

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 3

RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES
IARA DA SILVA DE ALMEIDA
BRUNO MATOS DE FARIAS

epitaya

Eptaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

Rachel Cristina Santos Pires
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
(Orgs.)

CONSTRUÇÃO CIVIL:
ENGENHARIA E INOVAÇÃO
VOL. 3

1ª Edição



Epitaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

Rio de Janeiro - RJ
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C764

Construção civil [recurso eletrônico] : engenharia e inovação: vol. 3 / Organizadores Rachel Cristina Santos Pires, Iara da Silva de Almeida, Bruno Matos de Farias. – Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2019. 326 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-94431-24-0

1. Construção civil. 2. Engenharia. I. Pires, Rachel Cristina Santos.
II. Almeida, Iara da Silva de. III. Farias, Bruno Matos de.

CDD 690

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda

Rio de Janeiro / RJ

contato@epitaya.com.br

http://www.epitaya.com.br



Rachel Cristina Santos Pires
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
(Orgs.)

CONSTRUÇÃO CIVIL:
ENGENHARIA E INOVAÇÃO
VOL. 3



Epitaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

Rio de Janeiro - RJ
2019

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda

1^o Edição - Copyright © 2019 dos autores

Direitos de Edição Reservados à Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98.

Se correções forem encontradas, serão de exclusiva responsabilidade de seus organizadores.

Foi feito o depósito Legal na Fundação Biblioteca Nacional, de acordo com as Leis nºs 10.994, de 14/12/2004 e 12.192, de 14/01/2010.

CONSELHO EDITORIAL

EDITOR RESPONSÁVEL	Bruno Matos de Farias
ASSESSORIA EDITORIAL	Helena Portes Sava de Farias
MARKETING / DESIGN	Gercton Bernardo Coitinho
DIAGRAMAÇÃO/ CAPA	Bruno Matos de Farias
PREPARAÇÃO DE ORIGINAIS / REVISÃO	Helena Portes Sava de Farias

COMITÊ CIENTÍFICO

CONSELHO EDITORIAL	Dr. Vinicius Machado de Oliveira Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM
	Dra. Elizandra Cananéa de Sá Elias Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM
	Dr. Everton Rangel Bispo Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM
	Dr. Márcio Vieira Costa Universidade Estácio de Sá - UNESA
	Dr. Marco Eduardo do Nascimento Rocha Universidade Veiga de Almeida - UVA
	Dr. Christian Ricardo Ribeiro Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

PREFÁCIO

A temática central deste livro – inovação na construção civil –, que orienta e unifica os artigos que lhe constituem, está cada vez mais presente na agenda de interesses de todos os atores envolvidos nesse setor fundamental da economia do Brasil, entre os quais se incluem os professores e os alunos dos cursos de graduação em Engenharia Civil e os profissionais e as empresas diretamente responsáveis pela execução de obras civis. Sem dúvida, a Engenharia é uma das áreas de formação acadêmica e de atuação profissional que mais contribui e, ao mesmo tempo, se beneficia das inovações que constantemente se apresentam.

Seja no campo da inovação de produtos, seja no campo da inovação de processos, as inovações se apresentam na Engenharia como uma resposta importante às novas exigências legais e mercadológicas em termos de redução de custos de execução e de operação, de aspectos ambientais (consumo de recursos naturais e geração de resíduos sólidos efluentes líquidos) e de durabilidade das edificações.

Assim, levando-se em conta a relevância, a pertinência e atualidade da temática central deste livro, bem como a minha condição de docente de um curso de graduação em Engenharia Civil e em outras Engenharias, foi com grande satisfação e senso de responsabilidade que recebi o convite dos organizadores deste livro, os professores Rachel Cristina Pires Santos, Iara da Silva de Almeida e Bruno Matos de Farias, para prefaciá-lo. O presente volume é o terceiro de uma coleção intitulada “Construção Civil: Engenharia e Inovação”, organizado como uma coletânea de 17 artigos resultantes dos Trabalhos de Conclusão de Curso desenvolvidos pelos alunos do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), localizado no Rio de Janeiro (RJ), durante o primeiro semestre letivo de 2019.

No primeiro artigo, apresentado no Capítulo 1 e intitulado **Autovistoria predial em ênfase à análise de recalque diferencial**, os autores discutem, por meio de uma revisão bibliográfica, a importância da realização de autovistorias periódicas com o objetivo de identificar e avaliar os possíveis riscos e perturbações estruturais e estéticas decorrentes de falhas nos processos construtivos e/ou de processos de degradação das construções. No Capítulo 2, intitulado **Inovação de gesso na construção civil**, os autores apresentam uma revisão bibliográfica e um estudo de caso a respeito da utilização de blocos de gesso pré-moldado como uma alternativa de baixo custo

à alvenaria de tijolo cerâmico no fechamento das edificações, viabilizando especialmente os projetos de construção de casas populares.

No Capítulo 3, intitulado **Patologias em estruturas de madeira: causas e consequências**, os autores abordam, também por meio de uma revisão bibliográfica, as principais patologias encontradas em estruturas de madeira, enfatizando as suas causas e as suas consequências para as edificações. No Capítulo 4, intitulado **Segurança contra incêndio e pânico: estudo de caso em edificação comercial**, os autores apresentam uma revisão bibliográfica sobre o tema, bem como o estudo de viabilidade técnica e a análise de custo-benefício dos sistemas componentes de um projeto de segurança contra incêndio e pânico de uma edificação comercial localizada no Rio de Janeiro (RJ).

No Capítulo 5, intitulado **Avaliação do custo-benefício do uso de argamassa industrial na construção civil**, os autores realizam, a partir de um levantamento bibliográfico prévio, uma avaliação técnica e econômica comparativa de várias opções de argamassas industriais disponíveis no mercado, que vêm progressivamente substituindo a argamassa preparada no próprio canteiro de obras. No Capítulo 6, intitulado **Telhado verde: benefícios da instalação em residências**, os autores discutem, por meio de uma revisão bibliográfica, os benefícios da implantação de telhados verdes em unidades residenciais, enfatizando aspectos qualitativos como conforto visual, retenção de águas pluviais, conforto termoacústico, qualidade do ar, formação de microecossistemas e incremento das áreas verde, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

No Capítulo 7, intitulado **Retrabalho na construção civil oriundo das falhas ocorridas no processo da execução do serviço de aplicação de revestimento cerâmico**, os autores discutem, por meio de um estudo de caso que envolveu 100 unidades habitacionais de dois condomínios localizados no Bairro Recreio dos Bandeirantes, no Rio de Janeiro (RJ), a importância do planejamento na construção civil em curto, médio e longo prazos, com o objetivo de evitar retrabalhos que impactam diretamente no orçamento e no cronograma de execução das obras. No Capítulo 8, intitulado **Análises patológicas em construções: infiltrações**, os autores apresentam um estudo de caso que trata das patologias causadas pela umidade nas lajes de um condomínio vertical com 11 andares, localizado no Bairro da Gávea, no Rio de Janeiro (RJ), enfatizando os tipos de materiais utilizados no processo de impermeabilização, as técnicas empregadas, os procedimentos de execução e os detalhes construtivos.

