAÇO

Figura C - 1 – Painel de controle dos parâmetros de entrada do sistema dinâmico da metodologia ABCP

Dados de entrada											
<p>Cimento Portland</p>  <p>26 32 44</p>	<p>Abatimento (mm)</p> <p><input checked="" type="radio"/> 40 a 60</p> <p><input type="radio"/> 60 a 80</p> <p><input type="radio"/> 80 a 100</p>										
<p>fck de projeto (MPa)</p>  <p>15 25 50</p>	<p>Controle de qualidade</p>  <p>Bom Médio Ruim</p>										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Massa específica do cimento (kg/m³)</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">3100.0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Massa específica da água (kg/m³)</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">1000.0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Densidade da brita compactada (kg/m³)</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">1500.0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Massa específica do agregado graúdo (kg/m³)</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">2900.0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Massa específica do agregado miúdo (kg/m³)</td> <td style="text-align: right; padding: 5px;">2670.0</td> </tr> </table>	Massa específica do cimento (kg/m³)	3100.0	Massa específica da água (kg/m³)	1000.0	Densidade da brita compactada (kg/m³)	1500.0	Massa específica do agregado graúdo (kg/m³)	2900.0	Massa específica do agregado miúdo (kg/m³)	2670.0	<p>Módulo de finura do agregado miúdo</p>  <p>1.8 2.6 3.6</p> <p>Diâmetro máximo do agregado graúdo (mm)</p> <p><input type="radio"/> 9.5</p> <p><input checked="" type="radio"/> 19</p> <p><input type="radio"/> 25</p> <p><input type="radio"/> 38</p>
Massa específica do cimento (kg/m³)	3100.0										
Massa específica da água (kg/m³)	1000.0										
Densidade da brita compactada (kg/m³)	1500.0										
Massa específica do agregado graúdo (kg/m³)	2900.0										
Massa específica do agregado miúdo (kg/m³)	2670.0										

Fonte – Produzido pelo autor do trabalho

AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE EM ESCOLAS PÚBLICAS DO ENSINO MÉDIO DA REGIONAL DE ENSINO DO PLANO PILOTO NO DISTRITO FEDERAL

Denia Silva

Gabriela de Athayde Duboc Bahia

RESUMO

Compreendendo a acessibilidade como um direito garantido por lei e como fator indispensável para a inclusão e integração dos estudantes portadores de necessidades especiais à comunidade estudantil, o presente trabalho buscou verificar a situação atual nas escolas públicas de Ensino Médio do Plano Piloto - DF, analisar criticamente suas instalações arquitetônicas e apurar a compatibilidade destas com as normas NBR 9050:2015 e NBR 9050:2004. Para avaliar a acessibilidade dos espaços escolares, após estudo da legislação vigente, realizaram-se vistorias a dez escolas públicas e, a partir de dados colhidos nestas visitas, comparou-se a realidade encontrada com o que é estabelecido nas normas para então compatibilizar os resultados. Durante as vistorias nas escolas, aplicou-se, para coleta de dados, um *check list* elaborado de acordo com os quesitos contemplados nas normas, sendo eles: acessos e circulação, sanitários, mobiliário urbano e equipamento urbano e suas subcategorias e itens. Após a avaliação dos resultados, verificou-se que, muitas das vezes, o que se encontram nas escolas são medidas paliativas para a resolução dos problemas de acessibilidade, o que revela a falta de fiscalização além da falta de experiência no cumprimento das Normas por parte dos profissionais de engenharia. Além disso, foi revelada a necessidade urgente de manutenção e de reforma das estruturas físicas para real atendimento dos PNEs e adequação à legislação. Por fim, foi traçado um plano de ações para melhorias para cada aspecto analisado, de modo a dar suporte e servir de guia para melhoramento da acessibilidade nas escolas públicas, propiciando autonomia e qualidade de vida aos PNEs.

Palavras-chave: Acessibilidade, Portadores de Necessidades Especiais, Inclusão Escolar.

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade, progressivamente, é pauta no meio acadêmico, social e institucional. Porém, apesar do direito de ir e vir ser assegurado para todos pela Constituição Federal, pessoas são impedidas de o exercerem devido à precariedade da mobilidade urbana.

O tema abordado é de interesse social, pois tem o objetivo de permitir o acesso a todos os cidadãos em áreas de uso público. De acordo com o Censo 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 45,6 milhões de pessoas declaram ter pelo menos um tipo de deficiência, seja visual, auditiva, motora ou mental/intelectual.

Apesar de essas pessoas representarem 23,9% da população brasileira em 2010, a sociedade não é adaptada para acolhê-las. No Distrito Federal, a quantidade de pessoas deficientes é de 573.805 habitantes, o que corresponde a 22,3% da população.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 9050:2015 define o desenho universal como a concepção de um projeto, produto ou programa que atenda à necessidade de todos os usuários independente de terem deficiência ou não.

Dessa forma, o MEC (Ministério da Educação) desenvolveu o Programa Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais por meio da portaria nº13/2007, incluindo o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) e o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite com o objetivo de implementar novas iniciativas e intensificar ações na promoção de acessibilidade nas escolas, que, atualmente, já são desenvolvidas pelo governo em benefício das pessoas com deficiência.

Este programa abrange desde a adequação das edificações escolares até os recursos de tecnologia assistiva, porém o repasse financeiro nem sempre é destinado às instalações escolares.

O investimento destinado, seja na concepção ou na reforma de prédios educacionais, em geral, minora a estrutura ideal das instalações educacionais. Pouca

atenção é dada para a acessibilidade nas edificações, as quais deveriam proporcionar a autonomia de mobilidade e segurança a todos, com a finalidade de modificar as edificações e torná-las adequadas às pessoas com necessidades especiais.

Sendo assim, esse trabalho aborda as dificuldades encontradas por pessoa com mobilidade reduzida em acessar escolas públicas de ensino médio da regional de ensino do Plano Piloto no Distrito Federal de forma a verificar o cumprimento de normas e leis referentes à acessibilidade em escolas públicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ABNT NBR 9050 - acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

A NBR 9050:1994 foi instituída com o título “Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço mobiliário e equipamentos Urbanos”.

Posteriormente, editada como NBR 9050:2004 foi renomeada para “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, tornando-se uma norma mais completa e que abrange conceitos internacionais de acessibilidade tanto à pessoa com deficiência, quanto às demais pessoas que diante da longevidade passam a ter limitações de mobilidade.

A importância da implementação da norma se insere na orientação do planejamento de espaços diante de parâmetros técnicos para garantir a acessibilidade a todos com segurança. Pode ser considerado o instrumento no qual o engenheiro civil e o arquiteto devem se pautar, pois é o profissional responsável por dimensionar, entender e construir espaços públicos, atendendo todas as pessoas com igualdade de uso, seja com ou sem algum tipo de limitação física.

A NBR 9050:2015 reforça a acessibilidade, barreira arquitetônica e tecnologia assistiva, além de destacar os princípios do desenho universal.

O efeito prático da norma se dá na fiscalização e aprovação de projetos de equipamentos públicos, respeitando os direitos dos cidadãos mediante recomendações das normas técnicas, planos diretores e leis de zoneamento urbano.

Segundo a norma NBR 9050/2015, a escola, por ser uma instituição pública, necessita de uma rota acessível para ligar os ambientes externos e internos com um percurso ininterrupto, desimpedido e indicado, e que pode ser utilizada de maneira autônoma e segura por todas as pessoas.

Calçadas, estacionamentos, faixa de travessias de pedestres, rampas e guias rebaixadas são considerados parte da rota acessível externa. E corredores, rampas, escadas, portas e janelas fazem parte da rota acessível interna.

2.1.1 Situação das escolas públicas quanto ao atendimento a NBR 9050

De acordo com Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP, 2018) na Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEEDF) existem 673 escolas públicas, sendo 431 escolas públicas (ou 64,04%) com acessibilidade em dependências e via PNE (Pessoas com Necessidades Especiais), e 538 sanitários adaptados às necessidades dos alunos PNEs. Ainda falta a adaptação em 242 escolas públicas, ou seja, 35,96% das escolas ainda não aplicam a norma 9050:2015 e as leis vigentes no país a respeito da acessibilidade em suas dependências e via PNE.

De acordo com o INEP (2018) a quantidade de escolas públicas de educação básica do Distrito Federal sem sanitários PNE são 135 escolas públicas que correspondem a 20,03% que não apresentam acessibilidades em seus sanitários aos alunos com necessidades especiais ou mobilidade reduzida, ou seja, estão em desconformidade acordo com a norma 9050:2015.

2.1.2 Medidas para adequação das edificações escolares a condições de acessibilidade

Cronologicamente, a participação efetiva da engenharia civil teve a primeira ação em 1981, através da Federação do Comércio do Estado de São Paulo, junto ao Núcleo de Integração de Deficientes, que promoveu capacitações a todos os engenheiros e arquitetos do órgão para adaptação de edifícios do Serviço Social do Comércio (SESC).

A Política Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência atribui ao Estado o pleno exercício para sociedade civil da integração no contexto socioeconômico e cultural para as pessoas com deficiência, proporcionando bem-estar social, econômico e pessoal.

O Plano Nacional de Educação estipulou padrões mínimos de infraestrutura nas escolas, medidas que embasaram legalmente a necessidade da atuação da construção civil. O planejamento, construção ou adequação de edifícios com finalidade de atender a sociedade, promovendo a integração ou fornecimento de bens, serviços e instalações, bem como espaços de convivência, propiciando atividades assegurando independência e qualidade de vida a pessoas com deficiência.

As diretrizes nacionais para educação especial na educação básica delegam à escola o papel de adequar-se com espaço inclusivo aos alunos, não sendo os alunos que devem adaptar-se aos espaços escolares. A inclusão social assume papel ativo, seja em debates políticos ou de entidades voltadas às pessoas com deficiência, culminando nas soluções da engenharia civil.

Outra medida da União é o Projeto Político-Pedagógico (PPP) realizado pela escola anualmente. O referido projeto proporciona diretrizes para ensino com qualidade, ao sanar o mau emprego de recursos financeiros e improvisações na escola; além de propor melhorias de ordem pedagógica, política e social.

Aliado a tal projeto, o objetivo do Programa Escola Acessível é dar condições de acessibilidade ao ambiente escolar e acesso a materiais didáticos e pedagógicos nas escolas públicas.

Por meio da liberação de recursos financeiros de ordem pública, permite-se a adequação das edificações escolares e seus equipamentos de acessibilidade, como a aquisição de cadeiras de rodas, recursos de tecnologia assistiva e mobiliários adequados.

Como se percebe, muito já foi debatido e diversas ações foram adotadas para a melhoria da acessibilidade a nível nacional, porém os recursos financeiros não têm sua devida destinação aos programas de acessibilidade.

Historicamente, há no Brasil uma consciência política que interrompe projetos em andamento de outro mandato, como a vigência permanece por quatro anos, nem todas as obras são concluídas, e as que estão em andamento caem no esquecimento.

Assim, muitas inadequações ainda são verificadas e precisam ser ajustadas. Vários projetos sequer saem do papel, por exemplo, o Programa Escola Acessível, interrompendo o planejamento de intervenções arquitetônicas em edificações existentes ou em novos empreendimentos públicos.

O Plano Nacional de Educação é uma lei ordinária, prevista na Constituição Federal, que entrou em vigência no dia 26 de junho de 2014 e valerá por 10 anos. Tal plano estabelece diretrizes, metas e estratégias de concretização no campo da educação.

Desde então, todos os planos estaduais e municipais de educação devem ser desenvolvidos ou adaptados conforme as diretrizes e metas previstas inclusive para pessoas com mobilidade reduzida, diante das limitações de movimentar-se por tempo determinado ou permanente, sejam por reabilitação pós-traumática decorrente de acidente ou cirurgia, maus súbitos ou doenças congênitas e degenerativas.

2.1.3 Requisitos para projeto e construção de edificações quanto às condições de acessibilidade

De acordo com o Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP,2014), os projetos arquitetônicos ou urbanísticos das escolas públicas devem atender às exigências legais da acessibilidade para que seja obtido o alvará de construção ou a reforma, conforme o disposto no art. 10 do Decreto 5296 de 2004.

Esses projetos devem atender aos princípios do desenho universal, tendo como referência as normas técnicas de acessibilidade da ABNT 9050 de 2015. A legislação específica e as regras compreendidas no referido decreto, em seu artigo 11, § 2º, estabelecem que para a aprovação ou licenciamento de projeto arquitetônico ou urbanístico, atendam às regras de acessibilidade.

Na concessão de alvará de funcionamento, em sua renovação para qualquer atividade ou emissão de carta de “Habite-se”, deve observar e certificar a norma de acessibilidade NBR 9050:2015.

O Decreto 5.296 de 2004, em seu artigo 11, §1º, estabelece que as entidades de fiscalização profissional das atividades de engenharia, arquitetura e correlatas, ao assumirem a responsabilidade técnica dos projetos, exigirão a responsabilidade profissional do atendimento às regras de acessibilidade prevista nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT NBR 9050/2015, na legislação específica e no próprio decreto.

A Lei nº 6.138, de 26 de abril de 2018 instituiu o COE – Código de Obras e Edificações do Distrito Federal no artigo 4, um dos objetivos é “II - assegurar, nas edificações públicas e privadas e na interface dessas com os espaços livres de uso público, as condições de acessibilidade, segurança, conforto, higiene e salubridade do espaço construído.”

A determinação do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), datada de abril de 2005, assinala que o profissional, ao assinar sua Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), estará declarando que atende em seu projeto as regras de acessibilidade previstas na legislação.

Se o projeto deste profissional não estiver acessível como ele mesmo declarou, ele poderá responder criminalmente e civilmente pelo seu ato, além de estar sujeito a um processo disciplinar no Conselho de Ética.

3 METODOLOGIA

Este estudo tem por objetivo verificar a acessibilidade de escolas públicas sob a ótica da NBR 9050 (ABNT, 2015) e para subsidiar a verificação, será analisado o estado atual das escolas públicas.

Para melhor compreensão do trabalho, foi realizada a segmentação da norma em níveis, sendo nomeada neste trabalho como categoria.

O primeiro nível compreende a avaliação de acessos e circulação, sanitários, mobiliário urbano e equipamentos urbanos.

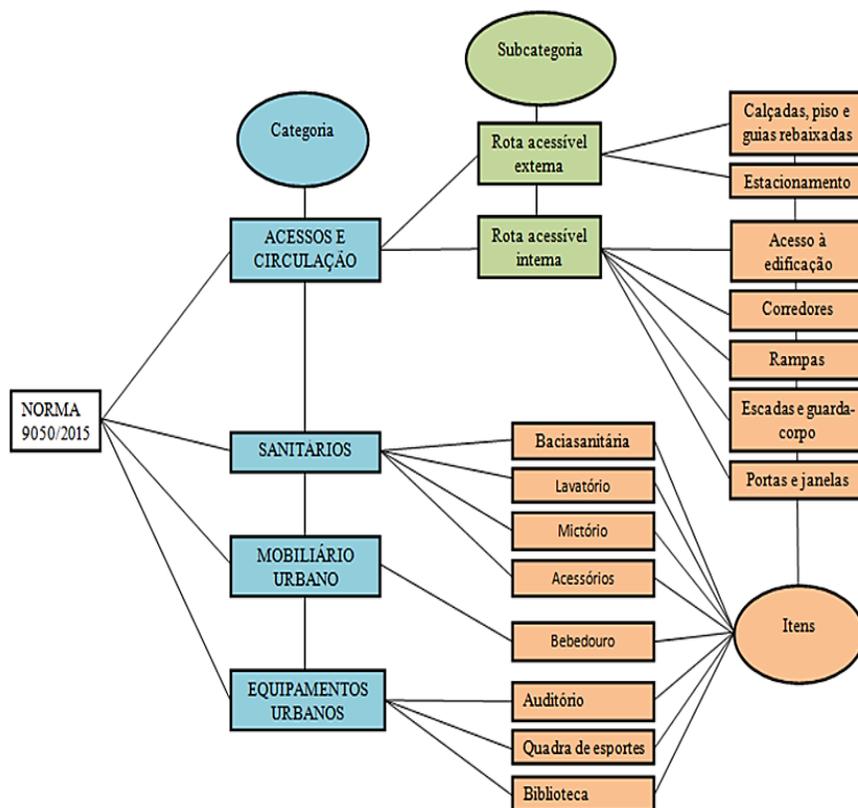
O segundo nível compreende uma subdivisão da categoria de acessos e circulação entre rota acessível interna e rota acessível externa, será referenciada como subcategoria.

O terceiro nível inclui todas as divisões das categorias e subcategorias e inclui o estudo de calçadas, pisos, guias, estacionamentos, acessos à edificação, circulação, portas, janelas, bacias sanitárias, lavatórios, mictórios, acessórios para banheiros, bebedouros, auditório, quadra de esportes e biblioteca.

O quarto nível engloba todos os quesitos avaliados no nível anterior, estudados por meio de perguntas contidas no formulário utilizado.

Exemplificando o que foi citado acima, a Figura 1 apresenta um fluxograma da divisão das categorias e subcategorias citadas.

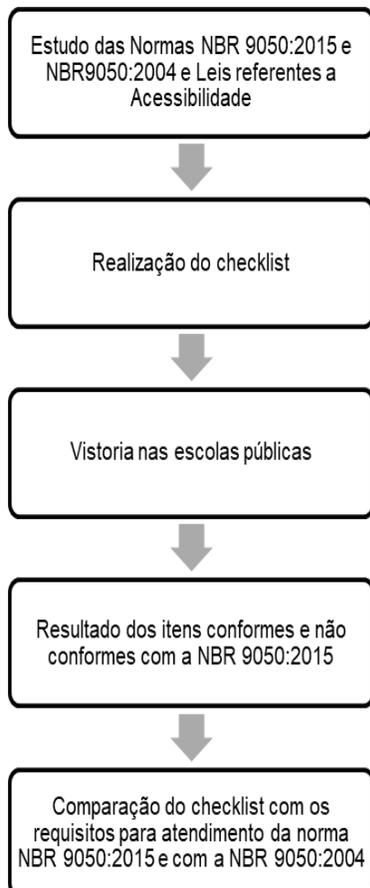
Figura 1 – Aspectos da Norma 9050/2015 divididos em categorias, subcategorias e itens



Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 2 apresenta de forma esquematizada as etapas de elaboração deste estudo composto por cinco fases de execução.

Figura 2 – Etapas do processo realizadas



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Primeiramente, para a elaboração deste trabalho, foi realizado um estudo das normas de acessibilidade e legislações pertinentes ao tema para conseguir o embasamento teórico necessário para a realização da estruturação do material-guia, o *check list*, que pode ser observado no Apêndice B desta pesquisa.

Após esse estudo prévio, foi formulado o *check list* para que os itens contemplados na norma estudada fossem objeto de verificação nas escolas a serem vistoriadas.

Com o *check list*, procedeu-se às vistorias nas escolas públicas do ensino médio da regional do Plano Piloto e, em cada vistoria, realizou-se o seu preenchimento, além de registros fotográficos e relatório de notas, detalhando as anomalias das áreas que não atendiam à norma.

Passadas as vistorias e em posse dos dados para análise, verificaram-se os itens conformes e não conformes às normas NBR 9050:2015 e NBR9050:2004 e, para sintetizar os resultados constatados, os dados levantados foram comparados e registrados em gráficos.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta o resultado do estudo comparativo entre as especificações da NBR 9050:2015 e a realidade encontrada nas escolas públicas de ensino médio do Plano Piloto no Distrito Federal.

Na categoria “Acesso e circulação” analisaram-se os itens calçadas, pisos e guias rebaixadas das escolas e, a partir dos dados levantados, observaram-se ausência de piso tátil e de piso de sinalização na rota acessível externa, ausência de sinalização no ambiente escolar para orientar os fluxos de circulação, o que causa deslocamentos desnecessários para as pessoas com deficiência e também foram encontrados pisos irregulares que causam trepidações,

As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1- Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação - rota acessível externa (calçada, piso e guia rebaixada) de acordo com a NBR 9050/2015.

Título da categoria pesquisada	Itens avaliados Rota acessível externa	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Calçada	95%	5%
	Piso	36,66%	63,34%

Guia Rebaixada	77,14%	22,86%
----------------	--------	--------

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, as médias das porcentagens para calçada, piso e guia rebaixada - tem respectivamente os valores de 95%, 36,66% e 77,14%; revelando, no geral, um bom atendimento à norma no que tange às calçadas e às guias rebaixadas, mas baixo quando observado o piso das rotas acessíveis externas.

A categoria “Acesso e circulação” também analisou o item estacionamento. Em algumas escolas foram identificadas a falta de sinalizações verticais e horizontais e a reserva de vagas para idosos e cadeirantes. As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser verificadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação - rota acessível externa (estacionamento) de acordo com a NBR 9050/2015

Título da categoria pesquisada	Itens avaliados Rota acessível externa	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Estacionamento	63,64%	36,36%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observa-se, portanto, segundo a Tabela 2, que a média da porcentagem para a categoria acesso e circulação – estacionamento - tem o valor de 63,64% que é um índice médio do atendimento dos subitens considerados satisfatórios.

Ainda na categoria “Acesso e circulação” analisaram-se os acessos à edificação, pisos e rampas de acesso das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se nas escolas a ausência de piso tátil, do piso de sinalização na rota acessível interna e pisos irregulares causando trepidações, a ausência da sinalização no ambiente escolar orientando os fluxos de circulação causando deslocamentos desnecessários para as pessoas com deficiência e rampas com dimensões incorretas.

As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação – rota acessível interna (acesso a edificação, piso e rampa de acesso) de acordo com a NBR 9050/2015.

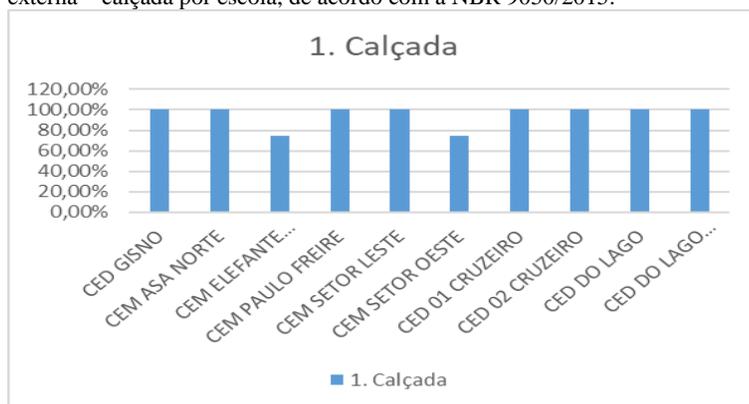
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados Rota acessível interna	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
	Acesso a edificação	80%	20%
Acesso e circulação	Quanto ao piso utilizado	43,33%	56,67%
	Quanto à rampa de acesso	93,33%	6,67%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, as médias das porcentagens para a categoria acesso e circulação – pisos e rampas - apresentam o valor de 43,33% para os pisos, o que é considerado um índice baixo de atendimento à norma e de 93,33% para rampas, o que releva um bom percentual de adequação à norma.

O Gráfico 1 revela a porcentagem de atendimento ao subitem “calçada” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 1- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – calçada por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

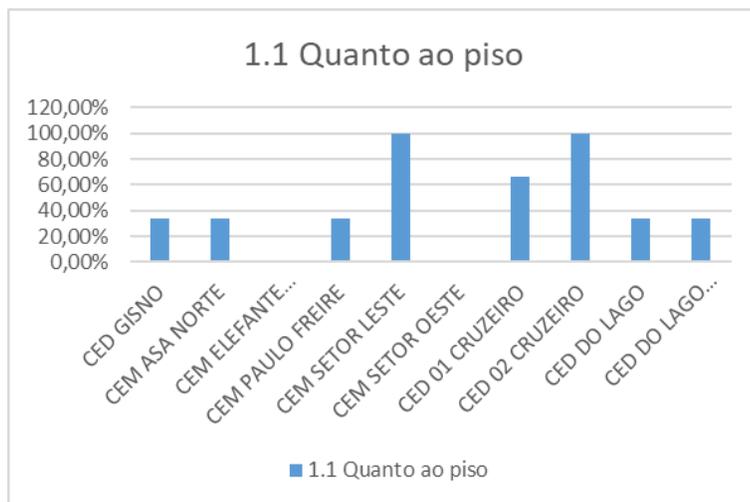


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 1, oito escolas apresentaram 100% de conformidade e duas escolas apresentaram 75% de conformidade na rota acessível externa – calçada em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 2 revela a porcentagem de atendimento ao subitem “piso” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 2- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – piso por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

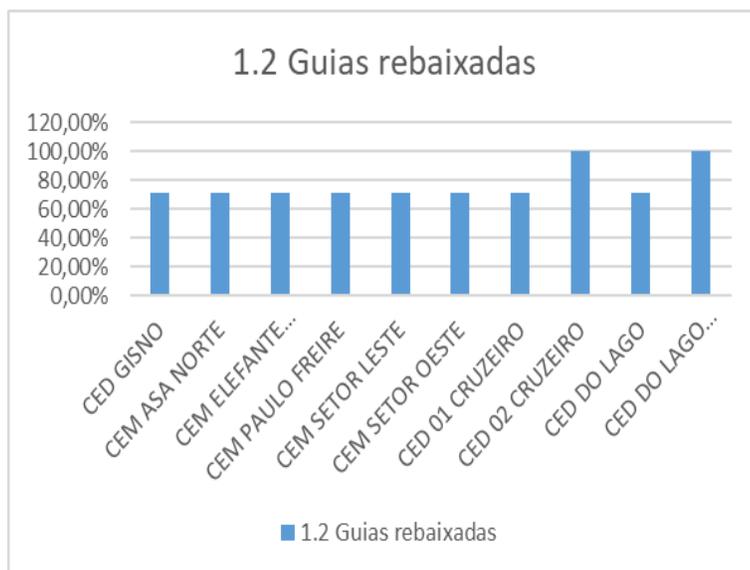


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

O Gráfico 2 apresenta duas escolas com 100% de conformidade, uma escola com 66,67% de conformidade, cinco escolas com 33,33% de conformidade e duas escolas com 0% de conformidade na rota acessível externa – piso em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 3 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “guias rebaixadas” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 3- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – guias rebaixadas por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observou-se que no Gráfico 3, duas escolas encontram-se com 100% de conformidade e oito escolas com 71,43% de conformidade na rota acessível externa – guias rebaixadas em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 4 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “estacionamento” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 4- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – estacionamento por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 4, existem duas escolas com 100% de conformidade, uma escola com 90,91% de conformidade, uma escola com 81,82% de conformidade, uma escola com 72,73% de conformidade, quatro escolas com 36,36% de conformidade e uma escola com 18,18% de conformidade na rota acessível externa – piso em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 5 sintetiza a porcentagem de atendimento ao subitem “acesso à edificação” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 5- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – acesso à edificação por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

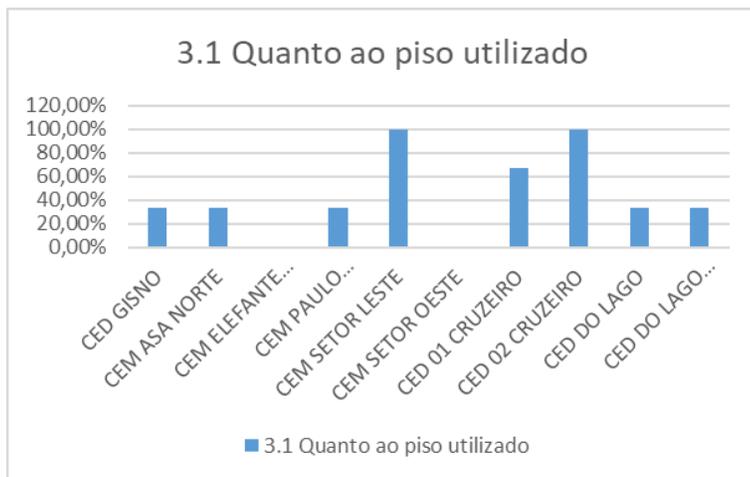


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observando o Gráfico 5, três escolas apresentam 100% de conformidade, seis escolas com 75% de conformidade e uma escola com 50% de conformidade na rota acessível externa – acesso à edificação em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 6 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “acesso à edificação” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 6- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível externa – quanto ao piso utilizado por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

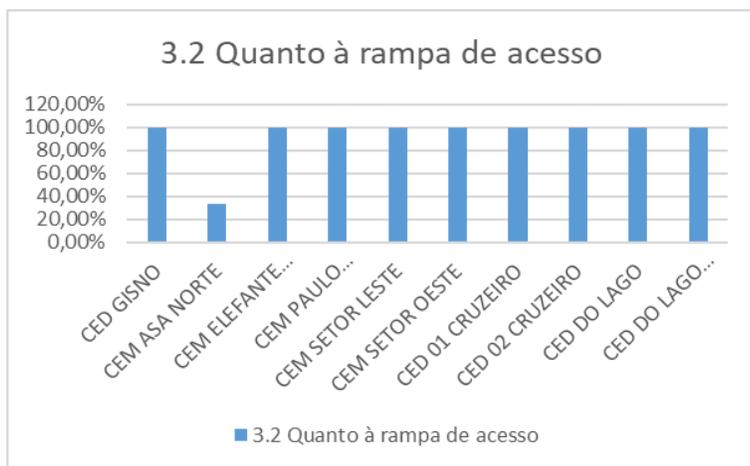


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme o Gráfico 6, existem duas escolas com 100% de conformidade, uma escola com 66,67% de conformidade, cinco com 33,33% de conformidade e duas escolas com 0% de conformidade, na rota acessível externa – quanto ao piso em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

No Gráfico 7 verifica-se a porcentagem de atendimento ao subitem “rampa de acesso” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 7- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – quanto à rampa de acesso por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observou-se que no Gráfico 7, nove escolas encontram-se com 100% de conformidade e uma escola com 33,33% de conformidade na rota acessível interna – quanto à rampa de acesso em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

A categoria “Acesso e circulação” também contemplou os corredores das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se nas escolas que as dimensões estão corretas para o deslocamento sem barreiras e espaços adequados para a manobra de cadeira de roda. As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser verificadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação – rota acessível interna (corredores) de acordo com a NBR 9050/2015.

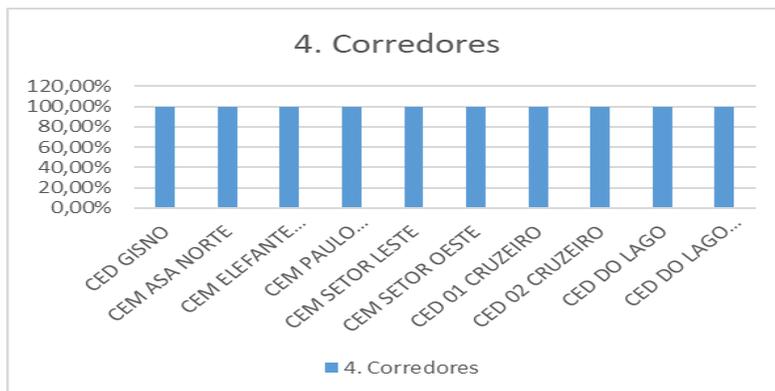
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados Rota acessível interna	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Corredores	100%	0%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Desta forma, verifica-se um excelente percentual de cumprimento à norma no item corredores, com média de 100%.

O Gráfico 8 revela a porcentagem de atendimento ao subitem “corredores” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 8- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – corredores de acesso por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observou-se que no Gráfico 8, todas escolas encontram-se com 100% de conformidade na rota acessível interna – corredores de acesso em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

A categoria “Acesso e circulação” também analisou as portas e janelas das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se nas escolas o tipo de porta que não pode interferir sobre o espaço, transformando-se em um obstáculo a mais. O comando e os trincos de portas e janelas devem ser do tipo alavanca, respeitando-se os limites de ação e alcance manual da pessoa em cadeira de rodas.

Verificou-se que nenhuma das escolas visitadas tem comando de alavanca na porta ou janela. Além disso, não são utilizadas portas em sequência, com duas ou mais, de correr ou sanfonada e, na maioria das escolas, não é possível que um por aluno numa cadeira de rodas consiga olhar para o exterior.

As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser verificadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação – portas e janelas de acordo com a NBR 9050/2015.

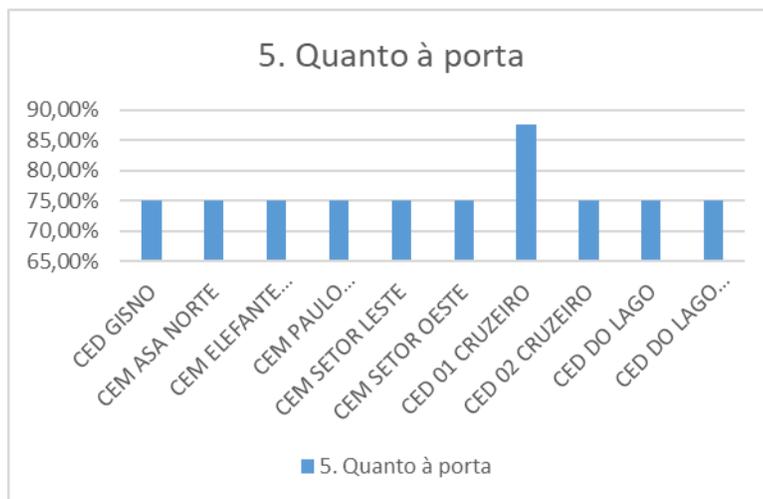
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Portas	76,25%	23,75%
	Janelas	48,33%	51,67%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, conforme detalhado na Tabela 5, as médias das porcentagens para a categoria acesso e circulação – portas e janelas - tem os valores de 76,25% alto e 20% muito baixo respectivamente ao atendimento dos subitens.

O Gráfico 9 revela a porcentagem de atendimento ao subitem “porta” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 9- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – quanto à porta por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

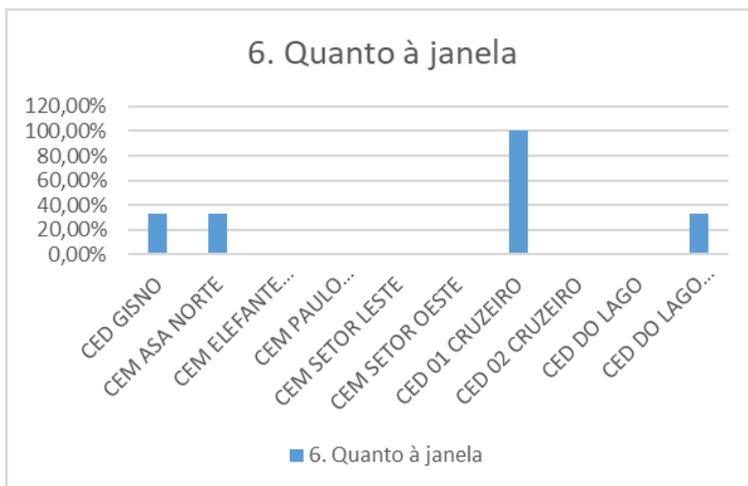


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

No Gráfico 9, verifica-se que uma escola encontra-se com 87,50% de conformidade e nove escolas com 75% em conformidade na rota acessível interna – quanto à porta em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015

O Gráfico 10 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “janela” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 10- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – corredores de acesso por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme verificado no Gráfico 10, existe uma escola com 100% de conformidade, três escolas com 33,33% de conformidade e cinco com 0% de conformidade, na rota acessível interna – quanto a janela em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

As rampas na rota acessível interna também foram avaliadas na categoria “Acesso e circulação” e, a partir dos dados levantados, observou-se que nas escolas existem irregularidades como a ausência de corrimão nas rampas e não obedecendo à inclinação determinada. As médias de atendimento a estes itens segundo à norma 9050/2015 podem ser verificadas detalhado na Tabela 6.

Tabela 6 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação –rota acessível interna (rampas) de acordo com a NBR 9050/2015.

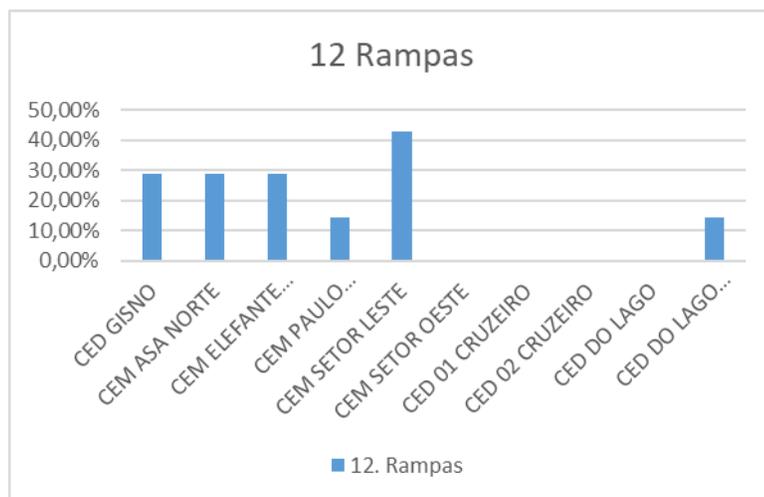
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados Rota acessível interna	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Rampas	26,20%	73,80%

Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, conforme verificado na Tabela 6.as médias das porcentagens para a categoria acesso e circulação – rampa - tem o valor de 26,20%, considerado muito baixo ao atendimento dos subitens.

O Gráfico 11 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “rampas” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 11- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – rampas por escola, de acordo com a NBR 9050/2015



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 11, existe uma escola com 42,86% de conformidade, três escolas com 28,57% de conformidade, duas com 14,29% de conformidade e quatro escolas em que não existem rampas na rota acessível interna – rampas em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

Ainda na categoria “Acesso e circulação”, analisaram-se as escadas e guarda-corpo na rota acessível interna e, a partir dos dados levantados, observou-se que nas escolas a sinalização tátil de alerta no início e no final da escada como a sinalização visual contraste em cada degrau não existem em nenhuma escola.

Além disso, não existe em algumas escolas o corrimão em duas alturas do piso e o guarda-corpo observado em algumas escolas não está acompanhado do corrimão.

As médias de atendimento a estes itens segundo a norma 9050/2015 podem ser verificadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do acesso e circulação – rota acessível interna (escadas e guarda-corpo) de acordo com a NBR 9050/2015.

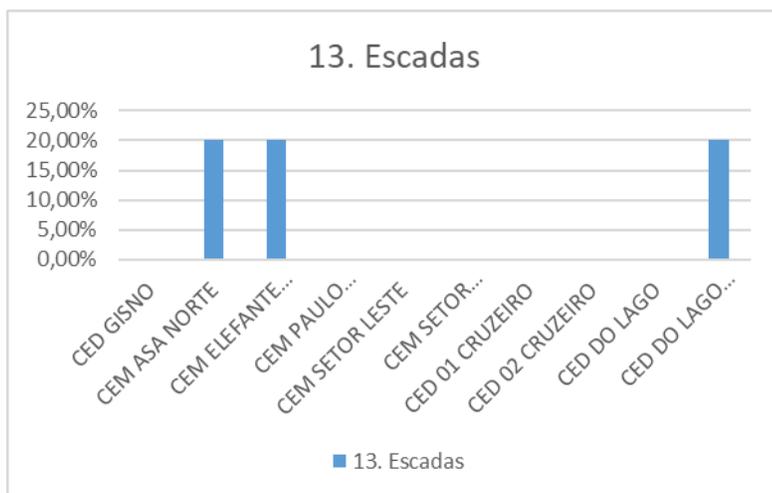
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Escadas	20%	80%
	Guarda-corpo	100%	0%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Desta forma, as médias das porcentagens para a categoria acesso e circulação – escadas e guarda-corpo - tem os valores de 20% e 100% respectivamente, apresentando contraste no atendimento à norma quando observadas as escadas e os guarda-corpos.

No Gráfico 12 observa-se a porcentagem de atendimento ao subitem “escadas” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 12- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – escadas por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 12 existem três escolas com 20% de conformidade e sete escolas não têm escadas na rota acessível interna – escadas em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 13 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “guarda-corpo” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 13- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – guarda-corpo por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observa-se de acordo com os dados do Gráfico 13 que existem três escolas com 100% de conformidade e sete escolas não tem escadas por isso não apresentam guarda-corpo na rota acessível interna – guarda-corpo em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

4.1 Sanitários

Na categoria “Sanitários” analisou os sanitários e as bacias sanitárias das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se a dimensões das áreas de transferência lateral, perpendicular e diagonal insuficientes para a aproximação, deslocamento e rotação para o sanitário.

De acordo com a legislação, não é mais permitida a utilização de bacia sanitária com abertura frontal, no entanto ela foi encontrada em uma instituição de ensino. As barras de apoio que foram encontradas estão nas dimensões do padrão, porém, o problema está nas instalações, não atendendo o espaçamento correto, pois estas não correspondiam à altura confortável para obter o melhor apoio.

Além disso, nenhuma escola possui a barra de apoio vertical próxima ao sanitário conforme a NBR 9050/2015. Além disso, desde dezembro de 2004 por meio da publicação do Decreto 5.596 foi definido que o banheiro destinado à utilização das pessoas com deficiência deve ter entrada independente.

No entanto, algumas escolas não fizeram as devidas correções e os sanitários acessíveis ainda são dentro dos sanitários coletivos. As médias de atendimento a estes itens segundo à norma 9050/2015 podem ser verificadas detalhado na Tabela 8.

Tabela 8 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva dos sanitários – sanitários e bacia sanitária de acordo com a NBR 9050/2015.

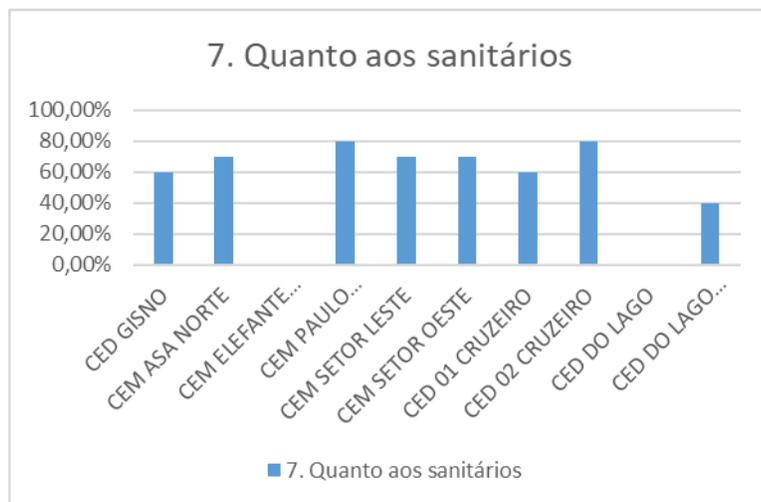
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Acesso e circulação	Sanitários	53%	47%
	Bacia Sanitária	20%	80%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, as médias das porcentagens para a categoria sanitário – sanitários e bacia sanitária - tem os valores e 53% (médio) e 20% (muito baixo) respectivamente ao atendimento dos subitens conforme detalhado na Tabela 8.

O Gráfico 14 revela a porcentagem de atendimento ao tem “sanitários” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 14- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – sanitários por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

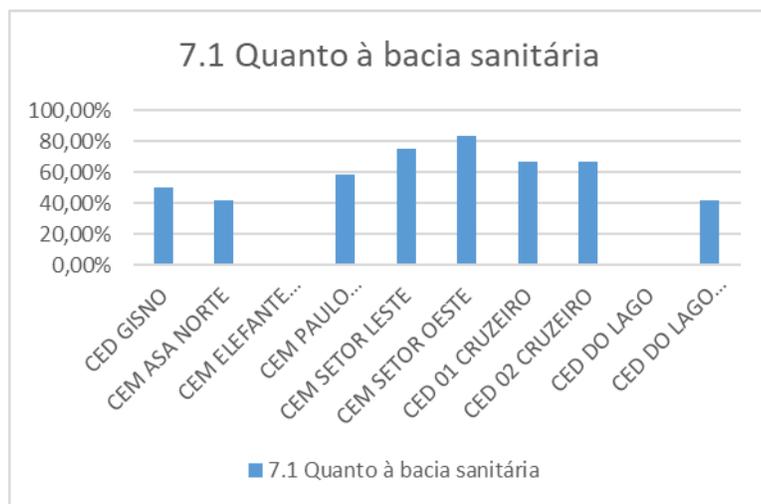


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 14, existem duas escolas com 80% de conformidade, três escolas com 70% de conformidade, duas escolas com 60% de conformidade, uma escola com 40% de conformidade e duas escolas com 0% de conformidade quanto aos sanitários em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

No Gráfico 15 verifica-se a porcentagem de atendimento ao subitem “bacia sanitária” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 15- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens sanitários – quanto à bacia sanitária por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 15, existe uma escola com 83,33% de conformidade, uma escola com 75% de conformidade, duas escolas com 66,69% de conformidade, uma escola com 58,33% de conformidade, uma escola com 50% de conformidade, duas escola com 41,63% de conformidade e duas escola com 0% de conformidade sanitários – quanto à bacia sanitária em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

A categoria “Sanitários” também analisou os lavatórios, mictórios e acessórios e as bacias sanitárias das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se que os lavatórios permitem a aproximação frontal, atendendo a altura

estabelecida, mas em algumas escolas faltam a barra de apoio de acordo com a NBR 9050/2004.

Além disso, os lavatórios que possuem a barras de apoio continuam utilizando a barra de apoio do modelo da NBR 9050/2004 e não fizeram as devidas adaptações conforme a NBR 9050/2015. Ainda existem escolas nas quais não foi encontrada nenhuma barra de apoio.

As médias de atendimento a estes itens segundo à norma 9050/2015 podem ser verificadas detalhado na Tabela 9.

Tabela 9 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva dos sanitários – lavatórios, mictórios e acessórios de acordo com a NBR 9050/2015.

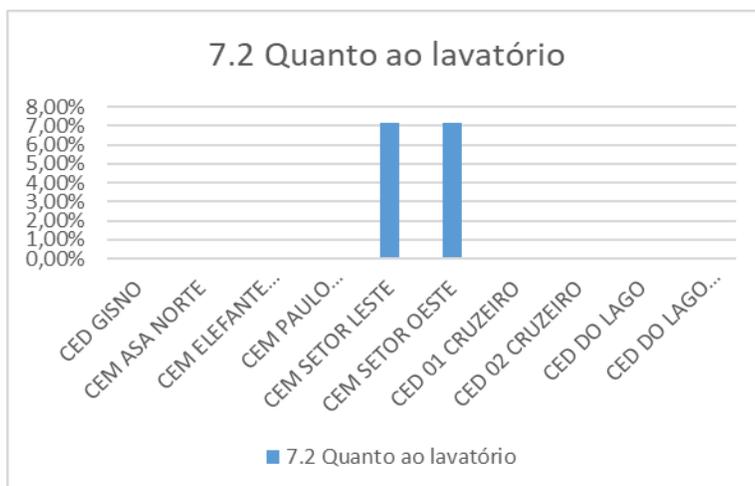
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Sanitários	Lavatórios	1,43%	98,57%
	Mictórios	0%	0%
	Acessórios	0%	0%

Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, como verificado na Tabela 9, as médias das porcentagens para o categoria sanitário – lavatórios, mictórios e acessórios – apresentou valores baixíssimos (1,43%, 0% e 0%), revelando a precariedade das estruturas a o não cumprimento à lei.

O Gráfico 16 apresenta a porcentagem de atendimento ao subitem “lavatório” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 16- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens sanitário – banheiro, de acordo com a NBR 9050/2015.

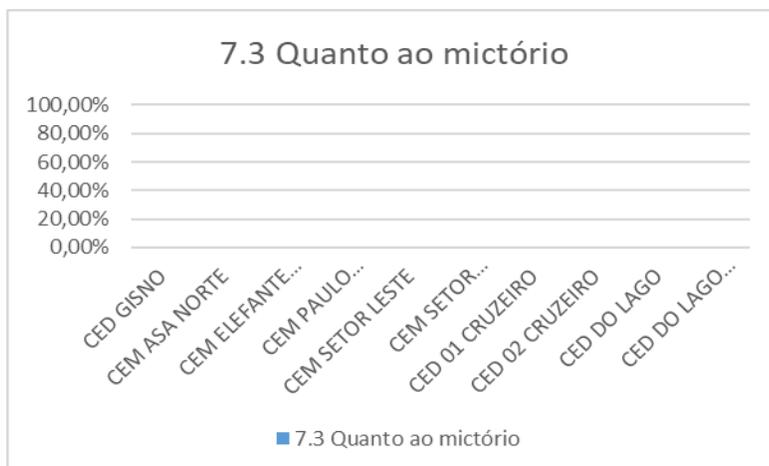


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 16, existem duas escolas com 7,14% de conformidade e oito escolas com 0% de conformidade no sanitário – lavatório em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

No Gráfico 17, podem ser verificadas as porcentagem de atendimento ao subitem “mictório” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 17- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens rota acessível interna – mictório por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

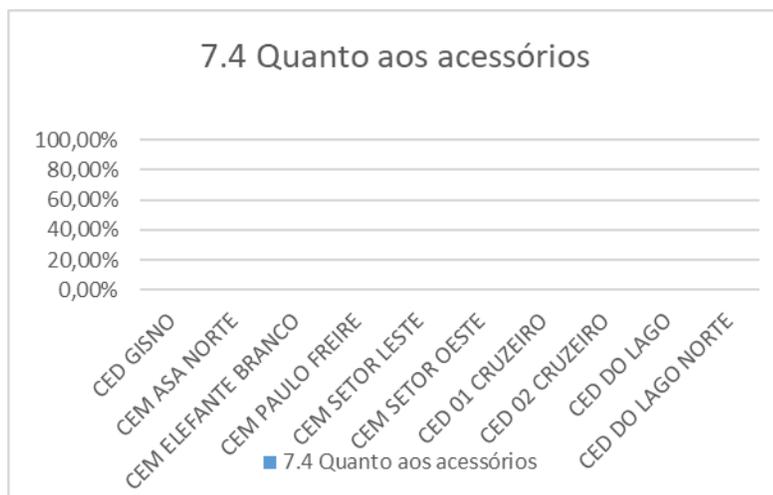


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme o Gráfico 17, não existem mictórios nos sanitários em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 18 apresenta as porcentagem de atendimento ao subitem “acessórios” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 18- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens sanitários – quanto aos acessórios por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme o Gráfico 18, nenhuma escola está em conformidade aos itens sanitários – quanto aos acessórios em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

4.2 Equipamentos urbanos

Na categoria “Equipamentos urbanos” analisaram-se as bibliotecas, auditórios e quadra de esportes e, a partir dos dados levantados, observou-se que nas bibliotecas o mobiliário não atende à norma, como por exemplo, as estantes com altura mínima e máxima, os corredores entre as estantes com largura mínima e não possuem mesa com medida acessível para alunos em cadeiras de rodas e alunos com mobilidade reduzida.

Muitas escolas avaliadas não têm auditório e as escolas que possuem, não atendem às exigências da norma: não possuem espaço reservado para pessoas com

deficiência, assentos destinados às pessoas com mobilidade reduzida e pessoas obesas ou assento do companheiro ao lado e, muitas vezes, os espaços reservados para pessoas com necessidades especiais estão localizados na rota acessível, que é o mesmo espaço da rota de fuga. Além disso, a rota acessível não tem acesso ao palco.

As médias de atendimento a estes itens segundo à norma 9050/2015 podem ser verificadas detalhado na Tabela 10.

Tabela 10 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva dos equipamentos urbanos – biblioteca, biblioteca e quadra de esportes de acordo com a NBR 9050/2015.

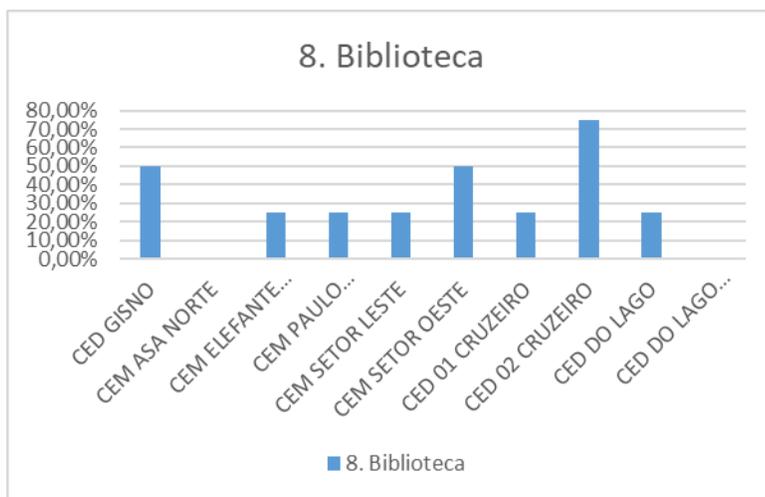
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
	Biblioteca	30%	70%
Equipamentos Urbanos	Auditório	14,37%	85,63%
	Quadra de esportes	62%	38%

Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Assim, as médias das porcentagens para a categoria equipamentos urbanos – biblioteca, auditório e quadra de esportes - tem os valores de 30% e 14,37% para biblioteca e auditório respectivamente, o que é considerado muito baixo; e de 62% para quadras de esporte, revelando um percentual médio de atendimento à norma.

O Gráfico 19 apresenta as porcentagem de atendimento ao item “biblioteca” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 19- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens mobiliário urbano – biblioteca por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

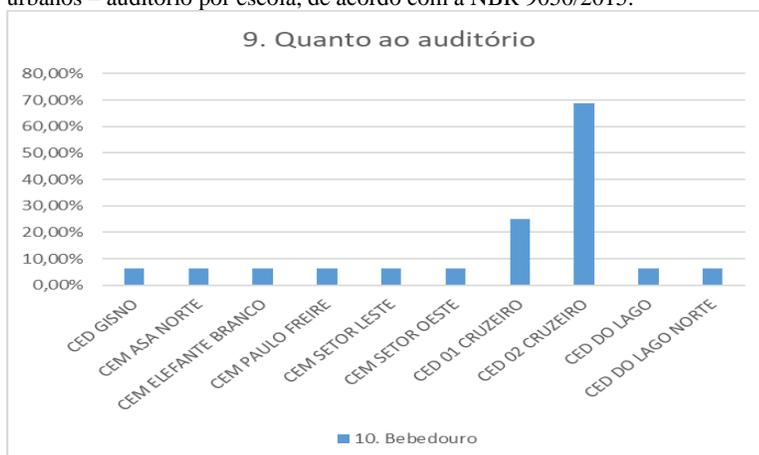


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

De acordo com o Gráfico 19, existe uma escola com 75% de conformidade, duas escolas com 50% de conformidade, cinco escolas com 25% de conformidade e duas escolas com 0% de conformidade equipamentos urbanos – biblioteca em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 20 revela as porcentagem de atendimento ao item “auditório” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico20 - Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens equipamentos urbanos – auditório por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.

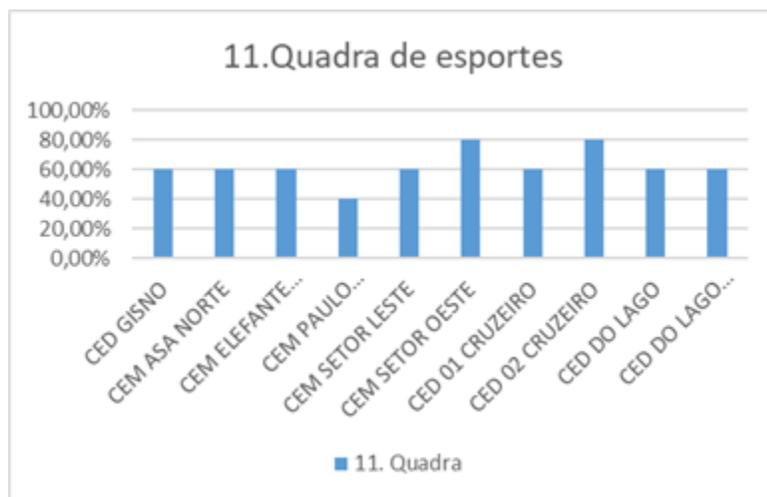


Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Verifica-se no Gráfico 20 que existe uma escola com 68,75% de conformidade, uma escola com 25% de conformidade e oito escolas com 6,25% de conformidade e duas escolas com 0% de conformidade equipamentos urbanos – auditório em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

O Gráfico 21 apresenta as porcentagem de atendimento ao item “quadra de esportes” por cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 21- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens equipamentos urbanos – quadra de esportes por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme o Gráfico 21, existem duas escolas com 80% de conformidade, sete escolas com 60% de conformidade e uma escola com 40% de conformidade com o equipamento urbano – quadra de esportes em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

4.3 Mobiliário

Na categoria “Mobiliário” analisou o item bebedouros das escolas e, a partir dos dados levantados, observou-se um bom atendimento geral à norma, apesar de que em algumas escolas o bebedouro está instalado a uma altura inadequada e/ou com dispositivo de acionamento da água que dificulta o alcance do aluno com

cadeiras de rodas. As médias de atendimento a este item segundo a norma podem ser verificadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Resumo das médias da porcentagem dos atendimentos e desconformidade construtiva do mobiliário urbano de acordo com a NBR 9050/2015.

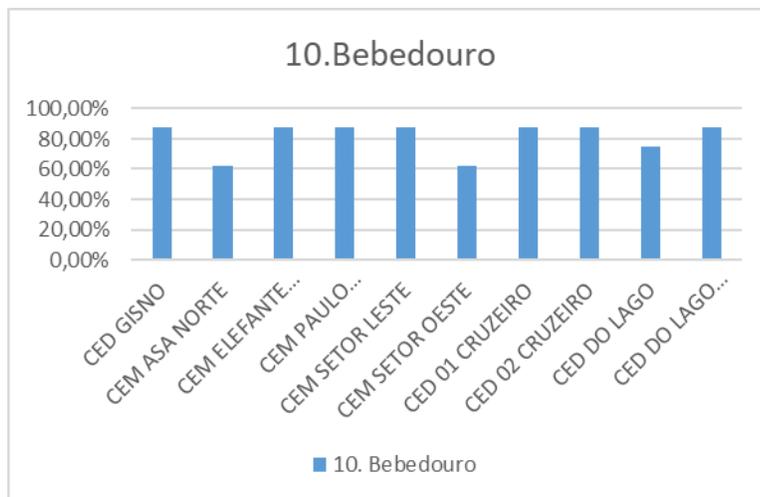
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Média da porcentagem dos atendimentos aos subitens de acordo com a NBR 9050/2015	Média da porcentagem de desconformidade ou inexistência construtiva
Mobiliário Urbano	Bebedouro	81,25%	18,75%

Fonte: Produzida pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Observa-se então, este item apresentou um rendimento alto de satisfação, alcançando a média de 81,25% de atendimento aos subitens analisados, descritos na tabela 5, com um rendimento alto de satisfação.

O Gráfico 22 revela a porcentagem de atendimento à norma de cada escola avaliada neste estudo.

Gráfico 22- Resumo da porcentagem dos atendimentos construtiva dos itens mobiliário – bebedouro por escola, de acordo com a NBR 9050/2015.



Fonte: Produzido pela autora com os dados coletados em pesquisa de campo

Conforme o Gráfico 22, existem sete escolas com 87,50% de conformidade, uma escola com 75% de conformidade e duas escolas com 62,50% de conformidade com o mobiliário urbano – bebedouro em atendimento ao item de acordo com a NBR 9050:2015.

Por fim, conforme verificado nos dados levantados, todos os itens pesquisados apresentam falhas. Alguns dos itens se apresentam isolados dos demais, ou seja, não estão interligados de maneira a possibilitar a acessibilidade plena para o usuário com necessidade especial e a inclusão destes alunos no ambiente acadêmico.

5 CONCLUSÃO

A falta de experiência no cumprimento da NBR 9050 (ABNT, 2015) leva os responsáveis pelas obras e pelas escolas a resolverem os obstáculos de modo inadequado, gerando soluções paliativas. Exemplo disso é a execução de rampas improvisadas, com inclinação inadequada.

A diversidade e os diferentes problemas exigem soluções espaciais diversificadas para pessoas com diferentes necessidades especiais, exigindo dos engenheiros conhecimentos específicos dos desenhos universais e das normas sobre a natureza das diferentes limitações para propiciar ambientes, equipamentos e produtos que sejam acessíveis às pessoas com necessidades especiais.

É importante ressaltar que, além dos aspectos físicos espaciais, mobiliários e equipamentos de tecnologia assistiva é necessário que a escola promova a manutenção devida nas suas instalações, adaptando e evitando o surgimento de obstáculos.

Os planos de ações (Apêndice A) são os instrumentos fundamentais para os serviços de correção.

Os objetivos propostos foram alcançados, realizando as visitas e comparando a realidade das escolas públicas com a Norma 9050:2015. Para que as escolas públicas se tornem acessíveis em todo o seu ambiente, precisam passar por reformas para tornar o ambiente confortável e seguro. Foram propostas melhorias para

solucionar as estruturas atuais de forma que todas as PNE possam acessar de maneira autônoma qualquer espaço escolar.

Pode-se dizer que método utilizado foi satisfatório para realizar a pesquisa, pois ele apresentou bons resultados, permitindo a identificação e análise dos critérios e parâmetros técnicos da norma. Contudo, para estudos futuros, alguns itens da norma podem ser mais aprofundados, como o local onde está instalada a piscina e o vestiário, o ponto de embarque e desembarque de transporte público, além das características dos telefones públicos.

Acredita-se que um método complementar que pode aprofundar o diagnóstico da condição de acessibilidade das escolas é a realização de entrevistas com pessoas com necessidade especial, com cadeira de rodas e outra com mobilidade reduzida.

Outra sugestão para estudos futuros seria pesquisar com mais detalhes os auditórios, para favorecer que sejam mais utilizados por todas as PNE, garantindo que fossem aplicados os parâmetros técnicos da norma.

Através da pesquisa em escolas públicas do ensino médio do Plano Piloto no Distrito Federal observou-se que há falta de adaptações para PNE no ambiente escolar, portanto, considerou-se a situação insatisfatória.

A porcentagem calculada de atendimento aos subitens da norma permitiu verificar quais escolas estão mais próximas da acessibilidade ideal, pois nenhuma escola está totalmente adaptada, conforme a norma propõe.

Deve-se ressaltar que a porcentagem é apenas um indicador da adequação à norma, visto que não pode ser aceita uma condição de acessibilidade parcial. Entende-se que a acessibilidade deve ser completa; caso contrário, o ambiente não é visto como acessível. Dentre as escolas avaliadas, a que está mais adequada à norma é o Centro Educacional 02 do Cruzeiro, porém, ainda precisa passar por adaptações.

Deve-se ter em mente, por fim, que a preocupação de promover a acessibilidade é uma tendência mundial e o ato de projetar e executar precisa considerar essa responsabilidade como meio de auxiliar na promoção da cidadania.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas**, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Todos juntos por um Brasil mais: CNMP**, 2014. 82 p. Il. 3ª impressão.

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Todos juntos por um Brasil mais: CNMP**, 2014. 82 p. Il. 3ª impressão.

BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas**. 2014 - <http://portal.inep.gov.br/basica-censo Educacenso 2014>> Acesso em 27 de abril de 2016.

BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas**. 2014 - <http://portal.inep.gov.br/basica-censo Educacenso 2014>> Acesso em 27 de abril de 2016.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. – Brasília: CORDE, 2006.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução nº 303**, 2008. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/republicacao_resolucao_contran_303_08.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução nº 304**, 2008. Disponível em:

<http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao_contran_304.pdf>.
Acesso em: 07 de maio de 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução nº 236**, 2007.
Disponível em
<http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao_contran_236.pdf>
Acesso em: 10 de abril de 2016.

CREA-SC. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina.
Cartilha de Acessibilidade. Disponível em:< <http://www.crea-sc.org.br/porta/arquivosSGC/File/cartilha-acessibilidade-final-web.pdf>>. Acesso em 03 de junho de 2015.

CREA-SC. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina.
Cartilha de Acessibilidade. Disponível em:< <http://www.crea-sc.org.br/porta/arquivosSGC/File/cartilha-acessibilidade-final-web.pdf>>. Acesso em 03 de junho de 2015.

DURAN, M. G.; ESTEVES, R. G. **Ações integradas para acessibilidade em escolas: um caminho para a inclusão**. In: PRADO, A. R. de A.; LOPES, M. E.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil. 1 ed. São Paulo: Annablume, 2010. P. 153-165.

Estatuto da Criança e do Adolescente **Declaração Universal dos Direitos Humanos**: BRASIL. Lei Nº 8.069, de 13 de julho de 1990.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Pessoas com Deficiência
<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2015.

MEC. **Ministério da Educação**. Programa Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais
<<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: 13 de novembro de 2015.

ONU. Organizações das Nações Unidas. 2010.<http://www.nascoeunidas.gov>>.
Acesso em: Novembro de 2015.

Programa Dinheiro Direto na Escola: BRASIL. **Lei Nº 11.947**, de 16 de junho de 2009.

REMIÃO, Josiane Acessibilidade em ambiente escolares: Dificuldades dos cadeirantes. Monografia para obtenção do título de Engenheiro Civil, UFRGS, 2012.

SECRETARIA DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA,
MEMORIAL DA INCLUSÃO. **30 Anos do AIPD: Ano Internacional das Pessoas Deficientes 1981-2011**. /- São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2011. 412 p.

SECRETARIA DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA, MEMORIAL DA INCLUSÃO. **30 Anos do AIPD: Ano Internacional das Pessoas Deficientes 1981-2011.** /- São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2011. 412 p.

SECRETARIA DOS DIREITOS HUMANOS. **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite:** Decreto 7.612, de 17 de novembro de 2011.

SECRETARIA DOS DIREITOS HUMANOS. **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite:** Decreto 7.612, de 17 de novembro de 2011.

APÊNDICE A – PLANOS DE AÇÃO

A partir da análise pode-se concluir que para a categoria acesso e circulação foram observadas as inconformidades já mencionadas. As correções são apresentadas nas tabelas a seguir.

Quadro 1 - Plano de ação para melhoria da categoria acesso e circulação

PLANO DE AÇÃO – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE		
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Medida corretiva
Acesso e circulação	Rota acessível externa- calçada, piso, guia rebaixada	-Nivelamento das calçadas para a eliminação da irregularidade -Instalação de pisos tátil e direcional -Rebaixamento de guias
	Rota acessível externa - estacionamento	- Sinalização das vagas de acordo com as Resoluções do Contram
	Acesso e circulação à escola	-Instalação de pisos tátil e direcional -Reforma da inclinação das rampas
	Rota acessível interna - corredores	-----

	Rota acessível interna – rampas	-Reforma das inclinações de acordo com as medidas específicas, com corrimão e guarda corpo
	Rota acessível interna – escadas e guarda-corpo	-Sinalização e instalação de corrimão
	Acesso e circulação- portas e janelas	- Rebaixamento das janelas com alcance manual e com abertura da janela por tipi pressão ou alavanca

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 2 - Plano de ação para melhorias da categoria mobiliário urbano

PLANO DE AÇÃO – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE		
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Medida corretiva
Mobiliário urbano	Bebedouros	Instalação nos locais de rota acessível e com aproximação na frente ou na lateral

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 2: Plano de ação para melhorias da categoria sanitários

PLANO DE AÇÃO – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE		
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Medida corretiva
Sanitários	Bacias sanitárias	-Troca da bacia sanitária com abertura na frente -Reforma de sanitários acessíveis que estão desativados -Instalações de barras de apoio na altura correta
	Lavatórios, mictórios e acessórios	-Reforma de lavatórios acessíveis que estão desativados -Instalações de barras de apoio na altura correta e de torneiras de alavanca

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 3: Plano de ação para melhorias da categoria equipamentos urbanos

PLANO DE AÇÃO – CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE		
Título da categoria pesquisada	Itens avaliados	Medida corretiva
Equipamentos urbanos	Biblioteca	Reorganização dos espaços entre as estantes e colocação de mobiliário acessível
	Auditório	-Construção nas escolas que utilizam salas de aulas -Construção de rampas que garanta o acesso até o palco -Reservas de locais para PNE com seus acompanhantes
	Quadra de esportes	Construção de arquibancadas com locais destinados a PNE e nas escolas que existem, sinalizações de locais reservados para PNE com seus acompanhantes

Fonte: Elaborado pela autora

APENDICE B - ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA

Roteiro para avaliação técnica

Perguntas baseadas na NBR 9050/2004 e NBR 9050/2015 e na legislação federal em vigor

Órgão: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

Data: ___ / ___ / _____

Responsável pelas informações: _____

Nome/função /matrícula

Calçada

a) Possui faixa livre para pedestre com largura mínima de 1,20m?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) A inclinação transversal, no máximo de 3% para pisos externos?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) É antiderrapante, regular e estável?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

d) O nível da calçada respeita sempre o meio-fio instalado, sem sobreposição de piso ou descaracterização deste nível?

		não		não é necessário	
--	--	-----	--	------------------	--

1.1. Quanto ao piso

a) A escola apresenta uma rota acessível ao cadeirante do interior da escola até o ponto de ônibus e vice versa com piso de superfície regular, firme, estável e antiderrapante para não ocasionar trepidação em cadeiras de rodas?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) Possui piso tátil de alerta com largura mínima de 0,25m, onde couber? (NBR 9050/15 serão definidos em normas específicas).

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) Possui piso tátil direcional com largura mínima de 0,20 m, onde couber? (NBR 9050/15 serão definidos em normas específicas).

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

1.2. Guias rebaixadas

a) Nas calçadas em locais com faixa destinada à travessia de via pública por pedestres e pessoas em cadeira de rodas (P.C.R.), há rebaixamento do meio fio e rampa sobre a calçada sem ressalto ou degraus?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) As guias rebaixadas encontram-se com largura mínima de 1,20 m?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) As abas laterais das guias rebaixadas possuem largura de 0,50 cm e inclinação máxima de 10%?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

d) A rampa com inclinação máxima de 8,33%? (NBR 9050/15 A rampa com inclinação superior a 5% sobre a calçada)?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

e) Localização somente em frente a faixa de pedestre, nas esquinas onde houver travessia de pedestre?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

f) Existe correspondência com outra rampa do lado oposto?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

g) É sinalizada com piso tátil de alerta em torno da guia ou rampa principal? (NBR 9050/15 serão definidos em normas específicas).

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

2. Estacionamento

a) Possui 2% das vagas destinadas a pessoas com deficiência e mobilidade reduzida com, no mínimo, uma vaga?(NBR 9050/15 Os percentuais das diferentes vagas estão definidos nas Resoluções nº 303/08 e nº 304/08 do Contran)

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) Se a vaga é localizada em vias públicas, existe guia rebaixada de acesso à calçada?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) As vagas são localizadas de modo a evitar que ocorra a circulação e passagem de pedestre entre os veículos?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

d) Existe rota acessível interligando as vagas do estacionamento até o interior da edificação?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

e) Possuem 5% das vagas destinadas a idosos com, no mínimo, uma vaga? (NBR 9050/15 Os percentuais das diferentes vagas estão definidos nas Resoluções nº 303/08 e nº 304/08 do Contran)

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

f) Possui faixa de circulação livre de obstáculos (1,20 m) localizada ao longo da vaga de estacionamento, para a pessoa deficiente?

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

g) As vagas reservadas para pessoas com deficiência possuem sinalização horizontal?

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

h) As vagas reservadas para pessoas com deficiência possuem sinalização vertical?(NBR 9050/15 definidos nas Resoluções nº 303/08, nº 236/07 e nº 304/08 do Contran)

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

i) Existe rebaixamento de guia na proximidade da vaga?

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

j) Possui piso nivelado, firme e estável?

sim		não	não é necessário	
-----	--	-----	------------------	--

k) Existe rebaixamento de guia para eliminar os desníveis existentes até a edificação?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

3. Acesso a edificação

a) Existem sinalizações informativa, indicativa e direcional para a localização das entradas acessíveis?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) Todas as entradas são acessíveis a edificação e ao equipamento urbano?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) O percurso de interligação à todas as dependências são acessíveis?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

d) Existe um percurso acessível interligando à circulação principal e os percursos de emergência sem obstáculos e barreiras? (NBR 9050/15)

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

e) Se não existe uma rota acessível entre o estacionamento e a edificação, o caminho do estacionamento percorrido até ao acesso acessível, previsto a uma distância máxima de 50 m? (NBR 9050/15)

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

f) Na edificação existem dispositivos de segurança para controle de acesso do tipo (catracas, cancelas ou portas) pelo menos um deste conjunto seja acessível?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

g) No dispositivo de segurança acessível existe espaço para manobra da cadeira de roda? (NBR 9050/15)

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

3.1 Quanto ao piso utilizado

a) É antiderrapante, regular e estável?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) Possui piso tátil de alerta com largura mínima de 0,25m, onde couber? (NBR 9050/15 serão definidos em normas específicas).

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) Possui piso tátil direcional com largura mínima de 0,20 m, onde couber? (NBR 9050/15 serão definidos em normas específicas).

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

3.2 Quanto à rampa de acesso

a) Possui largura mínima adequada?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) A inclinação é adequada?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

c) Se sim, analise o valor de cada inclinação:

sim	não	não se aplica	Desníveis máximos de cada segmento de rampa h m	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i %
			1,5	5,00
			1,00	$5,00 < i \leq 6,25$
			0,80	$6,25 < i \leq 8,33$

4. Circulação

a) Os corredores de uso público têm 1,50 m de largura no mínimo?

sim		não		não é necessário	
-----	--	-----	--	------------------	--

b) Existem bolsões de retorno para manobra completa de uma cadeira de rodas (180°)?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

c) Os corredores de uso comum têm 0,90 m de largura no mínimo e com até 4,00 m de extensão?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

d) Os corredores de uso comum têm 1,20 m de largura no mínimo e com até 10,00 m de extensão e 1,50m com distâncias superiores a 10,00m?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

5. Quanto à porta

a) A porta possui um vão livre de 0,80 m e 2,10 m de altura?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

b) Possui maçaneta do tipo alavanca entre 0,90m a 1,10m?

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

c) As portas em seqüência existem um espaço de transposição com um círculo de 1,50m de diâmetro, somado às dimensões da largura das portas e 0,60m ao lado da maçaneta de cada porta? (NBR 9050/15)

sim		não		não se aplica	
-----	--	-----	--	---------------	--

d) Possui largura mínima de 1,50 m em frente à porta (sentido da abertura)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Possui largura mínima de 1,20 m em frente à porta (sentido contrário da abertura)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) Possui espaço lateral à porta (sentido da abertura) de, no mínimo, 0,60m que possibilite a aproximação à maçaneta?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) Possui espaço lateral à porta (sentido contrário da abertura) de, no mínimo, 0,30m que possibilite a aproximação à maçaneta?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

h) As portas em sequência tem um espaço de transposição com um círculo de 1,50m de diâmetro, somando às dimensões da largura das portas, além dos 0,60 m ao lado da maçaneta de cada porta? (NBR 9050/15)

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

i) As portas acionadas por sensores de presença são ajustadas para detectar pessoas de baixa estatura, crianças e usuários de cadeira de rodas?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

j) As portas de correr possuem trilhos na parte superior? Se o trilho for ao piso, é nivelado com o piso e tem frestas máxima de 15mm?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

k) Possui sinalização visual no centro da porta (1,40m-1, 60m) e tátil em relevo e Braille (0,90m-1, 10m) no lado externo, informando o ambiente?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

6. Quanto à janela

a) A altura dos comandos de abertura permite o alcance manual do usuário de cadeira de rodas (1,20m)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) A altura peitoral da janela permite o alcance visual do usuário de cadeira de rodas (1,15m)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Os comandos de abertura da janela são do tipo pressão ou alavanca?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7. Quanto aos sanitários

a) Tratando-se de projeto desconstrução de uma edificação de uso público, este dispõe de banheiro acessível, para cada sexo, em todos os pavimentos, com entrada independente dos sanitários coletivos?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Tratando-se de projeto de reforma de uma edificação de uso público, este dispõe de pelo menos um banheiro acessível, por pavimento, com entrada independente dos sanitários coletivos?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) A edificação possui 5% do total de cada peça instalada acessível?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Os banheiros com entrada independente possuem, ao lado da bacia sanitária e do chuveiro, dispositivo de sinalização de emergência?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Caso possua desnível acima de 5 mm, existe rampa para eliminar o obstáculo?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) O piso é antiderrapante?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) A dimensão mínima do banheiro possui a circulação com o giro de 360° com raio mínimo de 1,50 m, área necessária para garantir a transferência lateral, perpendicular e diagonal para a bacia sanitária, área de manobra pode utilizar no máximo 0,10m sob a bacia e 0,30m sob o lavatório? (NBR 9050/15)

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

h) A porta possui um vão livre de 0,80 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

i) O sentido de abertura da porta é para fora?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

j) Possui barra horizontal com largura igual à metade da dimensão da porta, afixada na parte interna da porta, distando 0,90 m do piso acabado?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7.1 Quanto à bacia sanitária

a) Possui área de transferência (0,80 m x 1,20 m) lateral, diagonal e perpendicular para a bacia sanitária?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Tem 0,46 m de altura (com assento) ou 43 cm a 45 cm, sem assento?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Se tem sóculo, sua dimensão respeita o excedente máximo de 0,05m da borda da base da bacia sanitária?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Possui barras de apoio com comprimento mínimo de 0,80 m, fixadas na parede de fundo e na lateral da bacia sanitária, distando 0,75 m do piso acabado?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) A barra de apoio localizada na lateral do sanitário dista 0,30 m da parede de fundo?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) A barra de apoio afixada na parede do fundo dista 0,30 m (em direção à barra lateral) do eixo da bacia sanitária?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) O eixo da bacia sanitária dista 0,40 m da barra de apoio afixada na lateral do sanitário?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

) As barras de apoio possuem seção circular entre 3 cm e 4,5cm de diâmetro?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

i) As barras de apoio distam 4 cm da parede?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

j) Possui uma barra reta mínima de 0,70 m de comprimento, posicionada verticalmente, a 0,10m acima da barra horizontal e 0,30 m da borda frontal da bacia sanitária? (NBR 9050/15)

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

k) A válvula de descarga atende à altura máxima de 1m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

l) Se o banheiro possui bacia com caixa acoplada, existem barras de apoio retas com comprimento mínimo de 0,80 m e uma barra lateral fixa, fixadas na parede ao fundo quando não possui parede lateral e distando 0,75 m do piso acabado? (NBR 9050/15)

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7.2 Quanto ao lavatório

7.2.1 Barras segundo a NBR 9050/2015

a) Tem uma distância entre a barra e a parede ou de qualquer outro objeto de no mínimo 0,04 m segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Está instalada a uma distancia de até no máximo 0,20 m, medido da borda frontal do lavatório até o eixo da barra segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Garante o alcance a distância de no máximo 0,50 m da borda frontal do lavatório até o eixo da barra segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Possui barras horizontais a uma altura de 0,78 m a 0,80 m, do piso acabado até a face superior da barra segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Possui barras verticais a uma altura de 0,90 m do piso acabado com comprimento mínimo de 0,40 m segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) Tem um espaçamento máximo de 0,50 m do eixo do lavatório ou cuba até o eixo da barra vertical segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) A torneira é de alavanca?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

h) Existe acionamento de alarme? (de acordo com a NBR 9050/15 será seguida norma específica)

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

i) Tratando-se de banheiro acessível, há obrigatoriamente lavatório dentro do box de modo a não interferir na área de transferência para a bacia sanitária?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

j) Está fixado a uma altura de 0,80m do piso e respeitando uma altura livre de 0,73m (borda inferior)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

k) O sifão e a tubulação estão situados a 0,25 m de face externa frontal e possuem dispositivo de proteção do tipo coluna suspensa ou similar?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

l) O comando da torneira está, no máximo, a 0,50 m da face externa frontal do lavatório?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

m) As torneiras são acionadas por alavanca, sensor eletrônico ou dispositivo equivalente?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

n) Possui barra de apoio junto ao lavatório afixada na altura do mesmo?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7.3 Quanto ao mictório

a) Possui uma área de aproximação frontal para PMR (diâmetro de 0,60 m) e para PCR (0,80 m x 1,20 m)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Os que são

suspensos têm altura na borda frontal de 0,60 m a 0,65 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Possui acionamento de descarga tipo alavanca ou automática, com altura de 1m do seu eixo?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Existem barras de apoio com afastamento de 0,60m centralizado pelo eixo, com comprimento mínimo de 0,70 m e fixadas com altura inferior de 0,75 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7.4 Quanto ao acessório

a) O espelho está instalado a uma inclinação de 10° e altura da borda inferior acima de 0,90 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) O espelho está instalado plano a parede e altura da borda acima de 0,90 m e inferior a 1,80 m segundo a NBR 9050/2015?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Os acessórios cabides, saboneteira, toalheiro, porta-objeto atendem à altura entre 0,80 m e 1,20 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

7.4.1 Quanto às papeleiras

papeleiras	sim	não	não existe
embutida (hmín= 0,50m e hmáx= 0,60m e 0,15m da borda frontal da bacia)			
sobrepor -rolo (hmín= 1m e hmáx= 1,20m)			
sobrepor -interfolhado (hmín= 1m e hmáx= 1,20m)			

8. Biblioteca

a) Existem salas de estudo e leitura, terminais de consulta acessíveis?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Possui 5% das mesas acessíveis, com no mínimo uma?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Entre as estantes

existem uma distância mínima de 0,90 m de largura?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) As prateleiras estão a uma altura de 0,40 m e 1,20 m do piso acabado?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

9. Auditório

a) A quantidade de espaços reservados para pessoas em cadeira de rodas na área destinada ao público atende à exigência do Decreto 5.296/04 ou da NBR 9050/04?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Os espaços para P.C.R possuem dimensões mínimas de 0,80 x 1,20 m, acrescidos de faixa de no mínimo 0,30 m de largura (na frente, atrás ou em ambas as posições)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) A quantidade de assentos para pessoas com mobilidade reduzida na área destinada ao público atende à exigência do Decreto 5.296/04 ou da NBR 9050/04 (aplicando-se o mais favorável, conforme o caso)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) O assento para P.M.R. possui um espaço livre frontal de no mínimo 0,60 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) A quantidade de assentos para pessoas obesas atende à exigência do Decreto 5.296/04 ou da NBR 9050/04 (aplicando-se o mais favorável, conforme o caso)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) O assento para pessoa obesa possui a dimensão de dois assentos mais espaço livre de 0,60m na frente na cadeira?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) Os locais destinados a P.C.R. e os assentos para P.M.R. e P.O. estão distribuídos pelo auditório?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

h) Esses espaços estão localizados junto a assento para acompanhante?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

i) Esses locais estão indicados por sinalização no local?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

j) Esses locais garantem a visualização da atividade desenvolvida no palco, ou seja, atendendo a um ângulo visual de, no máximo, 30° a partir do limite superior da tela até a linha do horizonte visual do usuário obedecendo à altura de 1,15m do piso?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

k) Estes locais estão localizados em uma rota acessível vinculada a uma rota de fuga e saída de emergência acessível?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

l) Há sinalização visual e sonora, mas saídas de emergência?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

m) O palco possui acesso através de rampa ou aparelho eletromecânico para o usuário de cadeira de rodas?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

n) O desnível entre o palco e a platéia está indicando com sinalização tátil de alerta no piso?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

o) Há local, no palco, para posicionamento do interprete de Libras identificado com o símbolo internacional de pessoas com deficiência auditiva (surdez)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

p) Há foco de luz posicionado de forma a iluminar o interprete de Libras?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

10. Bebedouro

a) Havendo bebedouros no pavimento, 50% com, no mínimo um, são acessíveis?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) O dispositivo de acionamento localiza-se na parte frontal ou na lateral próximo a borda frontal do equipamento?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) A bica tem altura máxima de 0,90 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) O equipamento possui altura livre inferior de 0,73 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Há avanço de superfície que permita a aproximação frontal sob o equipamento?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) Havendo copos descartáveis, estes estão em altura de no máximo 1,20m de piso?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) Os outros modelos, assim como o manuseio dos copos, estão posicionados na altura entre 0,80m e 1,20m do piso acabado?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

h) Estes modelos permitem a aproximação lateral de uma P.C.R.?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

11. Quadra

a) O piso é regular e estável?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) O piso possui bom estado de conservação?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) A quadra possui fácil acesso?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Possui arquibancada?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Se possuir arquibancada existe espaço reservado para cadeira de rodas (0,90m Larg.x 1,20m Comp.) e assentos para pessoas portadoras de deficiência ambulatoria parcial (frontal 60 cm)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

12. Rampas

a) A rampa tem largura mínima de 1,20 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Possui uma inclinação máxima de 8,33%?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Existe sinalização tátil de alerta no início e no final da rampa?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Possui patamar no início, término e entre os segmentos das rampas, e a cada 0,80 m de altura (dependendo da inclinação utilizada)?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Existe guia de balizamento com altura mínima de 5 cm?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

f) Possui corrimão com seção de 3 cm a 4,5 cm, contínuo, duplo dos dois lados, com prolongamento de 30 cm nas extremidades?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

g) Possui guarda-corpo associado ao corrimão?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

Equação para calcular a inclinação das rampas:

$$i = \frac{h \cdot 100}{c}$$

i=inclinação em porcentagem

h=altura do desnível

C=comprimento da projeção horizontal

13. Escadas

a) A escada tem largura mínima de 1,20 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

b) Existe sinalização tátil de alerta no início e no final da escada?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

c) Possui sinalização visual contraste em cada degrau?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

d) Existe corrimão duplo?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

e) Possui corrimão intermediário com largura superior a 2,4 m?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

14. Guarda-corpo

a) Existe guarda-corpo em desnível, com 1,05 m de largura do piso acabado?

sim		não		não existe	
-----	--	-----	--	------------	--

Legenda:

P.M.R. - Pessoa com mobilidade reduzida

P.O. - Pessoa obesa

P.C.D. – Pessoa com deficiência

P.C.R. - Pessoa em cadeira de rodas

P.N.E. – Pessoa com necessidade especial

A PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS NA CONSTRUÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS PÚBLICAS DE PEQUENO PORTE – IP4

Icaro da Silva Nogueira

Vinícius Resende Domingues

RESUMO

O artigo apresentado vem com a intenção de propor parâmetros que possam ser utilizados em um sistema de priorização orçamentária para obras em instalações portuárias públicas de pequeno porte - IP4. Além dos parâmetros, o trabalho teve o foco em especificar a fonte de busca dos dados a serem utilizados, de forma com que se possa ter uma fonte clara, real e de fácil acesso dos dados. Essa proposta foi desenvolvida a partir de características específicas de cada município que pudessem ser comparadas em um sistema, de forma que auxilie o gestor responsável a determinar a melhor utilização da verba destinada a esse tipo de obra. Como conclusão foi possível chegar a uma proposta de lista de parâmetros divididos em três grandes grupos, capazes de representar de forma significativa os municípios a serem avaliados em um sistema de priorização.

Palavras-chave: IP4. Sistema de Priorização. Parâmetros. Priorização Orçamentária.

ABSTRACT

The presented article comes with the intention of proposing parameters that can be used in a budget prioritization system for works in small public port facilities - IP4. Besides the parameters, the work focused on specifying the source of data search to be used, so that one can have a clear, real and easily accessible source of data. This proposal was developed from specific characteristics of each municipality that could be compared in a system, in a way that helps the responsible manager to determine the best use of the funds intended for this type of work. As a conclusion it was possible to come up with a proposed list of parameters divided into three large groups, capable of significantly representing the municipalities to be evaluated in a prioritization system.

Keywords: IP4. Prioritization System. Parameters. Budget Prioritization.

1 INTRODUÇÃO

Dentro da esfera do transporte fluvial nacional, especial da região norte do país, existe uma modalidade de instalação que abarca os municípios desprovidos de modais de transporte mais comuns, como rodoviário ou ferroviário. Esses municípios dependem do orçamento da União para receber as instalações e, conseqüentemente, evoluir em qualidade de vida.

Como abordado por Santos (2020), há uma disputa dos recursos públicos com os demais modais, com predomínio do rodoviário. Assim, torna-se necessário ainda mais aproveitar da melhor maneira os recursos destinados às instalações desses municípios.

Para que haja uma base de análise para a destinação do orçamento, este trabalho tem como objetivo sugerir parâmetros de comparação para cada município que esteja contemplado no SNV (Sistema Nacional de Viação). Em cada parâmetro, busca-se também indicar fontes confiáveis e possíveis de obtenção de dados.

Buscando alcançar esses objetivos, a metodologia do trabalho descreveu parâmetros representativos de cada município, de forma que caracterize e diferencie cada um como forma de comparação. Entendendo a necessidade de busca desse banco de dados, foram sugeridos locais de coleta, tendo como referência sempre o órgão máximo representante pelos dados abordados.

O presente trabalho foi então estruturado nas seguintes seções: na seção dois, apresenta-se a fundamentação teórica que busca apresentar o contexto de onde deverá acontecer a priorização objetivada no trabalho. A seção três detalha a metodologia, onde é discorrido sobre os parâmetros sugeridos para a montagem da priorização orçamentária, com a justificativa de sua utilização e a fonte de busca dos dados. Na seção quatro é apresentada a conclusão do trabalho, que reflete o estudo realizado com as considerações feitas após a imersão no tema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os municípios da região norte do país possuem grande dependência do sistema hidroviário presente principalmente na bacia Amazônia. Por possuir diversas

calhas de rios que percorrem os estados margeando a maioria dos municípios da região, esse sistema mostra-se mais presente do que o rodoviário ou ferroviário.

Utilizando, portanto, o meio hidroviário como locomoção de pessoas, bens de consumo, combustíveis, medicamentos e vestuários, esses municípios às margens dos rios não possuíam, até 2005, qualquer tipo de estrutura que facilitasse a movimentação desses itens entre a embarcação e a cidade. Devido aos tempos de vazante dos rios, é observado diferenças de até 20 m do nível d'água, o que reflete em barrancos os quais a população necessita subir para chegar à cidade (BARNEZ; ABREU JUNIOR, 2017).

Como forma de vencer esse desnível, a população construía pinguelas, que são estruturas com ripas de madeira que ligavam até o barranco para que pudessem escalar o restante do desnível carregando suas mercadorias (SANTOS, 2020). Pode-se observar essas estruturas na Figura 1.

Figura 1 – Pinguelas de acesso



Fonte: Barnez e Junior (2017, p. 01)

Essa movimentação gera risco à população, podendo causar danos e a perda dos insumos. Em alguns casos, por conta da inacessibilidade do município, há histórico de escassez de itens básicos.

Ainda segundo Barnez e Abreu Junior (2017), até 2005 apenas cinco dos 62 municípios do estado do Amazonas possuíam algum tipo de estrutura para realizar operações de embarque e desembarque de cargas e passageiros, o que reflete a carência da região para o desenvolvimento de infraestrutura de transportes para o modal hidroviário.

A partir dessa situação, o Ministério dos Transportes publicou a Portaria nº 426 em 2004 que constituía Grupo de Trabalho com o objetivo de planejar, coordenar e acompanhar a implantação dos portos e terminais fluviais da Região Amazônica. Assim, começaram a ser planejadas e construídas as Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte – IP4.

2.1 Definição de IP4

Um ponto importante é a definição de IP4, visto que suas características devem diferir das de um porto organizado, principalmente para auxiliar a destinação de recursos orçamentários para esse tipo específico de instalação. A definição presente na Lei Federal nº 12.815, de 5 de junho de 2013, em seu Art. 2º, inciso VI é:

Art. 2º Para os fins desta Lei, consideram-se:

(...)

VI - instalação portuária pública de pequeno porte: instalação portuária explorada mediante autorização, localizada fora do porto organizado e utilizada em movimentação de passageiros ou mercadorias em embarcações de navegação interior;

Ainda para a caracterização de uma estrutura como IP4, seguem três principais pontos que devem ser observados, presentes na Portaria Interministerial nº 24, de 11 de fevereiro de 2015, que aprova a relação de Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte e que estabelece diretrizes para a sua administração:

- I – estar relacionada no Sistema Nacional de Viação – SNV;
- II – operar exclusivamente com embarcações de navegação interior; e
- III – estar fora da poligonal do porto organizado.

Em complemento à essas definições, a Resolução Normativa nº 13 da ANTAQ, de 10 de outubro de 2016, prevê as estruturas e condições que são necessárias em uma IP4:

Art. 4º As instalações que efetuem movimentação de passageiros devem apresentar as seguintes condições operacionais básicas, conforme cronograma a ser firmado com a ANTAQ, após a aprovação do respectivo registro, quando couber:

I - plataforma para embarque e desembarque de passageiros com guarda corpo, piso plano antiderrapante e rampas ou estruturas de transição entre bordo e terra em condições que garantam a movimentação segura de pessoas e bens;

II - área abrigada provida de assentos para descanso e proteção de pessoas e seus pertences contra intempéries, durante a espera para embarque e desembarque;

III - higiene e limpeza adequadas nas áreas e instalações, incluindo disposição de instalações sanitárias de uso geral e de lixeiras em número adequado de fácil localização;

IV - iluminação adequada para operação noturna;

V - pessoal em terra devidamente identificado por uniforme, camiseta, boné, crachá ou outros meios de fácil distinção por parte dos usuários, responsável por prestar informações gerais, procedimentos de segurança e atender a reclamações e sugestões, podendo pertencer ao quadro de funcionários das empresas de navegação usuárias da instalação; e

VI - acessibilidade ou atendimento diferenciado e prioritário às pessoas com deficiência, aos idosos, às gestantes, às lactantes e às pessoas acompanhadas por crianças de colo, nos termos da Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, da Lei nº 11.126, de 27 de junho de 2005, que dispõe sobre o direito da pessoa com deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia, e do Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

Um exemplo de IP4 é a unidade instalada no município de Alvarães/AM, representada na Figura 2, disponibilizada no endereço eletrônico do DNIT.

Figura 2 – IP4 de Alvarães/AM



Fonte: DNIT, 2021a

Haja vista as definições normativas mencionadas acima, a IP4 possui, portanto, a função de fornecer segurança nas operações de embarque e desembarque de passageiros e insumos. É importante destacar que a IP4 possui as obras civis (em terra, composta pelo retroporto) e as obras navais (pontes, ancoragens, poitas e flutuantes), sendo que as obras civis são comuns aos empreendimentos e as obras navais são singulares à cada localidade, dependendo especialmente da geomorfologia local.

Os principais benefícios de uma IP4 para a população são (DNIT, 2021b):

- Assegura o embarque e desembarque, com segurança, de passageiros e cargas, independentemente dos regimes hídricos;
- Gera empregos na construção, operação e manutenção das IP4 dentro da região;
- Possibilita o fornecimento de alimentos, bens e serviços em geral;
- Reduz as perdas da produção agrícola e do pescado ao disponibilizar fábrica de gelo, armazém de carga e agilizar o transporte;
- Reduz os custos logísticos de transporte fluvial, para empresas de navegação e usuários ribeirinhos.

2.2 Construção, Operação e Manutenção

A responsabilidade pela Construção, Operação e Manutenção das estruturas de IP4 foram atribuídas ao DNIT na Lei nº 10.233, 05/06/2001. Contudo, a Medida

Provisória nº 595/2012, de 06/12/2012, alterou essa atribuição e delegou à Secretaria de Portos – SEP da Presidência da república. Apenas em 2013, na Lei nº 12.815, de 05/06/2013, foi que as IP4 voltaram à competência do DNIT, como ocorre atualmente.

2.3 Orçamento para IP4

De acordo o Plano Nacional de Viação – PNV nº 5 de 2017, existem 117 municípios aptos a receberem IP4. Esses municípios geram uma demanda por orçamento significativa para a autarquia responsável, que se vê obrigada a elaborar modos de subsidiar construção e operação por consequência da grande demanda para um orçamento rígido.

Segundo o DNIT (2021b), hoje encontram-se em funcionamento 44 IP4, as quais demandam custos para a operação e manutenção. De acordo com Barnez (2019), o custo médio para operação e manutenção de uma IP4 é de R\$ 1,2 milhão/ano em 2019, que significa R\$ 52,8 milhões/ano apenas para as instalações já concluídas. Esse valor pode aumentar devido a problemas eventuais.

Sendo o Orçamento Fiscal da União o único aporte para esse tipo de instalação, é compreendida a dificuldade de financiamento desde a construção até a operação e manutenção dessas instalações (SANTOS, 2020). Desta forma, dentro do orçamento disponível para construção, operação e manutenção de IP4, se torna necessário uma forma de priorização de instalações visto que não há recursos para abarcar todos os projetos.

3 METODOLOGIA

Com o intuito de encontrar uma forma de priorização de IP4 para que se adequem ao planejamento fiscal federal, serão propostos nesse trabalho parâmetros individuais que influenciem em uma lista de prioridades. Em síntese, como forma de priorizar um município para o recebimento do recurso, esses parâmetros tentam buscar o que há de diferente, para que no final o município priorizado seja o mais necessitado.

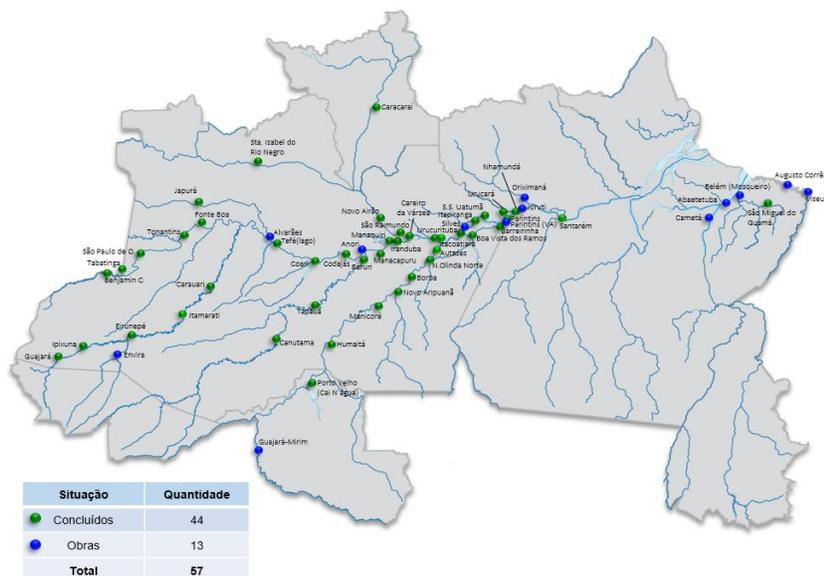
3.1 Categorização das IP4

A partir da listagem fornecida pelo PNV dos municípios que possuem ou deverão possuir IP4, é necessária uma divisão de grupos de priorização. Sendo o orçamento destinado para projeto, execução e manutenção de instalações, os três grupos formados são listados a seguir:

- **Concluídas:** São instalações com a fase de obras já finalizadas, estando em funcionamento ou não, as quais necessitam de orçamento para manutenções pontuais.
- **Em Construção:** São instalações as quais a fase de obras está em andamento, sendo necessário orçamento para a conclusão.
- **Planejadas:** São municípios os quais foram incluídos no PNV, contudo ainda sem qualquer iniciativa para a construção da instalação, sendo necessário orçamento para a construção.

Na Figura 3 é possível identificar o mapa da região norte com as IP4 concluídas e em obras no ano de 2019. Esse mapa é o mais atual disponibilizado (DNIT – b, 2021).

Figura 3 – Mapa da região norte



Fonte: DNIT, 2021b

Como existem três diferentes fases do empreendimento, se mostra necessária a criação de três listas de prioridade, sendo uma para cada classificação forma com que se possa focar e destinar os recursos para destinações específicas. A gestão sobre o andamento de cada empreendimento está sob jurisdição do DNIT.

3.2 Parâmetros para Priorização

Havendo a necessidade de distinguir um grau de prioridade de cada IP4 para uma priorização orçamentária, foram subdivididos em três grupos os parâmetros julgados como relevantes no momento da comparação entre instalações para auxílio ao cálculo de uma nota final. Isto posto, os grupos são: Controle e Operação, Logística e Dados Socioeconômicos.

3.2.1 Controle e Operação

O parâmetro Controle e Operação traduz a representatividade da IP4 na região. Ele pode mostrar, por meio do volume de movimentação, como o município contribui em uma área específica, de forma com que se possa realizar uma escolha de prioridade por meio dessa importância.

Os valores obtidos para a composição da categoria “Controle e Operação” podem ser obtidos no banco de dados do DNIT, órgão responsável pelas IP4. Por se tratar de dados referentes à movimentação ocorrida dentro de cada instalação, esses dados devem ser coletados de forma padronizada e deverão ser atualizados regularmente. Os quatro parâmetros abordados nessa categoria são:

3.2.1.1 Quantidade de embarcações

Referente à quantidade de embarcações que atracam na instalação no período de um ano.

3.2.1.2 Quantidade de passageiros

Referente à quantidade de passageiros que circulam pela instalação no período de um ano. Importante considerar passageiros que chegam e que saem do município.

3.2.1.3 Quantidade de carga transportada

Referente à quantidade de carga que passa pela instalação no período de um ano, sendo esse valor medido em toneladas.

3.2.1.4 Quantidade de automóveis

Referente a quantidade de automóveis transportados que passam pela instalação no período de um ano. Se enquadram nesse parâmetro carros e motos.

Os valores adotados para a comparação são referentes ao período de um ano como forma de homogeneizar os dados. Como o caso do município de Parintins/AM, em que há o Festival Folclórico no mês de junho, a cidade recebe milhares de visitantes. Por isso, caso fosse utilizado apenas o dado de um mês, não refletiria os dados com a realidade necessária.

3.2.2 *Dados Logísticos*

O parâmetro de Dados Logísticos refere-se diretamente a forma de acesso ao município. Como a IP4 é um tipo de solução para promover melhor forma de acesso ao município, Dados Logísticos vem como forma de analisar quais são os acessos, de forma que se possa priorizar os municípios que forem mais precários nesse assunto.

Para a busca dos Dados Logísticos deverão ser utilizados dados fornecidos pelo DNIT, pela ANTAQ assim como a utilização de programas de georreferenciamento. Nessa categoria estão presentes os seguintes parâmetros:

3.2.2.1 Acesso Terrestre

O parâmetro acesso terrestre pode ser utilizado de três maneiras distintas, são elas: total, parcial ou sem acesso. A avaliação de acesso tem como ponto inicial a Capital Federal. Desta maneira, o acesso total é referente ao município que possui malha rodoviária que o liga com o ponto de referência. O acesso parcial considera que há uma malha rodoviária, mas que em algum ponto deverá ser utilizado balsa para completar o trajeto. Já os considerados sem acesso não possuem rota de ligação. Essa avaliação pode ser realizada por meio dos programas de georreferenciamento.

3.2.2.2 Acesso Fluvial

O parâmetro acesso fluvial busca selecionar os municípios que possuem algum tipo de instalação portuária já instalada. Assim, é considerado acesso fluvial o município que se enquadre em pelo menos uma categoria da Lista de Instalações Portuárias Autorizadas fornecida pela ANTAQ, onde são relacionadas as Estações de Transbordo de Carga – ETC; Instalações Portuárias de Turismo – IPT; Terminal de Uso Privado – TUP e Instalações Portuárias Sob Registro.

3.2.2.3 Acesso aéreo

Devido à especificidade da região Norte, onde encontra-se, em diversos municípios, aeródromos particulares para aviões de pequeno porte, esse parâmetro é referente a qualquer tipo de acesso aéreo. O município que tiver algum tipo de aeródromo se enquadra nessa categoria e esses dados deverão ser buscados na Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC.

3.2.2.4 Acesso Aéreo Comercial

Distinguindo do parâmetro anterior, o acesso aéreo comercial busca por municípios com voos comerciais. Estes dados também podem ser obtidos junto a ANAC.

3.2.2.5 Distância até IP4 mais próxima

Como forma de avaliar a necessidade de priorizar o município dentro de uma região, é necessário o parâmetro “Distância até IP4 mais próxima”. Esse parâmetro mostra a sua necessidade pois, se há alguma instalação próxima ao município avaliado, menos crítica é a situação. Dessa forma, busca-se atender municípios com instalações mais distantes.

Esse parâmetro representa a distância até a instalação classificada como “Concluída” ou “Em construção” mais próxima da IP4 em análise. Para a valoração deste item, é calculado a menor distância fluvial em quilômetros que liga ambas as instalações, utilizando-se o *Google Earth* para obter as medidas.

Para os casos de empreendimentos localizados em municípios que já possuem uma IP4, poderá ser adotado um valor mínimo de 1 km como distância até a IP4 mais próxima, de forma a indicar apenas que já há uma unidade no local.

3.3 Dados Socioeconômicos

Os parâmetros enquadrados como dados do IBGE objetivam a caracterização socioeconômica dos municípios. Com essa base, há a avaliação mais específica da necessidade da população com aquela instalação. Para essa comparação, podem ser utilizados os seguintes parâmetros:

- Área Territorial;
- População Estimada;
- Densidade Demográfica;
- IDHM; e
- PIB Per Capita.

Esses dados podem ser obtidos no endereço eletrônico do IBGE. Dessa forma, tem-se fácil acesso, informações confiáveis e possibilidade de atualização com novas publicações.

3.4 Cálculo das Notas

Após a análise de cada parâmetro, é necessário o cálculo das notas para cada IP4 para a elaboração da lista de prioridade. Como se trata de uma análise específica, é necessário o consenso de um comitê das partes interessadas, como DNIT, para definir esses métodos. Ainda assim, será indicada uma primeira sugestão neste trabalho.

Como forma de cálculo das variáveis quantitativas, como há uma nota por parâmetro, sugere-se adotar o maior valor medido como denominador de para cada valor referente às IP4. Desta maneira, há o cálculo da Equação 1.

$$Nota = \frac{\text{Valor da IP4}}{\text{Maior valor do parâmetro}}$$

Os parâmetros que se enquadram nesse cálculo são “Quantidade de embarcações”, “Quantidade de Passageiros”, “Quantidade de Carga Transportada”, “Quantidade de Automóveis”, “Distância até IP4 mais próxima”, “Área Territorial”, “População Estimada”, “Densidade Demográfica”, “IDHM” e “PIB *per capita*”.

Para as variáveis dicotômicas, são adotados, portanto, valores de 0 para respostas “não” e 1 para respostas “sim”. No caso específico de “Acesso Terrestre”, pode-se adotar 0,8 para o acesso parcial, visto que já há uma intervenção na direção do acesso total.

3.5 Análise dos pesos

Podem ser inseridos pesos para caracterizar uma maior importância para determinado parâmetro. Dessa maneira, o gestor ou alguma parte interessada na execução da priorização pode definir pesos para cada parâmetro influenciando a importância de cada um deles no resultado da lista de priorização orçamentária.

É importante que haja essa análise dentro do Comitê das Partes Interessadas para que haja um consentimento e que se evite mudanças nesses pesos em futuras avaliações de priorização.

4 CONCLUSÃO

A partir da análise e do aprofundamento ao tema, foi possível observar a necessidade destas instalações para os municípios da região norte. Assim, tendo em vista o orçamento restrito para anteder essa população, o sistema de priorização pode vir a ajudar os órgãos responsáveis por melhorar a qualidade de vida desses municípios.

Os parâmetros sugeridos nesse trabalho buscaram retratar diferenças que podem ser levadas em consideração entre os próprios municípios, os quais possuem características parecidas, contudo cada um com a sua particularidade. Dessa forma, pode-se realizar uma lista de priorização para atender de forma eficiente a população da região.

Parâmetros de Controle e Operação, Logística e IBGE são parâmetros macro, que de forma realista, mas também específica, conseguem oferecer ao gestor responsável uma noção real da necessidade de cada município.

Desta forma, o papel deste trabalho foi estabelecer fundamentos para a composição de uma priorização orçamentária, na busca de melhorar as condições sociais e a qualidade de vida de regiões de difícil acesso.

REFERÊNCIAS

BARNEZ, A. S. **Estudo para exploração das instalações portuárias públicas de pequeno porte – IP4 localizadas na Região Norte**. In: 11º seminário Internacional de Transporte e desenvolvimento Hidroviário Interior, 2019, Brasília.

BARNEZ, A. S; ABREU JUNIOR, L. L. **Experiências na Elaboração de Projetos, Construção e Operação de Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte – IP4 na Região Amazônica**. In: 10º seminário Internacional de Transporte e desenvolvimento Hidroviário Interior, 2017, Belém.

BRASIL. ANTAQ. **Resolução Normativa nº 13, de 13 de outubro de 2016**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24347577/do1-2016-10-11-resolucao-normativa-n-13-de-10-de-outubro-de-2016-24347426-24347426. Acesso em: 24 ago. 2021.

BRASIL. **Lei 10233**, de 5 de junho de 2001. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110233.htm. Acesso em: 24 ago. 2021.

BRASIL. **Lei 12815**, de 5 de junho de 2013. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112815.htm. Acessado em: 24 ago. 2021.

BRASIL. **Medida Provisória nº 595**, de 6 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a exploração direta e indireta, pela União, de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/mpv/595.htm. Acesso em: 24 ago. 2021.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Portaria Interministerial nº 24**, de 11 fevereiro de 2015. DOU de 12 de fevereiro de 2015, seção 1, pg 5.

DNIT (2021a). GOV.BR, 2021. **No Amazonas, DNIT conclui construção da IP4 no município de Alvarães**. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/no-amazonas-dnit-conclui-construcao-da-ip4-no-municipio-de-alvaraes>. Acesso em: 24 ago. 2021.

DNIT (2021b). GOV.COM, 2021. **IP4**. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/ip4>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SANTOS, L. C. **Em busca do Porto Seguro**: Análise de oportunidades de melhoria no financiamento da manutenção e operação de instalações portuárias públicas de pequeno porte no estado do Amazonas. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Planejamento e Orçamento) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2020.

OS EFEITOS NOCIVOS OCASIONADOS NAS EDIFICAÇÕES DEVIDO À AUSÊNCIA DE MANUTENÇÕES PERIÓDICAS

Jéssica Karolini Macedo de Santana

Nielsen José Dias Alves

RESUMO

É de conhecimento geral que a implementação de estratégias de manutenção nas edificações brasileiras ainda é uma prática quase que inexistente, a julgar que para parte de seus usuários e gestores, tais atividades ainda são consideradas como um problema financeiro de baixa prioridade, estando o foco de suas ações de manutenção, direcionadas restritamente a consertar o que está quebrado. Acarretando por intermédio deste pensamento, o surgimento de inúmeras implicações, tais como o desenvolvimento de diversas anomalias, redução dos níveis de desempenho e vida útil das edificações e, principalmente, a redução do sentimento de segurança e bem-estar de seus usuários e transeuntes. Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo geral ressaltar os efeitos nocivos ocasionados nas edificações devido à ausência de manutenções periódicas, sendo empregado para o cumprimento desse propósito, a realização do estudo teórico acerca das manifestações patológicas desenvolvidas nos sistemas de fachada de três edificações inspecionadas pelo engenheiro (e Mestre) Nielsen José Dias Alves na região Centro-Oeste do país entre os anos de 2014 e 2019. Para efetivação da análise dos dados coletados foi realizado a categorização dos níveis de degradação de cada manifestação patológica identificada, sendo levantado posteriormente suas prováveis causas e técnicas de reparação e manutenção. Com base nesses resultados, foi verificado que o estudo de caso 2 foi o que mais apresentou problemas patológicos, estando suas anomalias enquadradas predominantemente no nível 4 (pior degradação), enquanto que nos estudos de casos 1 e 3, no qual a intervenção técnica ocorreu em seus primeiros anos, o grau de deterioração foi tanto menor quanto o número de avarias observadas, estando estas categorizadas no nível 3 na escala de degradação. Dentre as anomalias identificadas nas três edificações, foi constatado por meio das matrizes de correlação que a deterioração das juntas, o deslocamento e o comprometimento estrutural, foram os maiores responsáveis pelo processo de degradação final das edificações, sendo a fissuração localizada a manifestação patológica que mais se relacionou com os demais tipos de anomalias identificadas nas edificações. Das técnicas de reparação e manutenção que melhor auxiliariam no processo de conservação das edificações, foi destacado o reforço das camadas de

assentamento em zonas localizadas, a substituição dos materiais de preenchimento das juntas danificadas, a substituição das camadas de regularização, a verificação e reconstituições das proteções mecânicas dos sistemas que compõem as fachadas e por fim, as próprias atividades rotineiras de limpeza e higienização das fachadas. Em suma, foi constatado ao final desta análise que, apesar da grande maioria das manifestações patológicas estarem vinculadas a incorreções realizadas durante as etapas de projeto e execução das obras, a sua evolução e agravamento dependem diretamente da estratégia de manutenção adotada em cada imóvel ou empreendimento.

Palavras-chave: Estratégia de manutenção. Manifestações Patológicas. Níveis de Degradação. Conservação das Edificações.

ABSTRACT

It is well known that the implementation of maintenance strategies in Brazilian buildings is still an almost non-existent practice, considering that for part of its users and managers, such activities are still considered a low priority financial problem, being the focus of their maintenance actions, aimed strictly at fixing what is broken. Carrying through this thought, the emergence of numerous implications, such as the development of various anomalies, reduction of performance levels and useful life of buildings and, mainly, the reduction of the feeling of security and well-being of its users and passersby. Thus, the present work had as general objective to highlight the harmful effects caused in the buildings due to the absence of periodic maintenance, being employed to fulfill this purpose, the theoretical study about the pathological manifestations developed in the facade systems of three inspected buildings by engineer (and Master) Nielsen José Dias Alves in the Center-West region of the country between 2014 and 2019. To carry out the analysis of the data collected, the degradation levels of each identified pathological manifestation were categorized, and their subsequent survey was carried out. probable causes and repair and maintenance techniques. Based on these results, it was found that case study 2 was the one with the most pathological problems, with its anomalies predominantly framed in level 4 (worst degradation), while in case studies 1 and 3, in which the technical intervention occurred in its first years, the degree of deterioration was as much smaller as the number of damages observed, which were categorized at level 3 on the degradation scale. Among the anomalies identified in the three buildings, it was found through the correlation matrices that the deterioration of the joints, the peeling and the structural damage were the most responsible for the final degradation process of the buildings, with the localized cracking being the most pathological manifestation. was related to the other types of anomalies identified in the buildings. Of the repair and maintenance techniques that would best assist in the conservation process of the buildings, the reinforcement of the settlement layers in localized areas, the replacement of filling materials for damaged joints, the replacement of the regularization layers, the verification and reconstruction of the mechanical protections of the systems that make up the façades and, finally, the routine cleaning and sanitation activities of the façades. In short, it was found at the end of this analysis that, despite the vast majority of pathological manifestations being linked to inaccuracies during the design and execution stages of the works,

their evolution and deterioration depend directly on the maintenance strategy adopted in each property or enterprise.

Keywords: Maintenance strategy. Pathological Manifestations. Degradation Levels. Conservation of Buildings.

1 INTRODUÇÃO

É de notório saber que ao longo das décadas, o Brasil vem sofrendo com diversas tragédias envolvendo desabamentos totais ou parciais de estruturas, quedas de marquises em concreto armado, incêndios decorrentes de falhas elétricas, dentre outras fatalidades que ocasionaram tanto perdas materiais quanto humanas.

No levantamento feito em edificações com mais de 30 anos pelo IBAPE/SP (2015), foi verificado que os acidentes prediais ocorreram exclusivamente em edificações em fase de uso, sendo que 66% das prováveis causas e origens estavam associadas à deficiência para com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração acentuada e apenas 34% dos acidentes possuíam causa e origem decorrentes dos chamados vícios construtivos ou, ainda, anomalias endógenas.

Segundo Gomide (1999), a falta de conscientização da população quanto aos riscos e perigos dos acidentes construtivos, somado com às falhas na legislação, fiscalização e conservação das edificações, ainda são considerados como os principais fatores para a ocorrência dos inúmeros sinistros observados, sendo as atividades de manutenção, uma das técnicas mais eficientes para reconstrução dos níveis de desempenho perdidos nas edificações ao longo do tempo, preservando e prolongando sua vida útil. Tal como sugerido por Villanueva (2015), ao ser adotado uma estratégia de intervenção compatível as necessidades de cada empreendimento, não apenas os problemas identificados nas edificações serão sanados, como também serão controlados a incidência de futuras anomalias por meio de ações programadas e preventivas.

O objetivo geral do presente estudo é apresentar de maneira contundente os efeitos nocivos ocasionados nas edificações devido à ausência de manutenções periódicas, destacando as principais manifestações patológicas desenvolvidas nas edificações ao decorrer dos anos, categorizando os principais contribuintes pelo

processo de degradação das edificações, apontando seus níveis de degradação e sua correlação com as prováveis causas e técnicas de reparação e manutenção.

Para alcançar os objetivos expostos, foi realizado o estudo teórico acerca das manifestações patológicas desenvolvidas nos sistemas de fachada de três edificações inspecionadas pelo engenheiro (e Mestre) Nielsen José Dias Alves na região Centro-Oeste do país entre os anos de 2014 e 2019. Com o intuito de avaliar os dados obtidos foi utilizado a adaptação elaborado por Handa *et al.* (2019) sobre a obra de Gaspar e Brito (2005) a respeito da associação das manifestações patológicas com seus níveis de degradação e a adequação do sistema proposto por Silvestre e Brito (2008) para correlacionar as anomalias desenvolvidas nas edificações com as suas prováveis causas e técnicas de reparação. Estando tal estrutura, conforme sugerido por Antunes (2010), dividida em três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e, por fim, diagnóstico.

Por meio deste estudo, espera-se denotar a considerável relevância das atividades de manutenção para um bom desempenho das edificações, visto ser por meio desta prática que se avalia os reais níveis de desempenho, habitabilidade e segurança das edificações, garantindo não apenas a qualidade de vida de seus usuários, mas também a segurança dos moradores das construções vizinhas.

O presente trabalho foi então estruturado em 5 capítulos: no primeiro capítulo é abordada a fundamentação teórica acerca do tema, destacando o histórico da manutenção predial no Brasil e no mundo, sua influência no desempenho, durabilidade e vida útil das edificações, a importância da manutenibilidade para as edificações, os principais fatores de depreciação de um bem, as principais manifestações patológicas desenvolvidas nas edificações e suas estratégias de manutenção e intervenção; no segundo capítulo é descrita a metodologia empregada no referido estudo; no terceiro capítulo é caracterizado os estudos de caso; no quarto capítulo é exposta a análise global das manifestações patológicas identificadas em cada edificação, seus níveis de degradação e suas prováveis causas e técnicas de reparação e manutenção; e no último capítulo são apresentadas as considerações finais deste trabalho.

2 MANUTENÇÃO PREDIAL

A manutenção ao longo da história, passou por diversas transformações em relação ao seu real significado e importância dentro da sociedade. Segundo Morilha (2011), até meados de 1930, as atividades de manutenção eram empregadas nas empresas como medidas exclusivamente corretivas, sendo totalmente submissas aos processos de operação. Com a Pós-Guerra e a Evolução da Indústria, foi verificado que o período necessário para investigar as possíveis causas e origens das anomalias observadas era maior do que o empregado para corrigi-las, sendo criado a partir de tal constatação, a denominada Engenharia de Manutenção.

De acordo com Castro (2007), apesar da manutenção predial ter sido iniciada na Europa no final da década de 1950, foi somente em 1965 com a elaboração do Comitê de Manutenção das Construções pelo Ministério de Construções e Serviços Públicos do Governo Britânico, que as pesquisas referentes ao tema ganharam destaque, tornando-se oficialmente reconhecida, em caráter mundial.

Por meio de tal enfoque, foi fundado em 1979 pelo *Council International for Building* – CIB (Conselho Internacional para Edificação), o grupo de trabalho CIB W70 – *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* (Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação em Construção Civil). Em seus encontros entre os anos de 1983 a 1992, foram abordados tópicos como: “Sistemas de Manutenção Predial”, “Manutenção dos Estoques Prediais durante toda sua vida útil” e “Inovações em Manutenção, Gerenciamento e Modernização das Edificações”. Tornando o W70 uma referência mundial nos estudos a respeito das atividades de manutenção (CASTRO, 2007).

No Brasil, a manutenção predial começou a ser discutida em 1977 com a criação da NBR 5.674 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Contudo, segundo Lopes (1993 *apud* VILLANUEVA, 2015)), a primeira versão da norma não fornecia informações precisas acerca da implementação dos sistemas de manutenção, sendo incapaz de orientar corretamente os profissionais da área. No entanto, foi por meio da denominada norma que diversos autores como Cremonini (1989), Dal Molin (1988), Helene (1988), Ioshimoto (1988) e Lichtenstein (1985), foram incentivados a publicarem trabalhos técnicos na área de manutenção até o

final da década de 1980. Sendo o principal foco dos trabalhos, a durabilidade dos materiais e seus componentes, bem como, as manifestações patológicas com suas respectivas causas (CASTRO, 2007).

Apesar do crescente interesse do público acerca da influência das atividades de manutenção no processo de conservação das edificações, foi somente em 2001, após a explosão do Osasco Plaza Shopping, do desabamento da cobertura da Igreja Universal e do Supermercado Pão de Açúcar, em São Paulo e do desmoronamento do Edifício Palace II no Rio de Janeiro entre os anos de 1996 e 1999, que foi concebida a Norma de Inspeção Predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP), com o objetivo de preencher as lacunas deixadas pela ABNT NBR 5.674 no tocante a avaliação técnica da qualidade da manutenção e sua aplicação direta na gestão patrimonial.

Outra norma de considerável relevância para a regularização e melhoria dos sistemas de manutenção predial no Brasil, conforme destacado por Villanueva (2015), trata-se da ABNT NBR 14.037, aprovada em 1998, no qual aborda as diretrizes para a elaboração do Manual de Uso e Operação das Edificações.

Transcorrido mais de 40 anos da popularização do tema no país, as normas técnicas supracitadas – em suas versões mais recentes –; ainda são referência para os profissionais e estudiosos da área. No entanto, segundo Villanueva (2015), a cultura brasileira a respeito da manutenção predial até o presente momento, encontra-se muito distante da realidade dos países de primeiro mundo, visto que a manutenção preventiva nos imóveis ainda é uma prática quase que inexistente.

2.1 Influência no desempenho das edificações

A ideia de desempenho, segundo Villanueva (2015), faz parte da sociedade desde os tempos antigos. O primeiro registro permeia a época em que o rei Hamurabi governava na Babilônia entre 1955 e 1913 a.C., neste período entrou em vigor um código que estabelecia que uma construção não poderia entrar em colapso durante seu uso, definindo assim, o comportamento que a mesma deveria apresentar ao final da construção, ou seja, o desempenho mínimo exigido para edificação. Sobre um obelisco no Museu do Louvre, em Paris, pode ser visto parte da inscrição

do Código de Hamurabi: “Art. 229 – Se um arquiteto constrói para alguém e não o faz solidamente e a casa que ele construiu cai e fere de morte o proprietário, esse arquiteto deverá ser morto”.

Na construção, o conceito de desempenho de edificação recebeu suas primeiras formulações e debates na década de 60, mas foi em 1970 que o *Council International for Building* – CIB (Conselho Internacional para Edificação) criou a comissão de trabalho CIB W60 – *The Performance Concept in Building* (O Conceito de Desempenho na Edificação), que tinha por objetivo estabelecer uma estrutura conceitual e tecnologia acerca do desempenho dos edifícios que pudesse ser adotada em âmbito internacional, bem como promover a troca de experiências entre os estudiosos da área (KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014).

Em 1982, o coordenador da comissão CIB W60, foi responsável por apresentar uma definição simples do que seria desempenho, contudo, tal conceito ficou consolidado em todo o meio acadêmico e é considerado por muitos, como o melhor.

A abordagem de desempenho é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como essa deve ser construído (GIBSON, 1982 *apud* VILLANUEVA, 2015, p.30).

Por meio dessa definição é possível perceber que o processo adotado para a construção do empreendimento não é contemplado nas normas de desempenho, uma vez que desempenho se refere ao comportamento da edificação durante seu uso, ou seja, o resultado deste processo. Por conseguinte, independente do material empregado, ou técnica construtiva adotada, o imóvel deve obrigatoriamente atender aos critérios de desempenho estipulados na norma (VILLANUEVA, 2015).

Borges (2008) afirma que o desempenho dependerá do entendimento de cada indivíduo, ou seja, o conceito de desempenho se reformulará de acordo com as exigências dos usuários e estas serão subjetivas, crescentes, variáveis com o tempo e região, e fundamentadas ainda na expectativa que os indivíduos terão com relação ao produto final. Contudo, o usuário não será o fator determinando no processo de definição do que venha a ser desempenho, sendo levado em consideração também,

as condições de exposição do ambiente no qual a edificação estará exposta, bem como a temperatura, umidade, insolação, ações externas resultantes da ocupação, dentre outras variáveis.

De acordo com Lichtenstein (1985), todas as edificações apresentarão características que as farão reagir de maneira distinta quando submetidas a determinadas condições. Equivalendo-se a dizer que, o conjunto de agentes agressivos que atuam sobre cada edificação interage com esta, produzindo uma infinidade de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Sendo que alguns desses fenômenos podem propiciar a queda do seu desempenho, configurando-se assim, os denominados problemas patológicos. Segundo o autor, a realização de inspeções e manutenções periódicas na edificação é uma das alternativas mais eficientes para se manter os níveis de desempenho em um patamar apropriado. Visto ser por meio deste processo que os problemas patológicos são detectados prematuramente, não comprometendo assim, o desempenho e a vida útil das edificações.

Para Villanueva (2015), é inegável a importância da manutenção para o processo de conservação dos edifícios, sendo inviável manter o desempenho acima do limite aceitável sem que haja intervenções técnicas periodicamente. Neste sentido, o desempenho das instalações e o perfeito funcionamento dos equipamentos, carecem de fazer parte das obrigações do condomínio, que por sua vez, necessita conhecer e adotar os conceitos e técnicas de manutenção apropriadas para cada situação.

Em suma, ao ser implementado um sistema de manutenção compatíveis com as necessidades e peculiaridades de cada edificação, não somente os indicadores de desempenho serão mantidos em níveis mínimos aceitáveis, como também será promovido a valorização do imóvel, o prolongamento da sua durabilidade e vida útil, tal como, a segurança, o conforto e a economia de seus usuários e gestores (VILLANUEVA, 2015).

2.2 Durabilidade e vida útil das edificações

Ao longo das décadas, diversos foram os países que se dedicaram ao desenvolvimento de técnicas construtivas que pudessem propiciar o melhor

desempenho das edificações e por conseguinte sua maior durabilidade e vida útil (BENTO *et al.*, 2016).

No Brasil, o conceito de durabilidade só passou a ganhar maior visibilidade após a publicação da norma brasileira ABNT NBR 15.575/2013 para Desempenho de Edificações Habitacionais, que estabelecia em seus requisitos gerais, a durabilidade como sendo “a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas”.

Na ISO 13.823/2008 – *General Principles on the Design of Structures for Durability*, a durabilidade foi definida como:

“[...] a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer, com dada manutenção planejada, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico sob influência das ações ambientais, ou como resultado do processo de envelhecimento natural” (ISO 13823, 2008, pág. 2).

Para FIB 53 (2010 *apud* POSSAN; DEMOLINER, 2013, p.6), a durabilidade é essencialmente uma visão retrospectiva do que seja desempenho em uma edificação. Sendo a probabilidade da mesma ser durável ou não, somente podendo ser mensurada por meio da utilização de modelos que representem o processo de deterioração na qual cada estrutura estará exposta, de modo que, para garantias do projeto, a metodologia de previsão da vida útil da edificação também deverá ser inclusa.