No Capítulo 9, intitulado **Sistemas de instalações hidráulicas e sanitárias para projetos residenciais**, os autores tratam, a partir de um levanta-

tamento bibliográfico, dos projetos de instalações de água quente e de água fria para unidades residenciais, ressaltando os aspectos e os parâmetros a serem considerados para se alcançar a máxima redução possível do consumo de água e de energia. No Capítulo 10, intitulado **Patologia de fachada e a necessidade de sua recuperação**, os autores apresentam uma revisão bibliográfica e um estudo de caso desenvolvido em dois blocos de um condomínio residencial localizado no Bairro do Flamengo, no Rio de Janeiro (RJ), enfatizando os principais tipos de patologias encontrados nas fachadas, a sua origem e as medidas que previnem o seu aparecimento e as medidas destinadas ao seu tratamento.

No Capítulo 11, intitulado **Propriedades do bambu e sua utilização como peças em andaimes na construção civil**, os autores discutem as possibilidades de utilização do bambu em um contexto de mercado que exige a redução de custos e o emprego de alternativas compatíveis com a proteção do meio ambiente, enfatizando, por meio de uma revisão bibliográfica, as propriedades e os processos de tratamento aplicados a essa matéria-prima. No Capítulo 12, intitulado **Reconhecimento prévio de manifestações patológicas frequentes verificadas em pós-obras de edifícios residenciais**, os autores apresentam um levantamento bibliográfico das patologias mais encontradas nos mercados de construção civil de três estados brasileiros (Goiás, Rio de Janeiro e São Paulo), enfatizando aspectos como tipologia, frequência de ocorrência, etapa do processo construtivo em que se dá o aparecimento e principais características.

No Capítulo 13, intitulado **Canteiro de obras sustentável: práticas adotadas para construções sustentáveis em áreas urbanas**, os autores apresentam um levantamento bibliográfico de práticas adotadas na construção civil, especialmente no que tange à gestão de resíduos sólidos, que visam à implementação de um processo de produção de edifícios mais sustentáveis nas cidades, levando-se em conta os impactos ambientais e o consumo de recursos naturais característicos da indústria da construção. No Capítulo 14, intitulado **Importância da impermeabilização na construção civil**, os autores discutem, por meio de uma revisão bibliográfica e de um estudo de caso desenvolvido em um empreendimento localizado no Bairro da Tijuca, no Rio de Janeiro (RJ), a eficácia da manta asfáltica, dentre as várias alternativas de impermeabilização disponíveis, no que tange à integridade da edificação, à segurança, ao conforto do usuário e à estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.

No Capítulo 15, intitulado **A usabilidade do pavimento intertravado na urbanização das cidades**, os autores discutem, por meio de uma

revisão bibliográfica, a utilização do pavimento intertravado como uma alternativa para os projetos de drenagem urbana, enfatizando a importância da aplicação dos pavimentos permeáveis na promoção do escoamento adequado das águas e, conseqüentemente, na construção de uma urbanização sustentável. No Capítulo 16, intitulado **Estudo de caso de prováveis patologias no pavimento rígido do Terminal Sulacap BRT Transolímpica**, os autores apresentam uma revisão bibliográfica sobre os pavimentos rígidos e as suas patologias e um estudo de caso da obra mencionada no título do artigo, enfatizando as possíveis causas das patologias encontradas (fissuras, assentamentos diferenciados e buracos) e os reparos necessários à recuperação da qualidade do pavimento.

Finalmente, no Capítulo 17, intitulado **Estabilização de taludes através da utilização de muros de arrimo**, os autores apresentam uma revisão bibliográfica abordando aspectos como a definição, as características físicas, o funcionamento, os tipos, as vantagens e as desvantagens da utilização dos muros de arrimo, inclusive comparando-os com outros tipos de muros em termos de viabilidade econômica, bem como relatos de deslizamentos de terra no município e no estado do Rio de Janeiro.

A variedade e a relevância dos temas retratados nos capítulos e o esforço de divulgação de trabalhos acadêmicos desenvolvidos por alunos de graduação constituem importantes aspectos positivos da obra, e somam-se às inúmeras iniciativas de faculdades, centros universitários e universidades públicos e privados espalhados por todo o Brasil, de organização de livros que reúnem uma parcela importante da produção científica, acadêmica, técnica, artística e cultural de pesquisadores em nível de graduação e de pós-graduação. É, assim, uma iniciativa que deve ser elogiada e imitada.

Christian Ricardo Ribeiro

Geógrafo e professor no ensino superior. Graduado em Geografia (licenciado e bacharel) e Especialista em Análise Ambiental pela Universidade Federal de Juiz de Fora; Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista; Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor do Centro de Engenharias e Arquitetura Campus Presidente Itamar Franco, do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, em Juiz de Fora (MG).

SUMÁRIO

Capítulo I	11
AUTOVISTORIA PREDIAL EM ENFASE À ANÁLISE DE RECALQUE DIFERENCIAL <i>Jeferson Pereira Silva; Vanessa de Carvalho Vasconcellos; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo II	28
INOVAÇÃO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Evelaine Barreto de Oliveira Freitas; Jeyza Caroline Barroca Soares; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo III	49
PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE MADEIRA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS <i>Lucas César Andrade Nascimento; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo IV	63
SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL <i>Cleber Rodrigues; Fabianne Maria de Lira Barros Manssour; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo V	83
AVALIAÇÃO DO CUSTO BENEFÍCIO DO USO DE ARGAMASSA INDUSTRIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Aldair dos Santos Santa Maria; Geraldo Raimundo Quaresma Junior; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo VI	98
TELHADO VERDE: BENEFÍCIOS DA INSTALAÇÃO EM RESIDÊNCIAS <i>Edson Nascimento dos Santos; Milton de Araújo Fontes; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo VII	121
RETRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL ORIUNDO DAS FALHAS OCORRIDAS NO PROCESSO DA EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO <i>Caroline Souza Gonçalves; Lucas Oliveira Marins; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo VIII	134
ANÁLISES PATOLÓGICAS EM CONSTRUÇÕES: INFILTRAÇÕES <i>Luana Almeida Monteiro; Thamyres Paixão Damasceno; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo IX	151
SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PARA PROJETOS RESIDENCIAIS <i>Ana Carolina Almeida Machado; Igor Batista Viana; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