De acordo com Villanueva (2015), a durabilidade possui como característica principal, sua capacidade de avaliar o desempenho dos materiais perante a exposição à fatores ambientais que provocam alterações nas suas propriedades ao longo dos anos, isto é, o conceito de durabilidade está diretamente associado a vida útil da edificação, sendo uma vida útil longa, sinônimo de alta durabilidade.

No quadro 1, pode ser observado os principais fatores que devem ser levados em consideração, quando se deseja obter uma alta durabilidade.

Quadro 2_ Principais fatores que influenciam na durabilidade

Fatores que Influenciam na Durabilidade

Projeto

Materiais

Condições de Uso

Manutenção

Condições de Exposição

Fonte: Adaptado de Villanueva (2015)

A ABNT NBR 15.575/2013 ainda estabelece que a durabilidade é uma exigência econômica, por estar diretamente relacionada com o custo global do imóvel, podendo ser determinada como a capacidade de desempenho funcional da edificação durante sua vida útil, preestabelecida em projeto, sob condições específicas.

No caso da vida útil, a norma brasileira ABNT NBR 15.575 (2013, p.10), traz consigo duas definições acerca do tema, sendo elas:

“Vida útil (VU): período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual).

Vida Útil de Projeto (VUP): Período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a VUP não deve ser confundida com tempo de vida útil, durabilidade, prazo de garantia legal e certificada).”

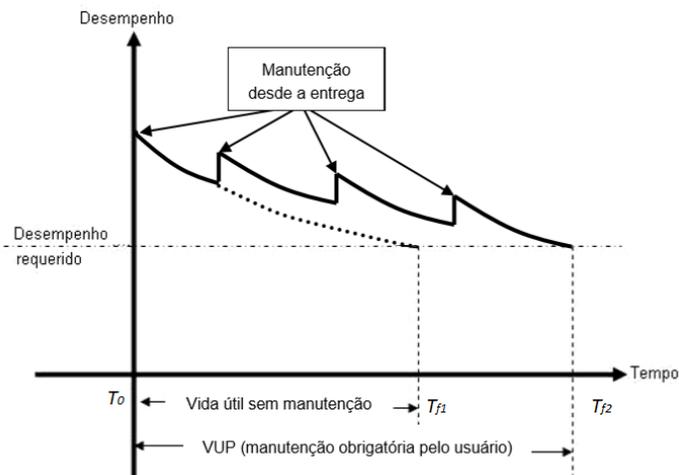
Em síntese, a vida útil de uma estrutura pode ser compreendida entre o período em que a edificação entra em pleno funcionamento e o instante em que deixa de atender as necessidades de seus usuários em virtude da queda nos níveis de

desempenho, sendo os mesmos diretamente influenciados pelas ações de manutenção, utilização, exposições climáticas e condições do entorno.

A norma NBR 15.575/2013 ainda ressalta que para ser alcançado a Vida Útil Projetada (VUP) é necessário que os aspectos referentes a utilização de componentes e materiais de qualidade compatíveis com a VUP sejam atendidos, bem como a execução de técnicas e procedimentos que possibilitem a obtenção da VUP, o cumprimento em sua totalidade dos programas de manutenção corretiva e preventiva e o atendimento aos cuidados preestabelecidos para correta utilização da edificação, conforme estabelecido em projeto.

Após a fase de entrega das edificações, a norma destaca que ficará a cargo de seus usuários e gestores a incumbência de se realizar as atividades de manutenção em estrita obediência ao Manual de Uso, Operação e Manutenção, sendo essas ações, as responsáveis por recuperar parcialmente a perda de desempenho sofrida pela edificação ao decorrer dos anos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 29_Recuperação do Desempenho por Intermédio das Ações de Manutenção



Fonte: ABNT NBR 15.575-1/2013

2.3 Mantenabilidade

A manutenabilidade foi definida em 1994 pela norma técnica brasileira ABNT NBR 5.462 como sendo a “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”.

Em 2013 pela norma NBR 15.575-1, o tema foi descrito como o “grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sobre condições determinadas, procedimentos e meios prescritos”.

De forma concisa, ambas as normas se esforçam para estabelecer a manutenabilidade como sendo a capacidade do edifício e de seus sistemas de permitir ou propiciar a realização das atividades de inspeção e manutenção previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção.

De acordo com Ferreira (2010), a manutenabilidade expande o conceito de manutenção para uma visão mais ampla acerca do tema. A razão disso, é que a preocupação com a facilidade ou não de se praticar a manutenção em um edifício (manutenabilidade) só faz sentido nas fases de concepção e de projeto, visto ser nestas fases que as alterações na manutenabilidade ainda são possíveis.

Segundo Castro (2007), a manutenabilidade pode ser compreendida como uma espécie de manutenção passiva, uma vez que o bem, no caso, o edifício, ainda não existe materialmente, sendo um item passível de alterações durante a sua concepção e projeto. Ao passo que na fase de execução e pós-ocupação, as modificações na manutenabilidade da edificação já não serão mais viáveis – devido a sua concretização–; sendo a manutenção nestas etapas, um elemento ativo, isto é, todas as providências tomadas serão com o intuito que a edificação e seus sistemas se mantenham em perfeito estado de conservação e funcionando (FERREIRA, 2010).

2.4 Fatores de depreciação

A depreciação segundo o Glossário de Terminologias do Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP), refere-se à “diminuição do valor econômico ou do preço de um bem, porque lhe modificou o estado ou qualidade”. Podendo ainda ser compreendida como a perda da plena capacidade da benfeitoria de desempenhar as funções a qual lhes foram conferidas. No caso das edificações, as depreciações das construções existentes podem ocasionar perda de interesse, de comodidade, de procura e, portanto, de valor. Suas causas podem ser de ordem física e funcional (FERREIRA, 2018).

A depreciação de ordem física está associada ao desgaste das várias partes que compõem a edificação, estando sua origem relacionada ao uso normal, a ausência de manutenção ou emprego de materiais de baixa qualidade (NETHER, 2010 apud LUIZ, 2018). Enquanto a depreciação funcional de acordo com Luiz (2018), está relacionada a inadequação (causada por falhas de projeto e/ou execução), superação (obsoletismo) e anulação (inadaptação a fins diferentes para os quais foi concebido).

2.4.1 *Desgaste Natural/Decrepitude*

O desgaste natural (ou decrepitude) da edificação, segundo a norma do IBAPE/SP (2011), trata-se da “depreciação de um bem pela idade, no decorrer da sua vida útil, em consequência de sua utilização, desgaste e manutenção normal”.

Segundo Villanueva (2015), a decrepitude está diretamente associada aos fenômenos naturais, dos quais todas as edificações estão sujeitas, não havendo deste modo, possibilidades para a sua interrupção, apenas tratamentos para minimização dos seus efeitos.

De acordo com o CREA/DF (2014), uma das alternativas para se reduzir as consequências do desgaste natural na aparência e funcionalidade das edificações seria por meio da realização das atividades de manutenção preventivas e corretivas em seus sistemas, elementos ou componentes construtivos. Sendo tais ações executadas sob a supervisão de um profissional habilitado.

2.4.2 Deterioração/Degradação

A norma do IBAPE/SP (2015), estabelece que a deterioração é a “depreciação de um bem devido ao desgaste de seus componentes ou falhas de funcionamento de sistemas, em razão de uso ou manutenção inadequado”, ao passo que a degradação é tida como o “desgaste dos componentes e sistemas das edificações em decorrência do efeito do transcurso do tempo, uso e interferências do meio”.

De acordo com Gaspar e Brito (2005), a degradação pode ser compreendida como a perda de capacidade do material de atender as exigências, ao longo dos anos, devido aos agentes de deterioração, a natureza do material e, em certos casos, a própria maturação deste (como é o caso dos rebocos ou dos concretos). Em vias de regra, tais manifestações patológicas são desenvolvidas, não apenas por fatores isolados, mas por um conjunto simultâneo de agentes de degradação.

Segundo Bauer (2013), pode ser definido como fator de degradação, qualquer agente que afete de maneira desfavorável o desempenho de uma edificação ou de seus componentes, podendo ser incluso nesses fatores: os agentes mecânicos, eletromagnéticos, térmicos, químicos e biológicos (*apud* VILLANEUVA, 2015).

2.4.3 Obsolescência

O conceito de obsolescência conforme exemplificado por Pereira (2013), não significa por via direta, degradação física do bem ou imóvel. No entanto, está diretamente associada aos problemas de vida útil da edificação. Uma vez que, por tratar-se de um processo que transcorre devido a desatualização do empreendimento, pode no limite, por obsolescência do projeto e dos métodos construtivos, deixar de cumprir com os níveis mínimos de desempenho exigidos, estando normalmente relacionado ao fim da vida útil do empreendimento.

Na norma do IBAPE/SP (2011), o obsoletismo é definido como a “depreciação de um bem devido à superação da tecnologia do equipamento ou do sistema”.

Enquanto na ISO 15.686-1 (2000), o conceito de obsolescência é estabelecido como “a perda de aptidão de um determinado item para desempenhar satisfatoriamente as suas funções devido a alterações no nível de desempenho exigido”. Podendo ser classificado como funcional, tecnológica ou econômica, conforme estabelecido na norma e apresentado no quadro a seguir:

Quadro 3_ Tipos de Obsolescência segundo a ISO 15.686-1/2000

Tipo de Obsolescência	Ocorrência Típica	Exemplos
Funcional	A função em causa já não é requerida	Processo industrial obsoleto, instalações desnecessárias, divisória removida (em escritório, por ex.)
Tecnológica	Alternativas atuais com melhor desempenho, mudança de padrões de uso	Mudança do isolamento térmico para um melhor desempenho, mudança para caixilharias mais estanques
Econômica	Item ainda totalmente funcional, contudo, menos eficiente e econômico que novas alternativas	Mudança do sistema de aquecimento

Fonte: Adaptado de Villanueva (2015)

Em suma, constata-se que a obsolescência ocorre devido a múltiplos fatores variáveis ao longo do tempo, do ritmo e conceitos sociais, tendências estéticas, dentre outras. Tratando-se por isso de um conceito relativo, de difícil mensuração e previsão a média e longo prazo. Contudo, a forma de evitar os seus efeitos passa pelo conhecimento e estudo destas tendências, prevendo-as e adotando medidas para minimizar e se possível anular os seus efeitos na vida útil dos imóveis ou em seus elementos (PEREIRA, 2013).

2.4.4 Anomalias e Falhas

As anomalias e falhas segundo o IBAPE (2012), constituem as não conformidades normalmente desenvolvidas nas edificações, que resultam consequentemente na perda precoce de desempenho (real ou futuro) dos elementos e componentes construtivos, e na redução da vida útil projetada dos imóveis. Podendo comprometer, portanto: a segurança; a funcionalidade; a operacionalidade; a saúde

dos usuários; o conforto térmico, acústico e lumínico; a acessibilidade; a durabilidade; a vida útil, dentre outros fatores de desempenho definidos na ABNT NBR 15.575/2013.

Segundo Pujadas (2007), as anomalias possuem origem nas etapas de projeto, execução ou especificação de materiais, enquanto as falhas relacionam-se as não conformidades decorrentes de ações de manutenção e, portanto, se originam das atividades de manutenção, uso e operação inadequada ou inexistente. Em resumo, as anomalias estão associadas aos vícios construtivos ao passo que as falhas, aos vícios de manutenção.

De acordo com a norma do IBAPE (2012, p.11), as anomalias podem ser classificadas de um modo geral em:

Endógena: originaria da própria edificação (projeto, materiais e execução).

Exógena: originaria de fatores externos a edificação, provocados por terceiros.

Natural: originaria de fenômenos da natureza.

Funcional: originaria da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e, conseqüente, término da vida útil.

Enquanto as falhas podem ser classificadas como:

“De planejamento: decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.

De Execução: associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.

Operacionais: relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.

Gerenciais: decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de acompanhamento de custos da mesma.” (IBAPE 2012, p.12).

2.5 Manifestações patológicas

Um problema patológico pode ser entendido como uma condição na qual a edificação ou partes dos seus sistemas e elementos construtivos, em um determinado momento da sua vida útil, pode não apresentar o desempenho exigido. Podendo as avarias ser identificadas, de modo geral, a partir das manifestações ou sintomas patológicos transmitidos por meio das modificações estruturais e/ou funcionais no edifício ou na parte acometida, representando os sinais de aviso das anomalias desenvolvidas (SABBATINI; BARROS, 2001).

Segundo Antunes (2010), a manifestação patológica nunca é atribuída a uma única causa, estando normalmente associada a diversos fatores, podendo ser sucedida por uma sobreposição de efeitos que se acumulam até se manifestar por intermédio de um dano de maiores proporções. Sendo destacado, dentre as principais manifestações patológicas desenvolvidas em edificações e relevantes ao tema: perda de aderência (descolamento) e deslocamento de placas cerâmicas, as falhas de vedação, fissuração, deterioração das juntas de movimentação, corrosão das armaduras, infiltração e eflorescências.

2.5.1 Perda de Aderência (*Descolamento*)

A perda de aderência conforme exemplificado por Sabbatini e Barros (2001), pode ser compreendida como uma adversidade ocasionada devido ao surgimento de falhas ou rupturas na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, em virtude de as tensões desenvolvidas ultrapassarem a capacidade de aderência das ligações. Manifestando-se, inicialmente, pela repercussão de sons cavos em alguns componentes, seguido do descolamento físico dos mesmos, podendo acarretar, eventualmente, no seu total desprendimento.

Sabbatini e Barros (2001), destacam que, em geral, o descolamento do revestimento cerâmico ocorre depois de transcorrido o primeiro ano da ocupação dos imóveis, podendo se manifestar de forma pontual ou em grandes áreas. Sendo tais eventos mais frequentes, nos primeiros e últimos pavimentos, nas regiões de

descolamento estruturais mais intensos (como em balanços) e nas fachadas com maior incidência de raios solares (choques térmicos), provavelmente em decorrência do maior nível de solicitações a que estes estão sujeitos.

Podendo ser destacado, como as principais causas dos descolamentos dos revestimentos: a instabilidade do suporte (devido à acomodação do conjunto da construção); à fluência da estrutura de concreto armado; as variações hidrotérmicas e de temperatura; o grau de solicitação do revestimento; as características das juntas de assentamento e de movimentação; a ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de canto de parede etc.) e de especificação dos serviços de execução; a imperícia ou negligência da mão-de-obra; a utilização do adesivo com prazo de validade vencido; a fixação dos componentes cerâmicas após o vencimento do tempo de abertura da argamassa colante e a presença de pulverulência ou de materiais deletérios nas superfícies de contato (base-regularização-componente cerâmico), fatores que normalmente não são observados durante a execução do sistema de revestimento.

Medeiros e Sabbatini (1999) ressaltam ainda que, dentre os problemas patológicos desenvolvidos em fachadas, o descolamento é um dos mais críticos e mais difíceis de se recuperar, visto que além dos riscos envolvidos na queda de placas ou de partes das camadas, quando tais patologias se manifestam visualmente, já existe o comprometimento de sua integridade física, podendo os custos para sua restauração serem superiores aos da execução original.

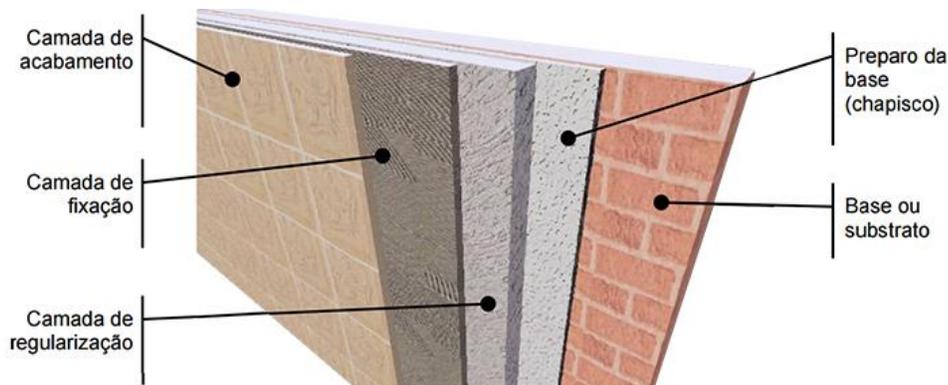
2.5.2 Desplacamento do Revestimento

Dentre as principais manifestações patológicas desenvolvidas em fachadas, o deslocamento do revestimento cerâmico é considerado um dos mais significativos, visto que além de propiciar a redução da vida útil da edificação, o deslocamento é um fator de risco para pedestres e carros que circulem nas proximidades dos edifícios (PACHECO; VIEIRA, 2017).

Segundo Pacheco e Vieira (2017), o deslocamento do revestimento pode ocorrer por diversas razões, agindo em conjunto ou separadamente. Sendo

importante para um diagnóstico coerente, observar a forma do deslocamento, isto é, em que etapa do processo construtivo ocorreu o desprendimento (Figura 2).

Figura 30 Etapas do sistema de revestimento cerâmico



Fonte: SlideShare

Se a argamassa de fixação da cerâmica permaneceu na base e apenas a placa se desprendeu, pode significar que houve retração da base, expansão das placas cerâmicas, preparação incorreta do substrato, material de fixação impróprio, erro de execução durante o assentamento e/ou movimentação térmica. Contudo, se a argamassa de fixação se desprendeu juntamente com a cerâmica, a avaria não estará relacionada com a cerâmica em si, e sim com a aderência da argamassa à base. Sendo os panos das fachadas, os trechos curvos, as fachadas voltadas para o lado oeste e as áreas com revestimento escuro, os locais mais propícios a incidência dessas anomalias.

De acordo com Antunes (2010), por tratar-se de um problema de grande impacto na edificação, normalmente as ações pontuais demonstram não apresentar grande eficiência para solucioná-lo. A recuperação da área danificada, em grande parte, requer a remoção total do revestimento, sendo além de trabalhoso, por exigir cuidados especiais para sua execução, é consideravelmente oneroso.

2.5.3 Fissuras e Trincas

A norma técnica NBR 15.575-2 da ABNT (2013, p.5-6), define fissuras e trincas como sendo:

“Fissura: seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais. As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante)

Trinca: expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6 mm”.

Segundo Sabbatini e Barros (2001), estes fenômenos caracterizam-se por apresentarem uma perda de integridade da superfície do componente, podendo até mesmo levar ao seu deslocamento. A trinca, pode ser compreendida como a ruptura no corpo da peça, sob a ação de esforços, propiciando a separação de suas partes e, manifestando-se através de linhas estreitas que configuram o grau de abertura, sendo que, em geral, apresentam-se com espessuras superiores a 1 mm. Enquanto as fissuras são definidas como um tipo de abertura linear que surge na superfície dos componentes, oriundas da ruptura parcial de sua massa, sendo caracterizada por apresentar abertura inferior a 1mm.

De acordo com Antunes (2010), tais aberturas se constituem em caminhos propícios para a penetração de agentes agressivos, especialmente a água, fato que pode induzir ao surgimento de novas manifestações patologias na estrutura, como a eflorescência, as manchas de umidade, a corrosão de armaduras, o deslocamento do revestimento dentre outros. Entre as ocorrências de fissuração mais comuns em edificações, pode-se citar para o trabalho em questão:

2.5.3.1 Fissuração na envoltória de aberturas

Decorrentes da acentuada concentração de tensões junto aos vértices das janelas e portas, principalmente quando as mesmas apresentam ausência ou ineficiência de vergas e/ou contravergas, dispositivos estes responsáveis pela redistribuição das tensões nas paredes (ANTUNES, 2010).

2.5.3.2 Fissuração na interface estrutura-alvenaria

Oriundas geralmente das variações térmicas e movimentações diferenciais dos elementos que compõem a estrutura, manifestando-se nas interfaces entre as

alvenarias e o reticulado estrutural, demarcando todo o contorno das paredes (THOMAZ, 1989).

2.5.3.3 Fissuração em regiões em balanço

Thomaz (1989) exemplifica que lajes em balanço, quando sujeitas a carregamentos, tendem a ser mais flexíveis que lajes totalmente apoiadas. Sendo esta ausência de rigidez estrutural, responsável pelo surgimento de grandes deslocamentos verticais, que favorecem a abertura de fissuras inclinadas nas alvenarias.

2.5.3.4 Fissuração no topo das edificações e nos andares superiores

Típicas de solicitação térmica. Dada a junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, expostos às mesmas variações de temperatura (ANTUNES, 2010).

2.5.3.5 Fissuração por corrosão de armadura

Conforme exemplificado por Thomaz (1989), as armaduras das peças de concreto armado são quase que invariavelmente posicionadas próximas as exterminadas de suas superfícies, ocorrendo quando o cobrimento é insuficiente ou o concreto mal adensado, o processo de corrosão nas áreas sujeitas à exposição a agentes agressivos do meio. Segundo o autor, os mecanismos de desenvolvimento da corrosão não são simples, neles atuam diversos fatores como a permeabilidade do concreto à água e gases, o grau de carbonatação atingido pelo concreto, a composição química do aço, o estado de fissuração da peça e as características do ambiente, principalmente no que tange à umidade relativa do ar e, a eventual presença de íons agressivos. Sendo estas reações de corrosão, que independem de sua natureza, que propiciam a produção de óxido de ferro, cujo a expansão provoca o fissuramento e o lascamento (“*spalling*”) do concreto próximo as regiões com armaduras.

2.5.3.6 Deterioração das Juntas

A deterioração das juntas segundo Fontenelle e Moura (2004), pode ser compreendida como uma anomalia que além de afetar diretamente as argamassas de preenchimento das juntas de assentamento (rejundes) e de movimentação, podem comprometer o desempenho do sistema de revestimento cerâmico como um todo, visto que estes elementos são responsáveis pela estanqueidade do revestimento cerâmico e capacidade de absorção das deformações. Podendo ser observados por meio da perda de estanqueidade e envelhecimento do material de preenchimento das juntas.

Para Beltrame e Loh (2009 *apud* ANTUNES, 2010, p.65), os danos incidentes sobre as juntas estão relacionados principalmente aos seguintes aspectos:

“Deficiências de projeto e especificação das juntas (geometria); escolha incorreta do selante (tipo, qualidade e desempenho); aplicação sobre substrato contaminado; aplicação sobre substrato com umidade acima dos limites admissíveis; não observância da temperatura adequada e recomendada para a aplicação; defeitos na preparação de superfícies; falhas durante a aplicação dos selantes; não utilização de *primer* em situações que este componente for imprescindível; ocorrência de movimentações não previstas.”

2.6 Eflorescência

A eflorescência, conforme exemplificado por Fontenelle e Moura (2004), trata-se de depósitos cristalinos de cor esbranquiçada que se manifestam na superfície dos revestimentos, causando danos de ordem estética às edificações. De acordo com as autoras, estas avarias surgem quando os sais presentes nos materiais ou elementos construtivos, são transportados pela água, através de seus poros e depositados em suas superfícies, ocasionando sua solidificação quando em contato com o ar. Em algumas situações (ambientes constantemente molhados) e com alguns tipos de sais (de difícil secagem), estes resíduos apresentam-se como uma exsudação na superfície. Podendo ser evitado, quando se elimina um desses três fatores: sais solúveis, presença de água ou porosidade do componente de revestimento.

2.6.1 Desagregação

A desagregação segundo Antunes (2010), consiste na perda de continuidade da argamassa de emboço. Manifestando-se por meio do esfarelamento da argamassa, devida a elevada concentração de materiais pulverulentos. Podendo estar vinculada ao baixo teor de aglomerante, excesso de elementos finos na areia, aplicação de cal na argamassa que não esteja completamente hidratada, ou a dissolução de sais.

2.6.2 Infiltração

Conforme elucidado por Deutsch (2011), as manifestações patológicas mais propensas a serem desenvolvidas nas edificações são aquelas oriundas da penetração de água no interior das estruturas, ou as decorrentes dos efeitos da umidade. Segundo o autor, por tratar-se de uma substância que flui através da estrutura tanto por gravidade quanto por percolação, a identificação dos pontos de umidade, ou mesmo do surgimento de água na edificação, não constituiu informações suficientes para a determinação de sua origem, sendo sua penetração nas edificações mais favorecida pelas frestas, aberturas de vãos, fissuras, falta de estanqueidade, falhas ou ausência de impermeabilização, danos em instalações hidráulicas e pluviais dentre outras.

Em síntese, a umidade é a causa (ou o meio) da grande parte das anomalias encontradas nas edificações, propiciando o desenvolvimento de mofo, eflorescências, ferrugem, perda do sistema de pinturas e de argamassas, danificando as estruturas. Enquanto a água que afeta as superfícies situadas longe da pressão hidrostática do terreno pode ser elencada de seis formas distintas: provocada pela chuva; pela ação capilar; pela tensão superficial; pela pressão do ar; introduzida pelas forças de vento; e resultante de vazamentos nas redes (DEUTSCH, 2011, p. 90).

2.7 Classificação da manutenção

Inicialmente, é importante compreender que existem inúmeras formas para se classificar e definir as estratégias de manutenção. Em regra, estas podem ser

preventivas ou corretivas, isto é, os serviços podem ser executados antes ou depois da ocorrência da falha, respectivamente. Todavia, a busca pela excelência propõe que tais ações sejam cada vez mais proativas e menos emergenciais, sendo tratadas de forma estratégica, de modo a evitar com que as falhas aconteçam no período em que o sistema deveria funcionar sem grandes adversidades (CREA-PR, 2011).

2.7.1 Estratégias de Manutenção

De acordo com Ferreira (2010), existe uma variedade de denominações para classificar a estratégia de manutenção a ser empregada em uma edificação, contudo os conceitos são análogos, muitas das vezes divergindo apenas na terminologia ou nomenclatura utilizada. Gomide *et al.* (2006 *apud* VILLANUEVA, 2015) aponta como as principais estratégias de manutenção: a manutenção corretiva não planejada, a manutenção corretiva planejada, a manutenção preventiva, a manutenção preditiva e a manutenção detectiva.

2.7.1.1 Manutenção Corretiva

A norma técnica NBR 5.674 da ABNT (2012), estabelece como sendo manutenção corretiva, os serviços que demandam ações ou intervenções imediatas nas edificações, a fim de permitir a continuidade do uso dos seus sistemas, elementos ou componentes construtivos, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários.

Segundo Martins (2008), a manutenção corretiva é uma atividade realizada após o surgimento da manifestação patológica, caracterizada por serviços planejados ou não, com o propósito de corrigir ou reparar as falhas detectadas. A sua ação implica na paralisação total ou parcial de um sistema, com intervenção de curto a longo prazo. Sendo a mesma, o tipo de manutenção que apresenta os custos mais elevados de execução.

De acordo com Marques (2017, p.18), a manutenção corretiva pode ainda ser classificada como de dois tipos:

“a) Não Planejada: quando o equipamento está comprometido, sendo uma necessidade para corrigir a falha ou mau desempenho. Acontece de maneira aleatória e é realizado apenas depois da ocorrência do fato. É a manutenção recursiva, mais cara por ocasionar perdas de produção com a parada do equipamento de maneira imprevista e ainda a extensão dos danos a outros equipamentos é ainda mais agravante, que acabam sendo afetados. Na existência somente deste tipo de manutenção, são os equipamentos que ditam a necessidade deste serviço, sem data prevista.

b) Planejada: É reconhecida por alguns como a preditiva, pois ocorre em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou até pela decisão gerencial de se operar até a falha ou quebra de algum componente do equipamento. Sendo esse tipo de manutenção planejada e esperada a falha do equipamento com previsão. Desta forma, tudo que é planejado é sempre mais barato, mais seguro e mais rápido. Em algumas indústrias esses dois tipos de manutenção corretiva são conhecidos como Manutenção Corretiva Previsível e Manutenção Corretiva Não Previsível”.

De acordo com o CREA-PR (2011), a manutenção corretiva do tipo “Não Planejada”, é a estratégia menos recomendada, visto que além dos custos inviáveis da correção imprevista, também será possível que exista patologias não identificadas, ou não consideradas, pelos usuários, que irão conseqüentemente se agravar com o tempo, ocasionando a degradação e o envelhecimento precoce do edifício, bem como a redução da vida útil dos equipamentos, maquinas e instalações.

2.7.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva conforme descrita pela NBR 5.674/2012, trata-se da manutenção cuja realização transcorre de forma programada, sendo priorizado as solicitações dos usuários, as estimativas de durabilidade esperada pelos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre seu estado de degradação.

De acordo com Martins (2008), a manutenção preventiva atua de maneira antecipada com o intuito de evitada a necessidade de ações de reparação. São atividades programadas em datas pré-estabelecidas, obedecendo critérios técnicos ou do próprio histórico de manutenções da edificação. Seu objetivo é evitar a ocorrência de problemas (falhas) nas instalações, com o comprometimento do seu desempenho.

Segundo o autor, tais ações preventivas dependem diretamente de informações a respeito da edificação, sendo constituída por meio de dados dos fabricantes, históricos de manutenção e avaliações das instalações por intermédio de verificações e inspeções periódicas. Com base no levantamento destas informações poderá ser estabelecido uma rotina de manutenção com atuação preventiva, que ao ser aplicada corretamente, poderá elevar a vida útil das partes do edifício, das suas instalações e equipamento, além de proporcionar a redução dos custos com manutenção. Contudo, se aplicada sem uma base de dados sólida, poderá proporcionar custos elevados ou até mesmo prejuízo aos proprietários ou condôminos.

2.7.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva segundo Trojan, Marçal e Baran (2013), baseia-se no monitoramento dos equipamentos através de medições realizadas quando os mesmos estiverem em pleno funcionamento, o que possibilita uma maior disponibilidade, dado que este vai sofrer intervenções, somente quando estiverem próximos de um limite previamente estabelecido pela equipe de manutenção. Pode-se dizer que a manutenção preditiva antevê a falha dos equipamentos e quando se resolve efetuar a intervenção para o reparo do mesmo, o que sucede, é na verdade uma manutenção corretiva programada. Sendo elencando a seguir as condições básicas para implementação deste tipo de manutenção:

- “a) o equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento;
- b) o equipamento, sistema ou instalação deve ter a escolha por este tipo de manutenção justificada pelos custos envolvidos;
- c) as falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada” (TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013, p.4).

De acordo com Lima e Sales (2008 *apud* MARQUES, 2017), por meio da realização da manutenção preditiva será possível elaborar um histórico do equipamento com base na criticidade do mesmo, de modo que, a partir dos dados gerados será viável a realização do planejamento preventivo, evitando-se assim, as ações corretivas.

2.7.1.4 Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva, conforme descrita por Silva *et al.* (2014), trata-se da atividade que tem por intuito identificar falhas ocultas que normalmente são imperceptíveis aos olhos dos responsáveis pela manutenção ou operação dos equipamentos ou sistemas. Tais falhas que inicialmente não impedem o funcionamento das instalações, podem vir a causar maiores prejuízos quando não descobertas com antecedência.

A Manutenção Detectiva é focada em sistemas de proteção, que não podem falhar quando solicitados, visando a aumentar sua confiabilidade. São sistemas que, geralmente, se falharem, colocam em risco a segurança ou a continuidade operacional. Um exemplo simples e objetivo de aplicação da Manutenção Detectiva é o teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis (SENAI, 2008 *apud* VILLANUEVA, 2015, p.94).

Segundo Gomide *et al.* (2006 *apud* MARTINS, 2008), a manutenção detectiva é uma ação que tem por objetivo identificar as causas das falhas e anomalias presentes nas edificações, auxiliando nos planos de manutenção. Tem por foco analisar a causa, o porquê da ocorrência do defeito e da falha, sendo a maneira mais eficiente para se combater a origem do problema. Apresenta ação efetiva na gênese do problema para que este não ocorra, antecedendo a própria manutenção preditiva. É denominada de manutenção proativa ou engenharia de manutenção, e de forma sucinta, o seu objetivo é determinar as causas das falhas para fornecer um “feedback” ao projeto e à própria manutenção, no intuito de aprimorá-la.

2.7.1.5 Tipos de Intervenção

Acerca do tipo de intervenção, Cardoso (2013) destaca que as atividades podem ser classificadas com base nas características específicas de realização das intervenções, em que os fatores preponderantes são a escala e o momento da intervenção e o seu efeito sobre o uso normal da edificação. Cabendo ressaltar que em um sistema de manutenção são realizadas complementarmente intervenções baseadas em diferentes tipos de manutenção e os resultados finais obtidos dependem da sua correta integração. O adequado entendimento de cada tipo de manutenção e a oportunidade de sua execução possibilita um planejamento adequado para cada

intervenção. Sendo a conservação, a reparação, a restauração e a modernização, os principais tipos de manutenção empregados no mercado.

2.7.1.6 Conservação

A manutenção de conservação, conforme exemplificada por Bonin (1988), trata-se das atividades rotineiras de limpeza e higienização, realizadas diariamente, semanalmente ou até mesmo mensalmente, com o propósito de preservar as boas condições de habitabilidade dos imóveis. No entanto, por estarem diretamente associadas aos proprietários e síndicos das edificações, nem sempre tais ações são devidamente respeitadas, resultando em problemas para os outros tipos de manutenção.

2.7.1.7 Reparação

Segundo Gomide *et al.* (2006 *apud* VILLANUEVA, 2015), a manutenção de reparação refere-se as ações preventivas ou corretivas, realizadas nos sistemas, elementos ou componentes construtivos, antes que os mesmos atinjam níveis de qualidade mínimos aceitáveis, estando vinculados aos parâmetros de desempenho estabelecidos pela manutenção, observando os aspectos de disponibilidade e confiabilidade dos sistemas e critérios de projeto. Essa atividade envolve ainda, substituições localizadas de antigos elementos e componentes das instalações com planejamento e controle detalhado, vinculados ao prolongamento da vida útil do edifício.

De forma simplificada, a reparação pode ser compreendida como sendo os procedimentos associados à conservação em bom estado de funcionamento das partes constituintes da edificação, antes que seja alcançado os níveis mínimos de desempenho. Estando diretamente vinculada as atividades preventivas e corretivas (BONIN, 1988).

2.7.1.8 Restauração

Conforme definido por Bonin (1988), a manutenção de restauração está diretamente relacionada com as ações corretivas efetuadas após a edificação ou uma de suas partes constituintes atingirem níveis de desempenho inferiores aos mínimos aceitáveis – sem que a recuperação ultrapasse o nível inicialmente construído. Comumente este tipo de intervenção é de grande impacto, afetando a rotina de seus usuários e por conseguinte necessita de um bom planejamento muitas vezes de longo prazo para que se possa recuperar e prolongar as condições adequadas de funcionamento dos imóveis.

Segundo Villanueva (2015), grande parte das restaurações são realizadas em edificações com valor histórico cuja deterioração se deve em razão das ações do tempo. Devendo a manutenção de restauração, preservar tanto quanto possível suas características formais e construtivas originais, todavia permitindo que o edifício seja capaz de ostentar um bom desempenho e condições adequadas de utilização.

2.7.1.9 Modernização

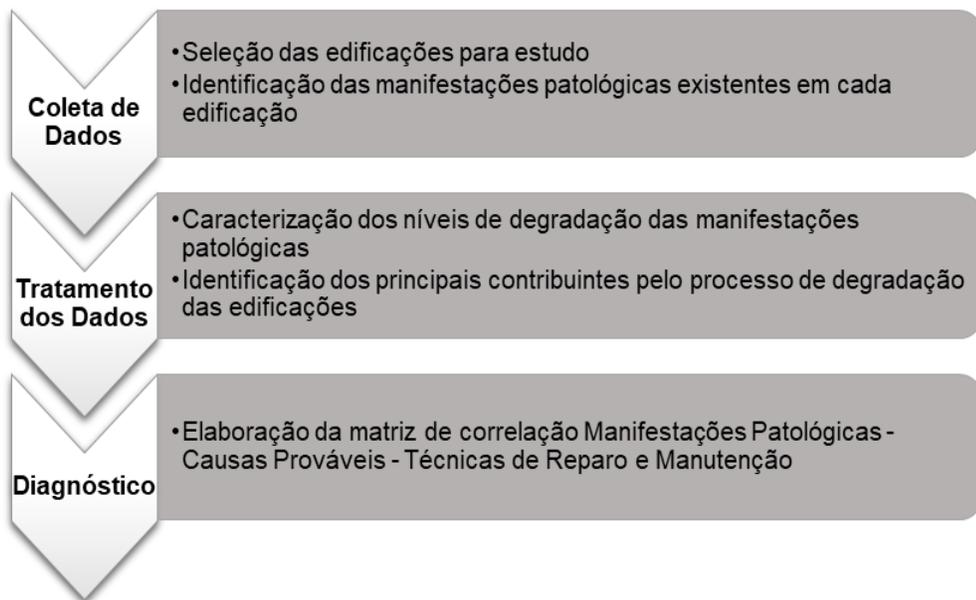
A manutenção de modernização de acordo com Bonin (1988), está diretamente vinculada com as atividades preventivas e corretivas. No entanto, seu objetivo é recuperar a edificação de tal forma que a mesma possa superar as condições inicial para as quais foi projetada, elevando o nível de satisfação de seus usuários e gestores e acompanhando o desenvolvimento tecnológico aplicado as condições de habitabilidade do empreendimento.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o propósito de evidenciar os efeitos nocivos ocasionados nas edificações devido à ausência de manutenções periódicas, foi realizado o estudo teórico acerca das manifestações patológicas desenvolvidas nos sistemas de fachadas de três edificações situadas na região Centro-Oeste do país, mais especificamente em Brasília, Distrito Federal.

A metodologia empregada no trabalho se fundamentou na adaptação realizada por Handa *et al.* (2019) sobre a obra de Gaspar e Brito (2005) a respeito da associação das manifestações patológicas com seus níveis de degradação e na adequação do sistema proposto por Silvestre e Brito (2008) para correlacionar as anomalias desenvolvidas nas edificações com as suas prováveis causas e técnicas de reparação e manutenção. Estando tal estrutura, conforme sugerido por Antunes (2010), dividida em três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e, por fim, diagnóstico (Figura 3).

Figura 31_Fluxograma dos procedimentos metodológicos empregados no trabalho



Fonte: Adaptado de Antunes (2010)

A definição desta proposta de metodologia como exemplificado por Antunes (2010), fundamenta-se na possibilidade de empregá-la em diferentes tipos de edificação, altura, tipo de construção, idade ou projeto arquitetônico, e mesmo assim, conseguir estabelecer comparativos entre as mesmas.

3.1 Coleta de dados

As edificações objeto deste estudo foram selecionadas a partir de pareceres técnicos elaborados pelo engenheiro (e Mestre) Nielsen José Dias Alves na região Centro-Oeste do país entre os anos de 2014 e 2019.

Em cada edificação foram observados idade, número de pavimentos, tipo de uso, sistema construtivo, material empregado no acabamento das fachadas, histórico das anomalias e atividades de manutenção, ensaios realizados para diagnóstico dos problemas e grau de complexidade das manifestações patológicas desenvolvidas em função da fase de intervenção.

3.2 Tratamento dos dados

Nesta etapa foi realizada a análise e organização dos dados. Com base nos registros fotográficos e nos ensaios realizados pelo engenheiro responsável, foi possível identificar as falhas e os danos ocasionados nas edificações durante a sua concepção e após a sua entrega. Para cada caso as manifestações patológicas foram caracterizadas em níveis de degradação com valores atribuídos com base na metodologia proposta por Gaspar e Brito (2005) e aperfeiçoada por Handa *et al.* (2019).

De acordo com os autores, os níveis de degradação poderiam variar de 0 (melhor condição) a 4 (elevado nível de degradação), conforme demonstrado no quadro a seguir. Considerando-se, o nível 3 como o desempenho mínimo aceito.

Quadro 4_Nível de degradação dos revestimentos de fachada

Nível	Manifestações Patológicas	Intervenção
Nível 0 (Melhor condição)	Degradação não detectável visualmente	Não requer intervenção
Nível 1 (Boa condição)	Manchas na superfície	Acesso visual
	Fissuração (visível somente com binóculo)	
	Grafite	
Nível 2 (Degradação suave)	Presença localizada de bolor	Limpeza da superfície (escovação e lavagem)
	Possível infiltração de água ou sinais suaves de eflorescência	
	Baixa umidade e manchas por umidade	
	Fissuração localizada (visível a olho nu)	
Nível 3 (Degradação extensa)	Cantos ou bordas danificadas	Reparo e proteção
	Infiltrações localizadas	
	Eflorescências	
	Superfície danificada (cor e textura)	
	Fissuração intensa	
	Descolamento ou degradação da superfície	
	Infiltração intensa e superfície danificada	
Nível 4 (Pior degradação)	Elementos de aço quebrados ou corroídos	Substituição parcial ou completa
	Perda de aderência entre camadas	
	Destacamento da parede	
	Oxidação e corrosão intensa	
	Comprometimento estrutural	

Fonte: Adaptado de Handa *et al.* (2019) e Gaspar e Brito (2005)

Após esta categorização, foi efetuado a identificação dos principais contribuintes pelo processo de deterioração das edificações analisadas.

3.3 Diagnóstico

Com o intuito de realiza o diagnóstico das anomalias identificadas nas edificações foram elaboradas matrizes de correlação, nas quais foram apresentadas as correlações das manifestações patológicas produzidas às suas causas prováveis, à outras manifestações patológicas, e às técnicas necessárias de reparação e manutenção, conforme preconizado por Silvestre e Brito (2008).

Segundo os autores, esta ferramenta de diagnóstico estimaria a origem dos problemas, resguardando-se das análises das manifestações patológicas com base nas regiões de ocorrência ao longo das fachadas, e baseando-se nos mecanismos de ocorrência das mesmas. Com base nessa proposta, foram levantadas as anomalias ou manifestações patológicas comumente desenvolvidas nos sistemas de revestimento de fachada, estando as mesmas divididas e expostas no quadro 4.

Quadro 5_Classificação das manifestações patológicas

D.s – Descolamento do sistema de fachadas	
D.s1 na interface material de assentamento/base	D.s3 na própria base
D.s2 no seio da camada de regularização	
F.s – Fissuração na camada exterior e interior	
F.s1 nas zonas de concentração de tensões	F.s5 no topo das edificações e nos andares superiores
F.s2 na interface estrutura-alvenaria	F.s6 na região dos requadros das janelas
F.s3 em regiões em balanço	
F.s4 nas juntas de movimentação	
Dt. p – Deterioração das placas cerâmicas	
Dt. p1 esmagamento ou lascamento das bordas	Dt. p3 pequenas crateras sobre a superfície
Dt. p2 desgaste ou risco	
Dt. j – Deterioração das juntas	

Dt. j1 alteração de cor	Dt. j4 infiltração
Dt. j2 fissura/ perda de massa no seio do material de preenchimento das juntas	Dt. j5 organismos vegetais
Dt. j3 descolamento	Dt. j6 consistência pulverulenta

O.s – Oxidação e corrosão

O.s1 corrosão das armaduras

T.s – Manifestações patológicas estruturais

T.s1 Rompimento das armaduras

T.s2 Flambagem das peças

T.s3 Perda do desempenho estrutural

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008)

Após esta classificação foram levantadas, a partir da revisão bibliográfica, as prováveis causas das manifestações patológicas analisadas (Quadro 5), sendo sugeridas posteriormente técnicas de reparação curativas, preventivas e de manutenção (Quadro 6). Nas quais poderiam eliminar diretamente as anomalias (no caso das reparações curativas), intervir no processo de eliminação de suas causas (no caso das reparações preventivas) ou até mesmo reduzir a probabilidade de ocorrência de novas anomalias, preservando o desempenho e a vida útil das edificações (no caso das manutenções periódicas).

Quadro 6_ Classificação das prováveis causas das manifestações patológicas

C.A1 inexistência de projetos específicos para cada sistema

C.A2 dimensionamento incorreto das juntas

C.A3 ausência de detalhes construtivos

C.A4 não atendimento as prescrições expostas em norma

C.A5 deformações excessivas do suporte

C.A6 escolha de materiais incompatíveis ou não adequados à utilização

C.A7 existência de zonas do revestimento cerâmico inacessíveis para limpeza

C.B – Erros de execução

C.B1 utilização de materiais não prescritos **C.B6** espessura inadequada do material de

e/ou incompatíveis entre si	assentamento
C.B2 número incorreto de demãos	C.B7 utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada
C.B3 desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução	C.B8 execução de juntas com largura ou profundidade inadequada/ não execução
C.B4 aplicação em suportes sujos, pulverulentos ou não regulares	C.B9 preenchimento incompleto das juntas de assentamento
C.B5 desrespeito pelo tempo aberto do adesivo	

C.C – Ações acidentais

C.C1 choque contra o revestimento cerâmico	C.C3 deformações do suporte
C.C2 concentração de tensões no suporte	

C.D – Ações ambientais

C.D1 vento	C.D4 envelhecimento natural
C.D2 radiação solar	C.D5 umidade
C.D3 choque térmico	C.D6 poluição atmosférica

C.E – Falhas (ou ausência) de manutenção

C.E1 falta de limpeza do revestimento cerâmico	C.E3 limpeza incorreta do revestimento cerâmico
C.E2 ausência de verificações periódicas nos sistemas impermeabilizados	C.E4 ausência de verificações periódicas nos elementos que compõem as fachadas

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008)

Quadro 7_Lista de técnicas de reparação (rc), prevenção (rp) e manutenção (m) das fachadas

R.A – Superfície da fachada

R.A1 limpeza da superfície (rc)	R.A2 aplicação de protetor de superfície (rp)
--	--

R.B – Material de assentamento

R.B1 injeção de resinas de preenchimento (rc)	R.B3 substituição da camada de assentamento incompatíveis com as exigências do projeto (rc)
R.B2 reforço da camada de assentamento em zonas localizadas (rp)	

R.C – Juntas

R.C1 aumento da espessura ou inserção de juntas (rp)	R.C3 substituição do material de preenchimento
R.C2 remoção de elementos metálicos corroídos	R.C4 aplicação de primer para maior aderência

(rp)	(rp)
R.D – Revestimento cerâmico	
R.D1 substituição do revestimento cerâmico (rc)	R.D3 aplicação de novo revestimento sobre o existente
R.D2 reparo dos pontos singulares de entrada de água	
R.E – Suporte	
R.E1 substituição da camada de regularização (rc)	R.E3 substituição e reparado dos requadros das janelas (rc/rp)
R.E2 substituição e reparo de peças danificadas pela corrosão (rc/rp)	R.E4 reparo de fissuras e trincas estabilizadas em panos de alvenaria (rp)
R.F Envoltente	
R.F1 limpeza de zonas horizontais de fachadas (rp/m)	R.F2 verificação e reconstituição da proteção mecânica dos sistemas (rp/m)

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008)

Com a obtenção dos dados e sua tabulação, foram elaboradas as matrizes de correlação, elencadas a seguir:

- Matriz de correlação manifestações patológicas/ causas prováveis;
- Matriz de correlação Inter manifestações patológicas;
- Matriz de correlação manifestações patológicas/ técnicas de reparo e manutenção.

O seu preenchimento, conforme definido pelos autores, foi realizado com base no grau de correlação entre os dados relacionados, sendo tais níveis representados de acordo com o critério abaixo:

0 – Sem relação;

1 – Pequena relação,

2 – Grande relação.

4 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

A fim de contextualizar a cidade na qual encontra-se localizado os edifícios analisados, foram levantadas as principais características históricas, construtivas e

climáticas da região, sendo apresentado em seguida, a descrição do processo de coleta e análise das manifestações patológicas identificadas em cada edificação.

4.1 Contexto dos edifícios estudados

Os edifícios analisados encontram-se localizados na região Centro-Oeste, na cidade de Brasília, Distrito Federal. Inaugurada em 21 de abril de 1960, a cidade é a capital federal do Brasil e sede do governo do Distrito Federal. Considerada a maior cidade do mundo construída no século XX, Brasília foi tombada como Patrimônio Cultural da Humanidade pelo Comitê do Patrimônio Mundial da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, em dezembro de 1987, devido ao seu conjunto arquitetônico e urbanístico, tornando-se a maior área urbana tombada do mundo com 112,25 km² (quilômetros quadrados).

4.1.1 Abordagem Histórica e Procedimentos Construtivos em Brasília

De acordo com Antunes (2010), o histórico de construções residenciais em Brasília, pode ser dividido em dois períodos: o primeiro compreendido entre os anos de 1960 e 1970, quando estavam em vigor os Códigos de Obra de 1960 e 1970 e o segundo abrangendo as edificações construídas a partir da década de 80, época na qual vigorava o Código de Obra de 1989.

Segundo Amorim e Flores (2005), os edifícios residenciais pertencentes ao primeiro período, apresentavam como características notáveis, a utilização de empenas cegas, salas e quartos voltados para a fachada frontal, janelas corridas, quebra-sol, áreas de serviço protegidas da visibilidade externa por elementos vazados e fachadas com acabamento em reboco pintado e pastilhas.

No segundo período por sua vez, as edificações residenciais apresentavam como características predominantes, a utilização de varandas – propiciando formas mais recortadas –; a ocupação das empenas, apartamentos não vazados e a predominância de certos tipos de fechamentos opacos e transparentes. Nos edifícios corporativos, ocorreu um notório emprego de fachadas envidraçadas. Neste período, ainda houve uma elevada utilização de revestimentos cerâmicos, em especial do tipo

esmaltado (10x10 cm), placas de mármore ou granito; e um reduzido uso de concreto aparente.

Acerca dos procedimentos executivos, Almeida (1997) destaca em sua pesquisa que até o final da década de 70, o processo de assentamento de placas cerâmicas ocorria quase que de forma artesanal, baseando-se predominantemente na experiência do mestre de obras, sendo as argamassas preparadas no canteiro de obra, sem a adição de aditivos e com um elevado consumo de cimento, o que contribuía para o aumento da sua porosidade.

A partir da década de 80, as atividades construtivas passaram a ter um considerável nível de controle, havendo a adoção de argamassas colantes no processo de assentamento dos revestimentos. Tal ganho de produtividade, contribuiu para o desenvolvimento das maiores tecnologias construtivas da década de 80 e 90, como é o caso das argamassas pré-misturadas nas centrais, com traço de 1:1:5 (cimento: saibro: areia) para aplicação no emboço, que mesmo contando com a utilização do saibro em sua composição, ainda era um marco para o período.

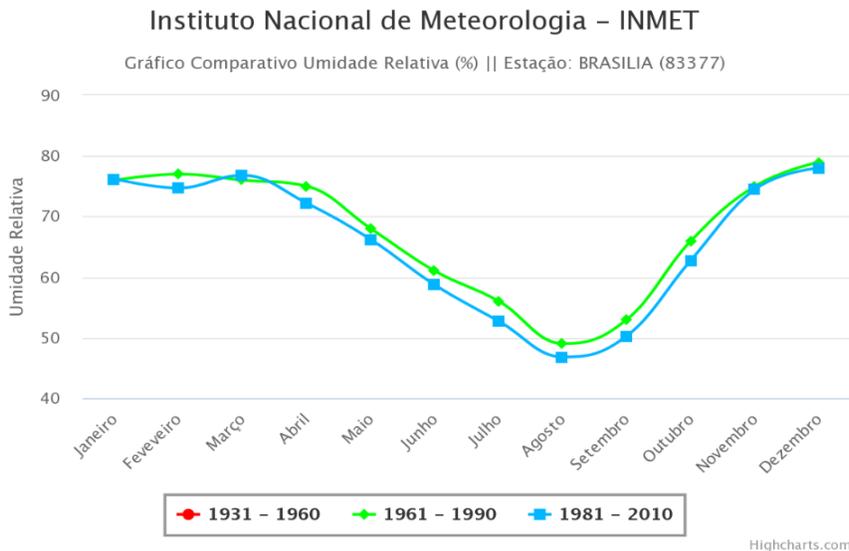
Segundo Almeida (1994), o saibro foi largamente utilizado por conferir plasticidade as argamassas, contudo seu uso indiscriminado – sem o devido conhecimento de suas propriedades –; acarretou no surgimento de danos nos revestimentos, tais como o desenvolvimento de fissuras de retração, pulverulência, descolamento entre outras manifestações patológicas. Em Brasília, o saibro somente passou a ser substituído entre os anos de 1995 e 2000 pelo uso da cal.

4.1.2 Condições Climáticas da Região

Situada na região central do país, Brasília é uma cidade de clima tropical de altitude, com verões úmidos e chuvosos e invernos secos e relativamente frios. Com umidade relativa anual de 65,38% (Figura 4), mínima de 46,8% no mês de agosto e máxima de 78% no mês de dezembro. A temperatura média anual se aproxima de 19°C entre os meses de junho e julho, podendo alcançar 22,4°C no mês de outubro. Nesta região, a insolação total anual varia em torno de 2.368,3 horas, atingindo mínima de 126,8 horas no mês de dezembro e máxima de 268,9 horas no mês de

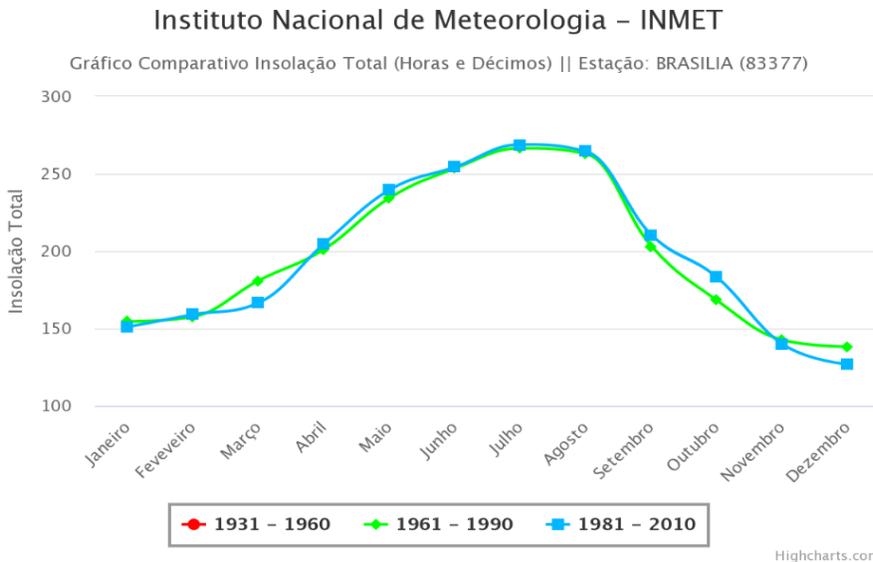
julho (Figura 5). A taxa de evaporação total média fica em torno de 193,12 mm, com mínima de 124 mm no mês de dezembro e máxima de 318,3 mm no mês de agosto, conforme registrado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Figura 32_Comparativo Umidade Relativa (%)



Fonte: INMET (2021)

Figura 33_Comparativo Insolação Total (hora e décimos)



Fonte: INMET (2021)

De acordo com Pereira (2007), tais dados climáticos são de extrema relevância, uma vez que na região Centro-Oeste, em especial no Distrito Federal, os problemas relacionados à fissuração e ao descolamento do revestimento argamassado, tornaram-se cada vez mais recorrentes, dado que durante a “época de estiagem” a execução do revestimento, principalmente daqueles presentes nas fachadas externas, atingem seu pico de produção, favorecendo o desenvolvimento de manifestações patológicas, em particular aquelas decorrentes da retração da argamassa.

4.2 Coleta de dados

A partir dos pareceres técnicos elaborados e disponibilizados pelo engenheiro Nielsen José Dias Alves, foram selecionadas três edificações, sendo uma em concreto armado e duas em concreto armado e protendido, compostas por 6, 10 e 28 pavimentos, com idades distintas, porém inferiores a 40 (quarenta) anos e com fachadas concebidas em revestimento cerâmico, argamassa com acabamento em textura e vidro com pintura na região da platibanda.

A justificativa para a seleção de tais edificações se baseia no conteúdo apresentado em cada um de seus laudos, visto que ao serem avaliados exclusivamente os sistemas de fachadas de cada edificação, foi possível estabelecer um padrão de análise apropriado para os fins propostos no presente estudo

4.2.1 Estudo de Caso 1

No estudo de caso 1, o parecer técnico teve por objetivo avaliar as condições de desempenho das fachadas de um edifício residencial de 4 anos (do habite-se), composto por 28 pavimentos tipo, um térreo e um subsolo, que veio a apresentar desde o seu primeiro ano de ocupação, problemas de infiltração nos apartamentos, advindas das paredes das fachadas, sendo realizado como tentativa de contenção, ações corretivas pontuais.

Com o intuito de identificar e analisar as manifestações patológicas desenvolvidas, foram realizados para tanto: análises visuais da edificação, ensaios de termografia de infravermelho e ensaios de percussão e de aderência à tração,

conforme exemplificado pela norma ABNT NBR 13.528/2010 para Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

4.2.1.1 Manifestações Patológicas

Por meio da análise visual realizada na edificação, foi constatado a presença de diversas fissuras ao longo de toda a extensão das fachadas, havendo uma maior incidência nas fachadas do poente, no qual ocorria uma maior variação de temperatura. Das áreas observadas, pôde-se destacar as extremidades das janelas, o meio dos vãos das paredes na região do balanço, as regiões adjacentes as juntas de movimentação das fachadas e os requadros das janelas, como as localidades com maior existência de fissuração, conforme ilustrado nas imagens a seguir:

Figura 34_Fissuras nas extremidades das janelas



a) 26º pavimento

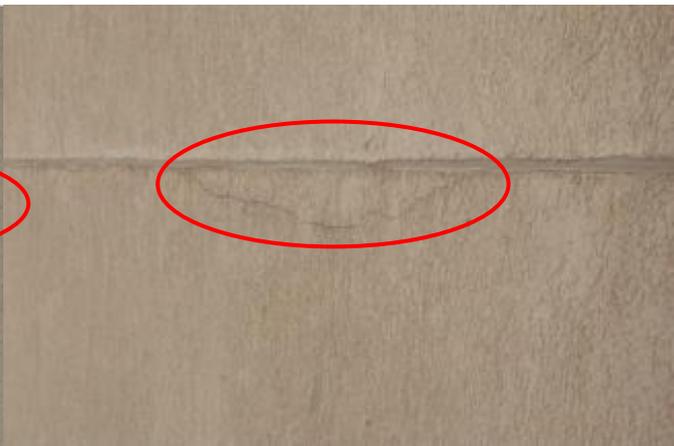
b) 18º pavimento

Fonte: Acervo Pessoal

Figura 35_Fissuras na região do balanço da laje (21º pavimento)



Figura 36_Fissura próxima da junta de movimentação horizontal (7º pavimento)



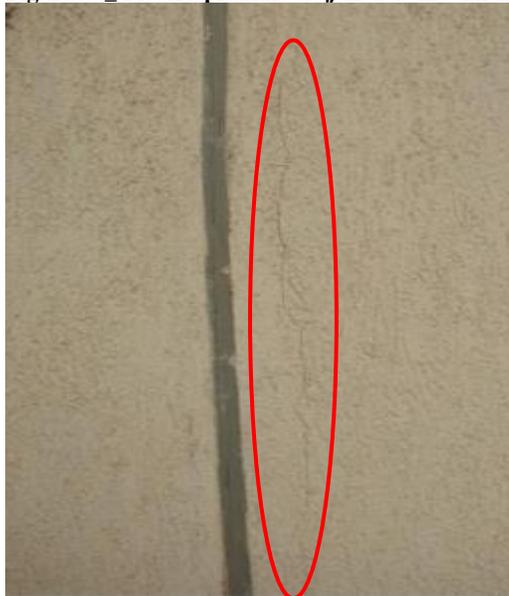
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 37_ Fissura na região da requadrção inferior da janela (9º pavimento)



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 38_ Fissura próxima da junta de movimentação vertical (20º pavimento)



Fonte: Acervo Pessoal

As demais anomalias foram observadas nas juntas de movimentação horizontais e verticais de praticamente todas as regiões das fachadas. Estando suas origens associadas diretamente ao ressecamento do selante (indicando falha do produto empregado), a pequenas profundidades das juntas (impedindo a correta aplicação do selante e o respeito ao fator de forma), a falhas na aderência do selante (devido a aplicação sobre bases com presença de resíduos) e a fissuração e rasgos no selante, conforme apresentado nas Figuras 11 - 14abc.

Figura 39_Aspecto (ressecamento) do selante das juntas de movimento vertical



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 40_Pequena espessura do selante propiciando o seu deslocamento



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 41_Falhas de aderência do selante devido a presença de resíduos



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 42_Selante da junta de movimentação rasgado devido a falhas na execução



a) Falhas na aderência do selante

b) Presença dos limitadores de profundidade dentro da junta



c) Selante da junta de movimentação rasgado devido a aplicação incorreta do produto, sem respeitar o fator de forma

Fonte: Acervo Pessoal

Por meio da realização dos ensaios de percussão (Figura 15) em toda extensão das fachadas para determinação das regiões com presença de som cavo e análise das fachadas com a técnica de termografia de infravermelho para delimitação das áreas com fissuras e falhas de aderência, foi constatada que as manifestações patológicas se restringiram as localidades mencionadas anteriormente, sendo a região mais crítica situada nas requadrações das janelas, no qual se observou pontos de deslocamento, principalmente onde havia redes de proteção (Figura 16).

Figura 43 Ensaio de percussão realizado nas fachadas **Figura 44** Regiões soltas nas requadrações



Fonte: Acervo Pessoal

A qualidade da argamassa de revestimento empregada na edificação também foi verificada por meio da realização dos ensaios de resistência de aderência à tração¹, preconizados pela NBR 13528 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração, sendo atestado que a mesma apresentava aderência superior à média estipulada pela norma, bem como observado na Tabela 1.

¹ A norma ABNT NBR 13.528 estabelece que o revestimento será aceito se de cada 12 corpos de prova, pelo menos oito valores forem iguais ou maiores que 0,30 MPa para revestimentos com idade igual ou superior aos 28 dias.

Tabela 4_ Resistência de aderência à tração – Revestimento de argamassa (caso 1)

	Local	Revestimento	Média dos resultados de aderência (MPa)
1	13º andar – Fachada 4 – Bloco D	Reboco	0,32
2	Térreo – Fachada 2 – Bloco D	Reboco	0,33
3	Cobertura – Fachada 3 – Bloco D	Reboco	0,31

Fonte: Acervo Pessoal

4.2.2 Estudo de Caso 2

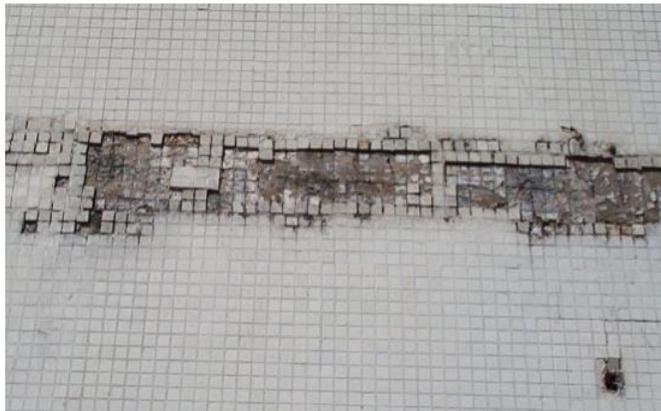
No estudo de caso 2, o parecer técnico teve por objetivo avaliar as patologias desenvolvidas nas fachadas de um edifício residencial de 35 anos (do habite-se), composto por 6 pavimentos tipo, um subsolo e um térreo, que veio a apresentar problemas de deslocamento do revestimento 25 anos após a sua construção. Ocorrendo com maior incidência nos pilares que constitui as juntas de dilatação do prédio na fachada principal, no sentido poente, em virtude da inexistência de atividades de manutenção.

Com o propósito de avaliar e determinar a origem das manifestações patológicas observadas na edificação, foram realizadas além da análise visual, os ensaios de resistência de aderência à tração, de acordo com as especificações das normas da ABNT NBR 13.528 para Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração e NBR 13.755 para Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com a utilização de argamassas colantes – Procedimentos.

4.2.2.1 Manifestações Patológicas

Por meio da análise visual realizada na edificação, foi possível observar a presença de diversos pontos de deslocamento do revestimento cerâmico ao longo das fachadas, em especial nas áreas próximas a caixa d'água (Figura 17), platibanda (Figura 18) e sobre os pilares que constituíam as juntas de dilatação da edificação (Figura 19).

Figura 45_Desplacimento do revestimento na região da caixa d'água



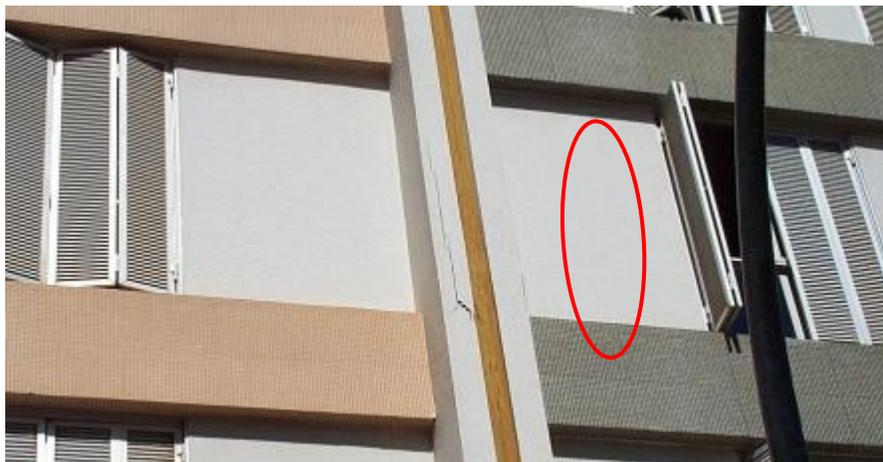
Fonte: Acervo Pessoal

Figura 46_Desplacimento do revestimento na região próxima a platibanda



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 47 Deslocamento do revestimento cerâmico sobre um dos pilares que compõem uma das juntas estruturais do prédio



Fonte: Acervo Pessoal

Em outras localidades, foi constatada uma variação significativa na resistência mecânica da argamassa de emboço, havendo em alguns pontos do pilar uma baixa resistência enquanto, em regiões vizinhas, o emboço já apresentava uma resistência mais adequada, conforme demonstrado por meio das Figuras 20 e 21.

Figura 1 Aspecto de duas regiões vizinhas do pilar P30, que apresentaram diferentes resistências de argamassas de emboço



Nota: A região 1 apresenta baixa resistência, enquanto a região 2 está adequada

Figura 2 Constatação da baixa resistência mecânica do emboço retirado do pilar P30



Fonte: Acervo Pessoal

Por intermédio do ensaio de aderência, foi observado a presença de madeiras, raízes e pedras no interior do emboço (Figuras 22abc), o que denota a falta de cuidado da construtora do prédio durante a execução dos revestimentos.

Figura 48_Presença de materiais no interior do emboço



a) Madeira

b) raízes



c) pedras

Fonte: Acervo Pessoal

Nos pilares da fachada, foi observada a existência de corrosão nas armaduras do pilar P34, ao passo que o pilar P47, vizinho ao mesmo, não apresentou pontos de corrosão. Esta distinção de comportamento em pilares vizinhos (Figura 23),

possivelmente, está relacionado ao pequeno cobrimento encontrado no pilar P34 (3 mm), enquanto no pilar P47, o cobrimento encontrado foi de 15 mm de espessura.

Figura 49_Aspecto da corrosão de armadura no pilar P34



Fonte: Acervo Pessoal

No pilar P5, foi constatado um avançado processo de corrosão de armaduras, inclusive com rompimento de estribos, e com flambagem de uma armadura longitudinal (Figuras 24-26). Nesta região em questão, o revestimento cerâmico foi aplicado diretamente sobre as armaduras do pilar, não havendo o cobrimento mínimo de 15 mm, especificado pela norma técnica em vigor na época da construção da edificação.

Figura 50_Rompimento de estribos (pilar P5)



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 51_Flambagem longitudinal (pilar P5)



Figura 52_Aspecto geral da região deteriorado do pilar P5



Fonte: Acervo Pessoal

Nos pilares P1 e P7 (Figura 27), apesar de estarem localizados em uma região agressiva (em contato direto com o solo), os mesmos não apresentaram indícios de corrosão de armadura. Esta maior durabilidade dos pilares, pode ser justificada devido ao cobrimento de 20 mm recebidos pelos pilares.

Figura 53_Pilar P7



Fonte: Acervo Pessoal

Em outros pontos da fachada, foram observados a ocorrência de fissuração no rejunte e quebra das pastilhas cerâmicas (Figura 28), devido a elevada rigidez do material, quando submetido a variações de temperatura.

Figura 54_Fissuração do rejunte



Fonte: Acervo Pessoal

Nas juntas de movimentação da estrutura, foram identificados diversos pontos de fissuração no selante (Figura 29). Fissuras essas que propiciam a penetração de fluidos entre os dois pilares que compõe as juntas, favorecendo a ocorrência de infiltrações, conforme observado nos mencionados anteriormente.

Figura 55_Fissuração no selante utilizado na junta estrutural do prédio



Fonte: Acervo Pessoal

Por intermédio da análise dos resultados obtidos com a realização dos ensaios de resistência de aderência à tração, foi constatado a falta de padronização na produção dos revestimentos cerâmicos empregados na concepção das fachadas da edificação, visto que em algumas regiões, conforme demonstrado pela Tabela 2, foram obtidos valores de resistência superiores aos limites mínimos estabelecidos em norma², enquanto nos pontos 1, 2 e 5, os valores registrados ficaram abaixo do 0,30 MPa especificado na norma técnica.

Tabela 5_Resistência de aderência à tração (caso 2)

	Local	Média dos resultados de aderência (MPa)
1	Pilar P4	0,25
2	Pilar P21	0,15
3	Pilar P37	0,40
4	Fachada Principal	0,35
5	Pilar P17	0,10
6	Pilar P13	0,30

Fonte: Acervo Pessoal

No ponto 4, apesar de obter valor de aderência acima do mínimo exigido, na preparação dos corpos de prova da região, foi observado o deslocamento de parte do revestimento cerâmico, ainda durante o corte das peças (Figura 30), indicando que, na verdade, o revestimento está sem aderência com o emboço, sendo mantido na fachada apenas pelo rejunte.

² A norma ABNT NBR 13.753:1996 estabelece que as placas cerâmicas serão aceitas se de cada seis corpos de prova, pelo menos quatro valores forem iguais ou maiores que 0,30 MPa, após a cura de 28 dias da argamassa colante utilizada no assentamento.

Figura 56_Deslocamento do revestimento durante a preparação dos corpos de prova

Figura 57_Argamassa avermelhada aplicada entre o emboço e a pasta de cimento branco



Fonte: Acervo Pessoal

No ponto 2, foi observado, após o ensaio de aderência, a presença de uma argamassa avermelhada entre o emboço e a pasta de cimento branco (Figura 31). Possivelmente, esta argamassa avermelhada foi inserida sobre o emboço para reduzir a sua rugosidade, permitindo um menor gasto de pasta de cimento branco durante o assentamento das pastilhas cerâmicas. Contudo, devido à baixa resistência mecânica apresentada, a argamassa avermelhada dificulta a correta aderência entre a pasta de cimento e o emboço, favorecendo os casos de deslocamento do revestimento cerâmico.

4.2.3 Estudo de Caso 3

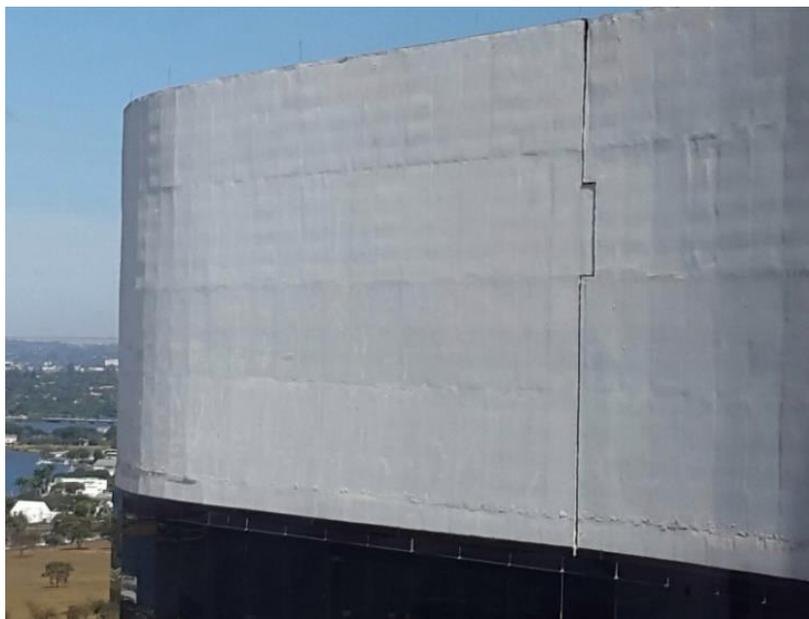
No estudo de caso 3, o parecer técnico teve por objetivo avaliar as manifestações patológicas desenvolvidas nas fachadas de um edifício corporativo de 3 anos (do habite-se), composto por 10 pavimentos tipo, um subsolo e um térreo, que veio a apresentar durante a sua fase de utilização, problemas de fissuração na região das empenas e platibanda.

Com o intuito de verificar e determinar a causa das anomalias detectadas, foram realizados para tanto: a inspeção visual e registro fotográfico das mesmas.

4.2.3.1 Manifestações Patológicas

Por intermédio da análise visual realizada na edificação, foi constatado a presença de fissuras verticais na região inferior da platibanda (Figura 32), atuando como uma espécie de junta de movimentação frente aos esforços provenientes da estrutura.

Figura 58_Fissuras verticais na região inferior da platibanda



Fonte: Acervo Pessoal

Nas aberturas presentes na parte superior do edifício, foi observado a existência de diversas fissuras e pontos de infiltração, oriundos possivelmente da movimentação excessiva da estrutura e da ineficiência do material empregado para revestir e proteger a superfície em concreto (Figura 33ab).

Figura 59_Fissuras e pontos de infiltração próximos as aberturas



a) Fissuras

b) Pontos de infiltração

Fonte: Acervo Pessoal

Na região superior da platibanda (Figura 34), foi evidenciado que o material flexível empregado sobre a superfície do concreto, não foi capaz absorver e resistir a movimentação localizada produzida pelas fissuras, propiciando a penetração de fluidos e posteriormente o deslocamento do revestimento.

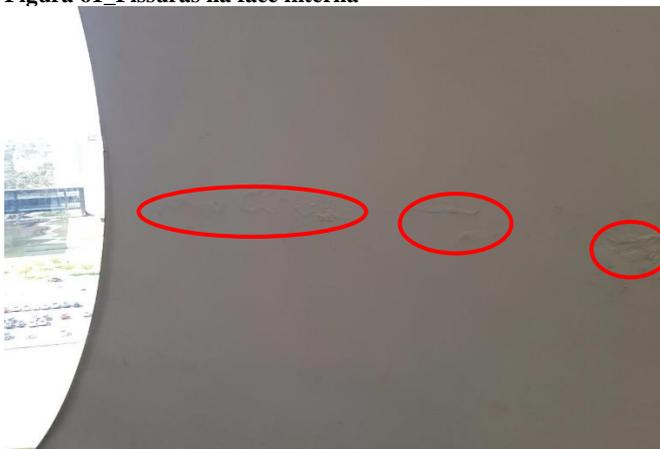
Figura 60_Descolamento do revestimento na região da platibanda



Fonte: Acervo Pessoal

Na área interna da edificação (Figura 35), também foi observado a presença de fissuras, corroborando com a afirmação de que as mesmas teriam correlação com a movimentação estrutural sofrida pela edificação.

Figura 61_Fissuras na face interna



Fonte: Acervo Pessoal

5 DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados a análise global das manifestações patológicas identificadas em cada edificação; a classificação das manifestações patológicas em níveis de degradação, conforme estipulado por Gaspar e Brito (2005) e aperfeiçoado por Handa *et al.* (2019); e por fim, a correlação das manifestações patológicas verificadas com suas prováveis causas, técnicas de reparação e manutenção, conforme especificado por Silvestre e Brito (2008).

5.1 Análise global das edificações estudadas

No estudo de caso 1, as manifestações patológicas observadas foram desenvolvidas em virtude da movimentação estrutural excessiva da estrutura quando submetida a variações térmicas, a falhas de aderência nas regiões de requadrção das janelas e a falhas durante a execução das juntas de movimentação das fachadas.

No estudo de caso 2, as manifestações patológicas foram ocasionadas devido a uma série de incorreções realizadas durante a execução da obra, tais como a inexistência de juntas de movimentação no revestimento cerâmico, o assentamento incorreto das peças, a utilização de materiais inapropriados e de baixa resistência mecânica para a confecção das juntas de movimentação – presentes no encontro entre pilares –; e da camada de regularização e fixação do revestimento cerâmico e por fim, o não cumprimento das especificações técnicas referentes ao cobrimento mínimo exigido para as armaduras que compõem os pilares da edificação.

No estudo de caso 3, as manifestações patológicas foram provocadas devido a inexistência de juntas de movimentação na região da platibanda e pela utilização inapropriada (ou incorreta) do material aplicado sobre a superfície de concreto.

Em resumo, foi constatado que as primeiras manifestações patológicas desenvolvidas nas fachadas das edificações em estudo se deram em decorrência de erros realizados durante as fases de projeto e execução das obras, que ao não serem identificadas e tratadas prematuramente, resultaram tanto no seu agravamento quanto no surgimento de novas anomalias. Dessa primeira análise foi possível demonstrar que o cumprimento dos prazos mínimos estipulados na norma da ABNT NBR 5.674 para Manutenção de Edificações: Requisitos para o sistema de gestão de

manutenção, poderia ter evitado (ou ao menos controlado), o processo de deterioração das edificações, visto que a norma brasileira sugere – na ausência do Manual de Uso, Operação e Manutenção Preventiva –; que a periodicidade de manutenção nos sistemas de fachadas seria a cada ano, incluído não somente os revestimentos de paredes, como também os rejuntamentos e vedações que os compõem.

5.2 Abordagem geral da deterioração das edificações

Conforme estabelecido pela norma do IBAPE/SP (2015), o processo de deterioração de uma edificação pode ser entendido como a depreciação sofrida por um bem devido ao desgaste de seus componentes ou falhas no funcionamento de seus sistemas, em decorrência do uso ou manutenção inadequada. No estudo em questão, tal processo foi avaliado com base na metodologia elaborada por Gaspar e Brito (2005) e aperfeiçoada por Handa *et al.* (2019), sendo as manifestações patológicas identificadas em cada edificação, classificadas em níveis de degradação, bem como apresentado na Quadro 7:

Quadro 8_Análise do nível de degradação das manifestações patológicas

	Causa	Anomalia	Nível de degradação
Estudo de Caso 1	Movimentação estrutural excessiva, falha (ou ausência) de vergas e contravergas	Fissuração localizada	Nível 3
	Movimentação estrutural excessiva na região em balanço	Fissuração localizada	Nível 3
	Posicionamento incorreto das juntas de movimentação	Fissuração localizada	Nível 3
	Falha de aderência nas regiões de requadração das janelas	Fissuração localizada	Nível 3
	Dimensionamento incorreto das juntas de movimentação	Perda de aderência	Nível 4
	Falha na aderência do selante, presença de resíduos	Perda de aderência	Nível 4
	Falha na escolha do selante	Fissuração localizada	Nível 3

Estudo de Caso 2	Aplicação incorreta do selante	Fissuração localizada	Nível 3
	Falha na execução das juntas de movimentação	Infiltrações localizadas	Nível 3
	Movimentação estrutural excessiva na região da platibanda	Desplacamento	Nível 4
	Movimentação estrutural excessiva na região da caixa d'água	Desplacamento	Nível 4
	Movimentação estrutural excessiva na região de encontro entre os pilares	Desplacamento	Nível 4
	Emboço com baixa resistência mecânica	Perda de aderência	Nível 4
	Cobrimento insuficiente dos pilares e baixa resistência do concreto	Perda de aderência	Nível 4
	Cobrimento insuficiente dos pilares e exposição a agentes agressivos	Corrosão intensa	Nível 4
	Rompimento de estribos	Comprometimento estrutural	Nível 4
	Flambagem de armadura longitudinal	Comprometimento estrutural	Nível 4
	Variações térmicas	Superfície danificada	Nível 4
	Falha na escolha do rejunte	Fissuração localizada	Nível 3
	Falha na execução das juntas de movimentação	Fissuração localizada	Nível 3
	Presença de materiais de baixa resistência mecânica	Perda de aderência	Nível 4
Estudo de Caso 3	Ausência de juntas de movimentação	Fissuração localizada	Nível 3
	Movimentação estrutural excessiva na região da platibanda	Fissuração localizada	Nível 3
	Falha na escolha/ aplicação do produto	Infiltração localizada	Nível 3
	Falha na escolha/ aplicação do produto	Perda de aderência	Nível 4

Movimentação estrutural excessiva na região da platibanda	Fissuração localizada (internamente)	Nível 3
---	--------------------------------------	---------

NOTA: Nível 0: Melhor condição; Nível 1: Boa condição; Nível 2: Degradação suave; Nível 3: Degradação externa; Nível 4: Pior degradação

Fonte: Autoria Própria

A partir dessa análise (Quadro 7), foi possível constatar que as anomalias detectadas nos estudos de caso 1 e 3, encontravam-se em sua maioria no nível 3 na escala de degradação, necessitando unicamente de reparo e proteção, ao passo que, no estudo de caso 2, as anomalias identificadas encontravam-se predominantemente no nível 4 (pior degradação), necessitando não apenas de reparação como de substituição parcial ou total de seus elementos.

Dentre os níveis de degradação observados, foi verificado que a fissuração localizada (pertencente ao nível 3), foi a manifestação patológica que maior incidiu sobre as três edificações, estando a diretamente associadas à movimentação excessiva das estruturas, falhas (ou ausências) de vergas e contravergas, falhas na execução das juntas de movimentação e falhas de aderência nas regiões de requadrção das janelas. A segunda manifestação patológica de maior predominância sobre as edificações, foi a perda de aderência (pertencente ao nível 4), ocasionada pela utilização de matérias com baixa resistência mecânica, o assentamento do revestimento cerâmico sobre as armaduras expostas e o dimensionamento incorreto das juntas de movimentação das fachadas.

Por intermédio desta segunda análise, foi possível concluir que a fissuração localizada foi a manifestação patológica que maior contribuiu para o processo de deterioração das fachadas, visto que sua própria estrutura constituiu caminhos propícios para a penetração de agentes agressivos na estrutura, em especial a água, favorecendo ao longo do tempo, segundo Antunes (2010), o surgimento de novas anomalias, tais como a infiltração, o deslocamento do revestimento cerâmico e a corrosão das armaduras, detectadas nos três estudos de caso.

5.3 Matrizes de correlação das manifestações patológicas

Após a análise e organização dos dados coletados, foram elencadas as seis principais manifestações patológicas observadas nos sistemas de fachada analisados,

estando cada uma delas integradas nos grupos apresentadas na Tabela 4 (pag. 36) e destacados a seguir:

1. Fissuração – Grupo F.s
2. Deterioração das Juntas – Grupo Dt. j
3. Deslocamento – Grupo D.s
4. Comprometimento Estrutural – Grupo T.s
5. Oxidação e Corrosão – O.s
6. Deterioração das Placas Cerâmicas – Grupo Dt. p

A partir de tais elementos apurados, foram elaboradas as matrizes de correlações propostas no tópico 2.3, sendo estipuladas as prováveis causas (e origens) das manifestações patológicas identificadas em cada edificação, bem como suas possíveis técnicas de reparação e manutenção. Tal como sugerido por Handa *et al.* (2019), é válido ressaltar que ao correlacionar uma manifestação patológica a uma determinada causa, esta não resultaria na exclusão das demais possibilidades, da mesma forma que ao correlacionar uma anomalia a uma determinada técnica de reparação, não a tornaria única. Podendo haver causas e técnicas múltiplas associadas a um só dano, sendo que geralmente, uma delas se sobressairia em relação às demais.

Deste modo, foi realizado inicialmente a elaboração da matriz de correlação manifestações patológicas/causas prováveis, conforme exposto nas Quadros 4 e 5 (pag. 36-37), sendo empregado como critério para o seu preenchimento, a escala elaborada por Silvestre e Brito (2008), apresentada a seguir:

0 – Sem relação – não existe qualquer relação direta ou indireta entre a manifestação patológica e a causa;

1 – Pequena relação – causa indireta da manifestação patológica relacionada com o aparecimento dos primeiros passos do processo de deterioração, causa não necessária para o desenvolvimento do processo de deterioração, embora agrave os seus efeitos;

2 – Grande relação – causa direta da manifestação patológica, associada à fase final da deterioração, quando a causa ocorre, constitui uma das razões principais do processo de deterioração e é indispensável ao seu desenvolvimento.

Tabela 6_Matriz de correlação Manifestações Patológicas (M)/Causas Prováveis (C)

C/M	Desc.	Fis.	Det. P	Det. Juntas	Oxid.	Est.
	D.s	F. s	Dt. p	Dt. j	O. s	T. s
C.A1	0	1	0	1	0	1
C.A2	1	1	0	1	0	0
C.A3	0	1	0	1	0	1
C.A4	0	0	0	0	1	1
C.A5	1	1	0	1	0	1
C.A6	1	1	0	1	1	1
C.A7	0	0	1	0	0	0
C.B1	1	1	0	1	1	1
C.B2	0	1	0	0	0	0
C.B3	1	0	0	0	0	0
C.B4	1	0	0	1	0	0
C.B5	1	0	0	0	0	0
C.B6	0	0	1	0	0	0
C.B7	1	1	0	1	0	0
C.B8	1	1	1	1	1	0
C.B9	1	1	0	1	0	0
C.C1	1	1	1	0	0	0
C.C2	0	0	0	0	0	0
C.C3	0	0	0	0	0	0
C.D1	0	0	0	0	1	1
C.D2	1	0	0	1	1	1
C.D3	1	2	1	0	0	0

Causas Prováveis (C)

C.D4	0	1	0	1	1	1
C.D5	1	1	1	1	1	2
C.D6	0	0	0	0	1	2
C.E1	0	0	1	0	0	0
C.E2	1	0	0	1	1	0
C.E3	0	0	1	0	0	0
C.E4	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autoria Própria

Com base na Tabela 3, foi possível constatar que a fissuração, o deslocamento e a deterioração das juntas foram as principais manifestações patológicas segundo suas causas prováveis. Ficando a deterioração das juntas, o deslocamento e o comprometimento estrutural como sendo os maiores responsáveis pela degradação final das fachadas, devendo estes receberem um maior enfoque durante o seu processo de tratamento e conservação.

Quanto a análise da correlação das causas prováveis, foi observado que o fator que maior influenciou em relação as causas congênicas foi a utilização (ou seleção) de materiais incompatíveis ou não adequados para a sua utilização, enquanto que nas causas executivas foi a realização de juntas com larguras ou profundidades inapropriadas – ou até mesmo a sua não execução. Já em relação as causas adquiridas, foram destacados os choques contra o revestimento cerâmico, as variações de temperatura e a própria ausência de verificações periódicas nos elementos que compõem as fachadas.

Tal como sugerido por Handa *et al.* (2019), foi elaborado também a matriz de correlação manifestações patológicas/ manifestações patológicas (Tabela 4), uma vez que determinadas manifestações patológicas, segundo a autora, tendem a influenciar no desenvolvimento (ou agravamento) de outras anomalias, conforme demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 7_Matriz de correlação Manifestações Patológicas (M)/ Manifestações Patológicas (M)

M/M	Desc.	Fis.	Det. P	Det. Juntas	Oxid.	Est.
	D.s	F. s	Dt. p	Dt. j	O. s	T. s
D.s1	-	1	1	0	1	1
D.s2	-	1	0	0	1	1
D.s3	-	0	0	0	1	0
F. s1	0	-	0	0	0	0
F. s2	0	-	0	0	0	0
F. s3	0	-	0	0	0	0
F. s4	1	-	1	1	0	1
F. s5	1	-	1	1	1	1
F. s6	0	-	0	0	0	0
Dt. p1	1	1	-	0	0	0
Dt. p2	0	0	-	0	0	0
Dt. p3	0	1	-	0	0	0
Dt. j1	0	0	0	-	0	0
Dt. j2	2	1	1	-	0	0
Dt. j3	1	1	1	-	1	0
Dt. j4	1	1	1	-	1	1
Dt. j5	0	0	0	-	0	0
Dt. j6	1	0	0	-	0	0
O. s1	1	1	0	0	-	2
T. s1	1	1	0	0	0	-
T. s2	1	1	0	0	0	-
T. s3	0	1	0	0	0	-

Fonte: Autoria Própria

A partir dessa tabela foi constatado que novamente a fissuração apresentou maior relação com os demais tipos de manifestações patológicas identificados, e que

os danos, que inicialmente poderiam ser somente estéticos, podem evoluir para perdas de desempenho estrutural. Devido a esses motivos, segundo Handa *et al.* (2019), é indispensável a realização de avaliações periódicas e armazenamento dos dados coletados, uma vez que tais informações ao decorrer dos anos, poderiam facilitar a resolução e a prevenção de futuros danos nas edificações.

Quanto à análise da correlação entre as manifestações patológicas, foi constatado que os problemas advindos da fissuração nos andares superiores e a infiltração nas juntas de movimentação das edificações, foram os maiores responsáveis pela perda de desempenho das edificações, uma vez que as suas existências desencadearam o desenvolvimento de novas anomalias.

Na Tabela 5, por sua vez, foram expostas as correlações realizadas entre as manifestações patológicas desenvolvidas nas três edificações e suas prováveis técnicas de reparação, tal como propostas na Quadro 6 (pag. 37-38), sendo empregado novamente como critério para o seu preenchimento, a escala aprimorada por Silvestre e Brito (2008), apresentada abaixo:

0 – Sem relação – não existe qualquer relação direta ou indireta entre a manifestação patológica e a causa;

1 – Pequena relação – técnica preventiva de eliminação da causa ou das causas da manifestação patológica, mas não de sua deterioração;

2 – Grande relação – técnica de reparo para eliminação da deterioração na área em que a manifestação patológica foi detectada.

Tabela 8_Manifestações Patológicas (M)/Técnicas de Reparação (R)

R/M	Desc.	Fis.	Det. Plac.	Det. Juntas	Oxid.	Est.	
	D.s	F. s	Dt. p	Dt. j	O. s	T. s	
Técnicas de reparos (R)	R. A1	-	-	1	1	-	-
	R. A2	-	-	1	-	-	-
	R. B1	-	1	-	1	-	-
	R. B2	2	1	1	1	1	1

R. B3	2	1	1	-	-	-
R. C1	1	1	1	2	1	1
R. C2	0	0	0	0	0	0
R. C3	1	1	1	2	1	1
R. C4	-	-	-	2	-	0
R. D1	2	1	2	-	-	-
R. D2	1	1	1	1	1	-
R. D3	1	-	1	-	-	-
R. E1	2	2	1	1	1	1
R. E2	1	-	1	0	2	2
R. E3	1	1	0	0	-	-
R. E4	1	1	1	-	-	1
R. F1	1	-	1	1	-	1
R. F2	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autoria Própria

A partir dessa análise, foi verificado que as técnicas de reparação e manutenção que melhor auxiliariam no processo de conservação das edificações seriam o reforço das camadas de assentamento em zonas localizadas, a substituição dos materiais de preenchimento das juntas danificadas, a substituição das camadas de regularização, a verificação e reconstituições das proteções mecânicas dos sistemas que compõem as fachadas e por fim, as próprias atividades rotineiras de limpeza e higienização das fachadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados analisados ao decorrer deste estudo, foi verificado que as primeiras manifestações patológicas desenvolvidas nas fachadas das três edificações se deram em decorrência de uma série de erros realizados durante as etapas de projeto e execução das obras, que ao não serem identificadas e tratadas prematuramente, resultaram tanto no seu agravamento quanto no surgimento de novas anomalias.

Acerca do processo de deterioração dos estudos de caso, foi observado por intermédio da análise do tópico 4.2 e do próprio histórico das edificações, que o estudo de caso 2, foi o que mais apresentou problemas patológicos, estando suas anomalias enquadradas predominantemente no nível 4 (pior degradação), conforme o critério estabelecido por Gaspar e Brito (2005) e aperfeiçoado por Handa *et al.* (2019). De forma contundente, foi possível constatar uma associação direta entre a fase em que ocorreu a intervenção técnica e o nível de degradação verificado em cada edificação, visto que nos estudos de caso 1 e 3, os quais foram submetidos a inspeção predial em seus primeiros anos, as manifestações patológicas identificadas foram em sua maioria do tipo fissuração localizada, requerendo apenas reparo e proteção, enquanto que no estudo de caso 2, no qual a intervenção técnica somente ocorreu quando a edificação já apresentava diversos tipos de manifestações patológicas, o nível de comprometimento do desempenho das fachadas foi consideravelmente superior, necessitando não apenas de correções pontuais, como também de substituições parciais e totais de seus elementos.

Dentre as técnicas de reparação e manutenção que melhor auxiliariam no processo de conservação das edificações, foi destacado o reforço das camadas de assentamento em zonas localizadas, a substituição dos materiais de preenchimento das juntas danificadas, a substituição das camadas de regularização, a verificação e reconstituições das proteções mecânicas dos sistemas que compõem as fachadas e, por fim, as próprias atividades rotineiras de limpeza e higienização das fachadas.

Das anomalias identificadas nas três edificações, foi apurado por meio das matrizes de correlações que a deterioração das juntas, o deslocamento e o comprometimento estrutural foram os maiores responsáveis pelo processo de degradação final das fachadas, sendo a fissuração localizada a manifestação patológica que maior se relacionou com os demais tipos de anomalias detectadas, uma vez que a sua própria evolução ao longo tempo, favorece o surgimento de novas anomalias, tais como a eflorescência, as manchas de umidade, a corrosão de armaduras e o deslocamento do revestimento.

Em resumo, foi possível concluir com base nos dados analisados que, apesar da grande maioria das manifestações patológicas desenvolvidas nas edificações

estarem vinculadas a incorreções realizadas durante as etapas de projeto e execução das obras, a sua evolução e agravamento dependem diretamente da estratégia de manutenção adotada em cada caso, sendo por meio desta prática que se armazenam os dados coletados ao decorrer das avaliações periódicas, facilitando a resolução e prevenção de futuros danos nas edificações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G.D. **Metodologia de Controle de Qualidade de Revestimentos Argamassados em Parede**. Monografia (Materiais de Construção Civil) - Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 1997, p.185.

AMORIM, C. N.; FLORES, A. L. Edifícios residenciais das superquadras do Plano Piloto, Brasília: aspectos de preservação e conforto ambiental. Encontro **Nacional sobre conforto no ambiente Construído**, v. 8, p. 37-46, 2005.

ANTUNES, G.R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília** – Sistematização da Incidência de Casos. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), Publicação E.DM-001^o/10, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2010, p.178.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14.037- Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

BARBOSA, P. B.; PUSCH, J. Da intenção de projeto ao uso do edifício: a busca da excelência profissional. **Programa de Excelência em Projetos CREA-PR**. Curitiba, 2011, p.10.

BENTO, A. J. *et al.* A influência da NBR 15575 (2013) na durabilidade e vida útil das edificações residenciais. **Seminário de Patologia e Recuperação Estrutural**, Recife, Brasil, 2016.

BONIN, L. C. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. In: **Seminário Sobre Manutenção de Edifícios**, 1988, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: UFRGS/PPGEC, 1988. v. 1. p. 14-16.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Desempenho de edificações habitacionais – guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**, Brasília, 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações – Orientações para Construtoras e Incorporadoras**, Brasília, 2013.

CARDOSO, M. R. **Manutenção predial**: verificação de indicadores de performance como instrumento de avaliação de empresa terceirizada. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CASTRO, U, R. **Importância da Manutenção Predial Preventivas e as Ferramentas para sua Execução**. 2007. 44f. Dissertação (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007, p.8.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO DISTRITO FEDERAL (CREA-DF). **Cartilha do Síndico Obras e Serviços de Engenharia e de Agronomia: O que é preciso saber**, Brasília, Distrito Federal, 2014.

DEUTSCH, Simone Feigelson. **Perícias de engenharia**: a apuração dos fatos. São Paulo: Leud, 2011.

FERREIRA, H. **A Manutenção predial em face a Norma NBR 5674/1999 – Manutenção de Edificações – Procedimento**. Dissertação (Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2010, p.21-25.

FERREIRA, R. **Manutenção predial**: uma análise das principais patologias. Dissertação (Pós-Graduação em Construção Civil) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018.

FONTENELLE, M. A. M; MOURA, Y. Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas - O caso das empresas participantes do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza. In: **I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL EX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**. 2004.

GASPAR, P.; BRITO, J. Modelo de degradação de rebocos. **Revista Engenharia Civil**, v. 24, p. 17-27, 2005.

GOMIDE, T.L.F. X COBREAP, “A Inspeção Predial Periódica Deve Ser Obrigatória?”, **Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE NACIONAL)**, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1999.

HANDA, Deborah Karine Chan *et al.* **Identificação das principais manifestações patológicas em fachadas em chapas delgadas estruturadas em light steel framing**: Estudos de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>>. Acessado em 16 de janeiro de 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **General Principles on the Design of Structures for Durability. ISO 13823**. Geneva: ISO/TC, 2008.

KERN, A.P.; SILVA, A.; KAZMIERCZA, C.S.; O PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE NORMAS DE DESEMPENHO NA CONSTRUÇÃO: UM COMPARATIVO ENTRE A ESPANHA (CTE) E BRASIL (NBR 15575/2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 89-101, jan./jun. 2014

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimento para formulação de diagnóstico de falhas e definição de condutas adequada à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LUIZ, C.Y.F. **ESTUDO DA DEPRECIAÇÃO DE APARTAMENTOS NO BAIRRO ESTREITO (FLORIANÓPOLIS/SC)**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MARQUES, G. R. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**: Estudo de Caso da Eficácia dos Equipamentos Industriais. Dissertação (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2017.

MARTINS, A. S. **Avaliação dos custos de serviços de manutenção predial em hotéis resorts**. Dissertação (mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Florianópolis, 2008.

MATTOS JR. *et al.* *Predial – Descompasso entre Legislação e Prática. XIX COBREAP – Inovações Científicas e Tecnológicas, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2017.*

MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** Boletim Técnico: BT/PCC/246. São Paulo: EPUSP, 1999, p.2-3.

MORILHA, Aparecido Mendes *et al.* **GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO PREDIAL:** escolha e implantação de um sistema informatizado. Latin American Real Estate Society (LARES), 2011, p.4.

NETO, Jerônimo C. P. F. **NBR 5674 - julho 2012 – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção – Considerações,** 2012. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2012/08/09/nbr-5674-julho-2012-a-requisitos-para-o-sistema-de-gestao-de-manutencao-a-consideracoes/>>. Acesso em: 24 de julho de 2020.

PACHECO, C. P.; VIEIRA, G. L. **Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico.** Cerâmica, v. 63, n. 368, p. 432-445, 2017.

PEREIRA, A. J. **Avaliação Imobiliária e a sua Relação com a Depreciação dos Edifícios.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

PEREIRA, Claudio Henrique de Almeida Feitosa. **Contribuição ao estudo da fissuração, da retração e do mecanismo de descolamento do revestimento à base de argamassa.** 2007.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. Desempenho, Durabilidade e Vida Útil das Edificações: Abordagem Geral. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR** - ISSN 2358-5420 - 1ª edição, outubro de 2013, p. 1-14.

PUJADAS, F. Z. A. Inspeção Predial – Ferramenta de Avaliação da Manutenção. In: **XXIII Congresso Panamericano de Valuación.** São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wpcontent/uploads/2013/02/Inspecao-Predial-Ferramenta-de-Avaliacao-daManutencao.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2020.

PUJADAS, F.Z.A. *et al.* Inspeção Predial “a Saúde dos Edifícios”. 2.ed. São Paulo: **Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP**, 2015, p.13-14.

ROCHA, H. F. **Importância da manutenção predial preventiva.** HOLOS, v. 2, p. 72-77, 2007.

SABBATINI, F. H.; BARROS, MMSB. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria:** diretrizes básicas. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2001, p. 27-32.

SILVA, D. F. *et al.* **Estudo da manutenção das instalações elétricas do IFRN.** Dissertação (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio grande do Norte (IFRN), João Câmara, Rio Grande do Norte, 2014.

SILVESTRE, José; BRITO, J. de. Inspeção e diagnóstico de revestimentos cerâmicos aderentes. **Revista Engenharia Civil**, Universidade do Minho, Portugal, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de Análise Multicritério ELECTRE TRI. **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, p. 343-357, 2013.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação.** Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO ANALÍTICO PARA OBRAS CIVIS EM UM PROCESSO LICITATÓRIO NO BRASIL

Lucas de Sousa Oliveira

Neusa Maria Bezerra Mota

RESUMO

Independentemente de se tratar de obras e serviços de engenharia públicos ou privados, a orçamentação exige extrema atenção para que se minimize possíveis obstáculos encontrados nessa etapa e que podem, conseqüentemente, afetar a obra ou o serviço como um todo. Com o intuito de reconhecer a importância da realização do orçamento analítico em um processo licitatório no Brasil, foram feitas a análise do papel de cada grau de detalhamento de um orçamento, a descrição do processo de elaboração de um orçamento analítico, a explanação do processo licitatório no Brasil para obras civis e, a partir da identificação dos possíveis obstáculos, a elaboração de fluxogramas a serem utilizados pela empresa licitante e pela Administração Pública na orçamentação. A partir da adoção de fluxogramas, foi visto que a organização da seqüência de atividades da orçamentação é fundamental para a otimização dessa etapa, ao visar uma maior competitividade e uma maior eficiência de toda a fase de planejamento.

Palavras-chave: Orçamentação. Orçamento analítico. Fluxograma. Empresa licitante. Administração Pública.

ABSTRACT

Regardless of whether it is public or private engineering works and services, budgeting requires extreme attention to minimize possible obstacles encountered at this stage and which may, consequently, affect the work or service as a whole. In order to recognize the importance of carrying out the analytical budget in a bidding process in Brazil, were carried out the analysis of the role of each degree of detailing of a budget, the description of the process of preparing an analytical budget, the explanation of the bidding process in Brazil for civil works and, based on the identification of possible obstacles, the elaboration of flowcharts to be used by the bidding company and by the Public Administration in budgeting. From the adoption of flowcharts, it was seen that the organization of the sequence of budgeting

activities is fundamental for the optimization of this stage, aiming at greater competitiveness and greater efficiency in the entire planning phase.

Keywords: Budgeting. Analytical budget. Flowchart. Bidding company. Public Administration.

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, o ser humano tem se deparado com obstáculos no caminho da sobrevivência e sempre tem tentado desenvolver soluções para resolver tais problemas. A descoberta da fundição de metais no tempo pré-histórico mudou totalmente a concepção de se criar ferramentas naquele tempo. Da mesma maneira, cada nova tecnologia que permita a realização de algum processo até então impossível ou que até facilite e melhore um processo já presente e, logo, a vida da sociedade é o que define, em seu sentido amplo, a engenharia.

Dentre as diversas áreas da engenharia, a engenharia civil é a área do conhecimento que cuida das infraestruturas, como redes de instalações hidrossanitárias, rodovias, portos, aeroportos, redes de telecomunicações e usinas hidrelétricas, e das estruturas, como residências e edificações, englobando as fases de concepção e projeto, de execução e de operação e manutenção.

Para qualquer obra ou serviço que se faça, é de fundamental importância o entendimento do que será feito, sendo que a principal ferramenta para entender, planejar e controlar a obra ou o serviço, além de se estimar o montante financeiro em que se irá trabalhar, é o orçamento.

Segundo Mattos (2019, p. 19), a orçamentação, ou realização do orçamento, é a “determinação dos custos prováveis de execução da obra”. É notável que o orçamento é um exercício de previsão do custo final da obra, pois variáveis como a estimativa de produtividade da mão de obra, que pode variar no decorrer do tempo; a ocorrência de fenômenos naturais como chuvas intensas, que pode paralisar o andamento da obra e, logo, aumentar o tempo de inatividade de equipamentos e de mão de obra; e o preço de insumos, que varia no decorrer do tempo de execução da obra, impactam diretamente no preço final do empreendimento.

Além da possibilidade de se realizar obras ou serviços para particulares, há também a de realizá-los para a Administração Pública. Entretanto, nos casos de

obras públicas no Brasil, tanto o contratante, a Administração Pública, quanto o contratado, empresa de engenharia civil, devem se nortear pela vigente Lei de Licitações e Contratos Administrativos.

Por se tratar de um regime de transição, atualmente está vigente tanto a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, quanto a recentemente promulgada Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Contudo, a partir do dia 1º de abril de 2023, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, será completamente revogada.

O Art. 1º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, informa que:

Esta Lei estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Segundo Mattos (2019, p. 311), o instituto da licitação é a forma de se proporcionar uma disputa honesta e interessante técnica e economicamente para o Poder Público, sendo que a compra de bens e serviços deve ser padronizada, organizada e transparente para que não haja favorecimento de pessoas ou empresas, resultando em um bom uso de dinheiro público.

Devido às várias particularidades no processo licitatório, a orçamentação para obras públicas pode ser ainda mais complexa, exigindo maior atenção e planejamento por parte dos candidatos, na elaboração das propostas, e, posteriormente, por parte do contratado, principalmente no controle da obra.

O objetivo geral do presente trabalho é reconhecer a importância da realização do orçamento analítico em um processo licitatório no Brasil.

Os objetivos específicos serão: apresentar os três graus de detalhamento de um orçamento e analisar o papel de cada um; descrever o processo de elaboração de um orçamento analítico; discorrer sobre o processo licitatório no Brasil para obras civis; e elucidar a elaboração do orçamento analítico em obras públicas com auxílio de fluxogramas, minimizando obstáculos que podem ser encontrados durante o processo.

Para alcançar esses objetivos, foram realizadas pesquisas em livros, artigos científicos e na legislação para melhor compreensão de tudo que engloba o tema

abordado. Logo, foi feita uma análise detalhada dos possíveis obstáculos e, posteriormente, foram desenvolvidos fluxogramas para facilitar o processo de orçamentação em obras públicas.

O presente trabalho foi então estruturado nas seguintes seções: na seção dois, que apresenta a análise dos graus de detalhamento de um orçamento, a descrição do processo de elaboração de um orçamento analítico e a explanação do processo licitatório no Brasil para obras civis; e na seção três, que apresenta a elucidação da elaboração do orçamento analítico em obras públicas com o uso de fluxogramas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para um melhor entendimento sobre o estudo a ser feito, é necessário um embasamento teórico em relação ao conceito de orçamento na construção civil, aos graus de detalhamento do orçamento, destacando-se o orçamento analítico, e à existência da Lei de Licitações, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, também direcionada para a realização de obras e serviços de engenharia públicos no Brasil.

Segundo Mattos (2019, p. 19), o termo custo é de fundamental importância em uma obra, pois ela é sobretudo uma atividade econômica. O autor ainda destaca:

A preocupação com custos começa cedo, antes do início da obra, na fase do estudo de viabilidade, em que métodos construtivos, materiais e serviços geram estimativas que serão comparadas com os recursos financeiros disponíveis.

Ainda segundo Mattos (2019, p. 19), após o estudo de viabilidade, vem a orçamentação propriamente dita, processo em que é feita “a determinação dos custos prováveis de execução da obra”, sendo esse o primeiro passo a ser realizado, a partir dos projetos prontos, por quem se dispõe a executar a obra.

Xavier (2008, p. 5) define orçamento como um produto definido que informa o valor final de um produto ou serviço, suas condições necessárias, o objeto a ser executado e seu prazo de realização.

Os custos diretos são os que estão diretamente ligados à realização dos serviços técnicos, ou seja, mão de obra, materiais de construção, encargos sociais - que incidem na mão de obra -, equipamentos e instalações provisórias – geralmente

relacionadas ao canteiro de obras (ÁVILA; JUNGLES, 2006 *apud* VIEIRA, 2014, p. 24).

Já os custos indiretos são os que estão relacionados com a manutenção do canteiro, as despesas administrativas, taxas, seguros, viagens, fatores imprevistos e tudo o que não foi incluído como custos diretos (MATTOS, 2019, p. 240).

Mattos (2019, p. 20) define:

Orçar não é um mero exercício de futurologia ou jogo de adivinhação. Um trabalho bem executado, com critérios técnicos bem estabelecidos, utilização de informações confiáveis e bom julgamento do orçamentista, pode gerar orçamentos com alto grau de precisão, embora não perfeitamente exatos, porque o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão. O que o orçamento realmente envolve é uma estimativa de custos em função da qual o construtor irá atribuir seu preço de venda – este, sim, bem estabelecido.

Dessa forma, a orçamentação pode levar uma construtora ou um engenheiro civil tanto ao sucesso quanto ao fracasso, pois, por se tratar de uma atividade que é uma estimativa, erros e imperfeições, de menor ou maior intensidade, podem ocorrer (XAVIER, 2008, p. 5).

2.1 Graus de detalhamento do orçamento

Independentemente de ser no setor público ou privado, há uma preocupação da construtora ou do engenheiro em ter uma noção do custo do empreendimento em questão ainda antes do projeto executivo, pois uma estimativa inicial dá uma noção da grandeza da obra, sendo assim o primeiro ingrediente do estudo de viabilidade. Essa estimativa inicial é considerada o primeiro grau de detalhamento de orçamento e é chamada de estimativa de custos (MATTOS, 2019, p. 33, 34).

De acordo com Goldman (1997, p. 105), na fase do estudo de viabilidade, não é possível executar um orçamento bem detalhado devido ao fato de que não se dispõe, por exemplo, de projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias e de estrutura, tampouco de especificações técnicas e de acabamentos.

Dentre os diversos indicadores utilizados na estimativa de custos, destacam-se o Custo Unitário Básico (CUB) na construção civil e o Custo Médio Gerencial (CMG) em obras de vias de transporte.

Conforme Mattos (2019, p. 42), o CUB, mantido pela NBR 12721:2006, representa o custo de construção por metro quadrado dos vários padrões de imóvel. O autor ainda destaca que esse indicador “é o resultado da mediana de cada insumo representativo coletado junto às construtoras multiplicada pelo peso que lhe é atribuído de acordo com o padrão calculado”.

Devido ao fato de ser um parâmetro médio, o CUB não engloba custos relacionados a aspectos específicos da construção, como valor do terreno, paisagismo, instalações, impostos, honorários, etc. (MATTOS, 2019, p. 42).

O Manual de Custos Médios Gerenciais (2019, p.14) afirma:

O custo médio gerencial (CMG) pode ser entendido como o valor monetário incorrido na produção unitária de bens e serviços. De modo geral, os CMGs de empreendimentos de interesse do DNIT representam quanto custam, em média, os serviços relacionados a obras de vias de transporte, para cada unidade de extensão da via.

Ao considerar sua agilidade e sua confiabilidade relativa aos estudos de viabilidade, a utilização de indicadores, como o CUB e o CMG, na estimativa de custos possui um papel fundamental na tomada de decisão.

O segundo grau de detalhamento do orçamento é o denominado orçamento preliminar. Segundo Sampaio (1989 *apud* DUTRA; MELO, 2018, p. 36), esse grau de orçamento se refere a uma análise de custos obtida por pressuposições das quantidades de insumos e serviços e pela pesquisa de seus preços médios, realizada ainda na fase de anteprojeto.

O orçamento preliminar é mais detalhado e, portanto, mais preciso que a estimativa de custos, pois, segundo Mattos (2019, p. 44), “ele pressupõe o levantamento expedito de algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços”.

Logo, para ser possível a elaboração de um orçamento preliminar, é necessário ter parâmetros dos principais serviços e seus quantitativos, sendo que

uma construtora pode criar seus próprios indicadores a partir do seu banco de dados ou até de obras externas similares. Vale ainda ressaltar que, embora projetos e acabamentos, por exemplo, sejam diferentes de uma obra para a outra, esses indicadores não variam de maneira significativa (MATTOS, 2019, p. 44).

O terceiro e mais preciso grau de orçamento é o orçamento analítico ou detalhado. Este é composto por uma lista de todos os serviços necessários para a execução de uma obra e, portanto, só podem ser realizados após a finalização de todo o projeto do empreendimento, com especificações técnicas, memoriais, projetos gráficos e detalhamentos. Apesar disso, não há como o orçamento analítico ser exato, pois há muitas informações para serem gerenciadas no orçamento e o mercado da construção civil apresenta muita variabilidade (GONZÁLEZ, 2008 *apud* TAVES, 2014, p. 22).

Segundo Mattos (2019, p. 50),

O orçamento analítico vale-se de uma composição de custos unitários para cada serviço da obra, levando em consideração o quanto de mão de obra, material e equipamento é gasto em sua execução. Além do custo dos serviços (custo direto), são computados também os **custos indiretos**, composto pelos custos e manutenção do canteiro de obras, equipes técnica, administrativa e de suporte da obra, taxas e emolumentos etc., para que se chegue a um valor orçado preciso e coerente.

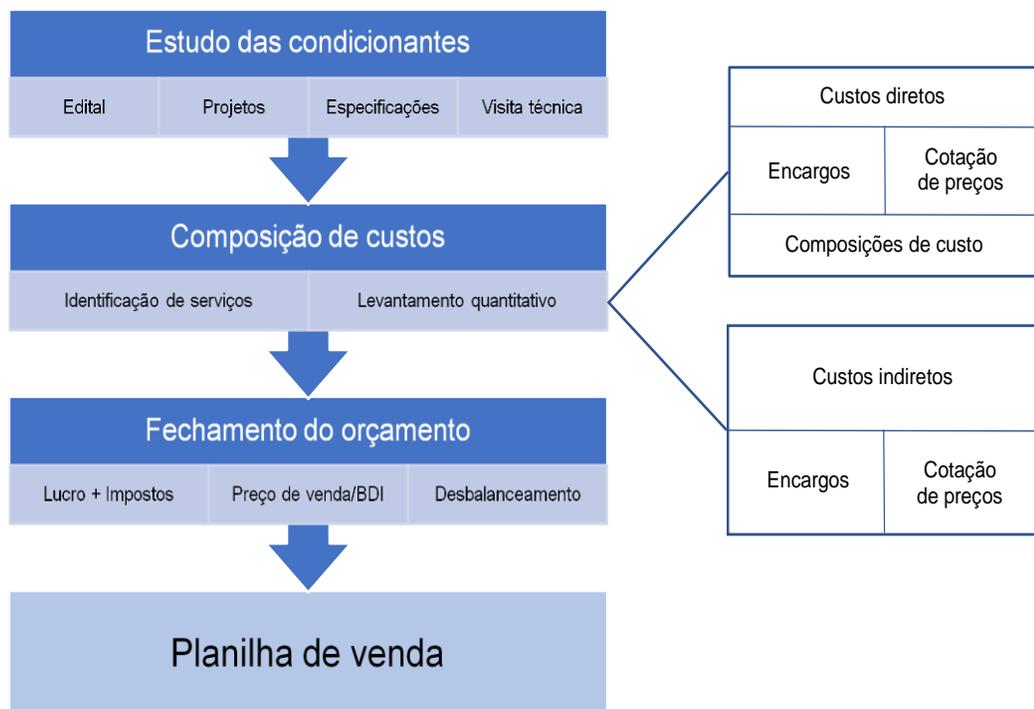
2.2 Elaboração do orçamento analítico

A orçamentação de uma obra deve ser cautelosa, seguir a sequência definida de etapas e envolver o máximo de setores da construtora, pois, além de ser útil para saber o custo da obra, ela também é importante para descrever e quantificar os materiais e serviços que compõem a obra, facilitando, por exemplo, o planejamento das compras; obter índices para o gerenciamento de valor agregado, ou seja, verificar se o que foi orçado está sendo executado; dimensionar as equipes; ajustar preços e produtividades conforme o que está sendo observado no canteiro; realizar simulações para que, devido à facilidade, se possa encontrar a melhor combinação de produtividade, metodologia construtiva, lucratividade, etc.; gerar cronogramas físico e financeiro para, respectivamente, identificar a evolução dos serviços e a dos custos ao longo do tempo; e, por fim, fazer a análise de viabilidade econômico-

financeira, ou seja, o balanço entre custos e receitas para entender a situação financeira durante a duração da obra (MATTOS, 2019, p. 32).

De acordo com Mattos (2019, p. 26), o processo de elaboração do orçamento analítico está estruturado segundo a Figura 1.

Figura 62 – Roteiro do orçamento de uma obra



2.2.1 Estudo das condicionantes

Xavier (2008, p. 24) afirma que é comum, em várias empresas, haver a elaboração de projetos básico e executivo de forma inadequada ou até não existirem, sendo que pode ainda se ter apenas uma planta baixa. É praticamente impossível de se elaborar um orçamento preciso sem um mínimo de dados sobre o empreendimento. Portanto, para que seja eficiente, eficaz e precisa a orçamentação, é necessário analisar projetos e especificações, analisar o edital, no caso de obras públicas, e realizar uma visita técnica.

2.2.2 *Análise de projetos e especificações*

Dependendo da complexidade da obra, os projetos também podem ser bem complexos, de forma que a experiência do orçamentista com obras semelhantes influencia na precisão do custo total do empreendimento. Minimamente, o projeto básico de qualquer obra necessita de projeto de arquitetura completo (plantas, cortes, memorial descritivo, etc.), projeto de estrutura (cálculo estrutural, plantas de fôrmas, planta de locações das fundações, etc.), projeto de instalações hidráulicas (isométricas, planta de distribuição, etc.), projeto de instalações elétricas (plantas de circuitos, diagramas, centro de medição e distribuição, etc.) e projetos complementares (sistema de alarme, de incêndio, ar condicionado, etc.) (XAVIER, 2008, p. 25).

Xavier (2008, p. 25) ainda diz que, além do entendimento dos projetos referidos, a compreensão das especificações técnicas é fundamental, pois, a partir da descrição de serviços específicos, nível de qualidade do material empregado, padrão de acabamento e critérios de recebimento de materiais, por exemplo, serão obtidos mais detalhes de que o custo de cada etapa dependerá diretamente.

2.2.2.1 *Análise do edital*

Segundo Mattos (2019, p. 28), o edital é um instrumento convocatório que possui todas as regras para a contratação de uma construtora por parte do Poder Público (contratante) e para a execução do empreendimento por parte da empresa vencedora da licitação (contratada).

Em relação à execução da obra, no edital estão informações fundamentais para a orçamentação, como prazo da obra; datas-marco contratuais; penalidades por atrasos ou bônus por antecipações; critérios de medição, pagamento e reajustamento; regime de preços; limitação de horários de trabalho; critérios de participação na licitação; habilitação técnica tanto da empresa quanto do responsável técnico; documentação necessária; seguros exigidos; e possíveis facilidades que o contratante disponha, como instalações de água e de energia (MATTOS, 2019, p. 28).

2.2.2.2 Visita técnica

Independentemente do local da obra, a visita técnica se torna imprescindível, pois é útil para tirar dúvidas, registrar imagens, verificar as vias de acesso ao canteiro, a disponibilidade de mão de obra, materiais e equipamentos na região e levantar todos os dados que possam ser importantes para a orçamentação. Para facilitar e agilizar a visita, as empresas geralmente utilizam formulários padronizados (de obras urbanas, rurais, de edificações, de terraplenagem, etc.), pois isso evita que o responsável pela visita técnica se preocupe com qualquer coisa além de reunir e registrar todas as informações necessárias (MATTOS, 2019, p. 28-29).

2.2.3 Composição de custos

Segundo Goldman (1997, p. 69), para a elaboração do orçamento detalhado, é de fundamental importância ter-se em mãos o projeto arquitetônico completo, o de cálculo estrutural, o de instalações, os especiais e complementares e o memorial descritivo das especificações técnicas e de acabamentos da obra.

A partir disso, o responsável técnico poderá identificar todos os serviços que serão realizados, realizar o levantamento das quantidades, definir os custos diretos e indiretos com base na cotação de preços e aplicar os encargos sociais e trabalhistas.

2.2.3.1 Identificação de serviços

Segundo Dias (2004 *apud* TAVES, 2014, p. 23), o engenheiro de custos precisa ter o conhecimento dos serviços necessários para se realizar uma obra, pois é daí que os custos unitários serão definidos para a realização do orçamento.

Embora considere-se que o orçamento será mais confiável e preciso quanto mais detalhados e completos forem os projetos e os memoriais descritivos, o orçamento poderá ficar incompleto e, logo, prejudicado caso qualquer serviço fundamental para a obra seja esquecido pelo orçamentista (MATTOS, 2019, p. 29; TAVES, 2014, p. 23).

2.2.3.2 Levantamento quantitativo

Mattos (2019, p. 29) afirma que, após a correta identificação dos serviços, deve-se seguir com o levantamento das quantidades de cada um deles, sendo por levantamentos precisos (volume de concreto armado, área de pintura, etc.) e por estimativas (volume de escavação em solo a partir de perfis de sondagens, por exemplo).

Para deixar o processo mais organizado e padronizado, realiza-se, geralmente, o preenchimento de uma planilha geral, em que são verificadas todas as dimensões. Caso haja cotas incorretas ou omitidas, os projetistas devem ser consultados a fim de corrigi-las. Dependendo da necessidade, principalmente devido ao número de itens, pode-se realizar o preenchimento de planilhas auxiliares, como planilhas de esquadrias, de aparelhos sanitários, de projetos elétricos e de projetos estruturais. Por fim, com todos os levantamentos quantitativos, são feitas as planilhas orçamentárias, devendo conter os números de ordem, as descrições dos serviços, as unidades e as quantidades que serão executadas (GONZÁLEZ, 2008, p. 25).

Muitos dos quantitativos constarão nos projetos, mas o orçamentista precisa realizar uma análise apurada de todas as quantidades, seja para levantar os dados que não estão nos projetos ou para realizar a verificação deles, pois qualquer erro de cálculo, por menor que possa parecer, pode gerar graves consequências para a construtora (MATTOS, 2019, p. 29).

2.2.3.3 Custos diretos

Segundo Mattos (2019, p. 29), tudo o que for diretamente associado aos serviços do canteiro é considerado custo direto, como fundação, armação, concreto, pintura e impermeabilização. Tisaka (2006, p. 37) complementa que são incluídos os materiais, mão de obra, equipamentos auxiliares e toda a infraestrutura necessária para a execução da obra.

De acordo com Mattos (2019, p. 30):

A unidade básica é a *composição de custos*, os quais podem ser *unitários*, ou seja, referenciados a uma unidade de serviço (quando ele é mensurável – por exemplo, quilo de armação, metro cúbico de concreto), ou dados como *verba* (quando o serviço não pode ser traduzido em uma unidade fisicamente mensurável – por exemplo, paisagismo, sinalização).

As composições de unitários sempre possuirão os índices, que são as quantidades de insumo necessárias para cada unidade de serviço, e os valores, gerados a partir da cotação de preços e da aplicação dos encargos sociais e trabalhistas sobre a hora-base da mão de obra (MATTOS, 2019, p. 30).

Entretanto, Mattos (2019, p. 30) ainda afirma que antes da cotação de preços, é interessante que a construtora tenha composições de custos próprias ou as obtenha em publicações especializadas, como a *TCPO* da Editora Pini, o *Sinapi* da Caixa Econômica Federal, o *Sicro* do DNIT, entre outros, pois, quando chegar o momento da cotação de preços, o orçamentista fará apenas as alterações necessárias, agilizando, assim, o processo.

2.2.3.4 Custos indiretos

Xavier (2008, p. 28) explica que os custos indiretos são todos que não estão diretamente associados aos serviços do canteiro e que não se podem extrair de algum projeto, mas são imprescindíveis para a realização do empreendimento.

Ainda segundo o autor,

Nesta fase dimensionamos as equipes técnicas (engenheiros, arquitetos, mestres e encarregados), a mão de obra de serviços auxiliares (almoxarife, apontador, cozinheiro, vigia, etc.), os equipamentos e instalações necessárias à execução das obras (britador, central de concreto, equipamentos leves, barracão de obra, tapume, etc.) e as despesas operacionais, necessárias à execução dos serviços, tais como alimentação, aluguéis, telefone, veículos de apoio, taxas e emolumentos (XAVIER, 2008, p. 28).

Segundo Mattos (2019, p. 240), diferentemente dos custos diretos, os custos indiretos não dependem da quantidade produzida de qualquer serviço, ou seja, o salário do mestre de obras e o custo de vigilância do canteiro, por exemplo, se manterão os mesmos independentemente se a obra produzir 200 metros cúbicos ou 30 metros cúbicos de concreto em um mês.

2.2.3.4.1 Custos acessórios

Mattos (2019, p. 255) explica que, juntamente aos custos indiretos, há os custos acessórios, que aparecem de forma periférica no orçamento, sendo compostos pelo rateio da administração central, pelos imprevistos e contingências e pelo custo financeiro.

Segundo Taves (2014, p. 27), o rateio da administração central é um percentual cobrado em cada obra que representa uma parcela dos custos totais da administração central da empresa. O autor ainda destaca que,

Entre alguns dos exemplos desse tipo de gasto se enquadram o custo de propriedade ou aluguel do imóvel da sede da empresa e outros imóveis que dão apoio às obras, como almoxarifado central, oficinas, garagens, custo de instalação e manutenção da estrutura administrativa da sede central, salários do pessoal administrativo, compras, recrutamento e administração do pessoal, contas a pagar e a receber, técnicos das áreas de planejamento e engenharia, motoristas, vigilantes e a remuneração dos diretores e gerentes (TAVES, 2014, p. 28).

Os imprevistos e contingências é um custo geralmente considerado na orçamentação como um percentual aplicado no somatório dos custos diretos e indiretos. Quanto menos preciso e criterioso for o orçamento, maior será esse percentual. Podem ser considerados aí imprevistos naturais (cheias, chuvas intensas), econômicos (criação de novo imposto, congelamento de preços, atrasos no pagamento das medições), sócio-políticos (guerras, greves), humanos (oscilações de produtividade, questões trabalhistas) e aleatórios, podendo ser de alta magnitude (desmoronamento de um muro de arrimo) ou baixa magnitude (colisão contra um muro do vizinho) (MATTOS, 2019, p. 259).

Mattos (2019, p. 260) destaca que o custo financeiro é a perda monetária inevitável que ocorre pela defasagem de tempo entre momento do desembolso por parte da empresa e o momento do recebimento da medição por parte do contratante, pois, na maioria dos contratos de construção, o construtor executa os serviços com seus recursos, finaliza a medição no fim do mês e depois recebe o pagamento daquela medição.

Essa compensação da perda monetária não é propriamente um benefício para a empresa, e sim uma recomposição do poder de compra do dinheiro que ele naturalmente teria se estivesse aplicado no mercado financeiro (MATTOS, 2019, p. 261).

Entretanto, não é sempre que o custo financeiro existe, pois, no caso de obras privadas, pode ficar acordado entre as partes que o contratante pague um adiantamento, logo a empresa teria o chamado capital de giro para executar a obra. Já no caso de obras públicas, esse adiantamento é vedado, devendo sempre ser feito o pagamento após o fechamento de cada medição (MATTOS, 2019, p. 261).

2.2.3.5 Cotação de preços

Independentemente de se utilizar nos custos diretos ou nos indiretos, a cotação de preços é fundamental para que o orçamento reflita melhor à realidade do projeto.

Contudo, Mattos (2019, p. 119) enfatiza que, devido ao fato de representar mais da metade do custo unitário de cada serviço, deve-se atentar principalmente ao escopo das cotações dos materiais, pois cada fornecedor pode dar seu preço englobando diferentes aspectos. O orçamentista precisa homogeneizar as cotações para que se compare os preços de cada insumo de forma correta, pois é possível que um fornecedor entregue tal mercadoria no porto e outro a entregue no local da obra ou que uma metalúrgica entregue portões pintados e a outra os entregue sem pintura.