Capítulo X	171
PATOLOGIA DE FACHADAS E A NECESSIDADE DE SUA RECUPERAÇÃO <i>Priscila Galdino do Espírito Santo; Thiago Garcia Carvalho; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XI	196
PROPRIEDADES DO BAMBU E SUA UTILIZAÇÃO COMO PEÇAS EM ANDAIMES NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Arthur Hélder Damasceno de Oliveira; William Câmara Marreiro; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XII	217
RECONHECIMENTO PRÉVIO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS FREQUENTES VERIFICADAS EM PÓS-OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS <i>Antônio José de Sousa Gonçalves; Raimundo Matheus Alves da Silva; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XIII	236
CANTEIRO DE OBRA SUSTENTÁVEL: PRÁTICAS ADOTADAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM ÁREAS URBANAS <i>Alessandro de Melo Tuller; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XIV	252
IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>Romário da Silva Miranda; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XV	268
A USABILIDADE DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NA URBANIZAÇÃO DAS CIDADES <i>Ana Cleia dos Santos Ferreira; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XVI	284
ESTUDO DE CASO DE PROVÁVEIS PATOLOGIAS NO PAVIMENTO RÍGIDO DO TERMINAL SULACAP BRT TRANSOLÍMPICAS <i>Anna Carolina Souza Antunes; Lester Felipe Lázaro; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
Capítulo XVII	303
ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE MUROS DE ARRIMO <i>Julio Cesar de Almeida Nascimento Oliveira; Tallitta Mabelly Dantas Cavalcanti; Iara da Silva de Almeida;</i> <i>Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
SOBRE OS AUTORES	323

CAPÍTULO I

AUTOVISTORIA PREDIAL EM ENFASE À ANÁLISE DE RECALQUE DIFERENCIAL

Jeferson Pereira Silva
Vanessa de Carvalho Vasconcellos
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires

RESUMO

As patologias fazem-se cada vez mais presentes nas edificações. O presente estudo aborda a respeito dos indícios que levam a umas das patologias que mais causam preocupações aos proprietários devido à dificuldade no diagnóstico e no custo de reparo, o recalque. As tecnologias e os métodos utilizados para minimizar os danos e aumentar a segurança crescem gradativamente. À medida que a população cresce e a demanda por construções maiores aumenta, o prazo para a entrega das obras fica cada vez mais curto e isso aumenta a incidência de defeitos construtivos. Contudo, este quadro mostra indícios da necessidade de uma autovistoria periódica com o objetivo de evitar riscos, perturbações às estruturas e a estética devido a agentes de degradação e/ou falhas em processos construtivos. Buscou-se elucidar, de maneira sucinta, a respeito de trincas e fissuras a fim de buscar uma melhor análise da situação. Procurou-se focar também, a importância de uma investigação adequada no reconhecimento de trincas oriundas do afundamento de peças de fundação. Objetivou-se, inclusive, através de exemplos reais, demonstrar quais os efeitos do recalque diferencial tendo como principal objetivo deste artigo trazer um apanhado de informação sobre algumas características das trincas existentes de forma a propor um conjunto de conhecimentos que torne capaz a determinação de cenários desfavoráveis aos empreendimentos.

A manutenção predial tem como objetivo a preservação e é um dos fatores determinantes para a vida útil de uma edificação, influenciando diretamente na habitabilidade, conforto e estética da mesma. Passando despercebida, muitas vezes por negligência, a autovistoria é deixada de lado com a intenção de cortar custos anteriormente julgados como supérfluos e deixando o empreendimento a mercê de agentes externos, algumas vezes internos, decorrentes de mau uso ou vícios construtivos botando em risco a segurança do imóvel, habitantes e de seus transeuntes (ADEMAX, 2017).

Há diversas manifestações patológicas com os mais variados motivos, sejam eles as falhas de projeto, má execução, materiais inapropriados e até mesmo o envelhecimento “natural” da estrutura, contudo alguns problemas não se restringem às grandes construções e atingem, em sua maioria, as pequenas e médias.

As construções de forma geral estão submetidas a agentes de degradação de numerosos tipos e podem ocorrer em qualquer época, sejam na concepção, projeto, execução e utilização, e cabe ao gestor a função de zelar pela segurança e funcionalidade. A autovistoria, feita por um engenheiro habilitado, tem como função avaliar as condições de uso, confiabilidade do objeto a ser vistoriado e quais os reparos necessários, quando possíveis, para garantir a vida útil de partes estruturais, alvenaria e infraestrutura da edificação (SOUZA & RIPPER, 1998).

Entre os vários desafios de um engenheiro avaliador estão os problemas encontrados, sejam em residências, prédios comerciais, garagens e outros, as trincas, fissuras e infiltrações se destacam pelas inúmeras formas de agir. Entretanto, é indiscutível a importância dos aspectos fundamentais que rodeiam esses eventos, que são: a capacidade de avisar sobre alguma eventual ruína de peças estruturais, o engajamento do desempenho de um serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento térmica ou acústica) e a desarmonia arquitetônica que trazem aos usuários (SOUZA & RIPPER, 1998).

Optou-se pelo tema devido à necessidade de demonstrar a importância da autovistoria na prevenção de patologias como, por exemplo, o recalque diferencial. Apresentar de forma sucinta quais os tipos mais comuns de problemas causados por este evento.

Este projeto expõe bases para a elaboração de um artigo de cunho científico tendo como sustentáculo referências bibliográficas, normas, artigos científicos, revistas e sites especializados e pretende-se elucidar sobre

como o desempenho de uma construção, durante ou após, está interinamente ligada à prevenção do recalque diferencial em fundações.