Os principais aspectos que influenciam no preço de compra dos insumos, segundo Mattos (2019, p. 120), são as especificações técnicas; a unidade e o tipo de embalagem; a quantidade requerida; o prazo de entrega; as condições de pagamento; a validade da proposta do fornecedor; o local e as condições de entrega; e as despesas complementares, como frete, impostos, seguro, entre outros.

2.2.3.6 Encargos sociais e trabalhistas

De acordo com Mattos (2019, p. 95-96), para o empregador, o custo de um operário não é apenas o seu salário-base, mas também diversos encargos sociais e

trabalhistas, tanto para os horistas quanto para os mensalistas, que são impostos pela lei e pelas convenções do trabalho. Os encargos são divididos, didaticamente, em encargos em sentido estrito, que englobam os sociais, trabalhistas e indenizatórios sustentados pela lei e que o empregador deve arcar; e encargos em sentido amplo, que se somarão aos em sentido estrito outras despesas que são relacionadas ao homem-hora, como alimentação, EPI, transporte, entre outros.

É fundamental que o orçamentista esteja atento a qualquer modificação das leis e convenções do trabalho que envolvem os encargos sociais e trabalhistas, pois qualquer erro nesse aspecto pode alterar o preço final do empreendimento devido à sua extrema importância (TAVES, 2014, p. 25).

2.2.4 Fechamento do orçamento

Na fase final da orçamentação, serão definidos o lucro e os impostos, o BDI para se chegar ao preço de venda e, por fim, o desbalanceamento da planilha.

2.2.4.1 Lucro e impostos

Toda e qualquer empresa necessita gerar lucro, sem o qual ela não poderá sobreviver ou sequer crescer. Dependendo de diversas circunstâncias, internas e/ou externas, o lucro escolhido pode ser alto ou baixo. A empresa pode também definir o lucro como nulo, implicando, por exemplo, que a obra em questão é para uso próprio, que a empresa é uma entidade beneficente ou até que essa não tem profissionalismo (MATTOS, 2019, p. 274; TISAKA, 2006, p. 56).

Segundo Mattos (2019, p. 265), por ser uma atividade produtiva, a construção é onerada por vários impostos que incidem sobre o faturamento da obra, oriundos das esferas federal, estadual e municipal. Devido a essa característica, a inclusão desses impostos somente ocorre na fase final do orçamento.

É fundamental que o orçamentista saiba que nessa etapa serão incluídos apenas os impostos que incidem sobre o preço de venda (COFINS, PIS, ISS, CPRB, IRPJ e CSLL), pois, na etapa da definição dos custos diretos, já foram incluídos os

que incidem no custo dos materiais, como ICMS e taxas de importação, e da mão de obra, como INSS e FGTS (MATTOS, 2019, p. 265-266).

2.2.4.1.1 Desoneração da folha de pagamento

A desoneração da folha de pagamento é a substituição da contribuição previdenciária (INSS) de 20% sobre a folha de pagamento por 4,5% sobre a receita bruta (CPRB), que tem como objetivo evitar a evasão do recolhimento de impostos e atenuar a carga tributária de certos grupos empresas, como as de construção civil e de obras de infraestrutura (MATTOS, 2019, p. 105; SILVA et al., 2015, p. 11).

Contudo, a opção pela adoção do regime opcional da desoneração é da empresa, ou seja, é aplicável a todas as obras da empresa, sendo que somente poderá ser alterado o regime no exercício financeiro seguinte (MATTOS, 2019, p. 105).

2.2.4.1.2 IRPJ e CSLL em obras públicas

Nas obras públicas, os Tribunais de Contas já entenderam que não é permitida a inclusão do Imposto de Renda (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido – IRPJ e CSLL) no BDI da obra. Segundo Mattos (2019, p. 274), os motivos para essa proibição são:

- IRPJ e CSLL são tributos diretos, ou seja, eles possuem natureza personalíssima, logo oneram pessoalmente cada contribuinte e não podem ser repassados ao contratante;
- IRPJ e CSLL são tributos da empresa e não da obra, sendo ilógico incluí-los no orçamento da obra; e
- É possível que a empresa não pague o Imposto de Renda, pois se ela o repassar ao contratante e também terminar o ano no prejuízo, logicamente o Imposto de Renda não será cobrado da empresa e o Imposto de Renda se tornará lucro para empresa indevidamente.

2.2.4.2 Preço de venda e Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)

Segundo Mattos (2019, p. 279-280), o preço de venda é o valor que é cobrado pela realização do empreendimento no contrato, devendo ser o somatório de todos os custos (diretos, indiretos e acessórios), lucro e impostos.

Mattos (2019, p. 281) resume o preço de venda na Equação 1:

$$PV = \frac{Custo}{1 - i\%} \quad (1)$$

sendo,

PV = preço de venda, expresso em reais;

$Custo$ = custo total, expresso em reais (somatório de custos diretos, indiretos e acessórios);

$i\%$ = somatório de tudo o que incide sobre o preço de venda, expresso em porcentagem (lucro e impostos).

Benefícios e Despesas Indiretas, o famoso BDI, é um fator aplicado ao custo direto para que se gere o preço de venda, expresso em porcentagem. O BDI é composto por despesas indiretas de funcionamento do empreendimento, custo de administração central, custos financeiros, fatores imprevistos, impostos e lucro (MATTOS, 2019, p. 283-284).

Mattos (2019, p. 283) ainda afirma que, ao calcular o preço de venda a partir da Equação 1, é possível encontrar facilmente um fator multiplicador do custo direto dividindo o preço de venda pelo custo direto, representando qual será a majoração do custo direto (BDI) para se chegar ao preço de venda. Se, por exemplo, o fator multiplicador for 1,35, significa que o BDI será igual a 35%. De forma resumida, o BDI é representado pela Equação 2:

$$BDI\% = \frac{PV}{CD} - 1 \quad (2)$$

sendo,

$BDI\%$ = Benefícios e Despesas Indiretas, expresso em porcentagem;

CD = custo direto, expresso em reais.

2.2.4.2.1 BDI diferenciado

De acordo com o Ministro Relator Marcos Bemquerer Costa, no Processo Administrativo TC 036.076/2011-2, do Tribunal de Contas da União, no caso de fornecimento de materiais e equipamentos de natureza específica em obras públicas, como materiais betuminosos para obras rodoviárias e tubos de PVC para obras de abastecimento de água, é possível a adoção de BDI diferenciado, inferior ao aplicável aos demais itens da obra.

Ainda segundo o Ministro Relator Marcos Bemquerer Costa, no Processo Administrativo TC 036.076/2011-2, do Tribunal de Contas da União, essa adoção será aplicável somente quando esses materiais e equipamentos corresponderem a um percentual considerável em relação ao preço global da obra e se seu fornecimento não puder ocorrer de forma parcelada. Além disso, o BDI diferenciado se justifica apenas quando o fornecimento de tais materiais e equipamentos não se enquadrar na atividade-fim da empresa contratada para a execução de obra ou serviço, ou seja, quando o fornecimento for terceirizado.

2.2.4.3 Desbalanceamento

Como aponta Mattos (2019, p. 301), o desbalanceamento nada mais é do que a aplicação do BDI de forma não linear, ou seja, o orçamentista atribuirá um BDI diferente para cada item da planilha, mas sem mudar o preço de venda da obra.

Essa prática, também chamada de jogo de planilha, é utilizada para, nas ideias de Mattos (2019, p. 303):

- Aplicar preços maiores para serviços iniciais, pois gera capital de giro e garante maior liquidez no contrato;
- Corrigir um serviço mal dimensionado, de forma a aumentar o preço desse e compensar com a diminuição do de outro;
- Adaptar, durante a obra, quantitativos que tendem a crescer ou diminuir, por modificações no projeto ou por motivos de ordem técnica, por exemplo; e
- Diminuir a insegurança do construtor a respeito de possíveis preços unitários calculados, porém duvidosos.

Essa prática, entretanto, não é aceita em contratos públicos, pois, de acordo com o Ministro Relator Marcos Vinícios Vilaça, no Acórdão nº 1380/2008, do Tribunal de Contas da União – Plenário,

O jogo de planilha ocorre em dois momentos distintos. No primeiro, verifica-se a adoção de projeto básico deficiente, que dará origem ao dano ao erário. Em uma segunda etapa, há a consumação do prejuízo, com as revisões no contrato para acréscimo de quantitativos de itens com preços acima dos praticados no mercado ou para a redução ou exclusão de itens que foram contratados com valores inferiores aos habitualmente negociados.

Mattos (2019, p. 308) explica que, para coibir o desbalanceamento em licitações, os órgãos públicos inserem no edital a planilha de preços preenchida com todos os preços unitários. A partir daí, cada proponente orça a obra do seu modo e depois calcula o fator multiplicador que será aplicado ao preço fornecido pelo órgão. Em suma, o que cada participante da licitação irá apresentar no envelope de preço é esse fator multiplicador, que representa a majoração equivalente ao BDI. Dessa forma, o BDI será aplicado linearmente, sem margem para o desbalanceamento.

2.3 Processo licitatório no Brasil

2.3.1 Definição de licitação

No Brasil, por se tratar de um regime de transição, atualmente há duas Leis de Licitações e Contratos Administrativos vigentes: a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a recentemente promulgada Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Contudo, a partir do dia 1º de abril de 2023, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, será revogada.

Segundo o Art. 1º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

Esta Lei estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

A licitação é a regra para qualquer compra ou venda pela Administração Pública, sendo que esse processo, segundo o Art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, é necessário e fundamental para que se garanta o princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a Administração Pública e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Ainda de acordo com seu Art. 3º, qualquer licitação

[...] Será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos.

A Lei de Licitações estabelece as modalidades, os tipos de licitação e todas as etapas ou fases do processo, assim como as hipóteses de dispensa e inexigibilidade de licitação, que geralmente ocorrem por motivos de emergência ou quando a compra ou venda envolve contratos de baixo valor, algo que decorreria em um custo mais alto do processo licitatório em relação ao valor do contrato (MATTOS, 2019, p. 312).

2.3.2 Obrigatoriedade da licitação

O Art. 1º, parágrafo único, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, define que

Subordinam-se ao regime desta Lei, além dos órgãos da administração direta, os fundos especiais, as autarquias, as fundações públicas, as empresas públicas, as sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.

Dessa forma, conclui-se que as empresas privadas não tem necessidade de empregar o instituto da licitação, ou seja, elas podem negociar da forma como bem desejarem, imperando aí a autonomia de vontade (MATTOS, 2019, p. 313).

2.3.3 Modalidades de licitação

Atualmente, existem seis modalidades de licitação, que são concorrência, tomada de preços, convite, leilão, concurso e pregão.

Mattos (2019, p. 313) afirma que “cada modalidade tem uma forma distinta de procedimento administrativo. O que define a modalidade a ser utilizada é o tipo de bem a ser licitado e o valor total da aquisição pretendida pelo Poder Público”.

Conforme Scatolino (2017, p. 147), “o leilão e o concurso são destinados a situações específicas. A modalidade pregão tem por finalidade a aquisição de bens e serviços comuns”.

Scatolino (2017, p. 147) complementa que a utilização das modalidades concorrência, tomada de preços e convite dependerá do valor da contratação. De acordo com o Art. 1º do Decreto nº 9.412, de 18 de junho de 2018, que atualizou os valores limites de contratação do Art. 23 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, os valores estabelecidos para obras e serviços de engenharia e para compras e outros serviços estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 9 - Valores limites das modalidades de licitação.

Modalidade	Obras e serviços de engenharia	Compras e outros serviços
Concorrência	Acima de R\$ 3.300.000,00	Acima de R\$ 1.430.000,00
Tomada de preços	Até R\$ 3.300.000,00	Até R\$ 1.430.000,00
Convite	Até R\$ 330.000,00	Até R\$ 176.000,00

Fonte: Autor (2021)

2.3.3.1 Concorrência

Por abranger altos valores, a concorrência é a modalidade mais branda de licitação, utilizada, inclusive, para grandes obras como prédios da Administração Pública, barragens e pontes. Qualquer interessado pode participar da concorrência, contanto que, na fase de habilitação preliminar posterior à divulgação do edital, comprove possuir os requisitos mínimos exigidos no edital para a realização do objeto final (MATTOS, 2019, p. 314; SCATOLINO, 2017, p. 148).

Conforme o Art. 23, §3º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

A concorrência é a modalidade de licitação cabível, qualquer que seja o valor de seu objeto, [...] nas licitações internacionais, admitindo-se [...], observados os limites deste artigo, a tomada de preços, quando o órgão ou entidade dispuser de cadastro internacional de fornecedores ou o convite, quando não houver fornecedor do bem ou serviço no País.

Devido aos valores limites apresentados na Tabela 1, o Art. 23, §4º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, estabelece que, “nos casos em que couber convite, a Administração poderá utilizar a tomada de preços e, em qualquer caso, a concorrência”.

2.3.3.2 Tomada de preços

Segundo o Art. 22, §2º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a tomada de preços é a modalidade de licitação em que os interessados devem estar devidamente

cadastradas ou atender às condições exigidas para o cadastro até o terceiro dia anterior ao recebimento das propostas.

O cadastro da empresa reduz os documentos a serem analisados pelo órgão contratante, de forma a acelerar todo o processo. O cadastro, que tem validade de um ano, apresentará a habilitação jurídica, regularidade fiscal, qualificação técnica e qualificação econômico-financeira da empresa (MATTOS, 2019, p. 314).

2.3.3.3 Convite

Segundo Scatolino (2017, p. 150), o convite é a única modalidade em que o edital é dispensável, pois, para o objeto da licitação, serão escolhidas e convidadas pelo menos três empresas, cadastradas ou não. De acordo com o Art. 22, §7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, caso não seja possível obter o mínimo de três licitantes, por limitações de mercado ou desinteresse dos convidados, esse fato deve ser justificado no processo, sob pena de repetição do convite.

Além disso, deverá ser fixada uma cópia da carta-convite em local apropriado, como, por exemplo, no quadro de avisos do setor de licitação do órgão, para que qualquer interessado que esteja previamente cadastrado e manifestar seu interesse em participar da licitação em até 24 horas da apresentação das propostas (MATTOS, 2019, p. 315; SCATOLINO, 2017, p. 150).

O Art. 22, §6º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, enfatiza que,

[...] Existindo na praça mais de 3 (três) possíveis interessados, a cada novo convite, realizado para objeto idêntico ou assemelhado, é obrigatório o convite a, no mínimo, mais um interessado, enquanto existirem cadastrados não convidados nas últimas licitações.

2.3.3.4 Concurso

Para a escolha de serviços técnicos especializados, ou seja, trabalho técnico, científico ou artístico, entre quaisquer interessados, a modalidade definida é a do concurso. A premiação, previamente fixada no edital publicado em imprensa oficial

com antecedência mínima de 45 dias, dá-se pela instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores (SCATOLINO, 2017, p. 151).

O Art. 13, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, destaca que, “ressalvados os casos de inexigibilidade de licitação, os contratos para a prestação de serviços técnicos profissionais especializados deverão, preferencialmente, ser celebrados mediante a realização de concurso [...]”. Em outras palavras, nos casos de inexigibilidade, haverá contratação direta.

A escolha de um projeto arquitetônico de uma praça, um parecer de um jurista para utilização em uma demanda judicial e a criação de uma marca ou embalagem são exemplos de objetos de licitação na modalidade concurso (MATTOS, 2019, p. 315).

2.3.3.5 Pregão

A modalidade pregão não está regulamentada na Lei de Licitações e sim na Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, que, em seu Art. 1º, determina que, “para aquisição de bens e serviços comuns, poderá ser adotada a licitação na modalidade de pregão [...]”.

Conforme o Art. 1º, parágrafo único, da Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, “consideram-se bens e serviços comuns, para os fins e efeitos deste artigo, aqueles cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais no mercado”.

Ainda há o chamado pregão eletrônico. Segundo o Art. 1º do Decreto nº 10.024, de 20 de setembro de 2019,

Este Decreto regulamenta a licitação, na modalidade de pregão, na forma eletrônica, para a aquisição de bens e a contratação de serviços comuns, incluídos os serviços comuns de engenharia, e dispõe sobre o uso da dispensa eletrônica, no âmbito da administração pública federal.

Segundo o Art. 3º, inciso VIII, do Decreto nº 10.024, de 20 de setembro de 2019, serviço comum de engenharia é qualquer

[...] Atividade ou conjunto de atividades que necessitam da participação e do acompanhamento de profissional engenheiro habilitado, nos termos do disposto na Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, e cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pela administração pública, mediante especificações usuais de mercado.

É importante ainda enfatizar que o pregão sempre será do tipo menor preço e que, de acordo com o Art. 1º, §1º, do Decreto nº 10.024, de 20 de setembro de 2019, “a utilização da modalidade de pregão, na forma eletrônica, pelos órgãos da administração pública federal direta, pelas autarquias, pelas fundações e pelos fundos especiais é obrigatória”.

2.3.3.6 Leilão

O Art. 22, §5º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, afirma que

Leilão é a modalidade de licitação entre quaisquer interessados para a venda de bens móveis inservíveis para a administração ou de produtos legalmente apreendidos ou penhorados, ou para a alienação de bens imóveis prevista no Art. 19, a quem oferecer o maior lance, igual ou superior ao valor da avaliação.

No caso de alienação de bens imóveis, o Art. 19 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, esclarece que, se forem adquiridos a partir de procedimentos judiciais ou dação em pagamento, os bens imóveis pertencentes à Administração Pública poderão ser alienados, considerando que ocorra a avaliação dos bens alienáveis, a comprovação da necessidade ou utilidade da alienação e a adoção do procedimento licitatório, sendo que pode ocorrer por leilão ou concorrência.

Segundo o Art. 17, §6º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, há ainda a possibilidade de alienação de bens móveis avaliados, isolada ou globalmente, em valor não superior a R\$ 1.430.000,00.

2.3.4 *Dispensa e inexigibilidade de licitação*

A contratação direta por parte da Administração Pública se dá quando a licitação não será realizada. A dispensa de licitação (Arts. 17 e 24 da Lei de Licitações) é composta por casos taxativos, ou seja, todos os casos de dispensa estão

dispostos na Lei de Licitações. Já a inexigibilidade de licitação (Art. 25 da Lei de Licitações) é composta por casos exemplificativos, podendo o agente público fazer contratação direta caso haja inviabilidade de competição (SCATOLINO, 2017, p. 155).

A dispensa de licitação inclui dois tipos: a licitação dispensada (Art. 17 da Lei de Licitações), em que é proibida a licitação – ato vinculado; e a licitação dispensável (Art. 24 da Lei de Licitações), em que o agente público pode decidir em fazer ou não o procedimento licitatório – ato discricionário (SCATOLINO, 2017, p. 155).

2.3.5 Critérios de desempate

Os critérios a serem analisados sucessivamente, caso haja igualdade nas condições em duas ou mais propostas, são de bens e serviços, nos termos do Art. 3º, §2º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

II - Produzidos no País; III - produzidos ou prestados por empresas brasileiras; IV - produzidos ou prestados por empresas que invistam em pesquisa e no desenvolvimento de tecnologia no País; V - produzidos ou prestados por empresas que comprovem cumprimento de reserva de cargos prevista em lei para pessoa com deficiência ou para reabilitado da Previdência Social e que atendam às regras de acessibilidade previstas na legislação.

Caso ainda haja empate, o Art. 45, §2º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, determina que “a classificação se fará, obrigatoriamente, por sorteio, em ato público, para o qual todos os licitantes serão convocados, vedado qualquer outro processo”.

2.3.6 Tipos de licitação

Segundo Mattos (2019, p. 317), os tipos de licitação, taxativamente previstos na Lei de Licitações, são os critérios de julgamento das propostas no procedimento licitatório, sendo eles: menor preço; melhor técnica; técnica e preço; e maior lance ou oferta.

2.3.6.1 Menor preço

De acordo com Mattos (2019, p. 317),

O tipo menor preço é o mais utilizado nas licitações. É o critério básico de comparação de propostas. Uma vez habilitadas as empresas para concorrer na licitação, abrem-se os envelopes de preço e ganha aquela que apresentar o menor preço para fornecimento do bem ou serviço ao Poder Público.

Mattos (2019, p. 317) ainda ressalta que “obras e serviços de engenharia só podem ser julgados pelo critério de menor preço”.

2.3.6.2 Melhor técnica e técnica e preço

Nos termos do Art. 46 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

Os tipos de licitação melhor técnica ou técnica e preço serão utilizados exclusivamente para serviços de natureza predominantemente intelectual, em especial na elaboração de projetos, cálculos, fiscalização, supervisão e gerenciamento e de engenharia consultiva em geral e, em particular, para a elaboração de estudos técnicos preliminares e projetos básicos e executivos [...].

No tipo melhor técnica, a proposta vencedora será escolhida a partir da análise das técnicas apresentadas, porém o preço ainda terá influência nesse tipo. Caso o proponente que apresentou a melhor técnica não for o que apresentou o melhor preço, o órgão contratante irá propor-lhe que diminua a proposta para o menor valor apresentado por todos os proponentes. Se não aceitar, o órgão contratante fará a mesma proposta para o segundo colocado, e assim sucessivamente até que o vencedor seja o que apresentou o menor preço e não necessariamente a melhor técnica (MATTOS, 2019, p. 318).

O tipo técnica e preço é uma combinação dos tipos menor preço e melhor técnica, pois, conforme Mattos (2019, p. 318), “cada proposta é avaliada nos dois critérios conjuntamente, adotando-se como nota final a média ponderada das valorizações das propostas técnicas e de preço, segundo os critérios do edital”.

De acordo com o Art. 46, §3º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

Excepcionalmente, os tipos de licitação previstos neste artigo [melhor técnica e técnica e preço] poderão ser adotados, por autorização expressa e mediante justificativa circunstanciada da maior autoridade da Administração promotora constante do ato convocatório, para fornecimento de bens e execução de obras ou prestação de serviços de grande vulto majoritariamente dependentes de tecnologia nitidamente sofisticada e de domínio restrito, atestado por autoridades técnicas de reconhecida qualificação, nos casos em que o objeto pretendido admitir soluções alternativas e variações de execução, com repercussões significativas sobre sua qualidade, produtividade, rendimento e durabilidade concretamente mensuráveis, e estas puderem ser adotadas à livre escolha dos licitantes, na conformidade dos critérios objetivamente fixados no ato convocatório.

2.3.6.3 Maior lance ou oferta

O tipo maior lance ou oferta é utilizado nos leilões públicos, sendo aplicado quando a Administração quer vender um bem ou outorgar concessão de direito real de uso. O critério de escolha é justamente o oposto ao do tipo menor preço, ou seja, o vencedor será o proponente que ofertar o maior valor (MATTOS, 2019, p. 318).

2.3.7 Fases da licitação

O procedimento licitatório no Brasil é dividido em duas fases: interna, que ocorre inteiramente dentro do órgão contratante; e externa, em que, a partir da publicação do edital, se inicia a participação das empresas proponentes (MATTOS, 2019, p. 319).

2.3.7.1 Fase interna

Na fase interna, ocorrem, segundo Mattos (2019, p. 319), as seguintes etapas:

- Abertura do processo administrativo: a partir da iniciativa do órgão contratante, o procedimento licitatório é autorizado, definindo o escopo da licitação;
- Pesquisa de mercado/orçamento: é feita a estimativa de custo de aquisição de bem ou serviço pelo órgão contratante para serem

definidas a modalidade a ser adotada e a reserva de recursos necessários;

- Elaboração do edital ou convite: o ato convocatório é elaborado, com o esclarecimento de todas as regras do procedimento.

Nos termos do Art. 40, inciso XI, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o edital deverá indicar

Critério de reajuste, que deverá retratar a variação efetiva do custo de produção, admitida a adoção de índices específicos ou setoriais, desde a data prevista para apresentação da proposta, ou do orçamento a que essa proposta se referir, até a data do adimplemento de cada parcela.

No caso de obras e serviços, no Art. 7º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, é disposto que a sequência de atividades a serem realizadas se dá pelo projeto básico, seguido pelo projeto executivo e, posteriormente ou concomitantemente a esse, a execução da obra ou do serviço, de forma que cada atividade deve ser precedida da conclusão e aprovação da atividade anterior pela autoridade competente.

De acordo com o Art. 9º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

Não poderá participar, direta ou indiretamente, da licitação ou da execução de obra ou serviço e do fornecimento de bens a eles necessários: I - o autor do projeto, básico ou executivo, pessoa física ou jurídica; II - empresa, isoladamente ou em consórcio, responsável pela elaboração do projeto básico ou executivo ou da qual o autor do projeto seja dirigente, gerente, acionista ou detentor de mais de 5% (cinco por cento) do capital com direito a voto ou controlador, responsável técnico ou subcontratado; III - servidor ou dirigente de órgão ou entidade contratante ou responsável pela licitação.

Entretanto, o Art. 9º, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, afirma que o autor do projeto ou a empresa referida no inciso II do mesmo artigo poderão participar, na licitação ou na execução, como consultor ou técnico, em funções de fiscalização, supervisão ou gerenciamento, essencialmente a cargo do órgão contratante.

Ademais, no orçamento existente, segundo o Art. 7º, §3º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

É vedado incluir no objeto da licitação a obtenção de recursos financeiros para sua execução, qualquer que seja a sua origem, exceto nos casos de empreendimentos executados e explorados sob o regime de concessão, nos termos da legislação específica.

2.3.7.1.1 Sistemas de referência

A orçamentação detalhada de uma obra ou serviço de engenharia público começa assim que se tem em mãos os projetos necessários, elaborados sob responsabilidade do órgão contratante. Além de observar o que a Lei de Licitações e a legislação aplicável estabelece, é fundamental, particularmente na orçamentação, atentar-se ao Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, que, segundo seu Art. 1º,

[...] Estabelece regras e critérios a serem seguidos por órgãos e entidades da administração pública federal para a elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União.

Sobre os objetos relativos à construção civil, o Art. 3º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, esclarece que

O custo global de referência de obras e serviços de engenharia, exceto os serviços e obras de infraestrutura de transporte, será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - Sinapi, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil.

Já sobre os objetos relativos à infraestrutura dos transportes, o Art. 4º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, determina que

O custo global de referência dos serviços e obras de infraestrutura de transportes será obtido a partir das composições dos custos unitários previstas no projeto que integra o edital de licitação, menores ou iguais aos seus correspondentes nos custos unitários de referência do Sistema de Custos Referenciais de Obras - Sicro, cuja manutenção e divulgação caberá ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de infraestrutura de transportes.

O Art. 5º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, afirma que o uso do SINAPI e do SICRO são apenas preferenciais, sendo permitido desenvolvimento de novos sistemas de referência de custos, contanto que haja demonstração de sua necessidade por meio de justificativa técnica aprovada pelo Ministério da Economia, que englobou as funções do extinto Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Caso não seja viável a definição dos custos pelo SINAPI, SICRO ou por um novo sistema de referência de custos, o Art. 6º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, explica que

[...] A estimativa de custo global poderá ser apurada por meio da utilização de dados contidos em tabela de referência formalmente aprovada por órgãos ou entidades da administração pública federal em publicações técnicas especializadas, em sistema específico instituído para o setor ou em pesquisa de mercado.

Segundo o Art. 8º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, na elaboração do orçamento de referência, o contratante pode adotar especificidades locais ou de projeto, desde que justificado em relatório técnico elaborado por profissional habilitado. Com a aprovação do relatório pelo órgão gestor dos recursos, os custos unitários de referência poderão exceder os custos correspondentes do sistema de referência adotado, sendo dispensada qualquer compensação de outro serviço.

2.3.7.2 Fase externa

A fase externa se divide em cinco etapas: publicação do edital, habilitação, julgamento, homologação e adjudicação. Essa é a regra, mas, conforme Scatolino (2017, p. 136), “dependendo da modalidade a ser adotada, essas fases podem inverter-se, como é o caso do pregão, ou pode haver a sua supressão de uma delas, como ocorre com a modalidade convite que a lei não exige publicação de edital”.

2.3.7.2.1 Publicação do edital

A fase externa se inicia com a publicação do edital, instrumento em que estarão todas as informações do procedimento e todos os detalhes necessários para a

participação, a habilitação e o julgamento das empresas interessadas, sempre a Lei de Licitações e a legislação aplicável (MATTOS, 2019, p. 319).

Conforme Mattos (2019, p. 319), a empresa interessada conhecerá nessa fase “[...] o objeto a ser licitado, os requisitos de participação, a documentação exigida, o valor estimado da contratação, o prazo para apresentação da proposta, a forma de apresentação, o local de entrega dos envelopes [...]”, dentre outros detalhes fundamentais.

Nos termos do Art. 21 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

Os avisos contendo os resumos dos editais das concorrências, das tomadas de preços, dos concursos e dos leilões, embora realizados no local da repartição interessada, deverão ser publicados com antecedência, no mínimo, por uma vez: I - no Diário Oficial da União, quando se tratar de licitação feita por órgão ou entidade da Administração Pública Federal e, ainda, quando se tratar de obras financiadas parcial ou totalmente com recursos federais ou garantidas por instituições federais; II - no Diário Oficial do Estado, ou do Distrito Federal quando se tratar, respectivamente, de licitação feita por órgão ou entidade da Administração Pública Estadual ou Municipal, ou do Distrito Federal; III - em jornal diário de grande circulação no Estado e também, se houver, em jornal de circulação no Município ou na região onde será realizada a obra, prestado o serviço, fornecido, alienado ou alugado o bem, podendo ainda a Administração, conforme o vulto da licitação, utilizar-se de outros meios de divulgação para ampliar a área de competição.

Além disso, o Art. 21, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, afirma que “o aviso publicado conterà a indicação do local em que os interessados poderão ler e obter o texto integral do edital e todas as informações sobre a licitação”.

De acordo com Mattos (2019, p. 320), caso haja dúvida sobre qualquer ponto do edital ou de seus anexos, poderá ser enviado ao órgão um pedido de esclarecimento, com prazo de envio e forma de apresentação a serem fixados no edital.

Segundo o Art. 21, §2º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 e o Art. 4º da Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, os prazos contados a partir das publicações dos avisos até o recebimento das propostas estão apresentados na Quadro 1.

Quadro 1 – Prazos para recebimento das propostas

Modalidade	Prazo
Concorrência	45 dias: contrato por regime de empreitada integral ou licitação do tipo melhor técnica ou técnica e preço; 30 dias: demais casos.
Tomada de preços	30 dias: licitação do tipo melhor técnica ou técnica e preço; 15 dias: demais casos.
Convite	5 dias
Concurso	45 dias
Leilão	15 dias
Pregão	8 dias

Fonte: Adaptado de Mattos (2019, p. 320)

2.3.7.2.2 Habilitação

A habilitação é a segunda etapa da fase externa e, conforme o Art. 27 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, será exigido dos interessados documentação relativa à habilitação jurídica, à qualificação técnica, à qualificação econômico-financeira, à regularidade fiscal e trabalhista e ao cumprimento do disposto no inciso XXXIII do Art. 7º da Constituição Federal.

Conforme o Art. 28 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a habilitação jurídica consiste em:

I - Cédula de identidade; II - registro comercial, no caso de empresa individual; III - ato constitutivo, estatuto ou contrato social em vigor, devidamente registrado, em se tratando de sociedades comerciais, e, no caso de sociedades por ações, acompanhado de documentos de eleição de seus administradores; IV - inscrição do ato constitutivo, no caso de sociedades civis, acompanhada de prova de diretoria em exercício; V - decreto de autorização, em se tratando de empresa ou sociedade estrangeira em funcionamento no País, e ato de registro ou autorização para funcionamento expedido pelo órgão competente, quando a atividade assim o exigir.

Segundo o Art. 30 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a qualificação técnica será comprovada por:

I - Registro ou inscrição na entidade profissional competente; II - comprovação de aptidão para desempenho de atividade pertinente e compatível em características, quantidades e prazos com o objeto da licitação, e indicação das instalações e do aparelhamento e do pessoal técnico adequados e disponíveis para a realização do objeto da licitação, bem como da qualificação de cada um dos membros da equipe técnica que se responsabilizará pelos trabalhos; III - Comprovação, fornecida pelo órgão licitante, de que recebeu os documentos, e, quando exigido, de que tomou conhecimento de todas as informações e das condições locais para o cumprimento das obrigações objeto da licitação; IV - prova de atendimento de requisitos previstos em lei especial, quando for o caso.

O Art. 31 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, detalha que a qualificação econômico-financeira conterá:

I - Balanço patrimonial e demonstrações contábeis do último exercício social, já exigíveis e apresentados na forma da lei, que comprovem a boa situação financeira da empresa, vedada a sua substituição por balancetes ou balanços provisórios, podendo ser atualizados por índices oficiais quando encerrado há mais de 3 (três) meses da data de apresentação da proposta; II - certidão negativa de falência ou concordata expedida pelo distribuidor da sede da pessoa jurídica, ou de execução patrimonial, expedida no domicílio da pessoa física; III - garantia, nas mesmas modalidades e critérios previstos no *caput* e § 1º do art. 56 desta Lei, limitada a 1% (um por cento) do valor estimado do objeto da contratação.

O citado Art. 56, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, afirma que, a partir da exigência pelo órgão contratante, no edital, da prestação de garantia em contratações de obras, serviços e compras, cabe ao contratado escolher uma das seguintes modalidades:

I - Caução em dinheiro ou em títulos da dívida pública, devendo estes ter sido emitidos sob a forma escritural, mediante registro em sistema centralizado de liquidação e de custódia autorizado pelo Banco Central do Brasil e avaliados pelos seus valores econômicos, conforme definido pelo Ministério da Fazenda; II - seguro-garantia; III - fiança bancária.

De acordo com o Art. 31 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Administração pode ainda, na execução de obras e serviços, exigir capital mínimo

ou patrimônio líquido mínimo, não podendo exceder a 10% do valor estimado da contratação.

Nos termos do Art. 29 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a regularidade fiscal e trabalhista será comprovada por:

I - Prova de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) ou no Cadastro Geral de Contribuintes (CGC); II - prova de inscrição no cadastro de contribuintes estadual ou municipal, se houver, relativo ao domicílio ou sede do licitante, pertinente ao seu ramo de atividade e compatível com o objeto contratual; III - prova de regularidade para com a Fazenda Federal, Estadual e Municipal do domicílio ou sede do licitante, ou outra equivalente, na forma da lei; IV - prova de regularidade relativa à Seguridade Social e ao Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), demonstrando situação regular no cumprimento dos encargos sociais instituídos por lei; V – prova de inexistência de débitos inadimplidos perante a Justiça do Trabalho, mediante a apresentação de certidão negativa, nos termos do Título VII-A da Consolidação das Leis do Trabalho, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943.

Para finalizar a documentação exigida, a empresa participante deverá comprovar o cumprimento do disposto no Art. 7º, inciso XXXIII, da Constituição Federal, que estabelece como direito social a “proibição de trabalho noturno, perigoso ou insalubre a menores de dezoito e de qualquer trabalho a menores de dezesseis anos, salvo na condição de aprendiz, a partir de quatorze anos” (BRASIL, 1988).

É importante destacar que, conforme o que diz no Art. 32 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, toda a documentação exigida na etapa de habilitação pode ser apresentada em original; por cópia autenticada em cartório ou por servidor da administração; ou em publicação em órgão da imprensa oficial.

2.3.7.2.3 Julgamento

A terceira etapa da fase externa é a de julgamento das propostas, que, segundo o Art. 45 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, deve ser

[...] Objetivo, devendo a Comissão de licitação ou o responsável pelo convite realizá-lo em conformidade com os tipos de licitação, os critérios previamente estabelecidos no ato

convocatório e de acordo com os fatores exclusivamente nele referidos, de maneira a possibilitar sua aferição pelos licitantes e pelos órgãos de controle.

Até a etapa de julgamento todo o controle do procedimento licitatório é feito pela comissão de licitação. Nos termos do Art. 51 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

A habilitação preliminar, a inscrição em registro cadastral, a sua alteração ou cancelamento, e as propostas serão processadas e julgadas por comissão permanente ou especial de, no mínimo, 3 (três) membros, sendo pelo menos 2 (dois) deles servidores qualificados pertencentes aos quadros permanentes dos órgãos da Administração responsáveis pela licitação.

2.3.7.2.4 Homologação

A quarta etapa da fase externa se dá pela homologação, que nada mais é que o ato da autoridade superior à comissão de licitação para analisar a regularidade do procedimento licitatório, com posterior aprovação (SCATOLINO, 2017, p. 145).

2.3.7.2.5 Adjudicação

A adjudicação é a última etapa da fase externa e, logo, do procedimento licitatório. Nessa etapa, ocorre a atribuição do objeto de contratação ao vencedor, ou seja, garante-lhe preferência no momento da contratação (SCATOLINO, 2017, p. 146).

Segundo o Art. 64 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Administração deverá contratar o interessado dentro do prazo, prorrogável uma vez por igual período com motivação aceita pela Administração, e condições estabelecidos, sob pena de decair o direito de contratação, sendo que, caso decorra 60 dias a partir da entrega das propostas e a Administração não convoque nenhum interessado, todos os licitantes ficam liberados dos compromissos assumidos.

Nos termos do Art. 64, §2º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

É facultado à Administração, quando o convocado não assinar o termo de contrato ou não aceitar ou retirar o instrumento equivalente no prazo e condições estabelecidos, convocar os

licitantes remanescentes, na ordem de classificação, para fazê-lo em igual prazo e nas mesmas condições propostas pelo primeiro classificado, inclusive quanto aos preços atualizados de conformidade com o ato convocatório, ou revogar a licitação independentemente da cominação prevista no art. 81 desta Lei.

O Art. 81 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, prevê que, caso o vencedor da licitação não assinar o contrato, ele estará descumprindo todas as obrigações assumidas, o que o sujeitará às sanções legalmente estabelecidas. Entretanto, essas sanções se aplicam apenas ao vencedor, ou seja, não são aplicáveis aos licitantes remanescentes citados no Art. 64, §2º, da Lei de Licitações.

Scatolino (2017, p. 146) destaca que, caso ocorra alguma ilegalidade, o procedimento licitatório pode ser anulado de ofício ou por provocação de terceiros, em forma de parecer escrito e devidamente fundamentado, assegurado contraditório e ampla defesa.

De acordo com o Art. 59 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a declaração de nulidade do contrato administrativo tem efeito retroativo, de forma que os efeitos jurídicos que foram produzidos serão desconstituídos e os que seriam produzidos, impedidos. Se a nulidade decorrer de ato da Administração, ela deverá indenizar o contratado pelo que ele houver executado e por qualquer outro prejuízo comprovado até a data da declaração de nulidade.

2.3.8 Preço inexecutável

Nos termos do Art. 48 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, serão desclassificadas:

I - As propostas que não atendam às exigências do ato convocatório da licitação; II - propostas com valor global superior ao limite estabelecido ou com preços manifestamente inexecutáveis, assim considerados aqueles que não venham a ter demonstrada sua viabilidade através de documentação que comprove que os custos dos insumos são coerentes com os de mercado e que os coeficientes de produtividade são compatíveis com a execução do objeto do contrato, condições estas necessariamente especificadas no ato convocatório da licitação.

O Art. 48, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, esclarece que, considerando obras e serviços de engenharia, são preços inexequíveis os que forem inferiores a 70% do valor orçado pelo contratante ou da média aritmética dos valores das propostas superiores a 50% do que foi orçado pelo contratante, o que for menor.

2.3.9 Recursos

Segundo Mattos (2019, p. 325), é cabível a interposição de recurso por qualquer empresa licitante contra ato da Administração que não siga a Lei de Licitações e a legislação aplicável. Segundo Scatolino (2017, p. 162-163), o Quadro 2 traz o Art. 109 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que trata dos recursos administrativos.

Quadro 2a – Recursos administrativos

Recurso	Hipóteses	Observações
Recurso Hierárquico – prazo de interposição de 5 dias úteis a partir da intimação do ato ou da lavratura da ata (exceção: convite – 2 dias úteis)	1) Habilitação ou inabilitação do licitante; 2) Julgamento das propostas;	Efeito suspensivo vinculado , podendo ainda a Administração atribuir ao recurso interposto eficácia suspensiva aos demais recursos caso haja motivação e razões de interesse público.
	3) Anulação ou revogação da licitação; 4) Indeferimento do pedido de inscrição em registro cadastral, sua alteração ou cancelamento; 5) Rescisão unilateral do contrato; 6) Aplicação das penas de advertência, suspensão temporária ou de multa;	Efeito suspensivo discricionário.

Fonte: Adaptado de Scatolino (2017, p. 162-163)

Quadro 2b – Recursos administrativos

Recurso	Hipóteses	Observações
Representação – prazo de interposição de 5 dias úteis a partir da intimação da decisão (exceção: convite – 2 dias úteis)	7) Decisão relacionada com o objeto da licitação ou do contrato, desde que não seja aplicável recurso hierárquico;	
Pedido de reconsideração	8) Sanção de declaração de inidoneidade de licitante por parte de Ministro de Estado, ou Secretário Estadual ou Municipal, no prazo de 10 dias úteis da intimação do ato.	

Fonte: Adaptado de Scatolino (2017, p. 162-163)

De acordo com o Art. 109, §1º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a intimação dos atos nas hipóteses 1, 2, 3 e 5, excluídos casos de advertência e de multa de mora, e no pedido de reconsideração será feita em publicação na imprensa oficial, excetuadas as hipóteses 1 e 2 se estiverem presentes os prepostos dos licitantes no ato em que tenha sido adotada a decisão, que poderá ser feita por comunicação direta e lavrada em ata.

Conforme Art. 109, §§3º e 6º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, assim que o recurso administrativo for interposto, haverá a comunicação desse aos demais licitantes, que poderão impugná-lo no prazo de 5 dias úteis ou, no caso de convite, 2 dias úteis.

O Art. 109, §4º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, explica que o recurso administrativo será direcionado à autoridade superior por meio da que praticou o ato, que poderá reconsiderar a decisão, no prazo de 5 dias úteis, ou encaminhar à autoridade superior no mesmo prazo, de forma que a decisão final deverá ser proferida no prazo de 5 dias úteis a partir do recebimento do recurso, sob pena de responsabilidade.

2.3.10 Contrato

Mattos (2019, p. 326) destaca que após o procedimento licitatório, a empresa vencedora é chamada para assinar o contrato, em que deverá constar o prazo de vigência, ou seja, o prazo para a entrega final do bem ou serviço. Ainda segundo o autor, as cláusulas indispensáveis no contrato administrativo firmado são:

- Vinculação ao edital;
- Descrição e preço do objeto contratado;
- Regime de execução (tarefa, empreitada integral, empreitada por preço global ou por preço unitário);
- Condições de pagamento;
- Reajustamento (critérios, data-base e periodicidade);
- Datas-marco (datas de início, recebimento de etapas, conclusão e entrega);
- Fonte dos recursos;
- Garantia oferecida (caução em dinheiro ou em títulos da dívida pública, seguro-garantia ou fiança bancária);
- Direitos e responsabilidade das partes;
- Penalidades e multas; e
- Casos de rescisão contratual, descritos no Art. 78 da Lei de Licitações.

É muito comum que haja alterações da situação durante a execução do contrato, como mudanças nas especificações e ajustes no projeto; e acréscimo ou diminuição de determinados serviços e de seus quantitativos, o que permite que, dentro dos limites da Lei de Licitações, se faça alterações no contrato (MATTOS, 2019, p. 326).

Segundo o Art. 65 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, os contratos poderão ser alterados unilateralmente pela Administração ou por acordo entre as partes, sendo que o contratado deve aceitar, nas mesmas condições contratuais, acréscimos ou supressões que forem feitos em obras, serviços ou compras de até

25% do valor inicial atualizado do contrato, e, no caso de reforma de edifício ou equipamento, de até 50% para seus acréscimos.

Nos termos do Art. 65, §8º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993,

A variação do valor contratual para fazer face ao reajuste de preços previsto no próprio contrato, as atualizações, compensações ou penalizações financeiras decorrentes das condições de pagamento nele previstas, bem como o empenho de dotações orçamentárias suplementares até o limite do seu valor corrigido, não caracterizam alteração do mesmo, podendo ser registrados por simples apostila, dispensando a celebração de aditamento.

3 ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO ANALÍTICO EM OBRAS PÚBLICAS

Diante do que foi exposto, é notável que as obras e os serviços de engenharia públicos devem ser orçados utilizando a técnica do orçamento analítico, pois a utilização dos recursos financeiros públicos deve fundamentar-se, dentre outros princípios, na máxima eficiência. As técnicas de estimativa de custos e orçamento preliminar podem servir para uma análise prévia, mas não devem ser utilizadas com o objetivo de formular o orçamento final, devido às suas imprecisões.

3.1 Perspectivas da orçamentação

É possível analisar e descrever a elaboração do orçamento em duas partes ou perspectivas: a do órgão contratante, presente na fase interna da licitação; e a das empresas licitantes, presente na fase externa da licitação.

3.1.1 Perspectiva do órgão contratante

Para a verificação da disponibilidade de recursos e, logo, da viabilidade da execução de obra ou serviço, é recomendável que a Administração faça uma estimativa de custos.

Posteriormente, ao se disponibilizar os projetos necessários para a execução da obra ou serviço, o orçamentista sob responsabilidade do órgão contratante deverá realizar o levantamento dos quantitativos. Dependendo do nível de experiência do

profissional, essa etapa é a mais desafiadora, pois, independentemente de se tratar de obra pública, é necessário um bom conhecimento prévio dos diversos serviços e atividades que podem englobar a obra.

É preciso entender que a maioria das atividades que envolvem uma obra de construção civil ou uma de infraestrutura, por exemplo, possuem composições semelhantes ou até iguais ao se comparar uma determinada atividade entre obras diferentes, sendo que o custo total da atividade é o que mais tem chance de diferir, devido ao fato de cada obra possuir seus próprios quantitativos.

Ao analisar a composição de custos de atividade semelhante – não necessariamente igual – a alguma que está contida nos projetos referentes ao objeto da licitação, é possível ter uma melhor noção de quais insumos podem estar envolvidos nela para que, assim, seja feito o levantamento dos quantitativos propriamente dito.

Portanto, desde o levantamento dos quantitativos, a utilização dos sistemas de referência já se torna muito importante, sendo que eles trazem as composições dos custos unitários dos insumos envolvidos em cada atividade. Da mesma forma que os sistemas de referência oficiais, a observação e análise de projetos e orçamentos de obras anteriores sob responsabilidade do órgão podem ser fundamentais nessa etapa, podendo compor um sistema de referência próprio.

Após o devido levantamento dos quantitativos, será elaborada a composição de custos por meio da utilização de sistemas de referência ou da pesquisa de mercado.

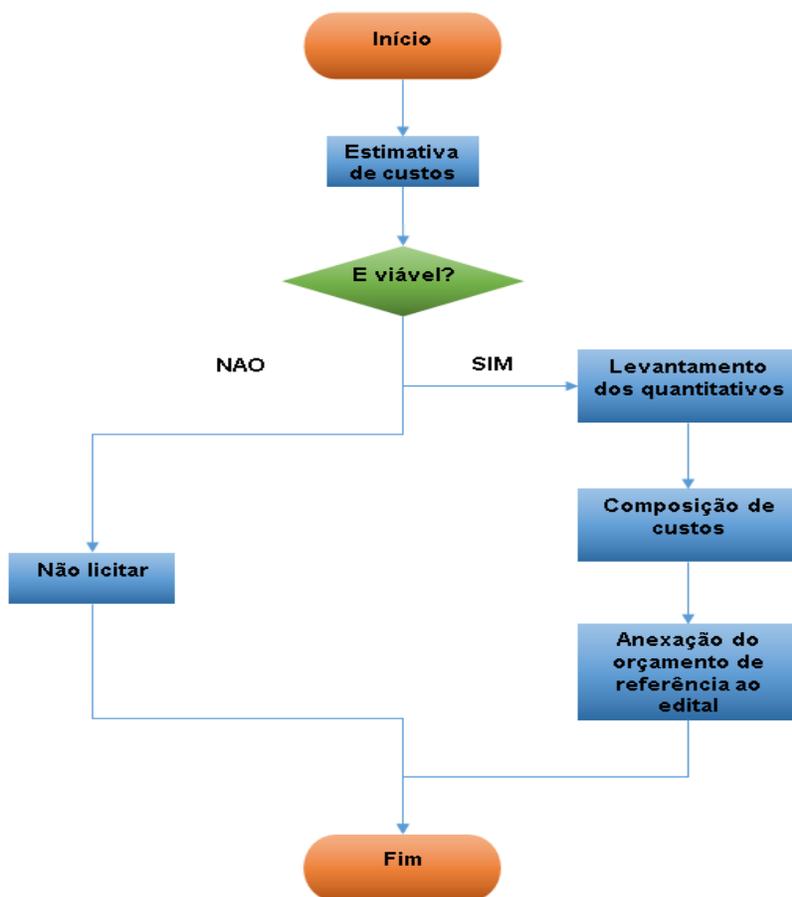
Na perspectiva do contratante, a agilidade de se orçar com o uso de sistemas de referência, como SINAPI ou SICRO, praticamente não encontra obstáculos, sendo sua utilização, embora não obrigatória, permitida e até incentivada pelo citado Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013.

Embora ambos os sistemas de referência citados sejam mantidos relativamente atualizados e tenham um bom grau de confiabilidade, é notável que a pesquisa de mercado, apesar de menos ágil, resulta em custos unitários ainda mais atualizados e confiáveis.

Desse modo, a tendência é que a Administração Pública utilize, na etapa de composição de custos, os sistemas de referência para todos os itens neles presentes e complemente o restante da composição com a pesquisa de mercado, devidamente justificada em relatório técnico.

De forma resumida, o processo de orçamentação por parte do órgão contratante está demonstrado no Fluxograma

Fluxograma 1 – Processo de orçamentação pelo órgão contratante.



Fonte: Autor

3.1.2 Perspectiva da empresa licitante

Para que determinada empresa licitante possa elaborar sua proposta, ela precisa ter em mãos os projetos e o orçamento de referência do objeto da licitação, todos anexados ao edital.

A partir disso, o ideal é que a empresa faça seu próprio levantamento quantitativo e sua própria composição de custos para que tenha certeza de que não há nenhuma incoerência do orçamento de referência com o objeto da licitação. Caso haja, caberá a empresa participante interpor recurso, mais especificamente a representação, com vista à correção de qualquer incoerência e, posteriormente, ao prosseguimento da licitação.

Na perspectiva da empresa licitante, a composição de custos pode ser elaborada por meio da utilização de sistemas de referência ou da pesquisa de mercado, assim como na do contratante. Entretanto, como o objetivo da empresa é vencer a licitação, a tendência é que se faça a pesquisa de mercado, pois a licitante poderá obter preços com possíveis descontos se houver fidelidade com determinado fornecedor ou preços mais atualizados, com margem para negociações com fornecedores.

Ao considerar que a Administração Pública disponibiliza a composição de custos no edital para coibir a prática do desbalanceamento, a empresa licitante necessita de muita cautela na formação do BDI para que esse não seja tão pequeno a ponto de a licitante ficar no prejuízo caso vença a licitação ou correr o risco de elaborar uma proposta de preço inexequível; ou tão elevado a ponto de a candidata elaborar uma proposta pouco competitiva.

É válido ressaltar que o BDI formado em relação aos custos diretos calculados pela empresa licitante não será necessariamente o mesmo BDI contido no preço final da proposta, pois a composição de custos diretos formulada pela licitante e a formulada pelo órgão contratante têm uma alta tendência de diferirem, devido, principalmente, à utilização de fontes diferentes, como, por exemplo, diferentes sistemas de referência e a pesquisa de mercado.

Com exceção do lucro, todos os custos englobados no BDI são praticamente fixos para todas as obras da licitante, pois dependem de fatores relativos diretamente

à empresa, ou serão definidos para cada obra, sendo relativos unicamente a características exclusivas de cada empreendimento.

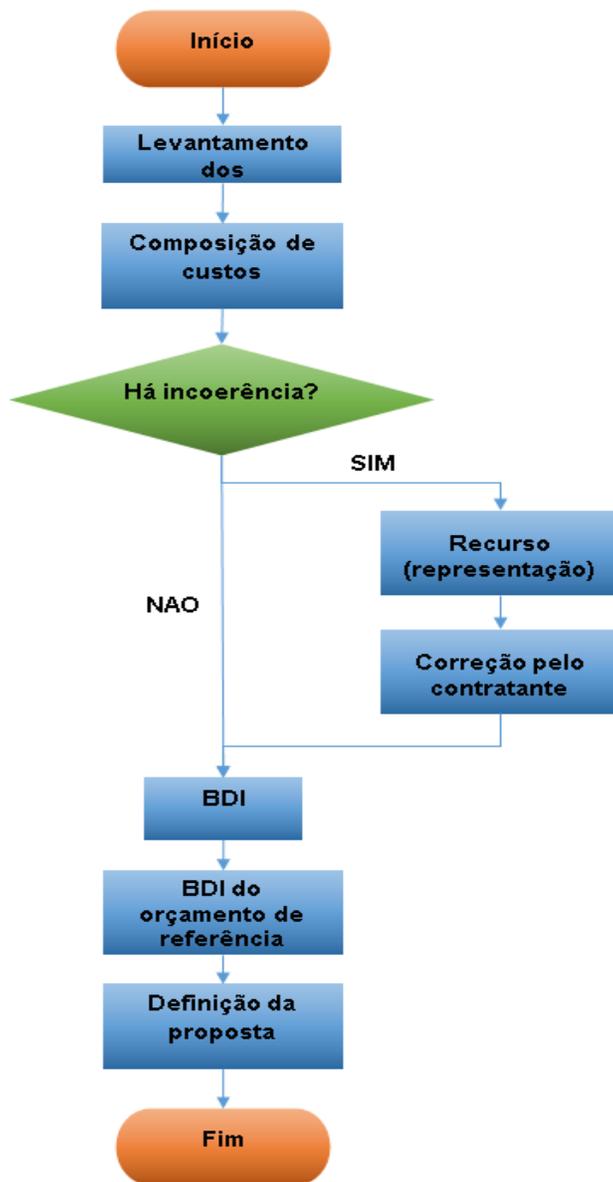
O lucro de cada obra representa o objetivo da empresa para aquele empreendimento e/ou para a empresa como um todo. É evidente que o lucro pode fazer com que a empresa cresça e se desenvolva já a curto prazo, porém, no caso de obras públicas, a imagem que a empresa passará ao público com aquele empreendimento adquire ainda mais importância.

Se a empresa dividir melhor a representatividade do seu objetivo no lucro e na imagem a ser passada com aquele empreendimento, o valor final da proposta tenderá a ser menor e, portanto, mais competitivo. Além disso, o papel da boa imagem a ser passada se traduzirá em crescimento e desenvolvimento a médio e longo prazos, pois serão atraídos mais clientes, públicos e privados, para a empresa.

Portanto, para a definição do valor final da proposta, a empresa licitante calculará o BDI a partir da sua composição de custos, seguindo a sequência das Equações 1 e 2, e depois encontrará um fator multiplicador equivalente ao BDI do orçamento de referência, resultante da razão entre o preço de venda – preço final da proposta – e o valor final dos custos diretos calculados pelo órgão contratante – orçamento de referência.

De forma resumida, o processo de orçamentação por parte da empresa licitante está demonstrado no Fluxograma 2.

Fluxograma 2 - Processo de orçamentação pela empresa licitante.



Fonte: Autor

4 CONCLUSÃO

Desde a etapa da concepção de determinada obra ou serviço, é fundamental que todo o processo realizado para se chegar ao objeto final seja desenvolvido e monitorado com muita atenção para minimizar os obstáculos encontrados.

Nos processos licitatórios, essa atenção deve ser ainda maior, pois, além dos possíveis problemas encontrados nas etapas da construção de um empreendimento ou da realização de serviço, a legislação impõe regras e limites que dificultam ainda mais todo o processo.

Pertencente ao planejamento da obra ou do serviço, a orçamentação não é exceção nesse aspecto, de forma que, ao se possuir um roteiro de atividades que essa etapa exige, a elaboração do orçamento pode ser otimizada, pois, além de evitar problemas que possam surgir, é possível também um melhor aproveitamento do tempo disponível até a apresentação das propostas nas licitações.

Com a utilização de roteiros, como, por exemplo, fluxogramas, essa otimização é essencial não só no caso de obras públicas, mas também em obras privadas, o que torna possível uma maior competitividade por parte da construtora e uma maior eficiência em todo o planejamento.

5 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

- Compreender a importância do orçamento analítico no controle de execução de obras públicas no Brasil;
- Detalhar os estudos sobre o CUB e CMG, incluindo a importância destes previamente ao início do procedimento licitatório;
- Analisar a gestão de riscos em licitações públicas, incluindo o detalhamento das parcelas previstas no BDI.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 1º jul. 2021, 09:50.

BRASIL. Decreto nº 10.024, de 20 de setembro de 2019. Regulamenta a licitação, na modalidade pregão, na forma eletrônica, para a aquisição de bens e a contratação de serviços comuns, incluídos os serviços comuns de engenharia, e dispõe sobre o uso da dispensa eletrônica, no âmbito da administração pública federal. Brasília, 20 set. 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10024.htm>. Acesso em: 20 jul. 2021, 13:15.

BRASIL. Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Brasília, 8 abr. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/D7983.htm>. Acesso em: 20 jul. 2021, 13:10.

BRASIL. Decreto nº 9.412, de 18 de junho de 2018. Atualiza os valores das modalidades de licitação de que trata o art. 23 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Brasília, 18 jun. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9412.htm>. Acesso em: 10 jun. 2021, 14:35.

BRASIL. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Brasília, 17 jul. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110520.htm>. Acesso em: 15 jun. 2021. 13:55.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, 1º abr. 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm>. Acesso em: 19 ago. 2021. 23:40.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, 21 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm>. Acesso em: 09 jun. 2020, 17:50.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Acórdão TCU 1380/2008 – Plenário. Relator: Ministro Marcos Vinícios Vilaça. Acórdão, 16 jul. 2008. LexML: Rede de Informação Legislativa e Jurídica. Disponível em: <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:tribunal.contas.uniao;plenario:acordao:2008-07-16;1380>>. Acesso em: 28 mai. 2021, 14:45.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Processo Administrativo TC 036.076/2011-2. Estudo sobre taxas referenciais de BDI de obras públicas e de equipamentos e materiais relevantes. Relator: Ministro Marcos Bemquerer Costa. Processo Administrativo, 3 out. 2011 a 18 mar. 2012 e 29 out. 2012 a 31 mai. 2013. Disponível em: <<https://www.genebraseguros.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Estudo-BDI-TCU.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021, 14:40.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Custos Médios Gerenciais. Volume 01: Manual de Metodologia. 1. ed. – Brasília, 2019, p. 14.

DUTRA, Gustavo Henrique Lobo; MELO, Rafael Chaveiro. Planejamento: Utilização de pré-orçamento detalhado e planilhas físico-econômicas em residências. 2018, p. 36. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – UniEvangélica. 2018.

GOLDMAN, Pedrinho. Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira. São Paulo: Pini, 1997, p. 69, 105.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. Noções de orçamento e planejamento de obras. São Leopoldo, 2008, p. 25.

MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obras. 3. ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2019, p. 19, 20, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 42, 44, 50, 95, 96, 105, 119, 120, 240, 255, 259, 260, 261, 265, 266, 274, 279, 280, 281, 283, 284, 301, 303, 308, 311, 312, 313, 314, 315, 317, 318, 319, 320, 325, 326.

SCATOLINO, Gustavo. Direito administrativo objetivo: teoria e questões. 5. ed. rev. atual. – Brasília: Alumnus, 2017, p. 136, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 155.

SILVA, Alessandro Costa et al. Desoneração da folha de pagamento análise e modelo alternativo. 2015, p. 11. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação) – Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, IBMEC. 2015.

TAVES, Guilherme Gazzoni. Engenharia de custos aplicada à construção civil. 2014, p. 22, 23, 25, 27, 28. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2014.

TISAKA, Maçahiko. Orçamento na construção civil. São Paulo: Pini, 2006, p. 37, 56.

VIEIRA, Felipe. Orçamento e estrutura analítica de projeto de edifício residencial multifamiliar. 2014, p. 24. 124 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2014.

XAVIER, Ivan. Orçamento, planejamento e custos de obras. São Paulo: Fupam, 2008, p. 5, 24, 25, 28.

MONITORAMENTO E CONTROLE DE EDIFICAÇÕES EM ZONAS DE RISCO: A ESCAVAÇÃO DE UM TÚNEL URBANO

Diandra Mara Gonzaga Firmiano]

Vinícius Resende Domingues

RESUMO

A expansão urbana e o aumento populacional são fatores crescentes e marcantes nas metrópoles. Estruturar e ordenar este crescimento é um desafio importante conhecido pela engenharia. A notória contribuição dos túneis, no cenário exposto, é auxiliar na atribuição do espaço subterrâneo para as obras de infraestrutura, enquanto, conseqüentemente, prioriza-se o espaço de superfície para convivência e moradia. Para executar construções que atendam a tríplice restrição de custo, prazo e qualidade, têm-se como relevante fator o controle das interferências nas estruturas lindeiras. Para isso, é necessário um planejamento robusto sobre os riscos envolvidos no projeto e na execução do empreendimento. Um caso comum nas obras de túneis urbanos é a interferência com edificações e, por este motivo, é enfoque deste trabalho o monitoramento e controle dessas estruturas em zonas de risco. Para aplicar o conhecimento teórico, foi analisado um caso prático de um túnel escavado pelo método convencional com um sistema de instrumentação e plano de controle sobre as movimentações das edificações. Antes de iniciar a intervenção, foi constatada a importância de investimentos em vistorias cautelares, com riqueza em dados iniciais, para monitorar patologias prévias e destacar os cuidados a serem tomados para evitar surgimentos e progressões. Para atender ao plano de instrumentação, foram instalados sistemas de instrumentação e as leituras foram correlacionadas ao plano de monitoramento. Por fim, foi realizada a análise do impacto da escavação nas edificações lindeiras, concluindo sobre as abordagens de maior importância para o gerenciamento de riscos das manifestações patológicas nas edificações.

Palavras-chave: Túneis Urbanos. Gerenciamento de Riscos. Manifestações Patológicas.

ABSTRACT

The urban expansion and population growth are striking factors in metropolises. Structuring and ordering this growth is a significant challenge to

engineering. The notorious contribution of the tunnels in this scenario is to assist in the allocation of underground space for infrastructure works, while, consequently, priority is given to the surface space for social living and housing. In order to perform builds that meet the three main factors about cost, time and quality, the control of interferences in neighboring structures is a relevant requirement. It is necessary a robust planning about the risks involved in the project and in the execution of the enterprise. A common case in urban tunnel is the interference with buildings and, for this reason, this study objective is the monitoring and control of these structures in risk zones. To apply theoretical knowledge, a practical case of a tunnel excavated by the conventional method with an instrumentation system and a control plan over building movements was analyzed. Before starting the intervention, the importance of investments in building inspections, with a wealth of initial data, to monitor previous pathologies and highlight the precautions to be taken to prevent the emergence and progression of problems was confirmed. To meet the instrumentation plan, instrumentation systems were installed and the readings were correlated to the monitoring plan. Finally, an analysis of the impact of excavation on adjacent buildings was performed, concluding on the most important approaches for risk management of pathological manifestations in buildings.

Keywords: Urban Tunnels. Risk management. Pathological Manifestations.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa proposta busca compreender a realidade e quais os principais aspectos a serem levantados para a construção de uma das mais significativas construções viárias urbanas, que são os túneis. Devido a maiores facilidades logísticas, baixo custo e alta disponibilidade, a construção de vias em superfície é historicamente muito difundida. Porém, a ocupação superficial se torna comprometida e os espaços de convivência urbana se tornam mais escassos, com isso a qualidade de vida é reduzida. Buscando melhorar esse aspecto, a difusão de túneis urbanos é crescente, porém também acarreta desafios como os custos agregados e a escolha da melhor logística para que a obra ocorra com os menores transtornos possíveis.

Um dos principais desafios da construção de túneis em áreas densamente urbanizadas é o controle das interferências com as edificações lindeiras. Isso porque, deve-se buscar maneiras apropriadas de executar as escavações sem interferir na estabilidade e tampouco causar manifestações patológicas que venham a afetar a funcionalidade, resistência, estabilidade e estética da construção.

Sob a ótica prática, é essencial a análise da importância do monitoramento detalhado, por meio das instrumentações, verificando todos aspectos que permeiam a movimentação das edificações, com ênfase no recalque e na distorção. A verificação prévia destes aspectos proporciona segurança e economia na tomada de decisões.

O objetivo principal é evidenciar a importância dos estudos preliminares e monitoramento de edificações na construção de um túnel em área urbana densamente edificada. Os objetivos específicos buscaram utilizar como grande ferramenta a revisão das principais técnicas e formas de construção de um túnel, analisando suas particularidades, a delimitação de responsabilidades de possíveis manifestações patológicas por meio das vistorias cautelares, os parâmetros principais que devem ser instrumentados e monitorados em um túnel e toda respectiva área lindeira; e a importância de um Plano de ação emergencial bem delimitado.

Para alcançar esses objetivos, foi realizada pesquisa bibliográfica acerca da importância e detalhamento destes pontos e comparados a um estudo de caso, verificando o detalhamento prático de tais parâmetros.

O presente trabalho foi então estruturado da seguinte forma: a seção dois apresenta as principais propriedades e importância na construção de um túnel urbano; na seção três é realizada a exposição das particularidades da construção de um túnel por diferentes métodos; a seção quatro apresenta as formas que uma construção subterrânea influencia seu entorno e suas principais formas de monitoramento e controle; na quinta seção é descrito o procedimento metodológico da pesquisa; a seção seis estrutura o estudo de caso, com suas propriedades técnicas e a aplicação dos pontos levantados na literatura; a sétima seção analisa os resultados, impactos reais em que cada aspecto levantado interfere e consequências práticas; e a seção oito conclui o estudo acerca do objeto analisado na pesquisa.

2 TÚNEIS URBANOS

A presente seção tem por objetivo analisar os principais fatores contribuintes para o sucesso da execução de um túnel em ambiente urbano, tais como: as definições dos meios de construção destes em ambientes urbanos e as características de túneis urbanos no Distrito Federal.

2.1 Túneis no ambiente urbano

A necessidade de construção dos primeiros túneis começou com povos da antiguidade que buscavam maneiras de atender suas necessidades humanas, como o abastecimento e drenagem de minas e pedreiras, que anteriormente pareciam impossíveis, aliados a exploração de materiais preciosos e habitação (WAHLSTROM, 1973 *apud* LOUREIRO, 2008, p.29).

Rocha (2014) destaca que um dos maiores desafios que os engenheiros do século XIX enfrentaram foi a execução de túneis rasos próximos à superfície, inicialmente para avanços nos sistemas de adução de água e drenagem de esgotos, recurso essencial para a erradicação de doenças. Segundo o mesmo autor, estes túneis usualmente apresentavam pouca cobertura e necessidade de estrutura de pré-suporte, destinada a impedir o colapso.

Com o crescimento e desenvolvimento das cidades, a necessidade de intervenções que promovessem melhores estruturas e mobilidade foi se tornando cada vez mais marcante, principalmente em grandes metrópoles.

Com isso, o desenvolvimento urbano foi ocupando as superfícies com rodovias, ferrovias, edificações, entre outras estruturas e instalações importantes para o desenvolvimento, tomando aos poucos as áreas de vivência. Desta forma, a necessidade de obras urbanas cresce exponencialmente como alternativa para o cenário urbano poluído por elementos segregadores, que substituem praças por viadutos e estacionamentos, aliados à falta de espaço na superfície (DOMINGUES, 2016).

Como define Melo (2013) o túnel é uma passagem horizontal abaixo da superfície com função principal de proporcionar acessos e facilitar comunicação entre determinados locais intransponíveis, sendo totalmente fechados com exceção das suas aberturas nas extremidades de entrada e saída. Enquanto Loureiro (2008) frisa os principais condicionamentos impostos à prospecção geológica e geotécnica destas construções subterrâneas, tendo as principais limitações não somente devida a ocupação urbana e o tráfego superficial, mas também com a existência de diversas infraestruturas enterradas, como as de transporte, fundações, caves, condutas e

cabos, aliados aos impactos ambientais durante a fase de construção, como impactos na hidrogeologia, assentamentos à superfície, aspectos socioeconômicos, as acessibilidades, ruído, vibrações, patrimônio arqueológico, arquitetônico e qualidade do ar.

2.2 Construção de túneis no Distrito Federal

Como é definido nos estudos de Silva (2006), no Distrito Federal, o horizonte estratigráfico superficial costuma ser composto por argila porosa, sendo este um solo usualmente colapsível. Este material é caracterizado por ser argiloso, com uma coloração vermelha a vermelho-amarelada e apresentar argila, silte e areia em composições granulométricas diferenciadas. Outra característica relevante e correlacionada ao elevado potencial de colapso é o alto índice de vazios da estrutura porosa.

A construção do metrô de Brasília é uma das mais importantes experiências referentes a construção subterrânea no Distrito Federal. No estudo de Blanco (1995) são descritas as características dessa obra, que apresenta 42 km de extensão, sendo parte subterrânea e parte em superfície, com as estações subterrâneas construídas pelo método *cut and cover* e os túneis escavados através da metodologia NATM (*New Austrian Tunneling Method*). O autor também relata que, ao longo da construção do metrô, foram observados níveis de recalques muito elevados, onde os volumes de recalques superficiais foram superiores aos volumes de perda de solo, indicando a presença do fenômeno do colapso nos solos de Brasília. Porém, segundo o mesmo estudo, apesar destes recalques apresentarem valores maiores que o esperado, não ocorreram acidentes significativos ou rupturas do maciço. A única estrutura situada na área de influência da escavação que apresentou danos significativos foi um posto de abastecimento de combustíveis localizado na 115 Sul.

Segundo Metrô-DF (2021), o projeto de construção teve início em janeiro de 1991, com a criação de um Grupo Executivo de trabalho e a elaboração dos primeiros estudos sobre o impacto ambiental na obra, com a criação em maio da Coordenadoria Especial com a missão de gerenciar a construção do metrô de Brasília. Em agosto, foi lançado o edital de concorrência que classificou o Consórcio

Brasmetrô para o fornecimento de bens e serviços necessários à implantação do projeto, formado pelas construtoras Camargo Corrêa, Serveng Civilsan, Norberto Odebrecht e Andrade Gutierrez, além das fornecedoras de equipamentos elétricos Inepar e CMW, e a empresa TCBR, autora do projeto.

A Universidade de Brasília teve presença marcante nos estudos preliminares determinantes na obra do metrô de Brasília, relacionando diferentes impactos a serem avaliados. Os estudos de Rodrigues (2014) relacionam que o sistema metroviário está alicerçado no emprego de alta tecnologia e volume de investimentos em infraestrutura com o investimento de 50 vezes mais em comparação ao modal rodoviário e com o custo de manutenção e funcionamento anual equivale a 2,5 vezes. Ainda assim, em contrapartida criam-se novas perspectivas de benefícios diretos para os seus usuários e indiretos para toda a população, minimizando os gastos públicos provenientes de congestionamentos e acidentes de trânsito nas vias rodoviárias.

3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE TÚNEIS

Para escolha do método construtivo aderente à realidade local, há uma variedade de fatores relevantes e deve-se considerar, entre outros: as propriedades do maciço; a profundidade do túnel; a geometria da seção transversal; as interferências; os custos; os riscos; e o tempo disponível para conclusão do projeto (MELO, 2013).

Lima (2012) relata que as principais metodologias construtivas utilizadas para escavação de túneis podem ser divididas entre métodos destrutivos e não destrutivos. Os métodos não destrutivos têm o NATM (*New Austrian Tunnelling Method*) e as tuneladoras como os principais representantes e amplamente difundidos no meio prático e acadêmico. Os métodos destrutivos, por sua vez, usualmente são representados pelo *Cut and Cover* - direto ou invertido.

Apesar do avanço tecnológico proporcionar métodos facilitadores para escavações com o uso de tuneladoras, a relação de recursos financeiros é determinante para adoção do método adequado, nem sempre sendo viável a criação de um aparelho personalizado, com altos custos agregados, para construção de pequenas obras.

Assis (2014) estima a relação de custos de acordo com o método construtivo adotado, desconsiderando o custo das desapropriações nos métodos destrutivos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Correlação de métodos construtivos e respectivos custos

MÉTODOS CONSTRUTIVOS	RELAÇÃO DOS CUSTOS
Superfície (Destrutivo)	1
Elevado (Destrutivo)	1,5
NATM/ <i>Shield Singelo</i> (Não destrutivo)	3
VCA (Destrutivo)	2,5
NATM/ <i>Shield Duplo</i> (Não destrutivo)	3

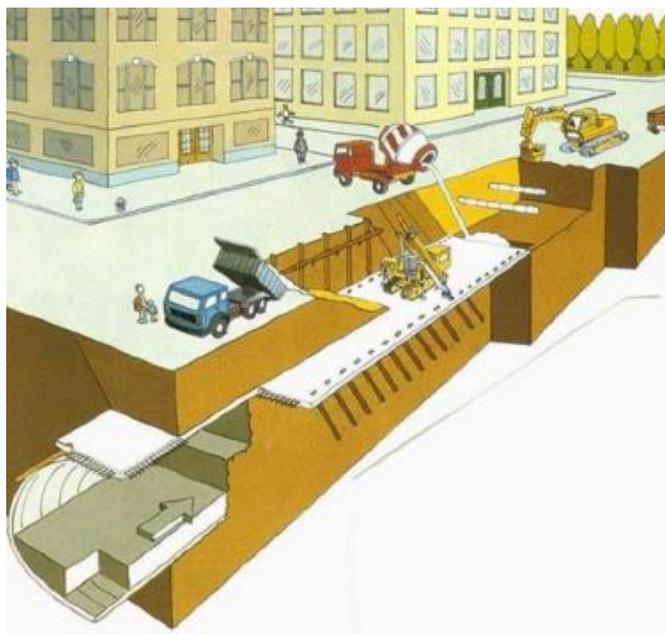
Fonte: Assis (2014), adaptado pelo Autor

3.1 Métodos Destrutivos

A técnica de construção a céu aberto é amplamente adotada devido ao seu custo reduzido, tendo o método *cut and cover* como a principal forma de construção utilizada. Esta técnica pode ser realizada por duas metodologias amplamente conhecidas, sendo elas a direta (*bottom up*) ou a inversa (*top down*). Na técnica direta é realizada a totalidade da escavação que ocupará o túnel enquanto na metodologia inversa as paredes do túnel são realizadas com estacas de concreto ou paredes diafragma antes da escavação da trincheira do túnel (MELO, 2013).

Na Figura 1 ilustra-se a execução tuneleira pelo método *cut and cover* invertido.

Figura 1: Diagrama Esquemático da Sequência de Instalação do Método do Túnel Invertido



Fonte: Sauer e Mergelsberg (2004)

O método *cut and cover* é indicado para locais com espaço amplo e sem maiores problemas quanto às intervenções superficiais, pois pode trazer muitos transtornos ao sistema viário ou equipamentos urbanos. O método *cut and cover* invertido, por sua vez, geralmente resulta em menores transtornos ao trânsito local, em caso de interferência ao viário, pela redução de tempo de ocupação das áreas interditadas pela obra, tendo uma abertura previamente deixada na laje de cobertura que serve para entrada de equipamentos e saída de material de escavação (LIMA, 2012).

Os estudos de Sauer e Mergelsberg (2004) explicitam que o método invertido pode também ser aplicado em formações arenosas saturadas de água, sendo seus principais problemas referentes ao controle da água, manutenção do teto e piso estáveis enquanto a estrutura avança por dentro das paredes diafragmas. O autor também afirma que uma alternativa aos métodos atuais é adotar um conceito de drenagem localizada entre paredes diafragmas impermeáveis, por meio da colocação de um arco invertido impermeável, em concreto projetado, por etapas e construído o

mais próximo possível junto à face de escavação, reduzindo então a infiltração de água aos níveis mínimos.

3.2 Métodos Não Destrutivos

Como proposto por Barbosa (2017), os túneis escavados em NATM (*New Austrian Tunnelling Method*) são conhecidos por sua versatilidade e característica de fácil adaptação a diferentes soluções, além de gerar quaisquer tipos de geometrias, podendo ser uma solução viável econômica e tecnicamente em túneis maiores, compensando o alto custo inicial.

Loureiro (2008) ainda explica que, nesta metodologia de escavação, o terreno em volta da cavidade é o próprio elemento portante do túnel, sendo o revestimento o meio de realizar o confinamento necessário a mobilizar o máximo da sua capacidade resistente, tendo o controle da deformação do maciço feito por meio de dispositivos que medem as deformações entre ambos os hasteais e entre cada hasteal e o coroamento, controlando sua deformação.

No caso de túneis urbanos, outra técnica a ser destacada é a construção de pórticos de tubos justapostos cravados. Nesta solução, detalhada em Domingues (2016), as intervenções destrutivas limitam-se às regiões de emboque e desemboque, para viabilizar o processo construtivo. No restante do processo, o túnel é escavado sobre um “guarda-chuva” de rigidez, que desempenha a função de pré-suporte. Ademais, a depender do caso, as tuneladoras também podem ser uma opção adequada.

4 INTERFERÊNCIA NAS CONSTRUÇÕES VIZINHAS

A construção de um túnel gera impactos sobre as edificações construídas na superfície que o cerca e em sua área de influência, gerando possíveis recalques e movimentações que devem ser monitorados.

Chissolucombe (2009) relata que algumas das principais características dos métodos utilizados para estimar os deslocamentos são os empíricos e analíticos. Os métodos empíricos têm como principais características a sua facilidade de utilização e a dificuldade de considerar parâmetros de resistência e deformabilidade do maciço

em que estão inseridos. Já no método analítico sua maior vantagem é a incorporação do efeito tridimensional, analisando os deslocamentos antes que a escavação do túnel se inicie e a consideração dos parâmetros de resistência e deformabilidade do maciço.

Skempton e MacDonald (1956 *apud* GUERRERO, 2014, p.24) também definiram os possíveis danos em edificações por meio de três principais categorias: arquitetônicas, funcionais e estruturais. Estas três categorias são detalhadas na sequência:

Os *danos arquitetônicos* estão relacionados ao aparecimento de pequenas fissuras e desajustes no acabamento, que afetam a estética da edificação. Os *danos funcionais* são os que afetam a funcionalidade da edificação como o empenamento de portas e janelas, rupturas de esgotos e cabos telefônicos. Por fim, os *danos estruturais* são aqueles que atingem os elementos estruturais da edificação, afetando a sua estabilidade.

Ao final do estudo foi definida a ocorrência de danos de acordo com a distorção angular, conforme demonstrado pelo Quadro 1.

Quadro 1: Categoria de Dano de Acordo com Distorção Angular

Categoria de Dano Sofrido	Distorção Angular Limite ($\delta S/L$)
Aparecimento de danos estruturais	1/150
Aparecimento de fissuras em alvenarias estruturais e em paredes divisórias de edificações armadas	1/300
Limite sugerido como seguro contra qualquer fissura	1/500

Fonte: Skempton e MacDonald (1956 *apud* GUERRERO, 2014), adaptado pelo Autor

Estes definem também que para a distorção angular de $\delta S/L = 1/300$, o valor de recalque diferencial máximo admitido para fundações sobre solos argilosos e

solos arenosos seria de 45 mm e 30 mm, respectivamente, sendo os recalques admissíveis maiores para fundações em radier do que para fundações em sapatas.

Yamaji e Kochen (1997) destacam que as propriedades do solo impactam diretamente o recalque na superfície. Em solos argilosos, exceto para aqueles com alta porosidade e compressibilidade, existe deformação do maciço de solo sem variação de volume, de forma que as perdas de solo no entorno da escavação se refletem em recalques na superfície. Já em solos granulares, no caso de areias compactadas os volumes de subsidência são menores do que os das perdas no entorno da escavação, e em areias fofas ocorre o rearranjo das partículas do solo levando a volumes de subsidência maiores que os de perda de solo no entorno da escavação.

Peck (1969) ressalta que os movimentos no entorno de uma escavação profunda são responsáveis por recalques numa determinada região, conhecida por bacia de recalque. No caso de argilas moles a área de incidência desses recalques pode ocorrer de 3 a 4 vezes o equivalente a profundidade da cava.

Segundo Martins (2008) a bacia de recalque induzida pela escavação subterrânea depende diretamente do volume da bacia por unidade de comprimento do túnel, podendo ser definido com base em métodos empíricos e semi-empíricos.

5 INSTRUMENTAÇÃO

O monitoramento de recalques em edificações segue diferentes propriedades para cada solicitação. Na análise feita por Guatteri *et al.* (2002), monitorando o comportamento do maciço e edificações em Copacabana com a construção de dois túneis do metrô, foram utilizados marcos superficiais, pinos e tassômetros, sendo os pinos colocados nos pilares para monitorar movimentações nas fundações, os marcos superficiais nos passeios, pisos interiores e nos pavimentos (50 cm abaixo do asfalto) e os tassômetros com profundidades de até 2,5 m dispostos no eixo do túnel e nas projeções de suas laterais em linhas distanciadas de aproximadamente 5 m ao longo desse eixo.

Nos marcos superficiais, os deslocamentos verticais e horizontais são aferidos por meio de levantamentos topográficos periódicos em relação aos marcos de

referência fixos, com sua principal vantagem relacionada ao baixo custo de execução precisão da leitura realizada (SANTOS, 2019).

Segundo Dittrich (2014) as plaquetas reflexivas, fixadas a referência de nível de metal, são utilizadas para permitir a mira da estação total no marco, sendo aparafusadas nos locais de interesse das estruturas e devendo ser protegidas por caixas de madeira, que devem ser destampadas apenas no momento da realização das leituras.

5.1 Vistorias Cautelares

Tacco (2016) relata em seus estudos que, segundo a Engenharia Diagnóstica, o profissional nomeado ou contratado como perito deve atuar na elaboração de laudos técnicos, apurando dados com olhar científico e utilizando ferramentas técnicas no diagnóstico de manifestações patológicas. A autora também detalha que com a vistoria cautelar é possível a constatação e documentação da situação real de um imóvel, tal qual a existência prévia de manifestações patológicas, para que haja a adequada responsabilização e resguardo tanto do proprietário como dos construtores e projetistas, evitando maiores transtornos judiciais.

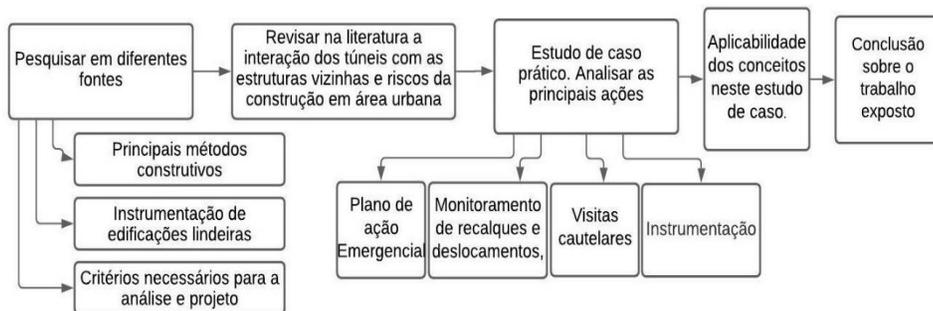
As vistorias cautelares de vizinhança começaram a ser adotadas em grandes obras a partir dos anos 2000, onde ocorreram as primeiras exigências por parte dos órgãos públicos responsáveis.

A norma IBAPE-MG (2014) explicita em seus termos a relação de responsabilidade de determinado dano de acordo com as vistorias realizadas em imóveis nas áreas de influência da obra. Cabe ao construtor e a equipe responsável o contato prévio com estes proprietários, a fim de que sejam detectados os problemas de forma precisa antes da obra ter início. Nesta oportunidade deve-se alertar sobre a conveniência e imprescindibilidade da vistoria na área circundante.

6 METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto serão adotadas as etapas metodológicas ilustradas na Figura 2.

Figura 2: Diagrama de Metodologia Adotada



Fonte: Autor (2021)

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa por documentos técnicos como artigos, monografias, teses e dissertações que abordem os fundamentos da construção de um túnel urbano, os principais métodos construtivos aplicados, as formas de monitoramento de edificações lindeiras e os critérios necessários para a análise de vizinhança. Foram traçados paralelos entre a construção e os respectivos impactos nas edificações lindeiras.

Posteriormente, foi realizado um estudo de caso prático de uma escavação em área urbana densamente ocupada. Esta escavação é executada pelo método *cut and cover* invertido. Também foram analisadas as principais ações referentes ao Plano de Ação Emergencial, monitoramento de recalques, deslocamentos, visitas cautelares e instrumentação adotada nas edificações lindeiras no raio principal de influência.

Verifica-se então a aplicabilidade dos conceitos neste estudo de caso. Por fim, foi realizada uma conclusão sobre o trabalho exposto, apresentando a importância do monitoramento e da análise prévia da condição estrutural destas edificações.

7 ESTUDO DE CASO

A presente seção analisa um estudo de caso no Distrito Federal, detalhando as propriedades técnicas da construção de um túnel urbano e o impacto nas edificações lindeiras e estruturas pré-existentes.

Os projetos executivos das edificações lindeiras foram considerados, possibilitando o estudo e dimensionamento adequado do túnel de acordo com as fundações, mantendo o impacto dentro dos índices admissíveis adotados.

7.1 Processo Construtivo

O túnel em estudo foi executado pelo método *cut and cover* invertido, com suas contenções projetadas em paredes diafragma. Suas lajes foram moldadas com cibramento, armação e fôrmas. As fôrmas seguiram um perfil detalhado que proverá a geometria e a rigidez necessária ao pórtico.

Para correta realização, o cibramento foi composto por uma camada de 70 cm de rachão em sua base, que fornece a capacidade de suporte provisória do sistema formado entre a estrutura e o solo, suportando assim as ações provenientes tanto das cargas atuantes como das pressões do lançamento do concreto.

Da mesma forma, para melhor realização do projeto, a armação foi devidamente detalhada conforme dados obtidos nos estudos preliminares.

Especialmente no caso de uma obra linear, como o túnel em estudo, foi verificada a geometria e a locação das fôrmas, garantindo as resistências mecânicas e as posições geométricas.

O concreto projetado foi aplicado somente nas paredes de contenção da escavação superficial, para viabilizar a escavação convencional em ambiente urbano. Após a construção, a área de intervenção superficial passou a ser ocupada por espaços de convivência.

Houve também a instalação de instrumentação no início das obras e logo após a execução da laje de cobertura, com o intuito de monitorar os deslocamentos no maciço durante a escavação inicial e imediatamente após a recomposição dos pavimentos na superfície, precedendo o início das escavações das valas.

7.2 Interferência com Redes Públicas e Privadas

O túnel encontra-se em uma área urbana densamente ocupada, sofrendo diversas interferências de redes públicas e privadas pré-existentes. Na fase de projeto

foram realizadas consultas com as respectivas partes interessadas a fim de minimizar e adequar as interferências que impactam na construção do túnel.

Uma parcela dos cadastros de redes não estava atualizada, sofrendo interferência na etapa construtiva do túnel. A notificação deste fato acarretou medidas emergenciais como o desvio de redes em áreas próximas.

7.3 Instrumentação

Com relação ao estudo de caso, os principais indicadores analisados para o Estado Limite de Serviço (ELS) das edificações foram a distorção angular e o recalque total. Como medida de segurança, as leituras das instrumentações foram realizadas diariamente para controlar se os valores estão dentro da margem de segurança adotada.

Com isso, previamente às escavações, foram instalados pinos no interior e exterior das construções lindeiras, que são medidos por meio de equipamentos topográficos. Quanto à deformação do maciço, foram adotados deflectômetros e fitas para aferição de maneira eletrônica dos dados de deformação nas obras de maior sensibilidade. Estes instrumentos servem para analisar e controlar como o maciço está se comportando com relação a execução da obra, além de permitir a tomada de decisão em tempo hábil. Para que os níveis de riscos sejam de conhecimento mútuo e aderentes à situação local, o relatório de instrumentação guia como a leitura foi realizada e registrada, para que não houvessem falhas ou divergências de indicativos.

Os índices de distorção angular são, em sua maioria, limitados a 1/500, adotado pela inadmissibilidade de fissuras em edificações. Ademais, para o caso em questão, a maior parte das construções tiveram os recalques máximos admissíveis na ordem de 10 cm

7.4 Plano de Ação Emergencial

O Plano de Ação Emergencial (PAE) é um documento elaborado pelos responsáveis pelo empreendimento, evidenciando os níveis de alerta, atribuindo as matrizes de responsabilidades, descrevendo o papel de cada ente da obra e demonstrando o fluxo de ação de alerta. Assim, este documento descreve,

detalhadamente, as ações a serem praticadas em função dos dados obtidos nas instrumentações.

Os níveis de segurança e riscos de ruptura e rompimento que a obra subterrânea e todas suas construções lindeiras estão submetidas podem ser classificados em quatro graus de riscos, divididos em: verde, amarelo, laranja e vermelho. Estes níveis de risco são detalhados na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição dos Níveis de Risco

Cor	Nível	Deslocamento	Intervalo de Distorção
Verde	Normal	Menor que 10cm	Entre 0 e 1/500
Amarelo	Atenção	Entre 10cm e 15cm	Entre 1/500 e 1/300
Laranja	Alerta	Entre 15cm e 30cm	Entre 1/300 e 1/150
Vermelho	Emergência	Maior que 30cm	Maior que 1/150

Fonte: Autor (2021)

O nível verde é compreendido como normal, com o desempenho bom, seguindo os protocolos sugeridos e os parâmetros mínimos, sem apresentar riscos para as edificações lindeiras, com monitoramento rotineiro.

O nível amarelo é compreendido como ponto de atenção, com o desempenho dessas edificações não sendo afetado gravemente, tendo deformações e distorções dentro de limites aceitáveis, porém deve-se manter estado de atenção. Para os casos neste nível, o ente responsável pela obra deve redigir um relatório de desempenho da estrutura com os respectivos dados referentes a instrumentação, a detecção dos problemas encontrados, as medidas corretivas pertinentes e as ações sugeridas. Este relatório é encaminhado aos níveis de gerência superiores para conhecimento e ações necessárias.

No nível laranja, determinado como ponto de alerta, as edificações lindeiras neste nível usualmente apresentam danos nas estruturas caracterizados por trincas, fissuras, comprometimentos funcionais, quebra de vidros, entre outros. Para situações nesta escala, uma comissão formada pela alta gerência deve ser acionada, elaborando um relatório detalhado que informa precisamente as anomalias

detectadas e as medidas corretivas que devem ser adotadas. Este relatório é encaminhado para os responsáveis pela fiscalização, que devem realizar a validação e acompanhar as ações e procedimentos tomados para mitigar os riscos e combater as anomalias.

O nível vermelho é classificado como de emergência. Neste caso usualmente há o risco iminente de ruptura da obra ou de alguma estrutura lindeira, causando a paralisação total do empreendimento até que a situação seja corrigida. Neste caso o PAE deve ser acionado, alertando a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e a equipe responsável pelas estruturas lindeiras e a comissão da alta gerência. Essa comissão é responsável pela elaboração de um relatório que trata de forma precisa o problema. Seu objetivo é avaliar os danos, analisar os detalhes referentes a causa e fatores que geraram o problema. É importante também avaliar se a origem é natural ou humana e ponderar todos os riscos a vida e a saúde que podem surgir daquele problema.

7.5 Visitas Cautelares

O critério adotado para vistoria no objeto deste estudo seguiu padrão semelhante ao adotado na Linha 4 do Metrô de São Paulo, visto que no cenário atual não existe um conjunto normativo pré-estabelecido pelos órgãos Brasileiros responsáveis que direcione esta atividade. No estudo realizado em 2004 nos túneis da Av. Rebouças e da Av. Cidade Jardim, em São Paulo, foi possível analisar, com o auxílio de especialistas, que as patologias em edifícios de mais de seis andares obedecem a uma certa repetição, comprovada em várias recuperações estruturais. A maior parte das manifestações patológicas se concentram nos andares subterrâneos, térreo, mezanino, segundo e terceiro andar, voltando a ocorrer nos andares mais altos e na cobertura.

A lógica por trás deste fenômeno se dá pelo fato de que os primeiros andares são mais suscetíveis a movimentação das fundações e suportam as maiores cargas, enquanto os últimos sofrem principalmente devido aos esforços laterais, cargas de vento, deformações maiores e possíveis infiltrações.

As vistorias se dão por forma de registro fotográfico e anotação de todos os problemas notados na fase prévia em questão, de forma que se tenha documentado

tudo que já constava anteriormente na edificação, responsabilizando adequadamente no caso da ocorrência ou agravamento de manifestações patológicas. Seguindo os processos legais, a permissão da vistoria em apartamentos depende da aprovação prévia dos proprietários.

Para o caso em estudo foi adotado um critério para abranger o edifício de forma ampla, percorrendo áreas onde há a maior incidência de falhas, respeitando metodologia estatisticamente válida. Assim, a vistoria se deu de forma integral do subsolo até o 3º pavimento. Em seguida, foi realizada de forma alternada a cada 3 pavimentos na porção intermediária, voltando a ser realizada sequencialmente no penúltimo pavimento, cobertura e laje técnica.

No caso de edifícios com até quatro pavimentos a vistoria ocorreu em todos os ambientes da área comum, sendo eles:

- Escadarias;
- Subsolos;
- Térreo na projeção da torre;
- Áreas descobertas no térreo;
- Edificações cobertas no térreo fora da projeção da torre;
- Fachadas com detalhamento até o terceiro andar;
- Últimos pavimentos ou áticos; e
- Parte interna de todos os apartamentos em que se obteve permissão por parte dos moradores.

Em edifícios com altura igual ou superior a cinco pavimentos houve a vistoria completa das áreas comuns e todos os apartamentos até o 3º andar. Nos últimos dois pavimentos, enquanto nos compreendidos na porção intermediária, o intervalo foi de 2 andares.

Em edifícios parcialmente inseridos na área de influência da construção subterrânea e em conjuntos cujas unidades independentes estão além das bacias de subsidência é recomendável a verificação além da área pré-definida tecnicamente, por questão de ligação e amarração de elementos construtivos e para oferecer maior segurança as partes interessadas.

Destaca-se que as vistorias cautelares têm papel essencial, aliada a experiência dos entes responsáveis pela execução do serviço, ajudando a definir os melhores parâmetros que guiam as questões jurídicas e de segurança.

7.6 Determinação da influência nas edificações lindeiras

A ocorrência de deformações no terreno causadas por escavações subterrâneas ou valas a céu aberto são praticamente inevitáveis, devendo ser adequadamente analisadas na fase de projeto e adequadas durante o processo construtivo, principalmente em áreas urbanas onde o efeito potencial dessas deformações sobre as edificações lindeiras causam grandes impactos.

Durante as escavações o maciço é submetido a diferentes trajetórias de tensões, criando suas próprias solicitações de carregamento e descarregamento. Conseqüentemente, a profundidade da escavação e o dimensionamento das contenções depende diretamente do maciço e da metodologia construtiva adotada.

Assim como as obras subterrâneas, as edificações também são representadas subterraneamente pelo seu cone de influência geotécnica. No caso dos túneis, os recalques induzidos pela escavação tendem a criar uma bacia que avança em regiões com infraestrutura consolidada.

No caso estudado os recalques tenderiam a atingir as edificações lindeiras ao longo de toda escavação, tendo a necessidade de definir na fase de projeto as respectivas edificações que poderiam estar sujeitas as deformações induzidas pela obra e agindo preventivamente para evitar o dano, que podem ocorrer em diferentes ordens, podendo se manifestar na forma de fissuras, trincas, desaprumos e até mesmo certas instabilidades.

Para mitigar os riscos de danos lindeiros gerados pela escavação foram norteadas ações fundamentadas nas informações pré-existent, tais como: vistoria técnica das estruturas, experiência prévia de especialistas, elementos preditivos de estimativa de recalques na área de influência, entre outros. Assim, tornou-se possível realizar um monitoramento adequado das estruturas lindeiras.

Esta classificação determina a intensidade e a frequência com que os controles de deformações foram realizados durante a execução da obra, de forma que os riscos envolvidos possam ser mitigados da melhor forma possível com a adoção de medidas preventivas, de forma que possam reduzir os recalques esperados na área de influência.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A escolha do melhor método construtivo adotado em uma obra específica leva em consideração ampla gama de aspectos, análises, valores e formas de execução. Para o caso prático analisado, a escolha do método *cut and cover* invertido se deu com base em experiências anteriores, estudos sobre a área que a construção está localizada, aspectos urbanos, aspectos populacionais, dimensão da obra e análise de custos de acordo com as tecnologias existentes no mercado. Com o método adotado, após a fase de intervenção na superfície, esta se torna viável para circulação urbana enquanto a fase subterrânea é executada, fato de grande importância para locais densamente ocupados. Ressalta-se que apesar de ser possível a escavação sem interferência na linha de superfície, seus custos se tornam inviáveis para caso em questão.

O monitoramento dos indicadores de desempenho das estruturas lindeiras, fundamentos nas leituras dos instrumentos, é fundamental para o controle de manifestações patológicas ou até mesmo instabilidades das áreas afetadas. Os pinos de recalque, deflectômetros e fitas não detectaram, até o presente momento, leituras que apresentassem risco ou indicassem faixas de atenção na área de intervenção.

No caso estudado os recalques tendem a atingir as edificações lindeiras ao longo de toda escavação, tendo a necessidade de definir na fase de projeto as estruturas que estão sujeitas as deformações induzidas pela obra. Estas se fundamentam nos bulbos de interferência da escavação e das estruturas, para que as medidas sejam adotadas preventivamente.

De acordo com o indicador de distorção angular, os níveis de alerta incluem diferentes tipos de danos potenciais às construções vizinhas. O caso estudado ainda se encontra em execução, porém as distorções limites foram previamente definidas

para se manterem entre 0 e 1/500. Considerando isto, não foram registradas, até o presente momento, leituras superiores ao limite pré-estabelecido. De forma complementar, a Tabela 3 ilustra a relação entre a categoria potencial de danos e os diferentes níveis de distorção angular.

Tabela 3: Categoria potencial de danos aplicadas ao caso prático

Categoria de potencial de danos	Distorção Angular ($\beta = \frac{\delta}{L}$)
Perigo para máquinas sensíveis a recalques	1/750
Perigo para pórticos com diagonais	1/600
Inadmissibilidade de fissuras em edificações	1/500
Primeiras fissuras em painéis	1/300
Dificuldades com pontes rolantes	1/300
Rotações em edifícios altos tornam-se visíveis	1/250
Fissuras consideráveis em paredes de painéis e tijolos	1/150
Danos estruturais em qualquer edifício	1/150
Limite para paredes de tijolos flexíveis $L/H > 4$	1/150

Fonte: Burland, J.B.; Wroth, C.P. (1974)

Em caso de estruturas previamente fragilizadas, a ocorrência de distorções maiores que 1/500 podem apresentar impacto maior que em edificações saudáveis, acarretando danos de maior magnitude, gravidade ou atrapalhando a funcionalidade da mesma.

Em caso de intercorrências, a leitura realizada de maneira prévia evita potenciais riscos à estética, acessibilidade e funcionalidade das estruturas previamente construídas. Complementarmente, os índices admissíveis de recalque máximo são da ordem de 10 cm.

O PAE determina a intensidade e a frequência com que os controles de deformações devem ser realizados durante a execução da obra, além das ações apropriadas para que os riscos envolvidos sejam devidamente tratados. No caso estudado, que ainda está em execução, todas edificações se encontraram no nível verde, compreendido como normal, tendo deslocamentos menores que 10 cm e distorções entre 0 e 1/500.

O PAE também é de extrema importância para a tomada de decisão em casos de leituras que indiquem alerta. Isso porque este plano é capaz de aliar, de forma

rápida e eficiente, o ente responsável que deve ser acionado em cada situação e qual a atitude que deve ser tomada. Até o presente momento não ocorreram situações que indicassem a consulta ao PAE com sua respectiva providência.

A indicação prática da vistoria cautelar é compreendida como forma de proteção aos responsáveis pela obra e proprietários, de forma que a responsabilidade seja assumida de forma justa e equilibrada em caso de manifestações patológicas que venham a ocorrer, servindo também como prova de responsabilidade em caso de acionamentos judiciais. Até o presente momento os proprietários de edificações na faixa de interferência não apresentaram queixas decorrentes da construção do túnel.

Destaca-se que, em fase de projeto, os coeficientes obtidos em laboratório, necessários para o dimensionamento da obra, são utilizados com aceitação muito baixa ao risco, condizente com a finalidade e particularidades da obra.

9 CONCLUSÃO

O estudo permitiu compreender que as construções de obras subterrâneas para fins infraestrutura, em meios urbanos, são de suma importância. Estas permitem um melhor aproveitamento da superfície urbana para atividades de convívio social e moradia.

Com relação a atividade construtiva, para se ter êxito na construção de túneis em meios urbanos, levou-se em consideração os indicadores de desempenho da escavação e das estruturas vizinhas, respeitando os estados limites últimos e de serviço.

Para fins de logística, analisou-se o fluxo urbano e o impacto que cada tecnologia empregada tem durante o processo de intervenção. Já para o monitoramento econômico, balanceou-se o custo do emprego de determinada técnica em função do valor despendido diretamente, além do impacto financeiro indireto para contornar os transtornos gerados.

Da mesma forma, a correta escolha e monitoramento da instrumentação são essenciais para que o impacto nas estruturas circundantes não apresente manifestações patológicas posteriores, que venham a causar transtornos tanto ao

construtor como aos moradores e proprietários desses bens. A descoberta prévia permite a tomada de ação de forma antecipada, diminuindo os custos agregados para essas eventuais correções, mitigando riscos e transtornos.

No caso da ocorrência de danos imprevistos foi essencial o conhecimento completo e amplo do PAE adotado, conhecendo cada instância e sabendo exatamente quem deve ser acionado em cada caso específico, reduzindo problemas e agilizando a resposta correta no momento adequado.

Para a correta e justa distribuição de responsabilidade foi de suma importância que as visitas cautelares fossem realizadas de forma ampla e completa, abrangendo toda área de influência. Isto possibilita o conhecimento sobre todos os danos que possam ter sido causados pela construção subterrânea e quais foram observados previamente.

No caso estudado, os monitoramentos, instrumentações e vistorias cautelares obtiveram êxito, sem a identificação de problemas correlacionados. Até o presente momento, não foram observados problemas que pudessem acarretar, de alguma forma, manifestações patológicas nas estruturas lindeiras, garantindo os aspectos de segurança e sucesso da obra como um todo.

REFERÊNCIAS

ASSIS, A.P. **Notas de Aula da Disciplina de Obras Subterrâneas**. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

BARBOSA, M.G.T. **Estudo do efeito de injeções cimentícias no comportamento de túneis rasos em solos metaestáveis**. 2018. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32282>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

BLANCO, S. B. **Aspectos de Geologia de Engenharia da Escavação do Metrô de Brasília** – Trecho Asa Sul. 1995. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1995. Disponível em: <https://silo.tips/download/universidade-de-brasilia-faculdade-de-tecnologia-departamento-de-engenharia-civi-28>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

BURLAND, J.B.; WROTH, C.P. **Settlement of Buildings and Associated Damage**. State of the Art Review. Conference on Settlement of Structures, Cambridge, Pentech Press, London, 1974, p. 611-654.

CHISSOLUCOMBE, I. **Uso de Técnicas de Inteligência Artificial na Estimativa de Deslocamentos e Danos Induzidos por Escavações Subterrâneas**. 2009. 216p. Tese de Doutorado (Doutorado em Geotecnia). Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4353>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

DITTRICH, A.C. **Obra de contenção em Porto Alegre/RS: qualidade do monitoramento dos deslocamentos**. 2014. 171 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110115/000951873.pdf?sequence=1&iAllowed=y>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

DOMINGUES, V. R. **Técnicas construtivas de túneis de travessia**. 2016. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/20497>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

GUATTERI G.; LOPES J.R.; PRIMO C.; BRAUTIGAM V.M.; SÓZIO L.E.; KOSHIMA A.; MELLO L.G. A construção de dois túneis do Metrô – RJ sob edifício de 7 andares em Copacabana – um desafio à engenharia de túneis. **XII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – XII COBRAMSEG**, ABMS, São Paulo, SP, Vol 1, 2002, p. 522-530. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001771500>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

GUERRERO, J.E.A. **Gestão dos Riscos Geomecânicos Devidos à Escavação de Túneis Urbanos**: Aplicação ao Metrô de Bogotá. 2014. xxxi, 342 f., il. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/36179>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS. **Norma de vistoria cautelar IBAPE-MG-003**. Minas Gerais, 2014. Disponível em: <https://www.ibapemg.com.br/2018/wp-content/uploads/ibape-mg-norma-cautelar.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

LIMA, J.J.D. **Evolução das obras subterrâneas**: planejamento, uso, soluções construtivas e novas tecnologias. 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/214>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

LOUREIRO, T.H.A. **Aspectos Geotécnicos Na Construção De Túneis Em Áreas Urbanas** - Aplicação a Terrenos De Baixa Resistência Do Miocénico De Lisboa. 2008. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/1937>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

MARTINS, P.M. **Análise numérica de escavações subterrâneas com ênfase na interação entre o maciço e o suporte em concreto projetado a baixas idades**.

2008. 194 p. Tese (Doutorado em Geotecnia). Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em:
https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/6427/1/Tese%20Completa_PDF.pdf.
Acesso em: 20 de agosto de 2021.

MELO, R.A.A. **Aspectos Construtivos de Túneis Urbanos de Baixa Cobertura em Solo** – Estudo de Caso do Túnel de Acesso ao Centro Administrativo de Minas Gerais. 2013. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. Disponível em:
<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258569>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

METRÔ-DF – **Companhia Metropolitana do Distrito Federal** (2014). Home Page do METRÔDF. Disponível em: http://www.metro.df.gov.br/?page_id=4832,
acessado em 10 de junho de 2021.

PECK, R. B. R. (1969) Deep Excavation and Tunneling in Soft Ground, In: 7th. **International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering**, v. 1, p. 225-281, México. Disponível em:
<https://www.issmge.org/publications/publication/deep-excavations-and-tunneling-in-soft-ground>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

ROCHA, M.O. **Estudo da Estabilidade da Frente de Escavação de Túneis Rasos em Solo**. 2014. 159p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em:
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9RWJQN>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

RODRIGUES, E. C. C. (2014). **Metodologia para investigação da percepção das inovações na usabilidade do sistema metroviário** – uma abordagem antropotecnológica. 2014. 262 p. Tese (Doutorado em Transportes) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em:
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/17745?mode=full>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

SANTOS, L.C. **Estudo sobre a instrumentação de barragens de terra e rejeitos**. 2019. 60p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28051/4/EstudoSobreInstrumenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

SAUER, G.; MERGELSBERG, W.A. (2004). **Tunneling and beyond**. Dr. G. Sauer Corp., Herndon, Virginia, United States. Disponível em:
http://geocompany.com.br/public/img/materias/10_-_tuneis.pdf. Acesso em: 07 de junho de 2021

SILVA, J.D. **Estudo da colapsabilidade da argila porosa de Brasília pelo fluxo de contaminantes**. 2006. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) -

Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em:
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2405>. Acesso em: 04 de abril de 2021.

TACCO, R.M.C.A. **Manifestações patológicas causadas por obras novas em edificações vizinhas**: vistorias cautelares. 2016. 86p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AQ4FHV>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

YAMAJI, M.H; KOCHEN, R. Modelos de previsão de danos devidos a escavações subterrâneas em solos. In: **XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, ABMS**, Brasília, DF. 1997. p. 1391-1398. Disponível em: <http://geocompany.com.br/public/img/materias/Artigo2.pdf>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: ESTUDO DE CASOS DE EDIFICAÇÕES QUE REALIZARAM RETROFIT PARA OBTER CERTIFICAÇÃO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Pedro Henrique da Mota

Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja

RESUMO

O conceito de sustentabilidade, segundo a Agenda 21, é a relação entre padrões de consumo e produção de modo que constituam na redução dos impactos ambientais, do esgotamento dos recursos naturais e da poluição. No caso da construção civil, ele deve ser aplicado desde a concepção do projeto e continuando durante a utilização da edificação. Com isso, o processo de *retrofit* pode ser utilizado como ferramenta de implementação de tecnologias e conceitos sustentáveis nas edificações existentes, sem que elas percam a sua essência e história. O presente trabalho tem como principal objetivo o estudo do desenvolvimento sustentável e dos conceitos do *retrofit*, a comparação de dois processos *retrofit*, um no contexto nacional, edifício Glória 122 – RJ, e um internacional, edifício *Empire State* – NY, a fim de verificar os ganhos em termos de sustentabilidade que o processo de retrofit possa proporcionar. Por meio do estudo dos casos, verifica-se que o *retrofit* é uma importante ferramenta para adequação de edificações existentes aos padrões de sustentabilidade, como a economia de recursos, além da valorização da edificação. Os dois empreendimentos alcançaram os parâmetros necessários para serem considerados com edificações sustentáveis e foram premiados com o selo LEED, entre outras certificações.

Palavras-chave: *Retrofit*. Sustentabilidade. Certificação LEED. Edifício Glória 122. Edifício *Empire State*.

ABSTRACT

The concept of sustainability, according to Agenda 21, is the relationship between consumption and production patterns so that they constitute the reduction of environmental impacts, depletion of natural resources and pollution. In the case of construction, it should be applied from the design of the project and continuing during the use of the building. With this, the retrofit process can be used as a tool for

implementing sustainable technologies and concepts in existing buildings, without losing their essence and history. The main objective of this work is the study of sustainable development and retrofit concepts, the comparison of two retrofit processes, one in the national context, Gloria 122 – RJ building, and an international, Empire State - NY building, in order to verify the gains in terms of sustainability that the retrofit process can provide. Through the study of cases, it is verified that retrofit is an important tool for adapting existing buildings to sustainability standards, such as resource savings, in addition to valuing the building. The two projects reached the necessary parameters to be considered with sustainable buildings and were awarded the LEED seal, among other certifications.

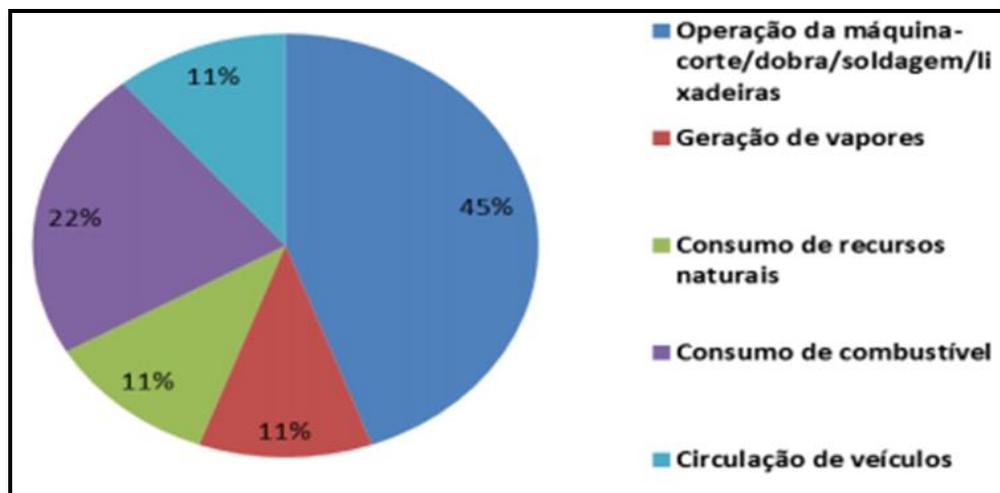
Keywords: Retrofit. Sustainability. LEED Certification. Glória 122 Building. Empire State Building.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, cada vez mais as pessoas buscam viver em grandes centros urbanos. Com isso, há um aumento de construção de novas edificações que geram diversos impactos sociais, econômicos e ambientais no mundo. Por meio disso, a indústria da construção civil é caracterizada como a mais poluente do planeta.

Ela é uma das mais importantes atividades no mundo, e também uma das mais agressivas ao meio ambiente. Em seu estudo, Gasques (2014) demonstra que ela é responsável pelo consumo de 75% das matérias-primas e pela emissão de 1/3 dos gases que agravam o Efeito Estufa (Figura 1).

Figura 1 - Impactos ambientais causados pela construção civil



Fonte: IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental (2014).

Com o aumento da construção ocorreu uma elevação dos impactos gerados pela a mesma, como: redução e contaminação dos lençóis freáticos, modificação dos cursos d'água, alteração climática, aumento de gases e partículas em suspensão no ar, poluição sonora, entre outros. Em seu artigo, Leite (2014) demonstra os danos ambientais e faz questionamentos sobre eles e discute maneiras para tonar essa indústria mais sustentável.

Segundo o dicionário Aurélio o conceito de Desenvolvimento Sustentável consiste “no processo de desenvolvimento que busca proteger o meio ambiente, assegurando as necessidades da geração atual, sem esgotar os recursos naturais do planeta para as gerações futuras”.

Mendes (2008), em sua pesquisa, afirmou que o desenvolvimento sustentável está relacionado com a qualidade, com a redução na quantidade de produtos e insumos consumidos. Esses fatores estão diretamente relacionados com as mudanças dos padrões de consumo e com o nível de conscientização.

O *retrofit* é um projeto de melhoria de uma edificação visando a melhora do conforto da edificação com o melhor aproveitamento do espaço, a segurança o conforto térmico e acústico, além de visar um melhor desempenho sustentável com a redução no consumo de recurso e/ou utilização de produtos biodegradáveis. Ele é recomendado com o fim da vida útil da edificação e/ou quando os custos de manutenção estão muitos elevados. Terceiro Neto, Rodrigues e Silva (2018), com sua pesquisa apresentou a importância da execução de edificações sustentáveis. Com isso, o autor propõe a utilização do *retrofit* como alternativa de adaptar os empreendimentos obsoletos as novas tecnologias, visando benefícios ambientais, sociais e econômicos.

O presente trabalho tem como principal objetivo fazer uma revisão bibliográfica e documental sobre as vantagens de realizar *retrofit* para a adequação da edificação aos padrões de sustentabilidade. O processo será dividido em três etapas, estudo de uma edificação brasileira, internacional e a realização da comparação entre elas.

Na primeira etapa foi realizado o estudo dos conceitos de construções sustentáveis e das certificações.

A segunda etapa procederá o estudo dos conceitos *Retrofit*, comparando-o com os conceitos de Reforma e Restauro de uma edificação.

Por fim, a última etapa, foi realizado o estudo de caso de dois processos de retrofit, sendo um no contexto nacional, Edifício Glória 122, localizado na cidade do Rio de Janeiro, e outro internacional, Edifício do *Empire State*, situado em *New York*. Nela serão estudados os projetos, a certificação obtida e quais são as suas inovações tecnológicas. Além disso, comparam-se os processos, avaliando seus projetos e os benefícios acarretados aos seus bairros, cidades, países e população. Além disso, neste capítulo realiza-se uma comparação sobre os dois processos estudados, abordando as suas semelhanças e diferenças.

2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção sustentável é um processo construtivo de casas e edifícios que surgiu pós Segunda Guerra Mundial e visa à harmonia entre as edificações e o meio ambiente. Ela busca, durante da sua produção e pós-construção, atenuar os impactos à natureza. Para alcançar este objetivo é necessário a redução de resíduos, utilização eficientes de recursos hídricos e energéticos, aplicação de materiais sustentáveis, como madeiras reflorestadas. Araújo (2008) descreve o conceito de sustentabilidade proposto pelo relatório de Bruntland, da ONU, no qual o “Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades”.

As cinco dimensões do ecodesenvolvimento proposto pelo pesquisador Sachs (1993) são: social, econômico, ecológico, espacial e cultural. A primeira propõe uma maior equidade na distribuição de renda e de bens. A segunda sugere um gerenciamento mais eficiente dos recursos e um fluxo constante investimentos público e privado. A terceira adota diversas ferramentas para o desenvolvimento sustentável, como redução do consumo de combustíveis fósseis e utilização de novas tecnologias. A quarta recomenda uma melhor distribuição territorial mais

equilibrada. Por fim, a última dimensão aconselha a busca de novos conceitos, mais sustentáveis, de produção agrícola e industrial.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente são cinco conceitos necessários para uma edificação ser considerada sustentável. O primeiro é implantação urbana, nesta é recomendado à adaptação a topografia local, preservação de espécies nativas, contemplação a acessibilidade universal e facilitação do transporte público de qualidade. O segundo é no âmbito da edificação, nesta etapa é necessária a adequação do projeto ao clima da região, otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais. O terceiro conceito é a escolha de materiais sustentáveis, pouco processados, não tóxicos e recicláveis. O quarto representa a relação com a eficiência energética, com isso a edificação deve buscar fontes renováveis de energia e de aquecimento de água. Por fim, a respeito do tratamento das áreas externas, proponha-se a valorização dos elementos naturais no tratamento paisagístico e no uso de espécies nativas, na destinação de espaços para a produção de alimentos, utilização de pavimentação permeável, entre outros processos.

O *Triple Bottom Line* ou Tripé da Sustentabilidade proposto por John Elkington (1994) (figura 2), apresenta três princípios de sustentabilidade: *People* (Pessoa), *Planet* (Planeta) e *Profit* (Lucro). O primeiro representa o tratamento de como os funcionários recebem, englobando as normas trabalhista e o ambiente de trabalho. O segundo refere-se aos impactos ambientais gerados pelas empresas e como amenizá-los. Por fim, o terceiro apresenta uma lucratividade para a empresa que adota essa metodologia.

Figura 2 - Os três pilares da sustentabilidade



Fonte: Tecnicon, 2020.

Vieira e Filho (2012), em seu artigo, enfatiza a necessidade do estudo dos conceitos de Arquitetura Sustentável, Edifícios Verdes e os Cinco Métodos de Avaliação do Desempenho Ambiental. Com base nisso, o autor propõe a criação de um método construtivo brasileiro, levando em consideração os diferentes ecossistemas. Por fim, o escritor sugere que essa nova metodologia tenha a obrigação de ser originalmente brasileira, mesmo que seja uma revisão ou adequação dos conceitos já estabelecidos.

Motta e Aguilar (2009), realizou uma revisão histórica do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade na construção civil, descrevendo os principais conceitos e práticas que sendo adotadas para a implantação dela nessa indústria. O modelo proposto pelo autor é baseado na dialética, no qual ela é considerada um sistema aberto e uma busca inventiva. Ele propõe que a implantação da sustentabilidade nos empreendimentos, empresas e processos construtivos são consideradas estratégias fundamentais. O modelo proposto necessita ser aplicado em todas as etapas, atividades e estrutura. Por fim, o autor conclui que a implantação dessa metodologia necessita uma mudança cultural nos processos, práticas e gestão atuais.

Patzlaff, Kern e González (2010), estudou o desenvolvimento de projetos com ideologia sustentável como um caminho de agregar valor ao empreendimento e redução de custos. No trabalho ele apresentou um sistema que auxilia os projetistas no desenvolvimento da concepção da edificação, baseado em três técnicas: Análise do Ciclo de Vida, Avaliação Pós-Ocupação e Modelos Hedônicos de Preços. Elas visam beneficiar o produto sob os pontos de vista ambiental, social e econômico, respectivamente.

Corrêa (2009), realizou um estudo sobre a sustentabilidade na construção civil. Em seu trabalho ele apresenta diversos fatores que influenciam diretamente essa prática, como: a falta de uma cultura de reuso, a qualidade dos materiais, o constante avanço da tecnologia e a aceitação da trilogia dos 3 R's (Reuso, Reutilizar e Reciclar). Por fim, o autor conclui que aplicação desses fatores proporcionará o aumento do número de edificações sustentáveis.

Vilhena (2007), estudou a respeito das Diretrizes para a Sustentabilidade das Edificações. Em seu artigo, a autora elaborou uma planilha de diretrizes para a sustentabilidade das edificações. Essa relaciona o ciclo de vida da edificação, dividido em 4 fases (Planejamento, Projeto, Construção e Operação), com as diretrizes (Ambientais, Sociais, Institucionais, Econômicas e Sociais). Por fim, ela foi aplicada em um estudo de caso e comprovada que a mesma pode ser utilizada como uma ferramenta de auxílio aos projetistas no desenvolvimento de edificações sustentáveis.

Bocasanta, Pfitscher e Borgert (2016), realizou o estudo das ferramentas para o gerenciamento dos benefícios e custos ambientais gerados pelas construções sustentáveis. Ele utilizou como base, principalmente, a terceira fase da terceira etapa do SICOGEA, adaptando para as construções sustentáveis. O autor concluiu que os resultados foram satisfatórios, pois foi desenvolvido uma ferramenta de auxílio a gestão de construções sustentáveis, analisando à viabilidade financeira e ambiental do projeto.

Sobreira (2007), expõem quais são as barreiras e os caminhos legais, técnicos e administrativos para o desenvolvimento de projetos sustentáveis. Com isso, o artigo apresenta uma abordagem analítica preliminar a respeito dos principais caminhos que poderiam ser utilizados pela Administração Pública na busca por edificações mais sustentáveis. Para atingir este objetivo, o autor considerou os Instrumentos Legais, Selos Verdes e Certificações, Agenda Ambiental da Administração Pública e Concurso de Projetos.

Felix (2008), em sua dissertação, afirma que uma das dificuldades para a implantação de projetos sustentáveis é a carência de projetos pilotos. O método de pesquisa adotado foi composto por duas fases, estudo preliminar e seleção de projetos. Por fim, com os resultados obtidos, o autor contribuiu para o entendimento da inclusão de requisitos de sustentabilidade nos projetos de novas edificações.

2.1 Certificações de sustentabilidade

As certificações de sustentabilidade, selos verdes ou eco-selos são ferramentas desenvolvidas para indicar empresas que visam desenvolvimento de projetos sustentáveis. Os principais parâmetros utilizados na análise são: a eficiência energética, a gestão de água e de resíduos, entre outros.

A busca por uma certificação traz vários benefícios para a empresa, como: a redução de custos, o valor agregado à marca, potencialização de parcerias e contribuição para um planeta mais sustentável. O primeiro é alcançado com a redução do desperdício de matéria-prima, consumo de água e de energia. O segundo permite que a empresa obtenha uma imagem de prestígio perante os consumidores adeptos a essa filosofia. O terceiro benefício mostra que ao conquistar de alguma certificação a instituição, na maioria dos casos, consegue novos investidores e clientes. Por fim, o último benefício representa os ganhos para o planeta em geral.

2.1.1 Certificação LEED

A Certificação LEED é a principal plataforma utilizada para a certificação de edifícios verdes, sendo adotada em mais de 160 países. Ela é composta por 8 dimensões compostas por pré-requisitos e créditos, que à medida que são atendidos garante pontos para a edificação, podendo variar de 80 a 110 pontos. Os seus níveis de certificação são: *Silver*, *Gold* e *Platinum* (figura 3).

Figura 3 - Certificação LEED

Selo:				
Pontos:	40-49	50-59	60-79	80+

Fonte: Gracielli Folli, 2021.

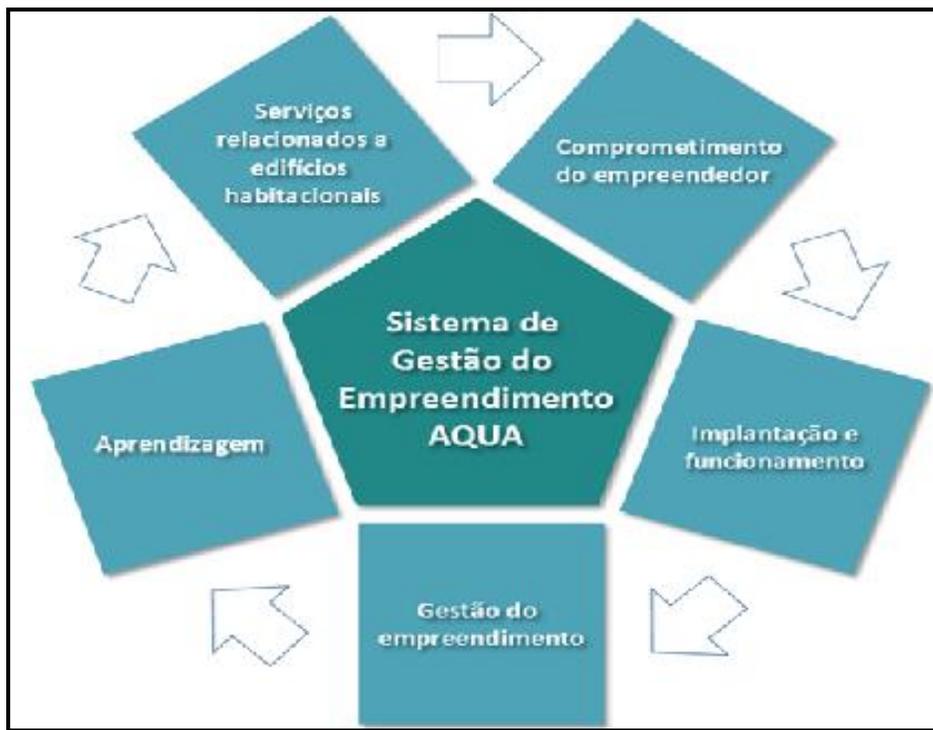
Rech (2018), realizou uma revisão bibliográfica a respeito da certificação LEED, relatando quais são os fatores relacionados e sua importância na construção civil. Ao final, o autor concluiu que é fundamental despertar na sociedade o comportamento e a responsabilidade da criação de espaços urbanos mais sustentáveis. Além disso, ele apresentou as dificuldades para se obter qualquer certificação e que necessitam de vários procedimentos para serem conquistadas.

Bueno e Rossignolo (2011), analisou a aplicação de certificação ambiental em edificações habitacionais LEED *for Homes* no contexto brasileiro. No artigo, é realizada uma análise dessa certificação, com o intuito de estabelecer os pontos positivos e negativos na avaliação de uso habitacional no contexto brasileiro. Ao final, o autor concluiu que a certificação, no contexto brasileiro, demonstra-se limitada e consequentemente inconclusiva, pois ela, em alguns parâmetros, está aplicada sobre uma ótica regional inadequada à sua aplicação no país.

2.1.2 Certificação AQUA

A Certificação AQUA (figura 4) foi criada pela Fundação Vanzolini. Ela foi adaptada à realidade brasileira e tem a sua metodologia baseada nos estudos do francês Démarche HQE, nos requisitos para o SGE e os critérios de desempenho nas categorias de QAE. O certificado é baseado em 14 critérios de sustentabilidades que são classificados como: bom, superior ou excelente. Para ele ser conquistado o projeto deve ter, no mínimo, 3 categorias classificadas com excelente e, no máximo, 7 categorias no nível bom.

Figura 4 - Certificação AQUA



Fonte: SustentARQUI, 2021.

2.1.3 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul (figura 5) é uma iniciativa do Governo Federal com auxílio da Caixa Econômica Federal para o incentivo a construção de edificações sustentáveis. Os projetos escolhidos são analisados e acompanhados pela Caixa, e caso atenda aos critérios exigidos do programa a edificação receberá a certificação e os seus benefícios. Estes são distribuídos entre o construtor, o(s) comprador(es) e a sociedade. Os dois primeiros recebem descontos nas taxas de juros de financiamento, enquanto o último recebe o exemplo da necessidade de mais projetos que gerem menos impacto ambiental.