O objetivo deste estudo é demonstrar a importância da prevenção de eventuais sinistros através da autovistoria, para detectar o recalque diferencial e suas trincas como inicial problema que podem dar indícios de futuros, e ao longo desta pesquisa, identificar suas diferenças básicas e apresentar possíveis formas de tratamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Breve Histórico

A manutenção predial no país vem passando por algumas transformações desde a década de 1980, quando era predominantemente desenvolvida por equipes próprias. No final da década houve um princípio de terceirização em alguns prédios corporativos ou monousuários. No entanto, foi na década de 1990 que esta relação começou a mudar, juntamente com a chegada de um novo conceito de gerenciamento de facilidades trazido por empresas norte-americanas (CREMONINI & JOHN, 1989).

A terceirização com empresas especialistas ganhou espaço. Entre as décadas de 1990 e 2000 este mercado continuou a passar por mudanças, normalmente restritas ao formato de contratação, principalmente no que tange a terceirização e a contratação global de serviços (full service), ou por especialistas. Neste mesmo período, vimos um imenso processo de terceirização nos condomínios comerciais, ou melhor, edifícios multiusuários de maior porte.

2.2 Definição de Desempenho

O termo desempenho é utilizado na indústria de bens de consumo não duráveis e na construção civil para expressar o comportamento de um produto quando em utilização. O conceito é utilizado para explicitar o fato de que o produto deve apresentar determinadas características que o capacitem para cumprir os objetivos e funções para os quais foi projetado ou produzido quando submetidos a determinadas condições de uso (SOUZA & RIPPER, 1998).

Para Souza & Ripper (1998), a ideia do conceito de desempenho é exatamente analisar como uma edificação responde a várias solicitações a

14 que estará submetida, e se ela atende ou não as exigências dos usuários que estarão usufruindo dela.

É importante lembrar que a partir do Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990, regulamentada pelo Decreto 861, de 09 de julho de 1993), na Seção IV, que trata das Práticas Abusivas, e seu Artigo 39, que no inciso VIII estabelece:

É vedado ao fornecedor de produtos e serviços 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 – ABNT, ou outra Entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO.

A presente lei estabelece uma obrigatoriedade na execução das normas, criando assim um padrão mínimo de desempenho para todo e qualquer tipo de produto em território nacional.

Além disso, esta mesma lei estabeleceu outros fatos como a modificação das relações entre construtores e adquirentes, pois as normas até então eram interpretadas como de uso não obrigatório, e agora passaram a ter força de lei. Desta forma, produtos e serviços em não-conformidades as normas técnicas podem ser rejeitadas pelos consumidores com respaldo em lei.

O desempenho de qualquer bem, seja ele durável ou não, está diretamente ligado a bons métodos de investigação e manutenção que serão empregados ao longo de sua vida útil. Um edifício, assim como uma simples bicicleta, pode ruir caso não haja uma investigação adequada de sua saúde. Uma vez encontrado indícios de problemas, a manutenção preventiva é de suma importância para garantir a estabilidade e performance do empreendimento desde que feita de forma periódica (AGUIAR, 2012).

Segundo Hemke (1988), para o desenvolvimento dessas formas de aplicação a abordagem de desempenho depende do conhecimento de:

- Requisitos dos usuários das edificações quanto a: Segurança habitabilidade, adequação ao uso, durabilidade, confiabilidade, economia, etc.;
- Contexto em que os edifícios ou suas partes componentes precisam atingir esses requisitos: Clima, localização, efeito de ocupação, consequências de projeto, etc.;
- Métodos de avaliação do comportamento em uso através de: Ensaios de laboratórios, ensaios em escala geral, cálculos e verificações, conformidades com o projeto, etc.

Conclui Hemke (1988) que “Como em qualquer outro ramo da engenharia a ferramenta principal do engenheiro de manutenção é o conhecimento.”

2.3 Importância da Avaliação Predial

Autovistoria predial ou visita técnica como é mais conhecido é o acompanhamento técnico que se traduz em uma inspeção realizada em prédios, edifícios ou condomínios por um profissional responsável legalmente apto para fazer um diagnóstico das condições estruturais de um empreendimento. Dentro deste diagnóstico, a autovistoria predial tem como objetivo principal aferir tecnicamente as condições de segurança, conservação e estabilidade das edificações (GOMIDE et al, 2006).

Com base em investigações é elaborado um laudo técnico, para atestar as condições da edificação. Para a elaboração desse parecer, em alguns casos é necessário que sejam realizados exames e testes uma equipe multidisciplinar. Tais exames são prescritos afim de realizar um estudo a fundo da possível patologia apontada, quando esta não possui chance de ser aferida visualmente (GOMIDE et al, 2006).

Conforme Gomide et al (2006):

A inspeção predial é atividade que possui norma e métodos próprios. Classifica as deficiências constatadas na edificação com visão sistêmica, aponta o grau de risco observado para cada uma delas e gera lista de prioridades técnicas com orientações ou recomendações para sua correção.

Conforme Lottermann (2013), “as patologias em edificações são os principais problemas que comprometem a vida útil das construções”.

Segundo a ABNT NBR 15575 (2013), a vida útil de uma edificação pode ser entendida como o período total de tempo ao qual a construção atende aos níveis mínimos de desempenhos estipulados e padronizados na norma.

Conforme Lottermann (2013):

O termo Patologia é uma derivação do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações. Essas patologias podem se manifestar de diversos tipos, tais como: trincas, fissuras, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura. Por ser

Quando é atestado problemas no prédio, que são necessariamente indicados no laudo técnico, o responsável pela sua elaboração também indica o procedimento que deve ser tomado e as obras que devem ser realizadas. Não é raro nesse mercado que após a elaboração do laudo, o próprio profissional ou empresa responsável pela inspeção também seja contratado para realizar as obras de manutenção indicadas.

O reparo da patologia, assim como o tratamento na medicina, visa recuperar as funções (ou a saúde) das edificações num geral. O estudo das falhas construtivas é feito pela ciência denominada patologia das construções (ABNT NBR 5674, 2012).

A semelhança das ciências médicas com a patologia das construções também envolve conhecimentos multidisciplinares e, segundo Rocha et al. (2006), estuda os sintomas, os mecanismos de ocorrência, as causas e as origens das doenças ou defeitos que podem ocorrer nas construções.

Seguindo as instruções da Lei estadual nº 6400 de 05 de março 2013 a autovistoria deve ser executada nas edificações com regularidade, e isto é uma preocupação do poder público visando garantir, por lei, que as condições consideradas adequadas a segurança e uso sejam respeitadas nos imóveis no estado do Rio de Janeiro.