Figura 5 - Selo Casa Azul



Fonte: SustentARQUI, 2021.

2.1.4 Selo Energy Star

A certificação *Energy Star* (figura 6) é um programa norte americano criado pela EPA em 1992. Ela é responsável pela mobilização de campanhas de proteção ambiental, adotando o uso racional de energia. A edificação que recebe esse selo proporciona um consumo mais eficiente de energia, porém sem diminuir o conforto dos usuários.

Figura 6 - Certificação *Energy Star*



Fonte: *Energy Star*, 2021.

O selo pertence ao programa US EPA *Energy Star Portfolio Manager*. Este é uma ferramenta interativa de gerenciamento de recursos que possibilita a avaliação do consumo de energia e edificações. Ela é uma das ferramentas mais utilizadas pelo setor, no qual, aproximadamente, 25% dos edifícios nos EUA possuem *benchmarking* ativo no *Portfolio Manager*.

Ela realiza a comparação do desempenho energético de uma edificação com outras semelhantes do mesmo país. O programa adota uma pontuação de que varia de 1 a 100 pontos, sendo desempenho mediano equivalente a 50 pontos.

3 DIFERENÇA ENTRE *RETROFIT*, REFORMA E RESTAURO

O *Retrofit* é uma tendência construtiva que surgiu na Europa. O termo faz referência a renovação e a atualização do projeto, mantendo as características da edificação. Ele surge como uma forma de revitalizar e preservação da memória das edificações implementado neles novas tecnologias e designs mais promissores.

Souto (2019), realizou um estudo de caso de projeto de *retrofit* do *shopping Venâncio 2000* (figura 7) em Brasília. Em seu estudo, a autora explanou que o processo priorizou o conforto, estética e funcionalidade com a implantação de novas tecnologias sustentáveis. Além disso, a ela concluiu que o estabelecimento comercial obteve retorno financeiro e aumento no fluxo de pessoas diariamente.

Figura 7 - Nova fachada do Venâncio 2000



Fonte: Souto, 2019.

A renovação de um apartamento do século XX (figura 8), localizado na cidade Valência, pode ser considerado um exemplo de *retrofit*. O imóvel foi comprado e projetado pelo escritório de arquitetura *Di Donato Architecture*. O projeto foi pensado de modo a criar espaços modernos conservando sua estrutura existente e história. O principal elemento que se remete esse objetivo é a restauração e exposição da estrutura do telhado, pois ele garante a autenticidade do local. Além disso, foi implantado na edificação um moderno sistema de iluminação com o propósito de evidenciar suas paredes de tijolos originais.

Figura 8 - Foto do apartamento do século XX após o *retrofit*



Fonte: Archiboom, 2021.

Schreiber (2017), estudou o processo de *retrofit* de uma edificação comercial localizada na cidade de São Leopoldo, Rio Grande do Sul. O objetivo da pesquisa era demonstrar o aumento da satisfação dos usuários ao final do processo. Ele foi obtido pela análise da estrutura e aplicação de um questionário de avaliação pós-ocupação. Ao final, a autora concluiu que ambientes confortáveis, agradáveis e adequados demonstram preocupação com os usuários e geram comprometimento, credibilidade e confiança. Além disso, a melhoria da fachada fornece aos clientes, fornecedores e funcionários os interesses e valores da empresa.

Barrientos e Qualharini (2004), investigou e identificou os postos-chave do *retrofit*, fazendo uma comparação entre os estágios brasileiros e europeus. Com isso, a autora apresenta os itens necessários do processo, são eles: a escolha de equipe interdisciplinar, implantar um sistema de dados confiável, montagem do cadastro de dados e propor a sua futura continuidade. Além disso, ela saliente que cada obra de *retrofit* é única, ou seja, cada uma tem a sua particularidade.

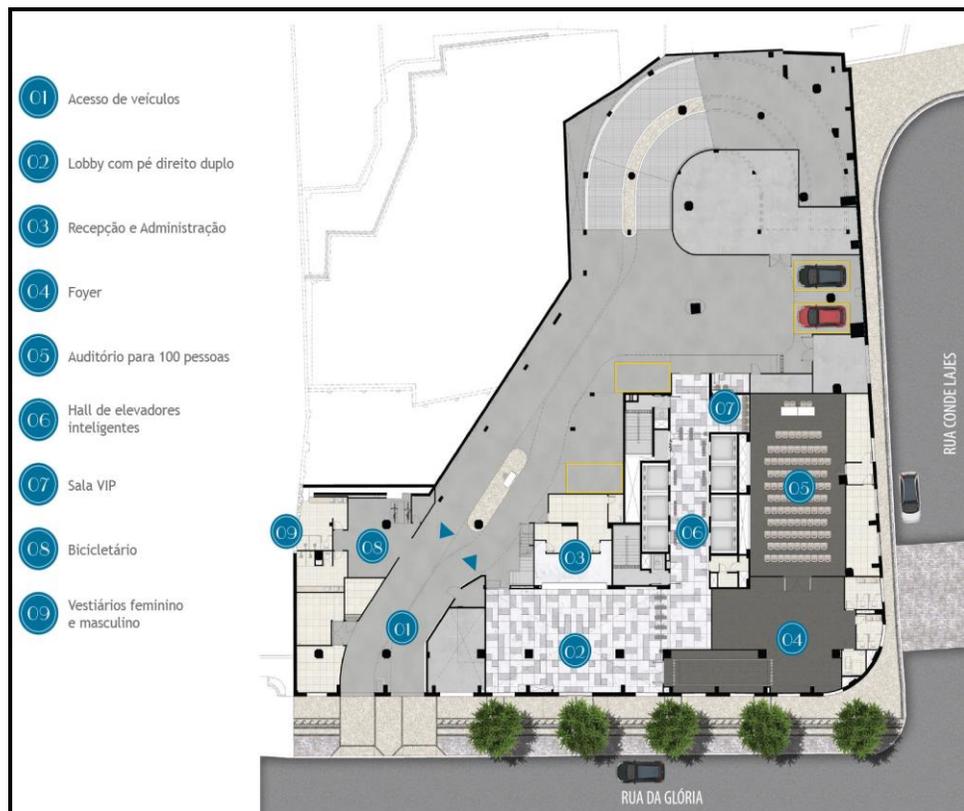
Segundo a NBR 16.280/2014, Reforma é “qualquer alteração nas condições da edificação com o objetivo de recuperar, melhorar ou ampliar suas condições de habitabilidade, uso ou segurança, e que não seja manutenção”. Ou seja, ela é uma maneira de recuperar as condições do ambiente.

Urias e Gonzalez (2016), estudou a norma NBR 16.280/2014 e apresentando os principais parâmetros para a realização de uma reforma em qualquer edificação. Esses contêm etapas que devem ser seguidas, como: definição e apresentação do escopo da reforma, apresentação dos requisitos, organização, liberação do responsável técnico, realização da reforma e documentação. Além disso, o autor apresentou um estudo de caso cujo síndico apenas se preocupou em buscar um responsável técnico, por este motivo ela da edificação não atingiu o resultado esperado.

O Restauro, na maioria dos casos, é aplicado a edificações e/ou bens tombados. O seu objetivo é a conservação, a preservação ou reposição da totalidade ou de parte da sua concepção original. Ele é um processo que é limitado pelas normas de tombamento.

Com o *retrofit* finalizado em 2016, ele passou de um edifício residencial para um corporativo. O projeto foi idealizado pela SDI Desenvolvimento Imobiliário, assinado pelo escritório de arquitetura *De Fournier e Associados* e executado pela construtora RFM. Com isso, as três edificações foram transformadas em um empreendimento em formato de ‘L’ (figura 10) com capacidade de receber até 24 escritórios de 600 metros quadrados e 75 vagas de garagem.

Figura 10 - Layout do pavimento térreo



Fonte: Glória 122, 2021.

A edificação é composta por dois pavimentos de garagem, pavimento térreo e onze pavimentos tipo, no qual dois deles possuem terraços nobres. Além disso, ela também possui um café suspenso (figura 11) com telhado de vidro, lobby com pé-direito duplo (preservando o estilo da *Art Déco*) e auditório.

Figura 11 - Café suspenso do Glória 122



Fonte: TEMSustentável, 2021.4

4.1.1 O Processo de Retrofit

Tendo como base os projetos que estão presentes no Anexo A e os conteúdos acima abordados é possível analisar o processo de *retrofit* o Edifício Glória 122.

A edificação é um empreendimento corporativo que conecta o glamour do estilo da *Art Déco* com modernos recursos tecnológicos. Isso foi possível devido a conservação da fachada histórica, com mais de 70 anos, e a reconstrução dos três prédios que existiam no local (figura 12).

Figura 12 - Detalhamento da maquete de conservação das fachadas



Fonte: TEMSustentável, 2021.

Para atingir esse objetivo, foi realizado um corte para separar as três edificações residenciais que existiam e a construção de uma robusta estrutura metálica (figura 13) para garantir que os impactos e as vibrações gerados pela demolição não afetassem as fachadas e também para conecta-las ao novo prédio. Além disso, cerca de 20% da área da preservada foram restaurados, respeitando o estilo da obra.

Figura 13 - Foto da estrutura metálica construída atrás das fachadas



Fonte: TEMSustentável, 2021.

Na cobertura do novo edifício foram construídos mais três andares com recuo de 5m em relação às fachadas originais (figura 14). Eles foram construídos com fachadas em vidro, com ampla vista de 360° da cidade do Rio de Janeiro. Além disso, também foram construídos um café suspenso, com acesso para o sétimo andar por uma passarela em estrutura metálica e cobertura composta por vidro e um jardim criado pelo Burle Marx.

Figura 14 - Edifício Glória 122 após o retrofit



Fonte: TEMSustentável, 2021.

O empreendimento, além das alterações da sua funcionalidade e estrutura, também foi implantado novos sistemas de iluminação, hidrossanitário, climatização e elevadores que visam a economia e redução do desperdício. O primeiro foi possível devido a utilização de luminárias e lâmpadas de alta eficiência e priorização de iluminação natural. O segundo é composto por um sistema de descarga a vácuo e tanques de captação e armazenamento das águas da chuva (também utilizado durante a fase de obra). O terceiro utiliza do sistema VRF individual por conjunto. O último conta com os sistemas de gerenciamento de chamadas antecipadas e regenerativo de energia e iluminação das cabines por lâmpadas de LED. Além disso, a edificação possui modernos sistemas de automação predial e de segurança ligados 24 horas por dia.

O projeto de *retrofit* do Edifício Glória 122 trouxe benefícios a sua vizinhança, pois foi executado à restauração do Chafariz da Glória, sinalização de pontos de ônibus, taxis, faixas de pedestres e a instalação de um paraciclo.

4.1.2 As Certificações e as Premiações Conquistadas

Após o processo de *retrofit*, o edifício Glória 122 se tornou um dos empreendimentos mais modernos da cidade do Rio Janeiro. Com isso, o complexo atendeu os padrões internacionais de sustentabilidade recebendo do selo LEED na categoria *Green Building*.

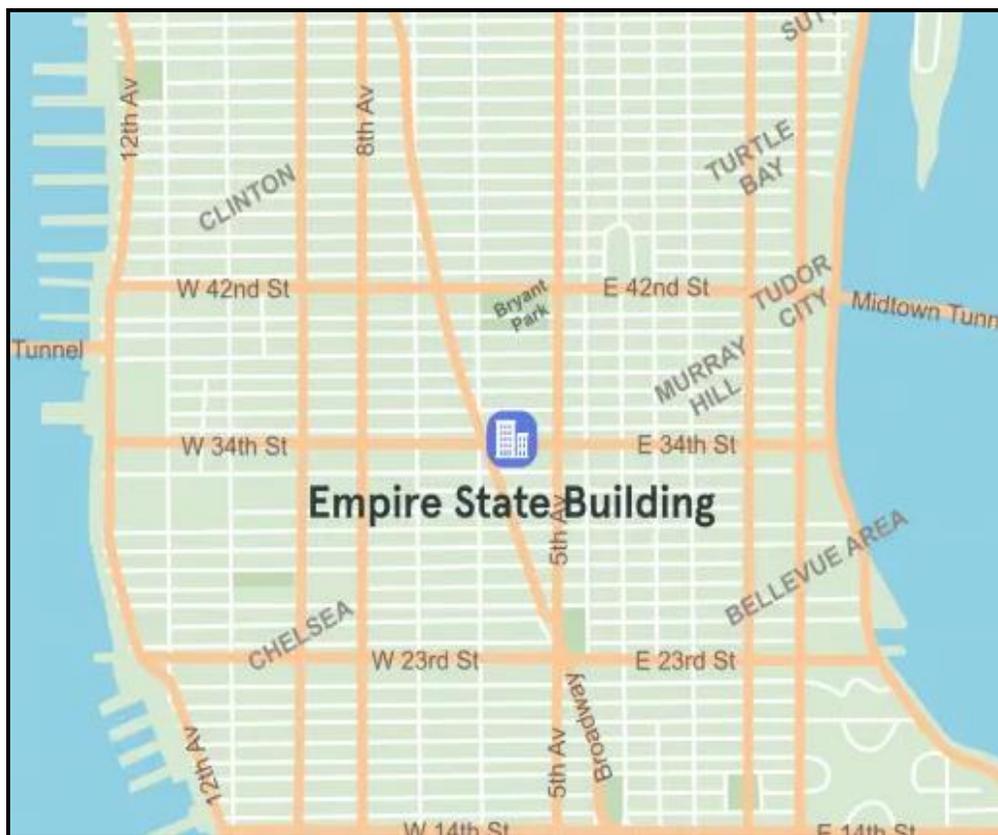
A RFM Construtora, responsável pela execução do projeto, venceu o 23º Prêmio Master Imobiliário na categoria *retrofit*. Sendo, o principal motivo, a inovação tecnológica utilizada na preservação das fachadas históricas e o conceito de construção sustentável por ela adotado, conforme explicado pelo diretor de operações da RFM, Brito (2017):

O maior obstáculo de um projeto como esse é encontrar soluções tecnológicas e sustentáveis, mudando a destinação do complexo, de forma que seja mantido e restaurado o que se quer preservar. No caso do Glória 122, demolimos os prédios que existiam atrás da fachada e construímos um complexo de uso corporativo.

4.2 Edifício *empire state*

O Edifício *Empire State* é um arranha-céu de 102 andares, composto por centenas de escritórios, localizado no centro de *Manhattan-NY* (figura 15). Atualmente ele é o quarto mais alto arranha-céu de NY, o sexto dos Estados Unidos e o 43º mais alto do mundo.

Figura 15 - Localização do edifício *Empire State*



Fonte: *Hellotickets*, 2021.

O projeto foi assinado pelo arquiteto William F. Lamb, tendo como inspiração o edifício Reynolds, localizado na Carolina do Norte, EUA. Ele foi projetado no estilo *Art Déco* e é considerado uma das Sete Maravilhas do Mundo Moderno.

Ele foi inaugurado em 1931 e é referência para construção civil, sendo o símbolo da luta dos Estados Unidos contra a depressão de 1929. A edificação tem 89 anos de idade e passou por um processo de *retrofit* em 2009, que foi proposto pela *C40 Cities Climate Leadership Group*, liderados pela Fundação *Bill Clinton*.

A edificação (figura 16) tem uma altura total de 443,2 metros, no qual a altura do telhado é de 381,0m. Os materiais para a sua construção foram tijolos, cimento, estrutura em aço e a fachada em calcário. Além disso, o projeto envolveu cerca de 3400 trabalhadores, no qual a maioria eram imigrantes europeus.

Figura 16 - Foto do *Empire State*



Fonte: Viagem de cinema, 2021.

4.2.1 O Processo de Retrofit

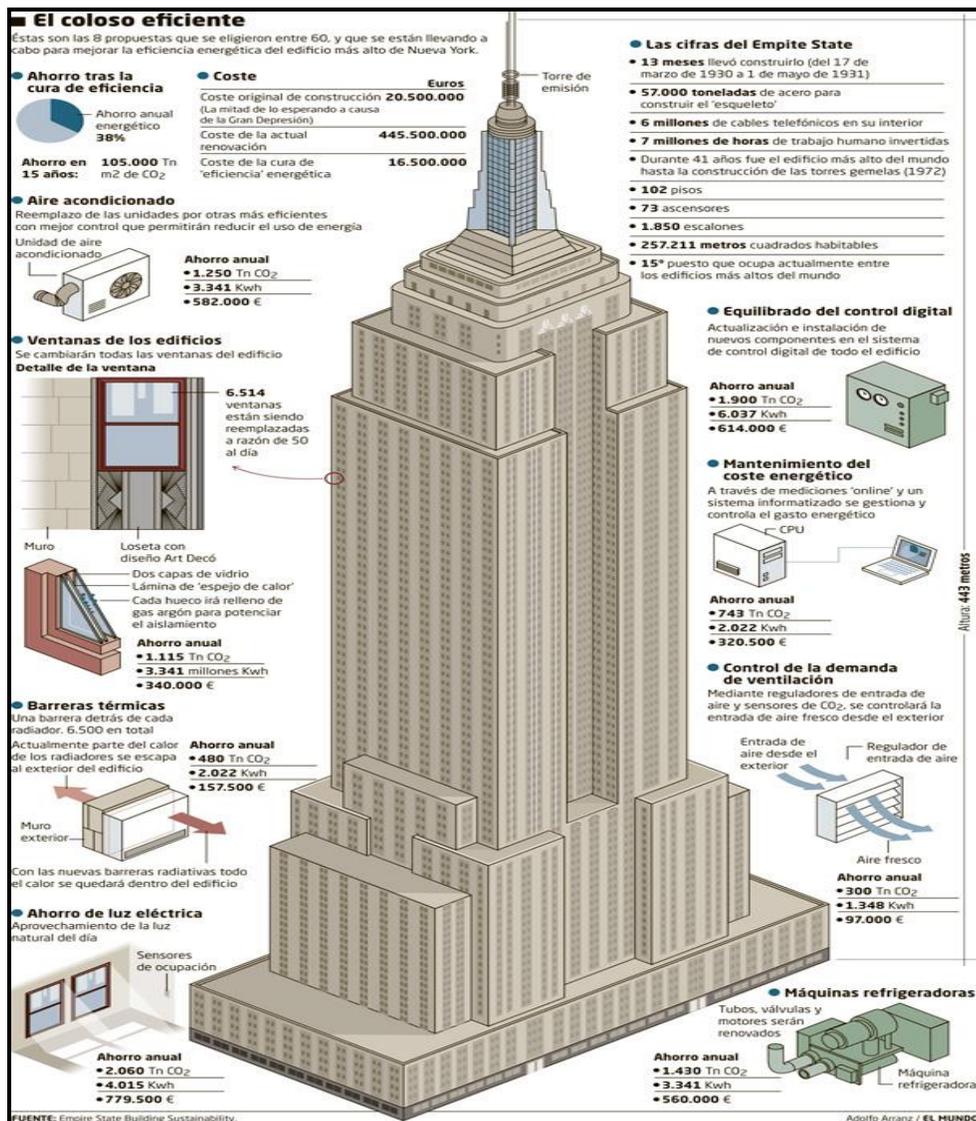
Tendo como base os projetos e as cartilhas contidas no Anexo B e os conteúdos acima abordados será analisado o processo de *retrofit* do Edifício *Empire State*.

A edificação da década de 30 é um dos edifícios corporativos mais conhecidos do mundo, sendo uma referência mundial para profissionais da construção civil. Pois, ele é um símbolo da luta contra a grande depressão de 1929, além de ser um exemplo de conservação e inovação alcançados pelo processo de *retrofit* iniciado em 2009.

Desde de 2009, a edificação passa por um processo do *retrofit*, com um investimento de mais 550 milhões de dólares. O investimento foi feito para um consumo mais eficiente de água e energia, e permanecerem em constante evolução.

Os recursos foram utilizados para a troca de todas as instalações elétricas e hidráulicas, substituição das janelas por outra com melhor desempenho térmico e acústico, além dos 9 elevadores (figura 17). Além disso, foram implantados sistemas inteligentes para o controle da ventilação da edificação.

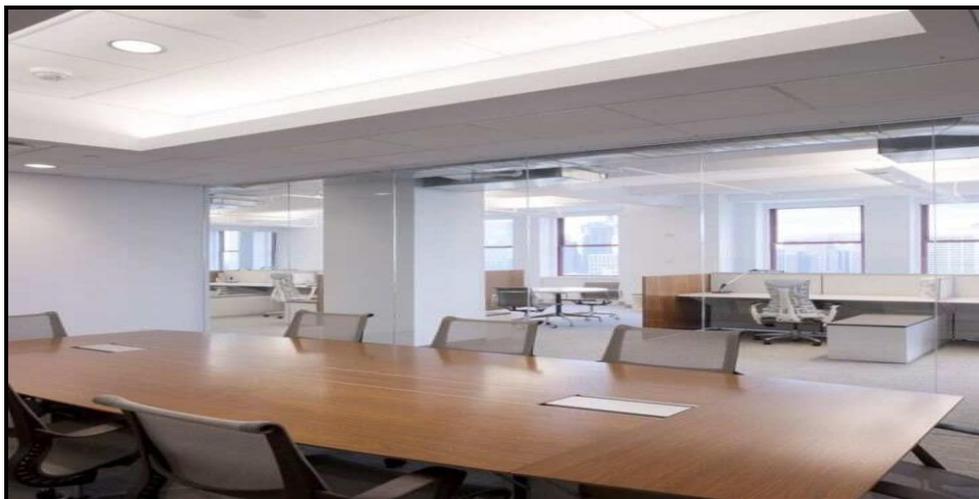
Figura 17 - Detalhamento construtivo do *Empire State*.



Fonte: Empire States Building Sustainability, 2010.

A eficiência energética foi alcançada pela implantação de um sistema de gestão de energia dos inquilinos, modernização da iluminação (figura 18) e troca das janelas que beneficiam a utilização de iluminação natural. Além disso, o sistema de controle do prédio sofreu uma modernização que permite a adequação da iluminação artificial em função da entrada de luz externa no ambiente.

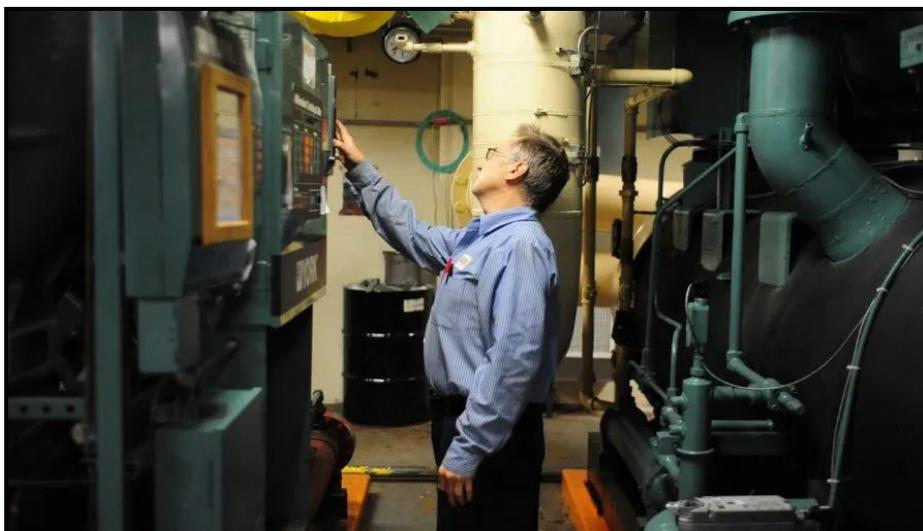
Figura 18 - Foto do sistema de iluminação do *Empire State*



Fonte: The Empire State Building, 2021.

A climatização (figura 19) do edifício também recebeu uma atualização com a modernização dos radiadores e do sistema. No primeiro foi realizado o isolamento dos seus componentes, evitando a perda de calor para o ar, reduzindo à liberação de carbono na atmosfera. No caso do segundo sistema ocorreu a modernização da planta de resfriadores, de manipulação de ar e do controle de ventilação.

Figura 19 - Foto do sistema de climatização do *Empire State*



Fonte: The Empire State Building, 2021.

Os sistemas hidráulico e sanitário também receberam atualizações. Elas foram a instalação de aparelhos hidrossanitários mais eficientes, e utilização de materiais de limpeza biodegradáveis e de papel reciclado.

Além de todas as atualizações citadas acima, o *retrofit* do edifício *Empire State* utilizou materiais com baixo teor de VOC, limpeza verde, controle de pragas integrado e testes regulares de EAQ para todo o edifício.

No retrofit, também foi implantado telhado verde (figura 20). Ao todo, foram implantados quatro jardins, totalizando uma área de 845m². Esses espaços são utilizados como local de convivência do edifício. O novo terraço absorve à água da chuva, evitando alagamentos, ajuda na filtragem do ar e reduz os efeitos provocados pela ilha de calor na cidade. O projeto do espaço foi implantado pela empresa *Xero Flor America*.

Figura 20 - Foto do telhado verde do *Empire State*



Fonte: Xero Flor America, 2013.

Ao término do processo, é estimado uma redução de energia de aproximadamente de 40% e o corte total da sua emissão de carbono.

4.2.2 As Certificações e as Premiações Conquistadas

Desde a sua construção, o edifício *Empire State* é um símbolo de tecnologia, imaginação e ambição, sendo, atualmente, um exemplo de edificação sustentável. Para atingir este objetivo, o empreendimento continua em um contínuo processo de *retrofit*.

O resultado é que a edificação atingiu um alto padrão de eficiência no consumo de água e energia elétrica, se transformando em um prédio verde por excelência, e em constante evolução. Com isso, atualmente, é o processo de *retrofit* com maior pontuação da certificação LEED, conseguindo atingir o nível *Gold*.

Além disso, a edificação recebe todo ano, desde de 2010, a certificação *Energy Star*.

4.3 Semelhanças e diferenças entre os projetos de *retrofit*

As duas edificações acima estudadas, coincidentemente apresentam a mesma conceituação estilística do movimento Art Decô e passaram por diferentes projetos de *retrofit*, entretanto esses possuem os mesmos objetivos, a redução do consumo de energia e água, sem prejudicar o conforto do ambiente, e adoção de insumos que não promovam grandes impactos ambientais.

O primeiro processo, o Edifício Glória 122, teve a maior transformação, em comparação com a outra edificação, pois apenas foram conservadas as fachadas das três edificações presentes no local. Além disso, foram implantados novos sistemas de iluminação, hidráulicos, climatização, automação predial e elevadores, visando à redução do consumo de energia e água.

O segundo processo estudado foi do Edifício *Empire State*. Ele que é o símbolo norte americano da batalha contra a Crise de 1929 realizando o processo de *retrofit* para a minoração do consumo de energia e água. O objetivo foi alcançado pela modernização dos sistemas elétrico, hidráulicos e climatização, e também ocorreu a substituição de todas as janelas e elevadores mais eficientes.

Ao término do processo ambas receberam a certificação LEED. O Edifício Glória 122 recebeu o selo na categoria *Green Building* e a construtora conquistou o 23° Prêmio Master Imobiliário na categoria *retrofit*. O Edifício *Empire State* alcançou o nível *Gold*, sendo a maior pontuação de uma edificação que realizou *retrofit*, e também, desde de 2010, recebe o selo *Energy Star*, do programa US EPA *Energy Star Portfolio Manager*.

O quadro 1 abaixo apresenta um resumo e auxilia na comparação dos retrofit dos dois edifícios acima estudados.

Quadro 1 - Comparação entre os processos de retrofit

EDIFÍCIOS	GLORIA 122	EMPIRE STATE
Idealizadores	SDI Desenvolvimento Imobiliários.	C40 Cities Climate Leadershio Group.
Objetivo	Transformar 3 edificações residências em um moderno edifício corporativo, preservando as fachadas históricas e redução do consumo de energia e água.	Possibilitar um consumo mais eficiente de água e energia e ser um exemplo mundial de edifício sustentável.
Sistemas	Sistemas: <ul style="list-style-type: none"> • Elétrico/Iluminação; • Hidrossanitário; • Climatização; • Automação predial; • Elevadores. 	Sistemas: <ul style="list-style-type: none"> • Elétrico/Iluminação; • Hidrossanitário; • Climatização; • Automação predial; • Janelas; • Elevadores.
Premiações	Selo LEED – categoria Green Building; 23° Prêmio Master Imobiliário – categoria <i>Retrofit</i> .	Selo LEED nível Gold – categoria Retrofit; Selo Energy Star – desde de 2010.

Fonte: Autor, 2021.

5 CONCLUSÃO

O conceito de construção sustentável está presente desde o fim da Segunda Guerra Mundial, estando presente em grandes empreendimentos pelo mundo. Além disso, há um movimento de conscientização de toda a população mundial proposto por engenheiros, arquitetos, investidores e proprietários de imóveis.

Com isso, existe um aumento na busca de certificações de construção sustentável. Os principais motivos são a valorização da edificação e a redução dos gastos referentes ao consumo de energia e água, sendo este um recurso escasso em diversos países.

O emprego do *retrofit* é alternativa de reabilitação das edificações presentes nos grandes centros urbanos. Pois, ele permite a modernização e incorporação de novas tecnologias que possibilitam um melhor aproveitamento de recursos, cada vez mais escassos, em edificações existentes sem alterar o seu conceito arquitetônico. E também, o processo possibilita uma maior valorização da edificação e da sua vizinhança.

O processo de *retrofit* do Edifício Glória 122 consistiu na conversão de três edifícios residenciais em um corporativo, no qual foram preservados apenas as suas fachadas e o conceito arquitetônico. Ele teve como objetivo de transformar a edificação em uma das mais modernas da cidade do Rio de Janeiro, além de possibilitar uma maior economia de recurso, sem a redução do conforto dos seus usuários.

O *retrofit* do Edifício *Empire States* é fundamentado na constante modernização dos sistemas presentes no imóvel e conscientização de economia de recursos energéticos e hidráulicos, e da utilização de materiais que causem menos impactos ambientais. Além disso, ele é considerado como exemplo mundial de eficiência energética e de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da**, 2008.

ARONOVICH, Ricardo. OFFICE STYLE: O estilo de quem decide. São Paulo, v. 162, n. 1, p. 82 – 94, maio de 2015. Disponível em: http://www.flexeditora.com.br/_pdfs/publicacoes/office-1621.pdf. Acesso em: 20 de jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16280**: 2014. Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas. Rio de Janeiro, 2014.

BARRIENTOS, M. I. G. G.; QUALHARINI, Eduardo L. **Retrofit de construções: metodologia de avaliação**. In: **Conferência Latino-americana de Construção Sustentável: ENTAC**, S. Paulo, Brasil. 2004.

BOCASANTA, Stephane Louise; PFITSCHER, Elisete Dahmer; BORGERT, Altair. Benefícios e custos ambientais gerados com edificações sustentáveis: uma ferramenta para análise de viabilidade financeira ambiental. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 15, n. 46, p. 35-46, 2016.

BUENO, Cristiane; ROSSIGNOLO, João Adriano. Análise da aplicação da certificação ambiental de edificações habitacionais LEED for Homes no contexto brasileiro. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)**, n. 13, p. 65-74, 2011.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) -Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

DUARTE, Natalie Costa et al. **Comparativo dos requisitos leed e aqua para certificação ambiental de edificações**. Porto Alegre. Instituto Venturi, 2016.

FELIX, Luis Fernando Carvalho. **O processo de projeto de uma edificação mais sustentável: contribuições relativas ao programa arquitetônico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Univ. do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GASQUES, Ana Carla. Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. **Revista Tecnológica**, v. 23, n. 1, p. 13-24, 2014.

GRÜNBERG, Paula Regina Mendes; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; TAVARES, Sergio Fernando. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 195-214, 2014.

LUZ, Thaelys Cristine. **RETROFIT: A requalificação e reutilização de construções antigas**. Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP. Santa Catarina, 2017.

MENDES, Marina Ceccato. **Desenvolvimento sustentável**. Net. Disponível em <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt2.html, 2008. Acesso em: 20 jan. 2021.

MOTTA, Silvio FR; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

PATZLAFF, Jeferson Ost; KERN, Andrea Parisi; GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. Projeto de edificações com apelo sustentável: elementos para a construção de um sistema de apoio à decisão. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 3, p. 479-503, 2010.

PRADO, Thays. **Aqua: primeiro referencial técnico brasileiro para construções sustentáveis**. 2008. Acesso em: 20 jan. 2021.

RECH, Alexandre da Silva et al. Certificação LEED e sua Importância nas Construções Brasileiras. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 300-312, 2018.

SACHS, Ignacy. **As cinco dimensões do ecodesenvolvimento. Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

SCHREIBER, Isabela Franco. **A relação entre o retrofit e a satisfação do usuário: Estudo de caso em uma empresa do Vale dos Sinos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Unisinos, São Leopoldo, 2017.

SOBREIRA, Fabiano JA et al. **Sustentabilidade em edificações públicas: entraves e perspectivas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

SOUTO, Lorena da Cruz. **O retrofit como forma de atualização tecnológica e sustentável de fachadas de edificação: estudo de caso do Edifício Venâncio 2000**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2019.

TERCEIRO NETO, Antonio Dias de Lima; GOLVEIA, Luã Pedro Rodrigues.; SILVA, Igor Martins Costa Ferreira. **A importância do retrofit sustentável e os certificados ambientais utilizados no Brasil – Paper Review**.

URIAS, Carina Buschini; GONZALEZ, Edinaldo Favareto. Reforma em edificações conforme a NBR 16.280. **REVISTA UNINGÁ REVIEW**, v. 28, n. 3, 2016.

VIEIRA, Luciane Alves; FILHO, Mauro Normando Barros. A emergência do conceito de Arquitetura Sustentável e os métodos de avaliação do desempenho ambiental de edificações. **REVISTA HUM@ NAE**, v. 4, n. 1, 2012.

VILHENA, Juliana Machado. **Diretrizes para a sustentabilidade das edificações**. Gestão & tecnologia de projetos, v. 2, n. 1, p. 59-78, 2007.

WEIMER, Günter. O conceito de Art Déco. **Revista UFG**, v. 12, n. 8, 2010.

ZANDONAI, V. M., & FERREIRA, A. S. O desafio do arquiteto frente as necessidades do restauro arquitetônico. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Xanxerê**, v. 2, p. e13686-e13686, 2017. Disponível em:
<https://www.portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeux/article/view/13686>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<http://www.blogdomacedo.com.br/2009/04/o-empire-state-sera-um-green-building.html>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<http://www.documenta.com.br/gloria-122-retrofit-transforma-predio-residencial-da-decada-de-40-em-construcao-contemporanea/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/outubro/um-dos-simbolos-de-nova-yorkempire-state-inaugura>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<http://www.gloria122.com.br/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

<http://www.reativaeficienciaenergetica.blogspot.com/2015/03/eficiencia-energetica-empire-state.html>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<http://www.retrofitengenharia.com.br/diferenca-entre-retrofit-restauro/#:~:text=%C3%89%20muito%20comum%20quem%20n%C3%A3o,s%C3%A3o%20processos%20com%20distintas%20finalidades.&text=Seu%20objetivo%20%C3%A9%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o,parte%20da%20sua%20concep%C3%A7%C3%A3o%20original>. Acesso em: 29 nov. 2020.

http://www.sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_7_CERTIFICA%C3%87%C3%95ES_VERDE.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

<https://projeto colabora.com.br/videos/casa-verde-na-gloria/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

<https://www.amigoconstrutor.com.br/dica-do-amigo/empire-state-building/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<https://www.archdaily.com.br/br/804893/classicos-da-arquitetura-edificio-empire-state-shreve-lamb-e-harmon>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<https://www.blog.artesana.com.br/o-que-e-o-certificado-aqua-e-como-foi-adaptado-a-realidade-brasileira/#:~:text=Por%20iniciativa%20da%20Fundação%20A7%C3%A3o%20Van%20zolini,realidade%20brasileira%2C%20considerando%20todos%20os.> Acesso em: 3 out. 2020.

<https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 3 out. 2020.

<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/empire-state-building-retrofit/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

https://www.cte.com.br/blog/sustentabilidade/sustentabilidade-na-construcao-civil-conceitos-e-tendencias/?gclid=CjwKCAjw1uiEBhBzEiwAO9B_HfdngQdyMPPxFwZUifk1Vc-fUjcPhyzIP9NDLmGskgSbMyS-xRBXtxoC3ogQAvD_BwE. Acesso em: 11 mai. 2021.

<https://www.dicio.com.br/desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 29 abr. 2021.

<https://www.ecycle.com.br/2062-construcao---sustentavel.html#:~:text=A%20construção%20A7%C3%A3o%20sustentável%20A1vel%20C3%A9%20uma,naturais%2C%20como%20C3%A1gua%20e%20energia.> Acesso em: 10 out. 2020.

<https://www.energystar.gov/buildings/benchmark>. Acesso em: 5 mai. 2021.

<https://www.esbnyc.com/pt-br/sobre/sustentabilidade>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: 10 out. 2020.

<https://www.hometeka.com.br/pro/o-que-e-retrofit-conheca-essa-tendencia-e-como-ela-pode-ser-aplicada/>. Acesso no dia 19 jan. 2021.

<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/construção%20A7%C3%A3o-sustentável.html>. Acesso em: 3 out. 2020.

<https://www.projetoestruturalonline.com.br/retrofit-pelo-mundo/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

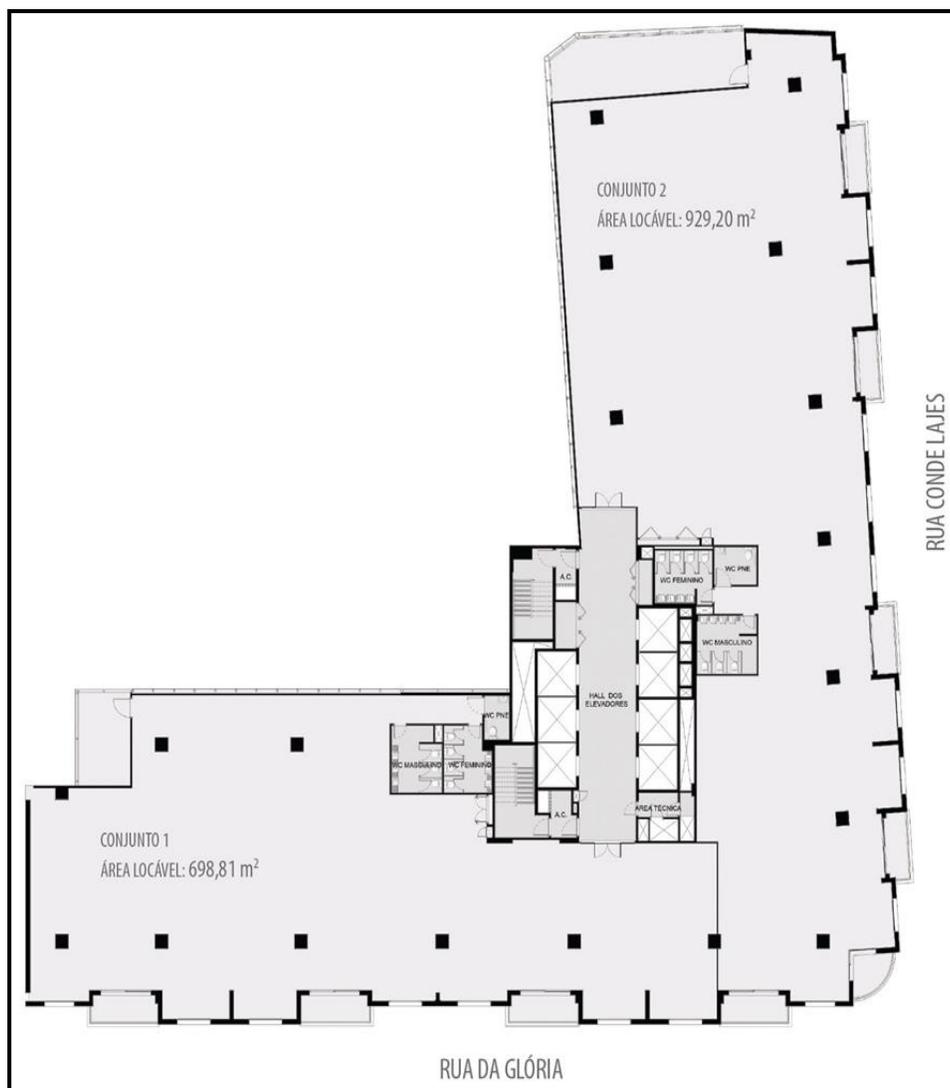
https://www.tecnicon.com.br/blog/309-O_que_e_o_Tripe_da_Sustentabilidade_e_como_abordar_o_tema_na_empresa. Acesso em: 29 nov. 2020.

<https://www.temsustentavel.com.br/com-fachada-art-deco-gloria-122-leva-o/>.
Acesso em: 18 jan.2021.

<https://www.todamateria.com.br/art-deco/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

ANEXO A – PROJETOS DO EDIFÍCIO GLÓRIA 122

Figura 21 - Planta baixa do pavimento tipo do 3° ao 10° andar



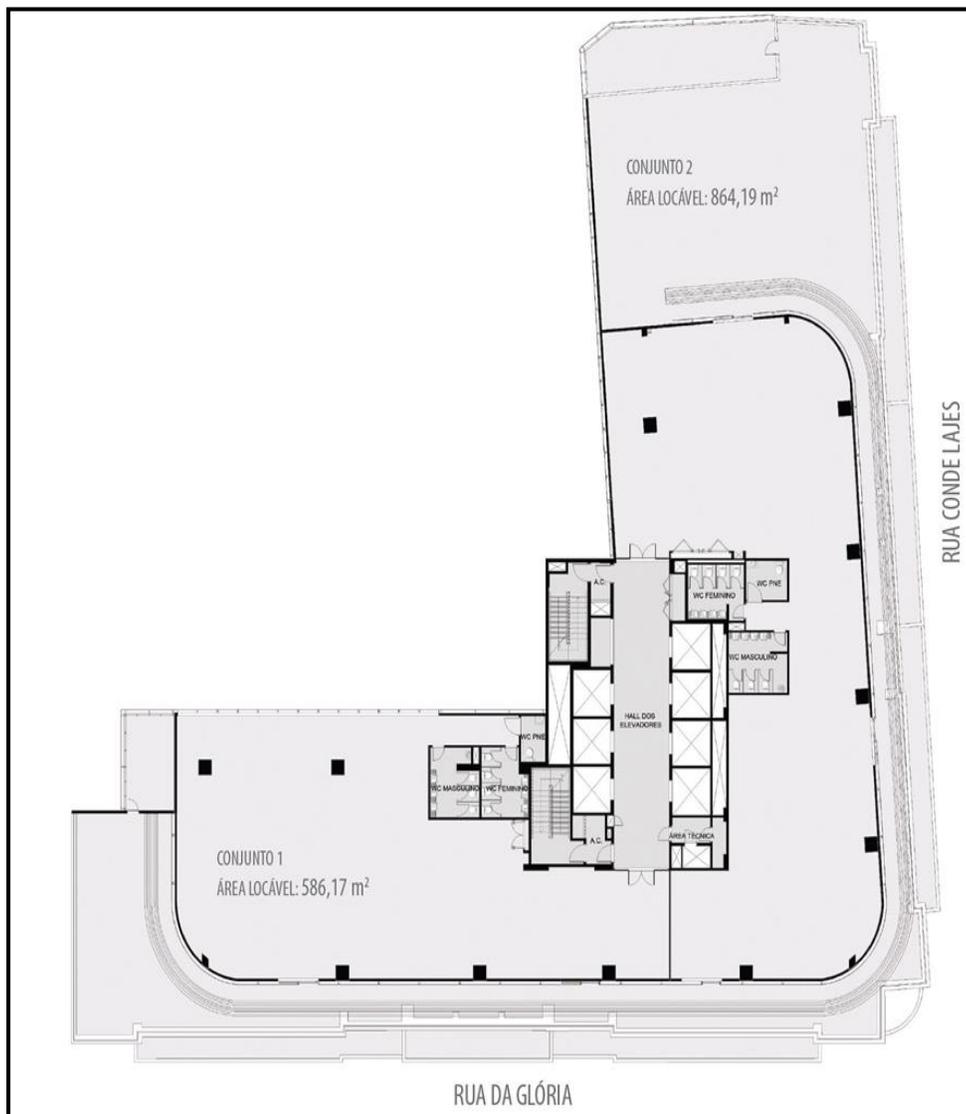
Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 22 - Layout do pavimento tipo do 3° ao 10° andar



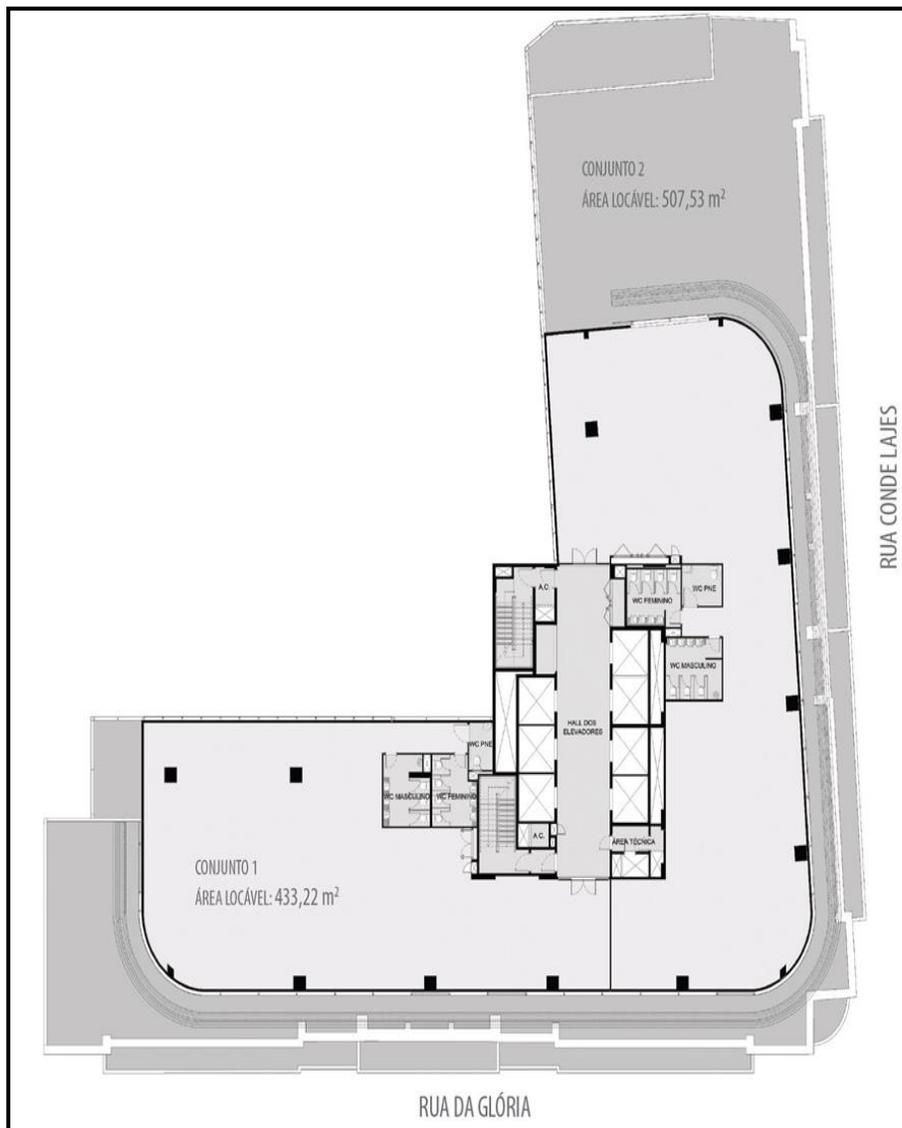
Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 23 - Planta baixa do 11º andar



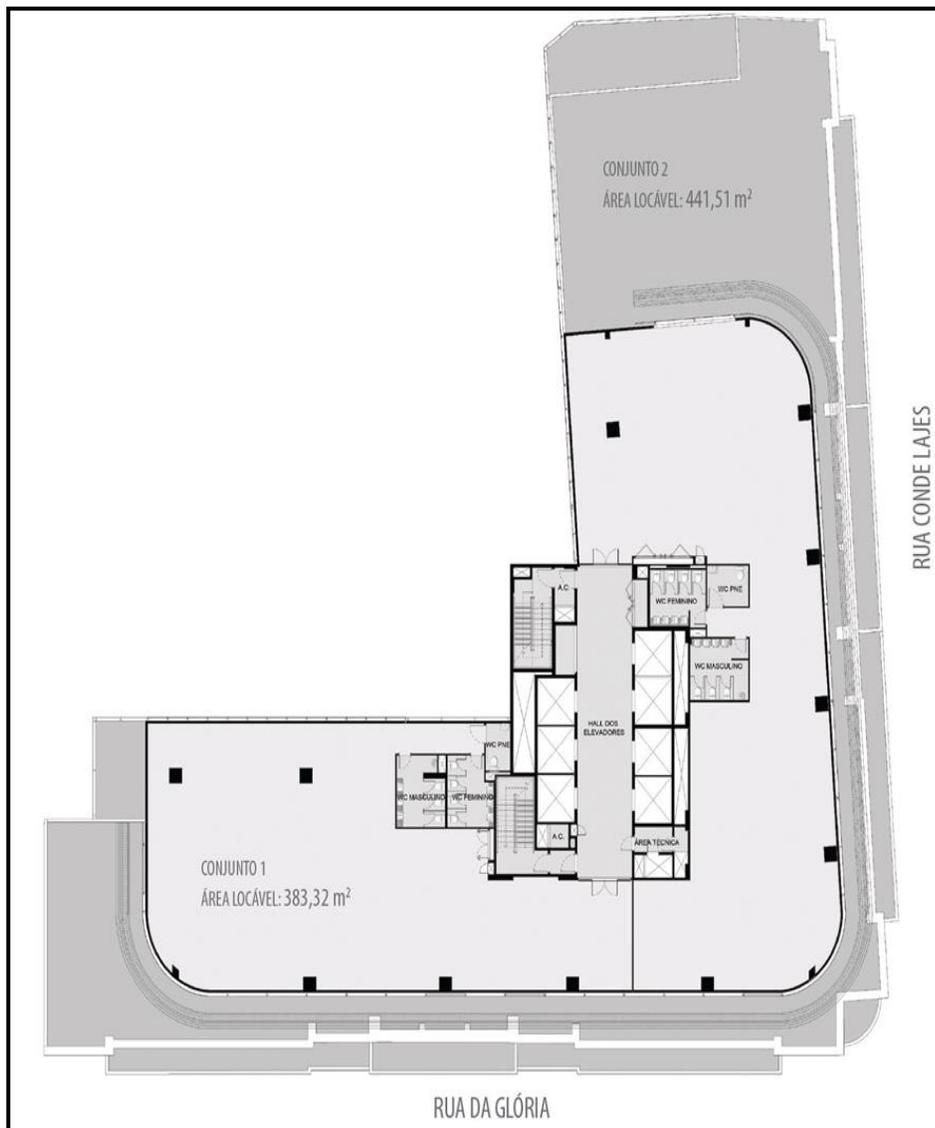
Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 24 - Planta baixa do 12º andar



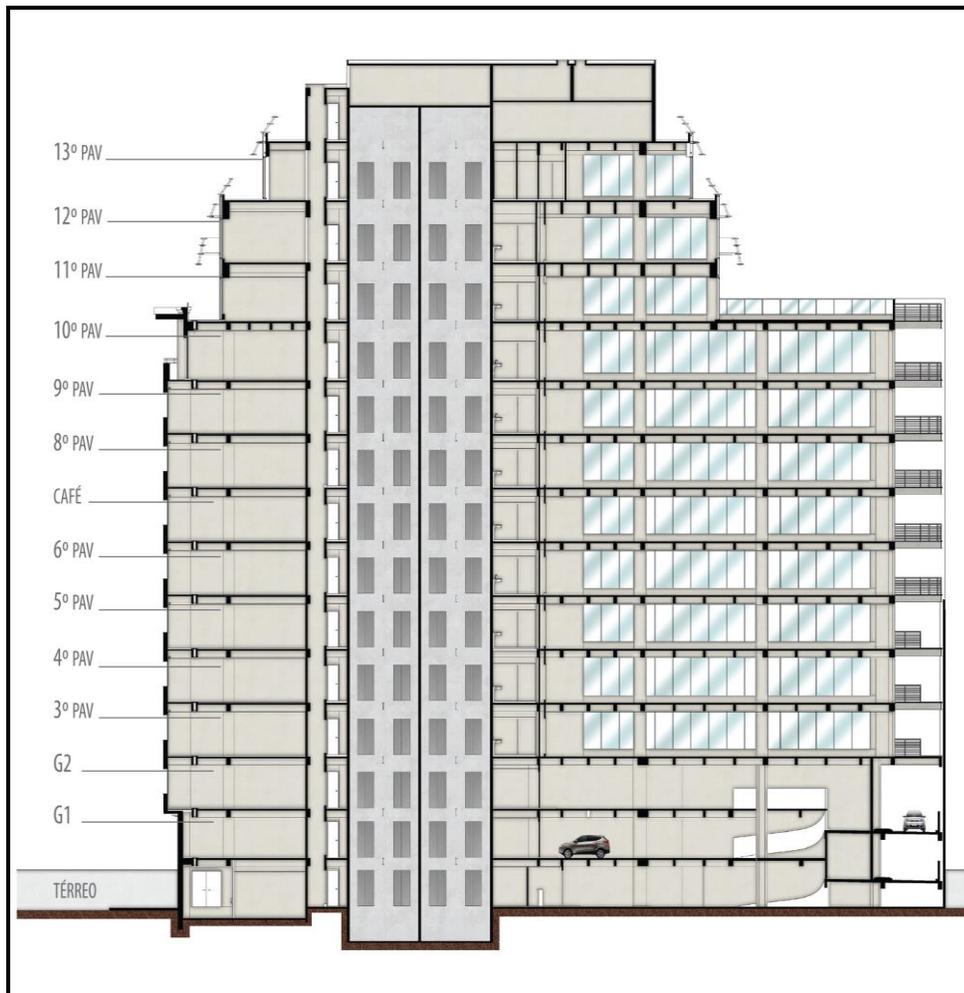
Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 25 - Planta baixa do 13º andar



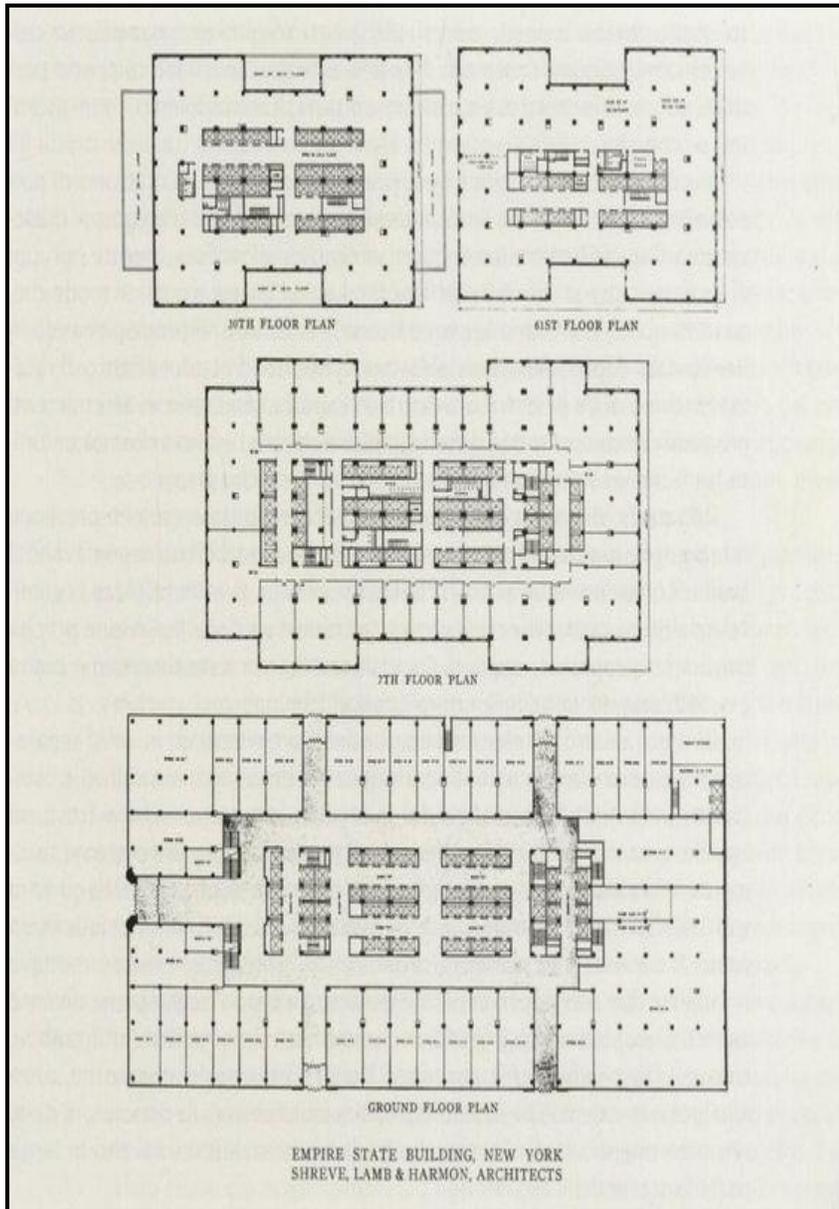
Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 26 - Corte esquemático



Fonte: Glória 122, 2021.

Figura 28 - Plantas baixas dos pavimentos tipo do *Empire State*



Fonte: *Arquitetura+acero*, 2021.

O USO DO PLANO DE INSPEÇÃO PREDIAL (CHECK LIST) COMO FERRAMENTA NA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS DE LAJES COORPORATIVAS

Carlos Eduardo Diniz Vilanova

Eduardo Alexandre Loureiro Melo

RESUMO

O crescente desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e materiais destinados à segurança contra incêndio das edificações tem o potencial de trazer inúmeros benefícios no que se refere a proteção à vida e ao patrimônio. Contudo, o que ainda ocorre em âmbito nacional, e até internacional, é que ao longo dos anos, esta área ainda não vem recebendo a atenção necessária, quer do setor público, quer da iniciativa privada. Diversas pessoas consideram os gastos de manutenção deste sistema como altos e de prioridade secundária, visto que sob a ótica de muitos, os riscos de ocorrência de um incêndio são baixíssimos. Uma visão errônea, pois apesar da baixa probabilidade de ocorrência, os incêndios em edificações produzem graves consequências, sobretudo à vida humana. Os estudos apresentados apontam que as normativas e leis nacionais existentes abrangem o tema de manutenção e inspeção predial de forma genérica, de tal monta que as ações obrigatórias de manutenção e inspeções tornam-se um tanto quanto subjetivas, dificultando o entendimento sobre o que e como deverão ser executadas. Compreendida esta situação, o presente trabalho analisa e expõe as fases de concepção de um edifício de lajes corporativas; as consequências de eventuais falhas em cada fase; a interrelação entre as diversas fases; as diversas fases da manutenção e sua importância; ao final, reúne todas essas informações e propõe um modelo de inspeção predial de segurança contra incêndio em formato de check list, no intuito de auxiliar não apenas o engenheiro inspetor, mas principalmente o gestor do empreendimento na tomada de decisões e garantia da segurança contra incêndio da edificação pela qual é responsável.

Palavras-chave: Segurança contra incêndio. Check list. Manutenção predial. Inspeção predial.

ABSTRACT

The rising technological development of the equipments and materials destined to fire safety of the buildings has the potencial to bring many benefits to life and patrimony protection. However, over the years this sector hasn't been receiving the necessary attention, even the public nor private sector. Many poeple consider the costs of maintaince of the fire safety sistem as highs and with lower priority, seen by the otic of many, the riscs of the occurment of a fire are way low. A erronic view, although the low probabilities, the fires can cause serious consequences, evem more in human life. The presented studies shows that the standards and national laws encompass the maintenance anda building inspection in a such generic way that the obligatory actions of the maintenance and inspections become subjectives, turning the understanding of what and hows those actions must be executed harder. Understood this situation, the present work intend to analise and expose the steps of the building conception; the consequences of eventual failures; the interconnection between those steps; the many steps of the maintenance and its importances; at the end, gather all these informations and propose a building inspection model based on a check list in order to help not only the inspection engineer, but mostly the building manager in the decision's making and the safety guarantee against fire.

Keywords: Fire safety. Check list. Building maintenance. Building inspection.

1 INTRODUÇÃO

Em que pese o esforço de alguns pesquisadores e profissionais da área de segurança contra incêndio, a realidade é que, ao longo dos anos a este setor não recebeu a atenção necessária por parte da comunidade técnico-científica brasileira. Comparado a outros setores da engenharia, as pesquisas nessa área estão aquém do necessário para acompanhar a evolução das tecnologias construtivas e expõem a inúmeros riscos pessoas e bens.

Paralelamente a essa realidade, arquitetos e engenheiros são formados com pouco ou quase nenhum conhecimento relacionado à segurança contra incêndio dos edifícios que projetam.

O recente incêndio da Boate Kiss, na cidade de Santa Maria-RS, ocorrido em 2013, numa boate térrea com pouco mais de 600 m², que ocasionou um número de vítimas (242 mortos e 680 feridos) maior do que o incêndio do Edifício Joelma em 1974 (187 mortos e 300 feridos), sendo este um edifício de 23 andares e quase 20.000 m², expõe de forma clara a fragilidade de todos os setores da nossa

sociedade, partícipes de alguma forma da segurança incêndio e a necessidade de uma mudança em caráter de urgência desta triste realidade.

São inúmeros empreendimentos comerciais que não zelam pela qualidade e vida útil dos seus sistemas de segurança contra incêndio, renegando a importância destes na garantia da segurança dos usuários e do próprio empreendimento, desprezando a importância de um projeto adequado, utilizando materiais de baixa qualidade na execução dos sistemas e negligenciando manutenção.

Assim como mencionado anteriormente, o estudo de inspeções prediais de Magri (2004) confirma a preocupação dos proprietários e administradores de empreendimentos voltada prioritariamente à manutenção de sistemas estruturais e impermeabilizações. Ou seja, repara aquilo que onera diretamente o desconforto do cliente e menospreza aquilo que não está visível, muito vezes por falta de consciência do risco decorrente de uma falha na capacitação.

Recentemente ocorreram diversos incêndios que tiveram repercussão na mídia, um deles ocorrido no centro de treinamento do Flamengo em fevereiro deste ano, resultou em dez vítimas fatais, todos jovens atletas promissores, ainda menores de idade. Outros incêndios como o ocorrido no Museu Nacional em setembro de 2018, destruindo quase que a totalidade de todo o seu acervo histórico, o do Museu da Língua Portuguesa em dezembro de 2015, que ocasionou a morte de um bombeiro civil e destruiu grande parte da edificação histórica que abrigava o museu, construída pelo Visconde de Mauá, além de outros que causaram danos irreversíveis não só às vítimas e suas famílias, mas também a várias empresas que não conseguiram se reestruturar após os acontecimentos.

Alguns esforços pontuais vêm sendo feitos no intuito de mudar essa realidade, a promulgação da Lei Federal nº 13.425/2017 que cria normativas de segurança, prevenção e combate ao incêndio em estabelecimentos de reunião de público, além da legislação de segurança contra incêndio das Unidades Federativas, que são instrumentos legais utilizados pelos Corpos de Bombeiros Militares no processo de fiscalização. Contudo, a falta de consciência do risco de incêndio por parte dos usuários, dos construtores e dos próprios profissionais do setor de

construção civil e órgãos públicos de fiscalização da área, ainda representa um desafio a ser superado.