Deste modo, para alcançar este resultado, o período de tempo estipulado para a regularização das edificações frente à nova obrigatoriedade estipulou o prazo de 15 meses após a vigência da lei, valendo pontuar que, a partir de sua primeira realização, também determinando a periodicidade em que o serviço deverá ser prestado.

Tendo em vista que segundo a ABNT NBR 5674 (2012) se tem requisitos estabelecidos para uma manutenção com excelência para que não haja queda de desempenho por depreciações, ou seja, desenvolvendo um planejamento anual para tal.

Levando sempre em consideração as necessidades dos usuários do local à ser -vistoriado conforme regra a ABNT NBR 15575-1 (2013).

2.4 Manutenção Predial

2.4.1 Tipos de Manutenção

A Manutenção Corretiva é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção; pode sintetizar-se pelo ciclo "quebra-repara", ou seja, o reparo dos equipamentos e componentes após a avaria. Constitui a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total e sistemático (ADEMAX, 2017).

A Manutenção Preventiva, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, análise de campo ou laboratorial do estado do equipamento, peças estruturais, entre outros (ADEMAX, 2017).

A Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar FALHAS OCULTAS ou não-perceptíveis ao pessoal de manutenção (ADEMAX, 2017).

A Manutenção Preditiva é muito comum na engenharia, aeronáutica e mecânica. Na engenharia civil, seu uso apresenta-se muito restrito que a relação custo/benefício das inspeções na maioria das vezes não é compensador. Sendo assim entende-se a importância de mencionar a existência deste tipo de manutenção, mas salientando que, para o ramo de edificações seu uso é raro (ADEMAX, 2017).

2.4.2 Quanto as Origens

As atividades de manutenção podem ser classificadas em evitáveis e inevitáveis, em função dos fatores causadores da degradação do edifício ou de um de seus elementos constituintes. Todos os fatores de degradação estão diretamente relacionados a concepção do edifício (projeto) e da qualidade dos materiais empregados. Uma vez que nesta fase do processo produtivo da edificação são definidas as características esperadas dos produtos empregados na construção as condições de exposição previstas para o ambiente exterior e principalmente o desempenho almejado para o edifício construído (JOHN & BONIN, 1988).

John & Bonin (1988), apresenta uma outra classificação quanto as origens das atividades de manutenção. Segundo este autor, pode haver três origens para a manutenção:

- Perda de durabilidade;
- Presença de patologias;
- Mudança nas necessidades dos usuários.

Segundo John & Bonin (1988), a manutenção é a preservação do edifício construído em condições semelhantes aquela de seu estado inicial”.

2.5 Conceito e Características Básicas de Fissuras e Trincas

Na construção civil o Brasil ainda trabalha em cima de sistemas construtivos convencionais caracterizados por estruturas de concreto moldadas in color, alvenaria de vedação em blocos cerâmicos ou concreto, revestimentos argamassados tradicionais, telhados em fibrocimento ou em cerâmica e instalações prediais também tradicionais. Com a chegada de novas tecnologias o consumidor acabou por tornar-se mais exigente quanto a mão de obra. Para se adequar à nova demanda, muitas empreiteiras dizem ter especializações além de suas capacidades para não perder a clientela. Desta forma, a quantidade de erros construtivos derivados de imperícia, negligência, a má utilização e conservação, como as trincas e fissuras vem aumentando a cada dia (SOUZA & RIPPER, 1998).

A fissura é uma abertura superficial na parede que atinge apenas a pintura, a massa corrida ou os azulejos. É estreita e alongada e não gera grande preocupação. Sua espessura atinge no máximo 1 milímetro (SOUZA & RIPPER, 1998).

A trinca é considerada mais perigosa do que a fissura e sua gravidade inclusive está próxima a de uma rachadura. Trata-se de uma abertura profunda e acentuada que não atinge apenas a tinta das paredes, a massa corrida ou os azulejos. Geralmente há separação em duas partes e sua espessura é de 1 a 3 milímetros (SOUZA & RIPPER, 1998).

As trincas e fissuras são problemas patológicos que acontecem nas construções por diversos fatores e podem levar uma edificação a ruína caso não sejam tratados de maneira correta. Dentre os motivos do aparecimento de tais patologias estão:

- Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- Atuação de sobrecargas ou concentração de tensões;
- Deformabilidade excessiva das estruturas;
- Recalques diferenciados das fundações;
- Retração de produtos à base de ligantes hidráulicos;

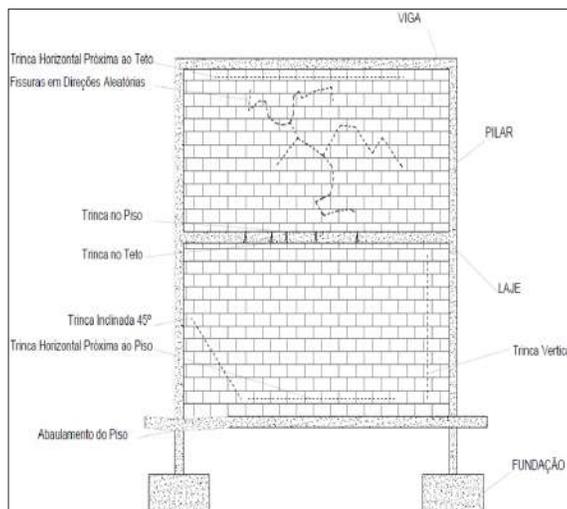
- Alterações químicas de materiais de construção.

2.6 Espécies de Trincas e Fissuras

Cabe frisar que primeiramente deve ser realizado o monitoramento das trincas e fissuras para acompanhar a evolução das mesmas e identificar se tratam de trincas ativas ou passivas. As ativas classificam-se como sendo as trincas que ainda se movimentam, alterando assim suas dimensões no decorrer do tempo. Já as trincas passivas são aquelas que podem ficar estabilizadas por anos, sem se quer observar-se alterações em suas dimensões, tanto na forma, quanto em sua largura e abertura (JÚNIOR, 2006).

Há diversos tipos de trincas com os mais variados sintomas (Figura 1). As trincas, assim como a “febre” em um ser humano, é um indicador de que algo de errado pode estar dando início ou até mesmo se agravando. Dentre os mais diversos tipos destacam-se a Trinca de 45° (BOCKLER, 2012).

Figura 1: Principais Trincas Encontradas nas Edificações



Fonte: Bockler (2012)

2.6.1 Trincas Inclinada 45°

As trincas inclinadas (Figura 2), são trincas que geralmente apresentam-se a 45° e na maioria das vezes são sintomas de recalque diferencial (afundamento) pelo mau adensamento do aterro antes da construção, pela

má resistência do solo e falta de estudo geológico antes de construir ou pela falta projeto estrutural. Esse tipo de trinca é difícil de ser encontrada (THOMAZ, 1989).

Por conta do pouco conhecimento a respeito do fenômeno, muitas pessoas acabam mascarando seus efeitos com revestimentos por se tratarem de trincas de lento progressos, em alguns casos leva-se até 10 anos para que estas trincas evoluam para uma rachadura visível e irremediável. É um processo gravíssimo e sem fim que, em alguns casos, pode condenar imediatamente a edificação. O seu reparo é considerado complexo e exige mão de obra especializada (THOMAZ, 1989).

Figura 2: Edifício Sofrendo Recalque Diferencial



Fonte: Caczan (2018)

2.6.2 Conceitos e Características Básicas de Recalque Diferencial

Também citados por alguns engenheiros como Assentamento, termo utilizado quando a estrutura sofre o fenômeno de rebaixamento devido ao espessamento do solo. Essa diferença de nível onde um lado da estrutura fica mais baixa que o outro acaba ocasionando esforços sem precisão e de grande intensidade que pode levar toda a obra a ruína.

Mediante isso podemos afirmar que grande parte das trincas que aparecem em uma edificação está relacionada à Recalque Diferencial (CACZAN, 2018).

Vale lembrar a diferença que há entre Recalque e Recalque diferencial, onde Recalque é quando uma parte da edificação se desprende e afunda no sentido vertical ocasionando um adensamento da fundação, já o Recalque diferencial por sua vez é quando parte dos componentes que com-

põe a base da edificação se desloca e outra permanece no lugar ocasiona o Recalque Diferencial (CACZAN, 2018).

Por sua vez ainda existe Recalque por distorção, onde a estrutura se modifica, porém, sem ter prejuízos, um claro exemplo disso é a Catedral do México onde o recalque não foi o de diferenciais (Figura 3).

Figura 3: Catedral do México



Fonte: Caczan (2018)

Um exemplo de Recalque Diferencial mais famoso do mundo, podemos citar a Torre de Pisa (Figura 4), sua estrutura permanece erguida devido a serviços estratégicos de geotécnicos onde o principal reforço para mantê-la de pé são os reforços na fundação da Torre (CACZAN, 2018).

Figura 4: Torre de Pisa



Fonte: Caczan (2018)

No Brasil, também são presentes os Recalques nas construções dos prédios da Orla da cidade de Santos em SP (Figura 5).

Figura 5: Edifícios na Orla da Cidade de Santos - SP



Fonte: Caczan (2018)

3. INVESTIGAÇÃO DE RECALQUE

Como diagnóstico do Recalque, apresenta-se o Reforço da fundação, onde representa uma intervenção entre solo-fundação e estrutura de modo que interfira no desempenho da estrutura, nos casos em que as fundações se mostram inadequadas para a carga atuante naquela área ou quando se possuem um aumento das cargas na estrutura.

3.1 Manifestações

Essas manifestações aparecem como danos na estrutura através dos recalques e desaprumos. Sendo (HACHICH et al, 1998):

- Danos arquitetônicos, que são aqueles que interferem na estética da edificação, como, por exemplo, trincas em paredes e acabamentos, rompimento de painéis de vidro ou mármore, e etc. nessas situações o reforço é optativo pois não envolve risco à estabilidade da construção;
- Danos funcionais, que são os que estão ligados à utilização da edificação, como por exemplo o refluxo ou ruptura de redes de esgoto e/ou águas pluviais, desgaste de forma expressiva dos trilhos-água de elevador, mal funcionamento de portas, janelas, e etc. Dependendo da situação em si será necessário um reforço, uma vez que podem provocar transtornos com relação ao uso da construção;
- Danos estruturais, que são aqueles causados à estrutura propriamente dita, isto é, pilares, vigas e lajes. Neste caso, o reforço se faz necessário, onde sua ausência implica na instabilidade da construção, podendo até mesmo leva-la a ruptura.

Tais danos são provenientes de (HACHICH et al, 1998):

- Ausência, insuficiência, ou má investigações geotécnicas;
- Má interpretação dos resultados da investigação geotécnica;
- Avaliação enganosa dos valores dos esforços provenientes do objeto em estudo;
- Admissão inadequada das tensões admissíveis do solo ou da cota de apoio da fundação;
- Cálculos inapropriados das fundações;
- Má execução do projeto por descaso ou má fé da mão de obra, consequência construtiva inadequada, má qualidade dos materiais empregados, e etc.;
- Interferências externas, como, por exemplo, escavações ou deslizamentos não previstos, agressividade ambiental, enchentes, construções vizinhas, e etc.;
- Modificação do carregamento que foi previamente estipulado para a utilização da estrutura, como no caso de transformações para armazenamento densos de produtos pesados; e
- Implicação de áreas e/ou acréscimo de andares sem estudo para saber se estrutura irá suportar.

3.2 Diagnóstico

É de extrema importância o diagnóstico do problema que acarretou o Recalque, para definição do tipo, da técnica e do dimensionamento de reforço a ser empregado.

Para que este diagnóstico ocorra de forma eficiente, será necessário avaliar (HACHICH et al, 1998):

- Esmiuçar os danos sofridos para identificar e interpretar o direcionamento dos movimentos;
- Realizar novas investigações e/ou ensaios geotécnicos de campo ou de laboratórios; e
- Arquitetar a obra para avaliar a dimensão e a velocidade das deformações.

3.3 Tipos de Reforços

De acordo com Hachich, et al (1998), com os resultados obtidos, alguns tipos de reforços podem sanar o problema detectado, sendo eles:

- Reforços permanentes, são aqueles que se faz necessário de forma definitiva, devido ao mal desempenho das fundações originais. Sendo também um aumento no carregamento aplicado às fundações, em função de aplicações ou de modificações na utilização da edificação. Sua implicação visa completar a capacidade de suporte das fundações existentes;
- Reforços provisórios, são aqueles aplicados somente para permitir que sejam efetuados os serviços de reforço permanentes, ou para que uma fundação possa ser sobrecarregada provisoriamente para atender uma condição especial de curta duração. Seriam os casos em que mesmo não sendo desfeitos os reforços não seriam necessários a partir de um determinado instante;
- Substituição de fundações, trata-se do caso em que se torna necessária a modificação de uma fundação por outra de dimensões diferentes ou de outro tipo.