1.1 Problema

O foco principal deste trabalho é apresentar os diversos aspectos que compreendem a segurança contra incêndio em um edifício de lajes corporativas, bem como sua importância na segurança à vida e ao patrimônio, além de propor um modelo de inspeção predial que auxilie engenheiros e gestores na busca de níveis de segurança adequados.

Com isso, são concebidas as seguintes perguntas:

- a) Que fases na execução de uma edificação estão relacionadas à segurança contra incêndio e de que forma estão relacionadas?
- b) Quais as legislações e normas do poder público relacionadas a cada uma destas fases? Tais legislações e normas cumprem o objetivo de garantir a segurança contra incêndio da edificação?
- c) Considerando que a edificação já encontra-se em funcionamento, qual a relação entre a manutenção predial e a segurança contra incêndio?
- d) Existe obrigatoriedade no que se refere a manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio das edificações?
- e) Quem é responsável por fiscalizar a realização da manutenção dos sistemas? Existe legislação específica que rege esse tema?
- f) Existe algum método padrão preconizado para realização da inspeção predial de segurança contra incêndio e a consequente emissão de laudo técnico?

1.2 Justificativa

Com a crescente evolução da tecnologia, a compatibilidade e efetividade dos sistemas de segurança contra incêndio evidencia-se como uma questão a ser seriamente considerada. Mesmo com todas as medidas que vêm sendo tomadas pelos governos, questiona-se: Será que tais medidas se adequam às novas tecnologias

construtivas e aos novos materiais utilizados? Como é possível garantir uma edificação segura aos usuários contra quaisquer riscos de incêndio?

Devido à grande diversidade, complexidade e, muitas vezes, omissões e até conflitos das normativas existentes, nem sempre os requisitos de segurança a cumprir aparecem de forma clara. Questões relacionadas à vida útil dos sistemas e a quais especificações técnicas deveriam atender, muitas vezes ainda representam uma incógnita.

Existem muitos impasses sobre a decisão entre revitalizações ou atualizações dos sistemas. Este deverá ser um tema importante a ser abordado para facilitar a gestão do administrador da edificação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo geral propor um modelo de inspeção predial para sistemas de segurança à incêndio em edifícios de lajes corporativas, que auxilie engenheiros e gestores na busca de níveis de segurança adequados.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar as diversas fases da execução de uma edificação que estão relacionadas à segurança contra incêndio;
- b) Verificar as legislações e normas do poder público relacionadas as diversas fases;
- c) Analisar a relação entre a manutenção predial e a segurança contra incêndio e sua obrigatoriedade;
- d) Verificar a existência de algum método padrão preconizado para realização da inspeção predial de segurança contra incêndio;
- e) Em caso de inexistência, propor um modelo de inspeção predial para sistemas de segurança à incêndio em edifícios de lajes corporativas,

que auxilie engenheiros e gestores na busca de níveis de segurança adequados.

2 FASES DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Com a atual crescente concorrência entre condomínios comerciais a fim da captura de novos investidores e maiores clientes, tanto a aplicação de novas tecnologia e certificações quanto a manutenção e atualização das edificações existentes, tornam-se algo cada vez mais estratégico.

Uma normativa fundamental para a segurança contra incêndios é a NBR 15575:2013 – partes 1,2,3,4,5,6. Nesta são encontradas as principais diretrizes e requisitos quantitativos e qualitativos, os quais visam em primeiro lugar a integridade física das pessoas e depois, a segurança contra incêndio patrimonial.

Para todo novo empreendimento, além de atender fielmente o que é previsto na NBR 15575:2013, três etapas fundamentais devem ser cumpridas com maestria para que o desempenho da edificação seja satisfatório e não apresente falhas, desconfortos, acidentes, incidentes, dentre outros. Estas três etapas base são:

- Planejamento;
- Execução;
- Manutenção.

2.1 Planejamento

Todo processo inicial de uma concepção de um edifício é iniciado com os estudos de viabilidade econômica, construtiva, ambiental e, principalmente, financeira. É nesta fase em que todas as necessidades do cliente e do mercado devem ser consideradas e planejadas, bem como as especificações devem ser definidas para, assim, passarem para um produto a ser executado.

Os profissionais responsáveis pelos projetos devem possuir amplo conhecimento sobre o que estão abordando, dessa forma a maioria dos problemas podem ser resolvidos ainda em fase de projeto, reduzindo todo e qualquer custo após construído, além da garantia da segurança e integralidade do empreendimento.

Talvez por isso a etapa de projeto é considerada a mais importante em todo o processo.

Portanto, para que as metas de desempenho sejam alcançadas, algumas medidas de segurança contra incêndio devem ser consideradas ainda na fase de projeto arquitetônico e posteriormente, nos projetos complementares.

Conforme a NBR 15575:2013 - parte 1 configuram-se como Requisitos Gerais em todos os projetos, sejam arquitetônicos ou complementares:

- Dificultar o princípio do incêndio;
- Facilitar a fuga em situações de incêndio;
- Dificultar a inflamação generalizada;
- Dificultar a propagação de incêndio;
- Garantir a segurança estrutural;
- Prover sistemas de sinalização de emergência e extinção de incêndio.

a) Dificultar o princípio do incêndio: compreende a proteção contra descargas atmosféricas, atendendo aos requisitos impostos na NBR 5419-1:2015, inibição de vazamentos em instalações de gás, projetando e executando de acordo com as NBR 13523:2017 e NBR 15526:2012 e, devido ao grande número de acidentes fatais recorrentes, facilidade de ocasionamento de sobrecargas e curto-circuitos, as instalações elétricas de baixa tensão deverão ser dimensionadas com segurança, conforme os requisitos da NBR 5410:2004.

b) Facilitar a fuga em situações de incêndio: Sistemas de alarme, iluminação, sinalizações e rotas de fuga deverão ser projetados de acordo com a NBR 9077:2001 e, posteriormente, avaliados.

c) Dificultar a inflamação generalizada: a preocupação com a reação ao fogo dos materiais é de fundamental importância, a especificação dos materiais da edificação deve considerar sua reação ao fogo. Para dificultar a propagação do incêndio, todos os materiais internos e externos que compõem a edificação deverão atender os requisitos da NBR 15575-3

(Sistemas de pisos) e NBR 15575-5 (Sistemas de cobertura). O método de ensaio a ser utilizando como base é normatizado pela NBR 9442:2019, que classifica os materiais pela velocidade de propagação superficial das chamas, definido por um índice denominado Ip. Em casos específicos em que não existe possibilidade da realização do ensaio, deverão ser submetidos estes ao método UBC 26-3 - *ROOM FIRE TEST STANDARD FOR INTERIOR OF FOAM PLASTIC SYSTEMS* ou enquadrá-los ao método EN 13823 – *single burning item* (quadro 1).

Quadro 1 – Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823 (SBI)

Classe	Método de ensaio	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30s)
	ISO 1182	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30s)
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II A	Combustível	FIGRA ≤ 120 W/s LFS < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5$ MJ SMOGRA ≤ 180 m ² /s ² e TSP600s ≤ 200 m ²	Fs ≤ 150 mm em 60s
III A	Combustível	FIGRA ≤ 250 W/s LFS < canto do corpo de prova THR600s ≤ 15 MJ SMOGRA ≤ 180 m ² /s ² e TSP600s ≤ 200 m ²	Fs ≤ 150 mm em 60s

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

LFS – Propagação lateral da chama.

THR600s – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

TSP600s – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado. Tempo de exposição de 30s.

Fonte: NBR 15575-5:2013 – Sistemas de cobertura

d) Dificultar a propagação de incêndio: envolve basicamente nas formas de estanqueidade, compartimentações verticais e horizontais, isolamento do fogo, como a utilização de portas corta fogo, distância entre edifícios e todos os critérios normatizados pela NBR 14432:2001.

e) Segurança estrutural: em uma situação de incêndio, toda a integridade estrutural deverá ser mantida a fim de evitar o colapso. Portanto devem ser

atendidas as normativas NBR 14323:2003 para estruturas de aço e a NBR 15200:2012 para as de concreto.

f) Sistema de sinalização de emergência e extinção de incêndio: consiste em todos os sistemas responsáveis pelo direcionamento da população da edificação em caso de emergência e pelo combate ao incêndio, sejam eles manuais ou automáticos. Toda edificação deverá atender aos requisitos mínimos das normas vigentes para perfeito funcionamento do sistema em situações em que necessitem a atuação deste.

g) Sistemas de combate ao incêndio: São os sistemas em que estão em mais contato direto com o cliente final. São os de sprinklers, hidrantes e extintores e todos os quais irão combater direto o fogo. Estes são normatizados, basicamente, pelas ABNT NBR 16400:2018, NBR 12693:2021 e NBR 13714:2000.

• **Reação ao fogo**

Na concepção de um empreendimento, a escolha dos materiais de acabamento é fundamental para a otimização da experiência do usuário, além de configurar como ponto chave para o alastramento ou retardamento do incêndio. Um exemplo de incêndio com grande repercussão pela escolha indevida do material de isolamento acústico foi o da Boate Kiss em janeiro de 2013, causando a maior quantidade de mortes num incêndio em edificação no Brasil e um impacto social incalculável.

Segundo Mitidieri e Ioshimoto (1998), a reação dos materiais ao fogo é vista como a capacidade do material entrar em combustão, mantê-la, propagá-la e gerar calor, além da capacidade de produzir de fumaça e das características desta. Estes são os fatores condicionantes para a velocidade de propagação ser maior ou menor no ambiente e para dificuldade de fuga das pessoas. Tais fatores são utilizados para padronizar e facilitar a distinção e aplicação dos diversos tipos de materiais utilizados numa edificação. A União Europeia tornou válida em janeiro de 2001 a norma EM 13501-1, classificando cada tipo de material quanto a sua reação para com os testes de fogo (quadro 2):

- **A1:** elemento não combustível e não contribuinte ao fogo (Concreto, vidro, cerâmica, etc.).
- **A2:** elemento não combustível com baixa contribuição ao fogo (Semelhantes ao A1 porém com porcentagem baixa de matéria orgânica).
- **B:** elemento pouco combustível e com baixa contribuição ao fogo (madeiras com proteção a fogo).
- **C:** elemento combustível com combustão generalizada com mais de 10 minutos de exposição ao fogo (drywall).
- **D:** elemento combustível com combustão generalizada em menos de 10 minutos de exposição ao fogo (mdf).
- **E:** elemento combustível com combustão generalizada em menos de 2 minutos de exposição ao fogo sem alastramento substancial (compostos de plástico).
- **F:** elementos os quais não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores (papel).

Quadro 2 – Classificação dos materiais quanto a EM 13501-1

Classe	Método(s) de ensaio	Critérios de classificação	Classificação complementar (não obrigatória)
A ₁	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ e	$\Delta T \leq 30^\circ \text{C}$ e $\Delta m < 50\%$ e $t_f = 0$ (isto é, ausência de chamas persistentes)	–
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1) e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (2)(2a) e $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3) e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	–
A ₂	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ou	$\Delta T \leq 50^\circ \text{C}$ e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 20 \text{ s}$	–
	EN ISO 1716 e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (t) e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (2) e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3) e $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	–
	EN 13823 (SBI)	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$ e $LFS < \text{bordo do provete e}$ $THR600 s \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produção de fumo ⁽⁵⁾ e gotas ou partículas inflamadas ⁽⁶⁾
B	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$ e $LFS < \text{bordo do provete e}$ $THR600 s \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produção de fumo ⁽⁵⁾ e gotas ou partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposição durante 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60s	
Classe	Método(s) de ensaio	Critérios de classificação	Classificação complementar (não obrigatória)
C	EN 13823 (SBI)	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$ e $LFS < \text{bordo do provete e}$ $THR600 s < 15 \text{ MJ}$	Produção de fumo ⁽⁵⁾ e gotas ou partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2(8): Exposição durante 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60s	
D	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 750 \text{ W.s}^{-1}$	Produção de fumo ⁽⁵⁾ e gotas ou partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2(8): Exposição durante 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60 s	
E	EN ISO 11925-2(8): Exposição durante 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 20 s	Gotas ou partículas inflamadas ⁽⁷⁾
F	Desempenho não determinado		

- (1) Para produtos homogêneos e componentes substanciais de produtos não homogêneos.
- (2) Para qualquer componente não substancial externo de produtos não homogêneos.
- (2a) Alternativamente, qualquer componente não substancial externo com um $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$, desde que o produto satisfaça as seguintes exigências da EN 13823 (SBI): $FIGRA \leq 20 \text{ W/s}$; $LFS < \text{bordo do provete}$; $THR600 s \leq 4,0 \text{ MJ}$ e $s1$ e $d0$.
- (3) Para qualquer componente não substancial interno de produtos não homogêneos
- (4) Para o produto na sua totalidade
- (5) $s1 = \text{SMOGR} \leq 30 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$ e $\text{TSP}600 z \leq 50 \text{ m}^2$; $s2 = \text{SMOGR} \leq 180 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$ e $\text{TSP}600s < 200 \text{ m}^2$; $s3 = \text{nem } s1 \text{ nem } s2$
- (6) $d0 =$ Não se verifica a libertação de gotas/partículas inflamadas no ensaio EN 13823 (SBI) em 600 s; $d1 =$ não se verifica a libertação de gotas/partículas inflamadas com duração superior a 10 s no ensaio EN 13823 (SBI) em 600s; $d2 = \text{nem } d0 \text{ nem } d1$; a ignição do papel no ensaio EN ISO 11925-2 determina a classificação em $d2$.
- (7) Satisfatório é equivalente a ausência de ignição do papel (nenhuma classificação); Não satisfatório implica ignição do papel (classificação $d2$)
- (8) Em condições de ataque de superfície pelas chamas e, se adequado às condições de utilização final do produto, de ataque do bordo pelas chamas.

Fonte: Norma EM 13501-1 – Fire classification of construction products and building elements

A NBR 9442:2019 preconiza o método simples de determinação do índice de propagação superficial de chamas. Trata-se de uma normativa sucinta em que tem seu objetivo focado na propagação em materiais e não no estabelecimento em um grau de segurança contra incêndio, facilitando em termos comparativos a escolha desse quanto a um incêndio real.

Para se determinar o índice de propagação superficial deve ser feito o produto entre o fator propagação de chama, medido através do tempo necessário para a chama atingir a distância exigida do corpo metálico com o corpo de prova, e o fator evolução de calor, aferido através de sensores chamados termopares. A seguir segue na figura 1, a ilustração do ensaio sendo realizado.

Figura 1 - Ensaio de propagação superficial de chama em material de revestimento naval



Fonte: IPT https://www.ipt.br/solucoes/complementos/25/316-reacao_ao_fogo_dos_materiais.htm

É notório que a grande maioria das referências quanto ao assunto são de outros países. Pois então, mesmo após alguns desastres de grande porte, a normativa NBR 16626:2017 foi aprovada apenas em 2017 a qual reuniu instruções técnicas de alguns estados, normas internacionais e, em âmbito nacional, estabeleceu procedimentos para a classificação da reação ao fogo dos produtos de construção. Apesar disto, alguns critérios relacionados a esta normativa deverão ser revisados na

NBR 15575, como os critérios adicionais para fachadas que utilizem materiais combustíveis em sua composição.

Por fim, a norma regulamentadora NR 23 – proteção contra incêndios, com abrangência nacional não possui nenhum tipo de exigências ou regulamentações no que se refere a reação em materiais.

• **Resistência ao fogo**

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT-SP, a resistência ao fogo pode ser determinada como a capacidade que cada material ou elemento possui de suportar a ação do incêndio em pleno desenvolvimento e continuar exercendo as funções vitais pelas quais foram projetados, bem como, a preservação da estabilidade estrutural dos elementos construtivos, além da contenção por compartimentação da propagação do fogo.

Mitidieri e Ioshimoto, 1998, relacionam a reação ao fogo mais como as consequências: número de vítimas, fumaça, pânico e dimensões dos incêndios, logo a resistência está atrelada a integridade das estruturas e compartimentos, dificuldade de propagação, número de resgates. Ou seja, tudo que causa o retardamento das propagações superficiais.

Obtendo como referência o Decreto-lei nº 220/2008 de Portugal, os critérios principais para a classificação da resistência ao fogo são:

- R: Capacidade de suporte de carga.
- E: Estandueidade a chamas e gases quentes.
- I: Isolamento térmico

Quadro 3 – Resumo de classificações de resistência ao fogo

FUNÇÕES DO ELEMENTO	EXIGÊNCIAS		
	Estabilidade	Estandueidade	Isolamento térmico
SUPORTE	R	—	—
COMPARTIMENTAÇÃO	—	E	—
		EI	
SUPORTE E COMPARTIMENTAÇÃO	RE		—
	REI		

Fonte: DL nº220/2008 PT

2.2 Execução

Assim como qualquer atividade a qual depende de sua etapa anterior para início, a execução acaba dependendo muito não apenas do projeto, mas sim deste ter sido bem estudado e com a maior riqueza em detalhes possível.

Em diversos países a etapa de projeto demanda um tempo muito maior que a da execução em si, porém torna esta muito mais objetiva e evita um dos maiores problemas da construção civil, o retrabalho. Este é um problema tão grave que o custo da obra pode até tornar-se inviável durante a execução devido as crescentes e exponenciais despesas com materiais e mão de obra sem o avanço efetivo previsto. Ou seja, é muito mais difícil realizar uma obra seja de qualquer setor sem planejamentos, projetos e sem os detalhamentos necessários. Abaixo Abrantes (1995) abrange na tabela 1 a porcentagem da incidência de patologia sobre a etapa de construção

Tabela 1 – Patologias nas etapas de construção

ORIGENS DOS PROBLEMAS	(%)
Projeto	60,0
Construção	26,4
Equipamentos	2,1
Outros	11,5
TOTAL	100,0

Fonte: ABRANTES, 1995

No caso do setor de segurança contra incêndio, por se tratar de um sistema delicado, além da necessidade de uma equipe técnica especializada, seria também necessário que um conselho específico fiscalizasse a execução, o que atualmente não existe, geralmente são concebidos por engenheiros civis que podem ou não ter experiência na área.

Seguindo a sequência, possuindo um planejamento incoerente, a execução não irá atingir o desempenho esperado e a manutenção que irá ter que sustentar todas

essas falhas ocorridas durante a concepção. É o que ocorre em diversos edifícios atualmente visto a necessidade sempre do menor custo e maior velocidade de entrega do produto.

2.3 Manutenção

Um problema cultural que frequentemente é visto em âmbito nacional é a visão incorreta das atividades de manutenção como um problema financeiro o qual não é dado a devida prioridade. Ou seja, em grande parte dos casos a prioridade só é tomada como alta quando ocorre alguma falha em algum sistema afetando diretamente o condômino/consumidor de uma forma acentuadamente negativa. Existem incontáveis casos de todos os tipos de patologias e/ou anomalias causados pela falta de manutenção adequada que, por sua vez, são responsáveis por danos não só materiais, como pessoais, afetando tudo e todos que englobam o edifício em si. (IBAPE/SP, 2005)

Segundo resultados apresentados na cartilha de inspeção predial “A saúde dos edifícios” (IBAPE/SP, 2015), foram analisados os dados de acidentes cadastrados no banco de dados do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo apontando que, em prédios com mais de 30 anos, 66% das causas e origens proviam da falta ou até inexistência da manutenção dos sistemas que compõem o geral. E, apenas 34% consistem em vícios construtivos e/ou anomalias endógenas (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico de distribuição de incidência dos acidentes prediais



Fonte: cartilha de inspeção predial “a saúde dos edifícios” IBAPE/SP, 2015

A seguir segue uma citação do IBAPE-SP, a qual já retrata uma situação crítica desde 2005:

“Os acidentes prediais decorrentes de falhas na construção ou na manutenção predial vêm causando mortes e prejuízos injustificáveis, principalmente com o envelhecimento e desvalorização de nossas edificações. Desabamentos, incêndios, quedas de marquises e fachadas, vazamentos, infiltrações e tantas outras mazelas provenientes dos descuidos com as edificações podem ser evitadas com medidas preventivas, simples, de longo prazo, através de um planejamento que se inicia com a inspeção predial, para a posterior implantação do plano de manutenção, que garante a boa performance do prédio, a segurança e conforto dos seus usuários.”(IBAPE/SP – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias do estado de São Paulo - “Inspeção Predial - Check-up Predial: Guia da boa Manutenção”, 2005).

Em geral, concebe ao síndico e/ou ao proprietário a responsabilidade de zelar pela correta manutenção, seja do edifício por completo ou de algo pontual, destacando leviandades, descuidos ou até negligências por parte desses no Código Civil e no de Código de Defesa do consumidor:

- **Código Civil: Art. 1.348, item V** – diligenciar a conservação e a guarda das partes comuns e zelar pela prestação dos serviços que interessem aos possuidores;
- **Código de Defesa do Consumidor: Art. 39, item VIII** - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro);

Ou seja, devem ser fielmente atendidas as condições de segurança, conforto, salubridade e condições propostas, basicamente, nas normativas NBR15575:2013 e NBR5674:2012, não eximindo ao responsável do art. 129 do Código Penal o qual refere-se à integridade corporal ou à saúde do próximo em seu ambiente de responsabilidade.

Sabendo das responsabilidades de uma equipe de gestão predial, a garantia do maior prolongamento satisfatório e funcional da vida útil de todos os componentes de um sistema predial devem-se exclusivamente à gestão de manutenção do empreendimento, pois é ela que vai manter um plano de manutenção o qual deverá sempre focar no tipo de manutenção preventiva.

Existem, basicamente, quatro tipos de manutenções as quais um gestor sempre irá lidar:

- **Manutenção preventiva:** assim como o nome diz, é a qual deverá ser baseada e/ou pré-estabelecida em um plano de manutenção preventivo contendo a periodicidade estabelecida, geralmente, por fabricante e os tipos de serviços os quais deverão ser executados em uma peça ou sistema específico para a garantia do perfeito funcionamento durante sua vida útil.
- **Manutenção preditiva:** algumas vezes confundida com a preventiva, a preditiva utiliza de equipamentos e testes não destrutivos auxiliando o gestor ou responsável pela manutenção na tomada de decisões através da obtenção dados sobre as condições atuais e futuras quanto a vida útil dos equipamentos e sistemas, visando o aumento do desempenho e a redução no número de paradas, assim como refere-se Viana (2002) sobre o monitoramento e predição de proximidades de falhas. No caso em questão de combate e prevenção a incêndios, existem diversas formas de mensurar a vida útil de cada, como a utilização de termografias, testes de funcionamentos em bombas, medição de carga de baterias, dentre outras.
- **Manutenção corretiva:** Segundo Gomide et al. (2006), é o tipo de intervenção de reparação de falhas a qual implica o maior custo e necessita, obrigatoriamente, da parada total do sistema sendo ela planejada ou não.

São diversos os benefícios em que os proprietários e os usuários terão ao manterem o edifício em perfeitas condições no quesito preventivo pois sempre irão garantir os fatores fundamentais para habitação, segurança e trabalho dentro do ambiente proposto, atraindo sempre valorizações do imóvel e investimentos (VILLANUEVA, 2015)

2.3.1 Vida útil

Na normativa NBR 15575:2013 dois conceitos distintos de vida útil são esclarecidos:

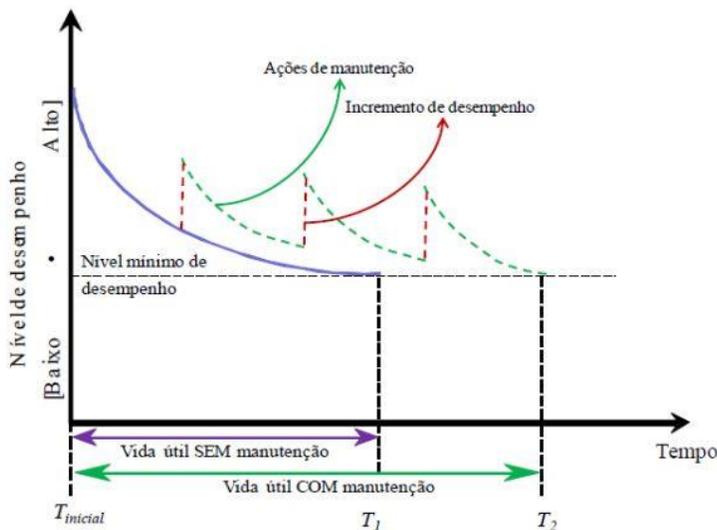
- **Vida Útil (VU):** *“Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas, elementos e componentes se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando: 1- o atendimento dos níveis de desempenho previstos na NBR 15.575, e 2- a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção” (NBR 15575:2013).*
- **Vida Útil de Projeto (VUP):** *“Período de tempo estimado para o qual um edifício e/ou seus sistemas, elementos e componentes são projetados a fim de atender às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando: 1- o atendimento dos níveis de desempenho previstos na NBR 15.575, e 2- a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção” (NBR 15575:2013).*

Especificadas todas as VUP's pela incorporadora, estes valores teóricos são utilizados como base para a escolha da qualidade dos materiais a serem aplicados em campo, visto que, para gerar uma situação favorável ou até ideal, os valores de VU têm de ser iguais ou maiores que os de VUP. Caso contrário o edifício não estará cumprindo com as especificações de desempenho pelos quais foi projetado. Porém,

para que isto aconteça, não apenas a qualidade do material influencia, mas uma série de fatores como utilização, exposições a intempéries e, principalmente, o correto procedimento e periodicidade de manutenção.

A Figura 2 consegue ilustrar a influência das ações da correta manutenção, podendo esta equiparar a VU com a VUP ou até superá-la, caso contrário a VUP pode não ser atingida:

Figura 2 – Gráfico de desempenho com e sem manutenção



Fonte: POSSAM; DEMOLINER, 2013, p.14

3 SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO (SSCI)

Capaz de proteger e salvar vidas nos mais variados tipos de ambientes, o complexo sistema de segurança contra incêndio atua direta e indiretamente na vida de todas as pessoas em centros urbanos, portanto estes são desenvolvidos para casos de emergência a fim de evitar desconfortos ou até mortes. Ou seja, a efetividade de todas as medidas de segurança não depende só do bom funcionamento de equipamentos, sinalizações, rotas de fuga, etc. Mas principalmente da conscientização de toda a população ocupante e administração dos edifícios.

Tendo em vista o auxílio objetivo a qualquer pessoa, seja leiga ou dominante no assunto, serão descritos cada componente do sistema seguindo a ordem desde a prevenção até a atuação ativa contra o incêndio declarado.

3.1 Prevenção

A prevenção ao incêndio está englobada, principalmente, pela escolha dos materiais construtivos, formas de resistência e reação ao fogo destes, e conscientização da administração e ocupantes de tal edifício.

Não existe nenhum tipo de empreendimento blindado ao fogo. Por mais que existam diversos meios de combate, a ignição e propagação desse sempre pode ocorrer em pontos frágeis, favorecendo o espalhamento das chamas.

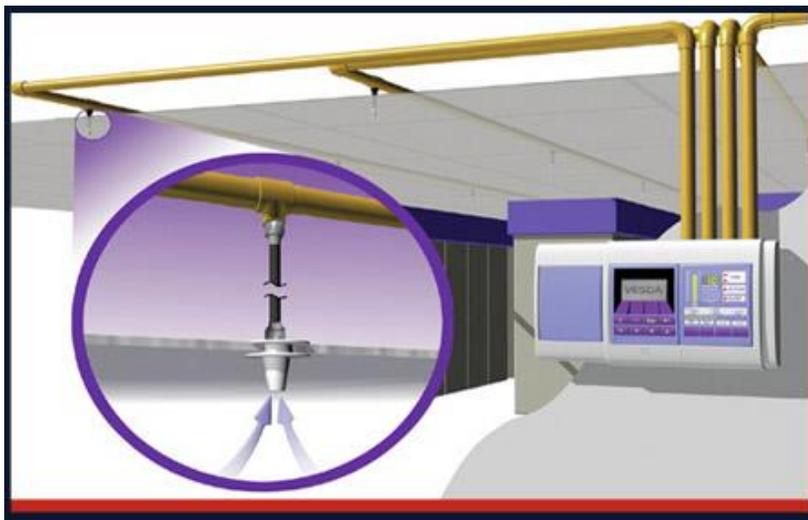
3.2 Detecção

Seguido da falha na prevenção, o sistema de detecção é composto por um conjunto planejado de elementos com função principal disparar alguma informação ou ação rapidamente para eliminação do fogo e/ou evacuação com a maior eficácia possível. Todo o sistema deverá ser projetado e executado de acordo com as diretrizes impostas pela NBR 17240:2010 e a NBR ISO 7240-7:2015

No mercado atual existem três tipos principais de detectores:

- Detectores de fumo: é o dispositivo mais comum de detecção em que realiza uma análise constante das partículas do ar. Geralmente são utilizados em locais com risco de perda humana ou equipamentos de alto valor agregado em que exigem uma resposta mais instantânea. Possuem um baixo índice de falsos alarmes e não são os mais indicados para combustões que produzem pouca fumaça (queima de gases). Estes tipos de detectores podem realizar a amostragem do ar por meio iônico, fotoelétrico ou por aspiração (Figura 4)

Figura 4 – Sistema de detecção por aspiração O sistema é denominado HSSD – High Sensitivity Smoke Detector



Fonte: <https://www.smh.com.br/index.php/solucoes/laser-detection-system-vesda/>

- Detectores de temperatura: atuam na variação de temperatura dentro da câmara do equipamento. Estes podem ser endereçáveis ou não e agirem por termovelocidade ou temperatura fixa (Figura 5)

Figura 5 – Detector de temperatura termovelocimétrico



Fonte: <http://www.kidde.com.br/Documents/sco-fd-00-11009857.pdf>

- Detectores de chamas: atua na detecção por infravermelho, ultravioleta ou pela combinação dos dois captando a radiação emitida pelo fogo alertando a central de que um incêndio foi iniciado. Esta aplicação possui um valor muito maior que os outros e é utilizado mais em ambientes com o índice de probabilidade de incêndios de grande escala muito maiores como refinarias, minas, depósitos de inflamáveis, dentre outros (Figura 6).

Figura 6 – Detector de chamas IR/UV



Fonte: <http://www.kidde.com.br/Documents/x5200.pdf>

3.3 Alarme

Dispositivo sonoro e/ou luminoso acionado automaticamente ou manualmente destinado a avisar a população ocupante sobre o incêndio eminente em algum local da edificação. São normatizados também pela NBR 17240:2010

Em algumas normas técnicas, como por exemplo a NT-19:2014, viabiliza a utilização de um pré alarme enviada à central de forma que não cause tumultos. Portanto esta deverá conter um temporizador de 2 minutos que, caso nenhuma ação seja tomada, o sistema todo entre automaticamente.

3.4 Fuga

Com o intuito de realizar a evacuação eficaz da população ocupante do edifício, o sistema de fuga é composto pelos seguintes itens:

- Sinalização de emergência: normatizado pela NBR 13434-1:2004, é o conjunto de sinais visuais indicadores da localização dos procedimentos e saídas de emergência mais eficientes, ambientes de risco e equipamentos de segurança.
- Iluminação de emergência: tipo de iluminação que entra automaticamente em casos de falta de iluminação comum. Tem como função clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas técnicas e de controle de restabelecimento de serviços essenciais, atendendo aos níveis mínimos de iluminância (NBR 10898:2013)
- Rotas de fuga: caminho contínuo, devidamente protegido e sinalizado, proporcionado por portas, corredores, “halls”, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas, conexões entre túneis paralelos ou outros dispositivos de saída, ou combinações desses, a ser percorrido pelo usuário em caso de emergência, de qualquer ponto da edificação, recinto de evento ou túnel, até atingir a via pública ou espaço aberto (área de refúgio), com garantia de integridade física (NBR 9077:2001). Em edifícios mais recentes existem escadas pressurizadas as quais possuem sua eficácia comprovada pela norma internacional BS-5588/4:2004.
- Portas corta-fogo: qualificada pela NBR 11742:2018, as PCF's conseguem evitar com que a propagação superficial de chamas e a fumaça avance no ambiente, funcionando como uma barreira de fogo com barras antipânico e, ao mesmo tempo, compor a rota de fuga.

3.5 Combate

3.5.1 Extintores de incêndio

Comumente utilizado, os extintores de incêndio são empregados no combate direto ao princípio de incêndio e não necessariamente utilizam apenas a água como agente extintor, podendo utilizar também outros agentes extintores, tais como pó químico, gás carbônico, espuma ou agentes extintores especiais

A NBR 12693:2003 estabelece os requisitos para projeto, seleção e instalação de extintores em âmbito nacional, já a NFPA 10 abrange um a gama de classes de fogo maior, assim como pode ser visto na figura 11.

Figura 11 – Tipos de fogo e extintores

Class of Fire	Type of Fire	Type of Extinguisher	Extinguisher Identification	Symbol
A	Ordinary combustibles: wood, paper, rubber, fabrics, and many plastics	Water, Dry Powder, Halon		
B	Flammable Liquids and Gases: gasoline, oils, paint, lacquer, and tar	Carbon Dioxide, Dry Powder, Halon		
C	Fires involving Live Electrical Equipment	Carbon Dioxide, Dry Powder, Halon		
D	Combustible Metals or Combustible Metal Alloys	Special Agents		No Picture Symbol 
K	Fires in Cooking Appliances that involve Combustible Cooking Media: Vegetable or Animal Oils and Fats			

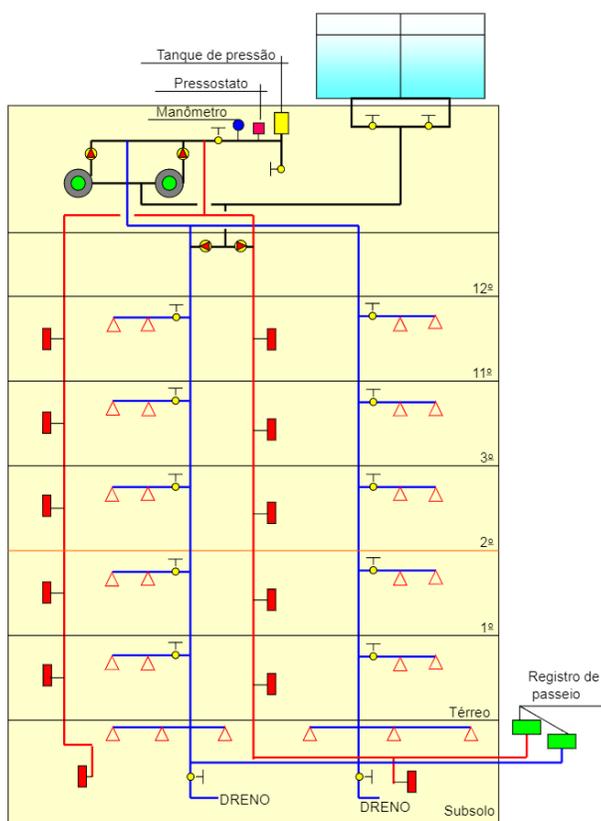
Fonte: <https://county-fire.com/how-to-use-your-fire-extinguisher>

3.5.2 Sistema hidráulico de proteção contra incêndio

Possui como objetivo dar prosseguimento ao combate ao incêndio já iniciado para uma possível extinção tendo como seu agente extintor exclusivo a água, utilizando o resfriamento como método principal.

O sistema é composto, basicamente, por reservatórios, tubulações, bombas, hidrantes, abrigos, drenos e registros de passeio (Figura 7).

Figura 7 – Esquema vertical do sistema de combate a incêndio



Fonte: <https://docplayer.com.br/10546648-Sistemas-prediais-de-combate-a-incendio-chuveiros-automaticos-sprinklers.html>

Nos reservatórios, as únicas exigências neste quesito combate ao incêndio são de que devem existir no mínimo duas células interligadas para que o sistema nunca

fique carente de suprimentos, além da reserva técnica de incêndio ser dimensionada de acordo com as premissas da NBR 13714:2000.

3.5.2.1 Sistema de chuveiros automáticos (sprinklers)

Com sua primeira concepção reconhecida por seguradoras em 1879 por Henry Parmelter, teve seu produto evoluído constantemente até os dias atuais, sendo o dispositivo automático de combate a incêndio mais comumente utilizado em edifícios. Possuem uma configuração simples composta por rosca, orifício de descarga, elemento termo-sensível, corpo e defletor (Figura 8) (TRINDADE, 2009)

Figura 8 – Sprinkler



Fonte: TRINDADE,2009

Os chuveiros automáticos (sprinklers) tem por função o combate automático direto e pontual, por meio do rompimento, causado pelo calor, do elemento termo-sensível e/ou pelo acionamento do sistema por meio de automação.

A normativa principal referente ao procedimento dos chuveiros automáticos é a NBR 10897:2014 nela são descritas todas as premissas relacionadas

3.5.2.2 Sistema de hidrantes

Similar ao sistema de chuveiros automático (sprinklers), o sistema de hidrantes possui o mesmo princípio, porém de uso manual restrito a brigada de incêndio da edificação ou ao Corpo de Bombeiros. Estes sistemas podem possuir bombas separadas ou interligadas como demonstrada na Figura 8. O sistema deverá atuar diretamente no foco do incêndio e manter as diretrizes da NBR 13714:2000 em que definem o prazo de manutenção e vida útil dos mangotes, além de como deverão ser os abrigos.

Um ponto peculiar neste sistema é a obrigatoriedade de um registro de passeio para o lado externo, isto deve-se em casos de incêndios nas proximidades o corpo de bombeiros possa utilizar o suprimento para ajudar a extingui-los.

4 INSPEÇÕES PREDIAIS

O deterioramento natural dos elementos os quais constituem as edificações exige a devida atenção em manutenções. Acidentes e incidentes prediais decorrentes de falhas em operações, incêndios, desabamentos e tantos outros descuidos que poderiam ser evitados continuam ocorrendo mesmo com diretrizes e normas genericamente aplicadas para proteção do cliente.

O fato é que não existe algo físico que resguarde diretamente o proprietário, condômino, cliente, e garanta que o presente empreendimento encontra-se em perfeitas condições de funcionamento e sem falhas ou vícios. As transações imobiliárias costumam ser efetivadas sem qualquer tipo de laudo comprovando as condições atuais do imóvel, tendo o cliente apenas o período de garantia para utilizar a seu favor.

Em países como EUA e Canadá o laudo de inspeção predial, obrigatoriamente, deverá ser anexado a qualquer tipo de contrato de transação imobiliária. Usualmente em edifícios residenciais disponíveis para locação e venda o proprietário disponibiliza em um local de fácil visibilidade o certificado para que o comprador tenha a transparência sobre o que está a investir. Também em edifícios

públicos o Certificado de Inspeção Predial encontra-se visível em um quadro de avisos (NEVES; BRANCO, 2009)

Analisando em âmbito nacional, a Inspeção Predial foi levada à tona em 1999 no X Congresso Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – COBREAP trazendo os primeiros conceitos que, logo foram aprofundados e adequados ao mercado, sendo normatizada, posteriormente, em 2012 a partir da Norma de Inspeção Predial Nacional realizada pelo IBAPE/SP.

Conceituada por Gomide et al. (2006), a Inspeção Predial fica definida como: “avaliação das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação visando orientar a manutenção e obter a qualidade predial total”.

É fundamental salientar que as falhas de desempenho das edificações não estão relacionadas apenas a etapa de manutenção, mas sim a todas elas, desde o projeto até a sua entrega e o instrumento para detectar e avaliar todas essas incongruências é a inspeção predial

4.1 Níveis de inspeções

Apresentado no item 6 da Norma de Inspeção Predial, IBAPE/SP, toda inspeção deverá ser classificada em níveis de acordo com a sua complexidade técnica da análise in loco e da elaboração do laudo, lembrando que o nível de aprofundamento é decidido pelo contratante e, caso existam não conformidades entre o nível escolhido e o analisado, ressalvas devem ser tomadas quanto ao método de inspeção.

Abaixo segue a citação retirada da Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP:

“6.1.1 NÍVEL 1 Inspeção Predial realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade.

6.1.2 NÍVEL 2 Inspeção Predial realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais.

Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.

6.1.3 NÍVEL 3 Inspeção Predial realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação. Nesse nível de inspeção predial, obrigatoriamente, é executado na edificação um Manutenção com base na ABNT NBR 5674. Possui, ainda, profissional habilitado responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas e procedimentos detalhados, software de gerenciamento, e outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados e de mais de uma especialidade. Nesse nível de inspeção, o trabalho poderá ser intitulado como de Auditoria Técnica.” (Norma de Inspeção Predial, IBAPE/SP, 2012).

4.2 Inspeções prediais em sistemas de segurança contra incêndio

O Brasil não possui uma uniformidade quanto a padronização de competências para a realização de inspeções prediais nos sistemas de segurança contra incêndio. Ou seja, o sistema é interpretado como o ciclo de elaboração de normativas e projetos executivos, além das fiscalizações das medidas de segurança previstas em cada Unidade Federativa brasileira.

Os Corpos de Bombeiros Militares das diversas Unidades Federativas atuam como órgãos normalizadores e fiscalizadores. A ABNT também configura-se como órgão responsável pelas normalizações técnicas nessa área. Os profissionais das áreas de arquitetura e engenharia, por sua vez, são os responsáveis técnicos, devendo elaborar os projetos e fiscalizar sua execução, de acordo com as leis e normas em vigor. As empresas de construção e incorporação devem guiar a execução da edificação de acordo com os projetos elaborados pelos profissionais habilitados e aprovados pelas autoridades competentes, cumprindo as normativas e exigências legais.

Trata-se de um sistema complexo com inúmeras variáveis que convergem para um único propósito universal, o de promover a segurança contra o incêndio através do harmônico funcionamento de todos os componentes. Porém, o que é observado atualmente é que a evolução das tecnologias construtivas não está sendo acompanhada pela preocupação por parte diversos atores envolvidos no processo no que se refere ao desempenho de tais tecnologias construtivas numa situação de incêndio.

O constante aperfeiçoamento, atualização e capacitação continuada, além do embasamento técnico e jurídico, são os fatores preponderantes para garantir a segurança contra ao incêndio das edificações. Caso contrário, a não evolução destes aspectos irá causar a estagnação alicerçada em conceitos antigos e a repetitividade de procedimentos, tornando o sistema cada vez mais obsoleto com o tempo.

A cultura brasileira é tomada pela diretriz do menor custo e atendimento aos requisitos mínimos de segurança exigidos pelas regulamentações, na maioria das vezes, buscando apenas resguardar-se de qualquer ação jurídica em caso de sinistro. Um pensamento completamente inadequado quanto a prevalência da questão financeira em detrimento à segurança.

No Livro SCIER-2018 o Ciclo Operacional do Bombeiro é redefinido e repartido tomada uma parte por sugestão como “Ciclo Operacional de Segurança Contra Incêndio”, de forma a focar as atividades relacionadas a um só item.

O ciclo referente é dividido em quatro fases (Figura 3):

- normativa ou preventiva;
- passiva ou estrutural;
- ativa ou de combate;
- investigativa ou pericial.

O correto seguimento das instruções descritas no ciclo irá fornecer, em geral, seja tanto ao gestor quanto a equipe técnica, informações suficientes na tomada de decisões. (Livro SCIER).

Figura 3 – Gráfico de desempenho com e sem manutenção



Fonte: Maus, 2005 (adaptado ao livro SCIER)

A inspeção predial em si pode atuar em todas as fases do ciclo, porém é fundamental que o responsável pelo empreendimento tenha plena consciência que os piores momentos a se realizar uma inspeção predial são aqueles que circundam a fase ativa, ou seja, em casos em que não houve a correta manutenção preventiva ou até foram inexistentes, vindo a causar danos exponencialmente maiores não só ao sistema, mas financeiros ao condomínio ou órgão responsável.

4.2.1 Edifícios de lajes corporativas

Não são poucos os casos em que a evolução do problema tornou-se crítica a ponto de não ser mais possível o reparo e/ou prolongamento da vida útil sem uma intervenção grande e onerosa. A seguir segue um exemplo de um edifício comercial em que toda a tubulação de aço galvanizado, tanto do sistema de hidrantes e sprinklers, como o de alimentação do reservatório encontravam-se em estado crítico, além de que grande parte dos componentes do SPCI já apresentavam sinais de fim de vida útil sem a correta manutenção.

Figura 4 – Tubulação de SPK com corrosão avançada causada



Fonte: Autor do trabalho

A figura acima ilustra a ligação da rede de sprinklers principal com a do pavimento, a direita em amarelo a válvula VGA que individualiza o andar, e uma parte de um problema o qual se replicava em grande parte do edifício. Houve vazamentos durante os anos nas válvulas VGA superiores levando ao acúmulo de água em regiões como esta, levando a corrosão e a perda de seção da tubulação e, conseqüentemente, ao rompimento desta e a parada obrigatória do abastecimento da rede de SPK do edifício.

A corrosão em tubulações de aço galvanizado não ocorre obrigatoriamente apenas na parte externa do tubo, estas com o tempo vão reagindo com a água em seu interior e também deterioram-se. Demonstrado na Figura 5, foi retirada uma amostra da tubulação de saída do reservatório para alimentação do sistema de hidrantes e sprinklers e detectado um avançado estado de acúmulo de corrosão

Figura 5 – Amostra da tubulação principal de alimentação da rede de SPK/Hidrantes



Fonte: Autor do trabalho

Neste caso observa-se outro problema grave, a quantidade de interferências indevidas que seguem juntamente a tubulação dentro do shaft e dos forros. Na figura 6 observa uma grande quantidade de cabos não identificados passando juntamente com tubulações sem uma devida organização. Já na figura 7, para a substituição da tubulação de SPK do andar, todo o forro deve de ser demolido devido a este estar fixado em tua totalidade na própria tubulação de sprinklers.

Figura 6 – Tubulação de SPK com corrosão avançada causada



Fonte: Autor do trabalho

Figura 7 – Demolição completa de forro



Fonte: Autor do trabalho

Apesar da demora da aprovação para a solução do problema, grande parte das patologias foram identificadas e suas magnitudes dimensionadas com apenas um *check list* de inspeção realizada em apenas uma visita de um dia no local. O documento orientou com sucesso e serviu como suporte ao condomínio em questão de prestação de contas e o porquê de investir em consequentes laudos específicos até a obra de *retrofit* de todo o sistema.

Salientando mais uma vez a importância de um simples *check list*, grandes problemas foram evitados, em outro estudo de caso de outro edifício, também com apenas uma visita apontando incongruências fundamentais para a segurança, não só do funcionamento do sistema, mas de quem estará operando ou transitando no local.

Abaixo seguem algumas imagens da quais as divergências puderam ser facilmente observadas e corrigidas pelo meio do uso da *check list*.

Figura 8 – Detalhe bomba elétrica principal com eixo desprotegido



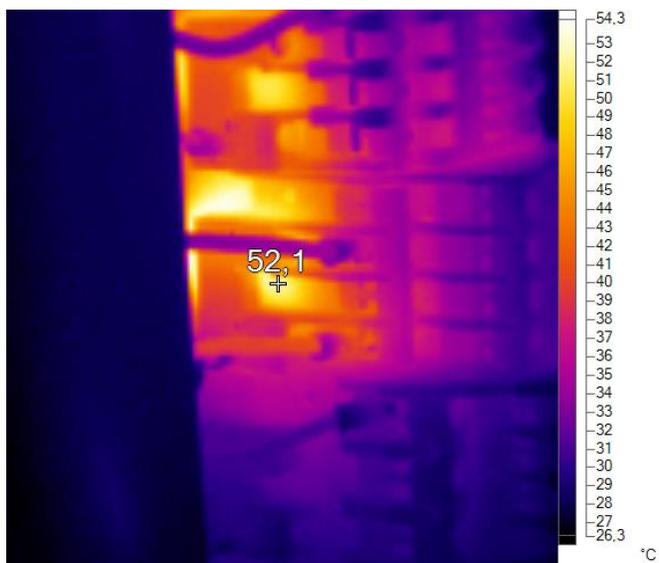
Fonte: Autor do trabalho

Figura 9 – Base do suporte de tubulação rompida.



Fonte: Autor do trabalho

Figura 10 – Termografia apontando que disjuntor de acionamento da bomba elétrica principal possui indícios de aquecimento



Fonte: Autor do trabalho

Figura 11 - Recorte inadequado (extravasor).



Fonte: Autor do trabalho

Diferentemente dos edifícios de lajes corporativas, os shopping centers costumam ter um volume maior no fluxo de trânsito de pessoas, ou seja, qualquer incêndio terá uma influência significativamente maior no que tange a impacto em pessoas, vítimas, danos materiais, dentre outros. Não tirando a importância vital do SSCI em edifícios comerciais comuns, mas todas as etapas descritas no tópico 4 deste artigo deverão ser executadas com muito mais atenção.

Anexada a este artigo (Anexo A) segue um modelo proposto pelo qual o profissional da área poderá seguir de forma que possam padronizar as inspeções e reduzir o número de falhas em identificações e apresentações de patologias e incongruências no sistema a fim de ser um documento tangível e entendível não só ao engenheiro inspetor, mas principalmente ao cliente o qual irá ter as informações concisas e com clareza para que o auxilie a tomar as medidas corretas para a prolongação da vida útil do edifício.

4.3 Plano de inspeção predial (checklist)

Em grande parte dos casos os gestores não sabem ao certo como mensurar formalmente o estado atual e vida útil remanescente do seu sistema de segurança contra incêndio, geralmente é contratado um engenheiro o qual irá analisar e laudar sem nenhum padrão específico.

O plano proposto tem embasamento nas normas técnicas da ABNT, regulamentações do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego e nas diretrizes específicas da NFPA 25, a qual aborda especificamente inspeções, ensaios e manutenção.

O plano de inspeção proposto não deverá ser confundido nem conflitante com a rotina de vistorias da brigada de incêndio do edifício. Ou seja, o item em questão refere-se a visita de um engenheiro o qual não possui convivência com o prédio, mas que tem a responsabilidade de determinar a situação atual do sistema e, a partir do checklist realizado, propor soluções concisas.

A proposta de checklist encontra-se no anexo A deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou as diversas fases da execução de uma edificação que estão relacionadas à segurança contra incêndio, a importância de cada uma destas fases na concepção de um novo edifício, bem como a relação entre a ocorrência de falhas em cada etapa e suas consequências nas demais etapas. Demonstrou que os custos tendem a aumentar progressivamente, estando estes diretamente relacionados com a crescente probabilidade de falhas no sistema.

Analizou a relação entre a manutenção predial e a segurança contra incêndio e sua obrigatoriedade. Analisou também as legislações e normas de segurança contra incêndio, instituídas pelo poder público, referentes à manutenção dos sistemas de segurança contra incêndio.

Por meio da revisão bibliográfica apresentada, foi possível entender que no Brasil existe uma generalização no que diz respeito à manutenção nos sistemas de segurança contra incêndio das edificações, ou seja, não existe realmente objetivo no âmbito de manutenção, inspeção e tomada de responsabilidades, além de não existir uma metodologia de fiscalização específica para tal fim.

Essa dinâmica de correlações busca esclarecer o porquê de grandes falhas ainda ocorrerem, mesmo com o avanço da tecnologia de segurança contra incêndio disponível para edificações.

Após constatar a inexistência de um método preconizado para realização da inspeção predial de segurança contra incêndio, foi proposto um modelo de inspeção predial para tal fim, de forma a auxiliar engenheiros e gestores na busca de níveis de segurança adequados.

Atualmente, o autor utiliza este método como auxílio em diversos edifícios de Brasília e vem trazendo benefícios de forma a facilitar o entendimento do cliente final, seja este administrador e/ou condômino em que é retirada a subjetividade do tema, trazendo mais segurança à população fixa e volante, além de tornar o laudo do engenheiro periódico muito mais objetivo.

Dessa forma, pode-se afirmar que objetivos deste trabalho foram alcançados e que a solução proposta pode ser levada em consideração, tornando as inspeções prediais mais objetivas e efetivas, auxiliando não apenas os responsáveis técnicos pela inspeção, mas também os gestores na tomada de decisões a fim de proteger o edifício de eventuais incêndios, resguardando a vida dos usuários e o patrimônio edificado.

Sugestão para futuros estudos:

- Aprimorar o modelo proposto, considerando a crescente evolução das tecnologias e da legislação em vigor;
- Estender o estudo a outros tipos de edificações, tais como edificações residenciais, escolas, locais de concentração de público (teatros, cinemas, boates), depósitos, edificações de uso especial (indústrias, refinarias, usinas), dentre outros;
- Aprofundar a análise das legislações e normas, elaborar propostas ao poder público de textos para aprimoramento da legislação em vigor, contemplando os avanços tecnológicos e a necessidade de manutenção das edificações, buscando assim aprimorar a segurança contra incêndio.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.860. **Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndios**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10897: **Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10898: **Sistemas de iluminação de emergência**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12693: **Sistemas de proteção por extintores de incêndio**. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13434-1: **Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, parte 1: Princípios de projeto.** Rio de Janeiro, 2004.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13714: **Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.** Rio de Janeiro, 2000.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14276: **Brigada de incêndio – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2006.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14323: **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14432: **Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2001.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15200: **Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16626: **Classificação da reação ao fogo de produtos de construção.** Rio de Janeiro, 2017.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17240: **Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2010.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419: **Proteção contra descargas atmosféricas.** Rio de Janeiro, 2015.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077: **Saídas de emergência em edifícios.** Rio de Janeiro, 2001.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9442: **Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.** Rio de Janeiro, 2019.

ABRANTES, V. Construção em bom português. **Téchne**, n. 14, p 27-31, jan/fev, 1995.

BRASIL, Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017, **diretrizes gerais e ações complementares sobre prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público**, Brasília, DF, 30 mar, 2017.

CSIP, **CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO DO CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DO PARANÁ**. Paraná, 2012.

EN 13823– **Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI)**, 2010.

EN ISO 11925-2 – **Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test**

GOMIDE, Tito L. F.; PUJADAS, Flávia Z. A.; FAGUNDES NETO, Jerônimo C. P. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco**. São Paulo, Editora PINI: 2006.

LUGON, A. P.; BONA, B. M., **A investigação de incêndio no Brasil: uma visão para o futuro**. Espirito Santo: Livro SCIER, 2018

MAGRI, Paulo; ONO, Rosaria. Inspeção predial de segurança contra incêndios. **Téchne** , v.88, 2004.

MITIDIERI, M. **Verificação do comportamento frente ao fogo de materiais utilizados no acabamento e revestimento das edificações – ensaios de reação ao fogo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2000

MITIDIERI, M.; IOSHIMOTO, E. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo - reação ao fogo**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.

MORAES, Poliana Dias de. Projeto de edificações visando a segurança contra incêndio. In: **10º Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira – EBRAMEM**, São Paulo, 2006.

National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 01 - **Fire code**, 2018.

National Fire Protection Association (NFPA). NFPA 25 - Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, 2017.

NEVES, Daniel R. R., BRANCO, Luiz Antônio M. N. **Estratégia de Inspeção Predial. Belo Horizonte: Construindo**, v.1, n.2, p. 12-19, jul./dez. 2009.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **REVISTA TÉCNICO-CIENTÍFICA**, v. 1, n. 1, p. 1-14, jul./2019.

TAVARES, Rodrigo Machado. An analysis of the fire safety codes in Brazil: Is the performance-based approach the best practice?. **Fire Safety Journal**, v. 44, n. 5, p. 749-755, 2009.

TAVARES, Rodrigo Machado. Prescriptive codes vs. performance-based codes: Which one is the best fire safety code for the Brazilian context. **Safety Science Monitor**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2008.

TRINDADE, P. A. D. **Meios de extinção de incêndio – Sistemas automáticos por água**. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado), Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia, Porto, Portugal. 2009.

VIANA, Herbert ricardo garcia. **PCM- Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. 173p. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015

ANEXO A – CHECK LISTS DE INSPEÇÃO PREDIAL

LOGO DA EMPRESA INSPETORA		CHECKLIST DE INSPEÇÃO - SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO			LOGO DO EMPREENDIMENTO		
IDENTIFICAÇÃO							
Local:		Eng. Inspetor:					
Data:		Responsável pelo empreendimento:				Rev:	00/2019
Nº	Item	Situação					
		Aprovado	Reprovado	N/A			
0 - Obrigatoriedades							
0.1	Instalações elétricas	✓	✗				
0.2	Resistência a incêndio da estrutura	✓	✗				
0.3	SPDA	✓	✗				
0.4	Central de GLP	✓	✗				
0.5	Compartimentação vertical resistente ao fogo	✓	✗				
0.6	Compartimentação horizontal resistente ao fogo	✓	✗				
0.7	Reação ao fogo dos materiais de acabamento	✓	✗				
0.8	Alarmes de incêndio	✓	✗				
0.9	Accionadores manuais de alarme	✓	✗				
0.10	Deteção automática de incêndio	✓	✗				
0.11	Saídas de emergência	✓	✗				
0.12	Sinalização de emergência	✓	✗				
0.13	Iluminação de emergência	✓	✗				
0.14	Controle de fumaça	✓	✗				
0.15	Extintores de incêndio	✓	✗				
0.16	Hidrantes	✓	✗				
0.17	Sistemas de chuveiros automáticos (SPK)	✓	✗				
0.18	Outros sistemas automáticos de extinção	✓	✗				
0.19	Brigada de incêndio	✓	✗				
0.20		✓	✗				
0.21		✓	✗				
0.22		✓	✗				
OBSERVAÇÕES							
nº	Descrição	Alvo	Prioridade				
CARIMBOS E ASSINATURAS DAS EMPRESAS CONTRATADA E CONTRATANTE							

LOGO DA EMPRESA INSPETORA		CHECKLIST DE INSPEÇÃO - SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO			LOGO DO EMPREENDIMENTO		
IDENTIFICAÇÃO							
Local:		Eng. Inspetor:					
Data:		Responsável pelo empreendimento:				Rev:	00/2019
Nº	Item	Situação					
		Aprovado	Reprovado	N/A			
1 - Estações de bombeamento (casa de bombas)							
1.1	Estado de conservação geral do local (limpeza e pintura)						
1.2	Estado de conservação de toda a vedação do local em relação a vazamentos e infiltrações						
1.3	Proteções dos eixos dos motores						
1.4	Correto suporte e fixação de todas as tubulações, sejam por tirantes suspensos e/ou travamentos em blocos de concreto						
1.5	Checagem de vazamentos em registros						
1.6	Checagem de vazamentos em tubulações e conexões						
1.7	Conferência do não escoamento contínuo de água nos drenos das redes de SPK						
1.8	Teste de acionamento automático das bombas por queda de pressão (drenagem)						
1.9	Desarmamento automático das bombas através da correta setagem nos pressostatos						
1.10	Conferência da sincronismo e regulagem dos pressostatos com os manômetros						
1.11	Conferência do prazo de estocagem do óleo diesel (apenas para conjuntos moto-bomba)						
1.12	Medição da corrente existente nas baterias (apenas para conjuntos moto-bomba)						
1.13	Checagem do prazo de troca das baterias (apenas para conjuntos moto-bomba)						
1.14	Conferência do correto carregamento das baterias pelas fontes (apenas para conjuntos moto-bomba)						
1.15	Checagem do prazo de substituição do filtro de combustível (apenas para conjuntos moto-bomba)						
1.16	Reaperto de todos os terminais dos quadros elétricos referentes ao setor						
1.17	Termografia de todos os quadros elétricos referentes ao setor						
1.18	Conferência do correto treinamento de operação do sistema pela equipe de manutenção e brigada de incêndio						
1.19							
1.20							
1.21							
1.22							
OBSERVAÇÕES							
nº	Descrição	Alvo	Prioridade				
CARIMBOS E ASSINATURAS DAS EMPRESAS CONTRATADA E CONTRATANTE							

LOGO DA EMPRESA INSPETORA		CHECKLIST DE INSPEÇÃO - SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO			LOGO DO EMPREENDIMENTO	
IDENTIFICAÇÃO						
Local:		Eng. Inspetor:			Rev: 00/2019	
Data:		Responsável pelo empreendimento:				
Nº	Item	Situação				
		Aprovado	Reprovado	N/A		
2 - Rede de SPK						
2.1	Pintura das tubulações					
2.2	Correto funcionamento das chaves de fluxo					
2.3	Visores "bypass" de drenagem					
2.4	Registros de drenagem					
2.5	Válvulas VGA					
2.6	Condições de funcionamento dos bicos de sprinklers					
2.7	Condições de toda a tubulação (vazamentos, corrosões, falhas em conexões, etc.)					
2.8	Disparo da sirene					
2.9	Correto funcionamento com a central de automação					
2.10						
2.11						
2.12						
2.13						
2.14						
2.15						
2.16						
2.17						
2.18						
2.19						
2.20						
2.21						
2.22						
OBSERVAÇÕES						
nº	Descrição	Alvo	Prioridade			
CARIMBOS E ASSINATURAS DAS EMPRESAS CONTRATADA E CONTRATANTE						

LOGO DA EMPRESA INSPETORA		CHECKLIST DE INSPEÇÃO - SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO			LOGO DO EMPREENDIMENTO		
IDENTIFICAÇÃO							
Local:		Eng. Inspetor:					
Data:		Responsável pelo empreendimento:				Rev:	00/2019
Nº	Item	Situação					
		Aprovado	Reprovado	N/A			
3 - Rede de Hidrantes							
3.1	Pintura das tubulações						
3.2	Teste de todos os registros globo						
3.3	Componentes internos aos abrigos (mangueiras, chave storz, adaptador storz, esguicho regulável)						
3.4	Correta disposição dos componentes internos aos abrigos						
3.5	Limpeza interna e externa dos abrigos						
3.6	Sinalização regulamentada pela norma vigente						
3.7	Pintura dos abrigos						
3.8	Estado geral da estrutura dos abrigos						
3.9	Condição geral das mangueiras (dobras, mofos, obstruções, sujeiras)						
3.10	Conferência do estado de validade dos testes hidrostáticos						
3.11	Hidrante de recalque - registro com tampão						
3.12	Hidrante de recalque - correta disposição do registro e do volante de manobra da válvula quanto à norma vigente						
3.13	Hidrante de recalque - estado geral de conservação						
3.14							
3.15							
3.16							
3.17							
3.18							
3.19							
3.20							
3.21							
3.22							
OBSERVAÇÕES							
nº	Descrição	Alvo	Prioridade				
CARIMBOS E ASSINATURAS DAS EMPRESAS CONTRATADA E CONTRATANTE							

LOGO DA EMPRESA INSPETORA	CHECKLIST DE INSPEÇÃO - SISTEMA DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	LOGO DO EMPREENDIMENTO		
IDENTIFICAÇÃO				
Local:	Eng. Inspetor:			
Data:	Responsável pelo empreendimento:	Rev: 00/2019		
Nº	Item	Situação		
		Aprovado	Reprovado	N/A
4 - Saídas de emergência				
4.1	Desobstrução de toda a rota de fuga			
4.2	Estado de limpeza de toda a rota de fuga			
4.3	Estado de conservação das barras anti pânico			
4.4	Estado de conservação do piso e acessórios anti derrapantes			
4.5	Sinalizações de rota de fuga com fácil visualização de acordo com a norma vigente			
4.6	Estado do correto fechamento e conservação das molas das portas corta fogo			
4.7	Abertura das portas corta fogo no sentido da rota de fuga			
4.8	Conferência se não estão sendo usados nenhum tipo de artifício para manter as portas corta fogo abertas			
4.9	Não existência de quaisquer tipo de fechaduras ou outros itens que poderão impedir o correto funcionamento da rota de fuga			
4.10	Conferência do correto funcionamento de toda a iluminação de emergência			
4.11	Conferência das disposições das iluminação de emergência de acordo com projeto e norma vigente			
4.12	Conferência dos estados de conservação de toda a parte elétrica referente			
4.13				
4.14				
4.15				
4.16				
4.17				
4.18				
4.19				
4.20				
4.21				
4.22				
OBSERVAÇÕES				
nº	Descrição	Alvo	Prioridade	
CARIMBOS E ASSINATURAS DAS EMPRESAS CONTRATADA E CONTRATANTE				