3.4 Tipos de solução

Existem variadas soluções para os reforços, dependendo sempre das condicionantes do problema em que está sendo avaliado, tais como: Tipos de solo, urgências, fundações existentes, nível de carregamento e espaço físico disponível. Dessa forma, podendo se relacionar alguns tipos (HACHICH, et al, 1998):

- Reparo e reforço de material;
- Enrijecimento da estrutura;
- Aumento da área de apoio; e
- Estacas injetadas;

4. RESULTADOS

Selecionou-se uma empresa com experiência no ramo afim de adquirir o conhecimento prático a respeito do tema. Segundo as informações obtidas, a principal causa de recalque diferencial nas construções novas e antigas é o abatimento ou adensamento do solo causado por diversos fatores como, por exemplo: camada de solo compressível (argila mole), novas construções ou escavação nas proximidades, sobreposição dos bulbos de

carregamento, descobrimento lateral, rebaixamento de lençol freático nas proximidades (normalmente quando tem solo compressível) e o melhor meio de identificar o recalque é através da inspeção visual, identificando as trincas e fissuras.

Pode-se colocar pinos ou selos com gesso para verificar a velocidade do aumento das fissuras. As principais preocupações são os danos patrimoniais, desvalorização do imóvel, risco à vida de ocupantes e transeuntes, de colapso estrutural e problemas estéticos tendo como método mais utilizado para sanar o problema o reforço de fundação. Uma das formas é fazer fundação profunda com estaca ao lado, e transferir a carga do pilar para essas estacas. Alargamento de sapatas. Injeção de calda de cimento ou argamassa.

5. CONCLUSÃO

Sendo assim infere-se e se faz necessário um estudo de solo detalhado a partir de sondagens ou outros métodos antes de qualquer construção, para caso o solo não atenda determinada carga e possa ser trabalhado, onde tais ensaios serão realizados para fornecer informações a respeito da permeabilidade do solo, tipo de material predominante que são fundamentais na determinação de suas cargas admissíveis.

Seria também de extrema importância que as obras fossem realizadas de forma mais consciente, não se visando apenas prazos e custos, mas também na qualidade do trabalho prestado. Que seja de forma limpa, com materiais e serviços realizados com aptidão, o que proporciona um bem-estar para os futuros usuários do empreendimento não trazendo ônus desnecessários para eventuais reparos que poderiam ser evitados nas primeiras etapas.

Faz-se necessário uma autovistoria para o quesito em questão tendo em vista que uma fiscalização mais rígida com o auxílio de normas para os assuntos relacionados, facilita a descoberta de problemas patológicos logo em suas fases iniciais. Cabe as autoridades a função de supervisionar os projetos executados e exigir a manutenção periódica das construções fazendo com que todos se adequem ao correto, evitando assim disfunções que podem acarretar no colapso da estrutura.

ADEMAX. Manutenção Predial: Plano de manutenção predial preventiva em condomínios. 2017. Disponível em: <https://ademax.com.br/blog/plano-de-manutencao-predial-preventiva/>. Acesso em: 18 de abril de 2019.

AGUIAR, J. E. Curso de Patologias de Estruturas de Concreto. Belo Horizonte; 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5674. Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575-1. Edificações Habitacionais-Desempenho: Referências. Rio de Janeiro, p. 24. 2013.

BOCKLER, C. Patologias na Construção Civil. 2012. Disponível em: <https://youtu.be/S7c7f9stbGA>. Acesso em: 18 de abril de 2019.

CACZAN, L. Recalque Diferencial: Entenda este fenômeno. 2018. Disponível em: <https://engcivil.maquinadeaprocacao.com/posts/artigo/recalque-diferencial-entenda-este-fenomeno/43>. Acesso em: 18 de abril de 2019.

CREMONINI, R. A; JOHN, V. M. Manutenção predial: uma visão sistemática. In:

X Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção Civil – A Manutenção na Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 1989. p. 64-76.

GOMIDE, T.; PUJADAS, F., FAGUNDES NETO, J. Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial. Ed. Pini. São Paulo, 2006.

HACHICH, W; FALCONI, F. F; SARA, J. L.; FROTA, R G. Q.; CARVALHO, C. S.; NIYAMA, S. Fundações: Teoria e Prática. Ed. Pini. São Paulo, 1998. p. 171-182.

HEMKE, H. P. Engenharia de manutenção de aeronaves. Tradução de Frederico

Leopoldo da Silva Júnior. São José dos Campos – SP. Centro Técnico de Aeronáutica, 1988. 198 p.

JOHN, V. M.; BONIN, L. C. Princípios de um sistema de manutenção. In: Seminário sobre manutenção de edifícios, Porto Alegre. Anais – v. I. Porto Alegre: UFRGS, 1988. p. 126-138.

JUNIOR, C. C. S. Trincas nas Edificações. Obras On Line, Minas Gerais, 2006.

LOTTERMANN, F. N. DA. Patologias em Estruturas de Concreto: Estudo de Caso. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2013.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 6400, de 05 de março de 2013. A Realização Periódica por Autovistoria, Brasília, RJ, mar 2013. Disponível em: <<https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/1034284/lei-6400-13>>. Acesso em: 18 de março de 2019.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1990/lei-8078-11-setembro-1990-365086-norma-actualizada-pl.pdf>. Acesso em: 18 de abril de 2018.

ROCHA, A. M.; KILPP, R.; KOHLER, R. Identificação de problemas patológicos e suas consequências em edificações na cidade de Ijuí, RS. Rio Grande do Sul: UNIJUI, 2006.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. 1998. 257 f. Editora Pini/SP, 1ª edição, 5ª tiragem

THOMAZ, E. Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação. Ed. PINI, São Paulo. 1989.

CAPÍTULO II

INOVAÇÃO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Evelaine Barreto de Oliveira Freitas
Jeyza Caroline Barroca Soares
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

O desenvolvimento da tecnologia na construção civil está em constante inovação, sempre objetivando o aperfeiçoamento de um material, processo, ou meios de utilização, para que haja evolução no setor de construção. As inovações com o passar do tempo tornam-se cada vez mais acessíveis, onde visam novidades com o propósito de economia e praticidade. Atualmente existem milhares de pessoas que não possuem casa própria, mas possuem o desejo de tê-la, portanto, a questão central deste estudo foi abordar que com um custo mais baixo que a construção de alvenaria com tijolo cerâmico, a construção de casas populares com bloco de gesso pre moldado para o fechamento de alvenarias, poderá ser uma alternativa, sendo uma solução para realizar o sonho de muitas pessoas. E também mostrando objetivamente a importância do gesso bloco Standard (S) e Hidrofugado (HIDRO), visando o seu crescimento na construção civil. Com isso, foi feito um levantamento de preço no mercado para a comparação dos materiais utilizados nos dois tipos de construção alvenaria com bloco de gesso e com o tijolo cerâmico.

O desenvolvimento da tecnologia na construção civil está em constante inovação, sempre objetivando o aperfeiçoamento de um material, processo, ou meios de utilização, para que haja evolução no setor de construção (COSTA & NASCIMENTO, 2015).

A área da construção civil tem se mostrado ao longo dos anos muito importante para a economia brasileira, onde em diversos setores há milhares de trabalhadores, acredita-se que ainda está passando por uma recessão econômica acarretando diversos cortes no setor. Aos poucos a economia da área está se normalizando, mas há uma competitividade que deve estar ligado às exigências dos clientes e a preservação do meio ambiente, colocando o padrão de redução do custo e produção sem deixar de considerar a qualidade exigida, como um desafio vital para as empresas que continuam e também iniciam sua atuação no mercado (PERES, 2001).

Os tijolos como são conhecidos popularmente são os blocos cerâmicos e são uns dos componentes básicos de qualquer construção em alvenaria. É produzido a base de argila normalmente em forma de paralelepípedo, onde possuem coloração avermelhada e furos no seu comprimento. Sua utilização na construção começou há anos, durante ainda a pré-história, porém atualmente é utilizado outros materiais, formas e dimensões em sua confecção, tudo isso para atender melhor ao mercado. Hoje os blocos cerâmicos são feitos à base de argila com silicatos hidratados de alumina combinados com silicatos hidratados de alumina, ilite, caulim (caulino) e outros minerais, onde cozido em altas temperaturas se tornam mais resistente que o tijolo adobe (barro cru), que é basicamente a mistura de barro, água, fibras naturais e palha e a secagem é feita no sol. (CIARLINI et al., 2001).

O gesso atualmente vem ganhando cada vez mais espaço na construção civil, em seu estado natural (gipsita) é utilizado pela indústria de cimento na fabricação de cimento Portland onde é adicionado ao clínquer, com finalidade de retardar o tempo de pega (RIBEIRO, 2016).

Tem várias outras finalidades na construção, como revestimento, rebaixamento, elementos de decoração, elementos de vedação tanto com painéis de gesso acartonado (drywall) como paredes com blocos de gesso, o que será abordado neste artigo.

Com um levantamento bibliográfico e documental realizado a partir de dados coletados no mercado e estudos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo e do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) comprovam que as paredes de blocos de gesso oferecem maior resistência do

que as construídas com tijolos cerâmicos ou de cimento, onde será abordado os tamanhos e características técnicas, de desempenho e de execução entre os dois modelos de blocos, sendo eles o bloco cerâmico de classe 10 (8 furos) e bloco de gesso Standard(S) e Hidrofugado (HIDRO). O bloco de gesso hidrofugado, ou hidro, também conhecido como bloco azul, possui todas as mesmas características do bloco stand de 7 cm, sendo que ele trás uma vantagem por ser revestido em material hidrofugante, que torna o bloco à prova d'água. Pode ser aplicado em ambientes com grande movimentação de água, como cozinha, lavavos, áreas de serviço, banheiros, copas, etc.

Como atualmente existem milhares de pessoas que nao possuem casa própria, mas possuem o desejo de tê-la, a questão central desse trabalho será abordar que com um custo mais baixo que a construção de alvenaria com tijolo cerâmico, a construção de casas populares com bloco de gesso pre moldado para o fechamento de alvenarias, poderá ser uma alternativa, sendo uma solução para realizar o sonho de muitas pessoas.

E também mostrando objetivamente a importância do gesso bloco Standard (S) e Hidrofugado (HIDRO), visando o seu crescimento na construção civil.

Será feito um levantamento de preço no mercado para a comparação dos materiais utilizados nos dois tipos de construção alvenaria com bloco de gesso e com o tijolo cerâmico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há aproximadamente 8.000 anos o gesso foi descoberto através de uma escavação arqueológica na Síria e na Turquia, tornando então um dos materiais mais antigos utilizados na construção civil. E foi identificado o uso do mesmo em ruínas milenares. Há evidências da descoberta do gesso e de sua reação característica com a água ao construírem fornos escavados em solos provenientes da gipsita, é um mineral aglomerante inorgânico assim como a cal e o cimento, produzido a partir do aquecimento e redução ao pó da gipsita (sulfato de cálcio hidratado ou 7minério de cálcio), após ser umedecido com cerca de um terço de seu peso em água é formado uma massa plástica onde sofre a expansão. Para a fabricação do bloco de gesso é colocada essa mistura em um molde onde leva cerca de 10 minutos para o seu endurecimento, assim utilizada em várias áreas no setor industrial e na construção civil (THOMAZ, 2009).

Através da calcinação, a gipsita (também conhecida como pedra de gesso) é transformada em gesso. Pode ser feita a uma pressão atmosférica

que é realizada em fornos tubulares. E a uma pressão maior que a atmosférica, que é realizada por aquecimento direto mediante um vapor. No Brasil utiliza-se o processo auto clavado com injeção de vapor e também o processo que é a desidratação da gipsita em meio aquoso (COIMBRA & OLIVEIRA, 2017).

Ao passar dos anos sua evolução e adaptação ao mercado, fez com que o gesso representasse um importante papel na Europa e nos Estados Unidos, e está evoluindo a cada dia, em novas formas e tendências construtivas (COIMBRA & OLIVEIRA, 2017).

Na execução de uma construção de uma casa, podem ser utilizados vários materiais, como blocos cerâmicos, blocos de concreto ou concreto celular, blocos de gesso ou drywall, painéis pré-moldados, entre outros. Devem atender a Norma ABNT NBR 15575/2013 onde são instituídos níveis mínimos de desempenho, a vida útil e os métodos de avaliação visando atender às demandas do proprietário ou usuário em termos de habitabilidade, segurança e sustentabilidade (PERES, 2001).

Com isso, pode-se afirmar que é preciso uma utilização de um método construtivo não convencional na atualidade, onde visam novidades com o propósito de economia e praticidade. Atualmente, têm poucas empresas que tenham o conhecimento e técnica para executarem o serviço desejado e alcançarem um resultado satisfatório (PERES, 2001).

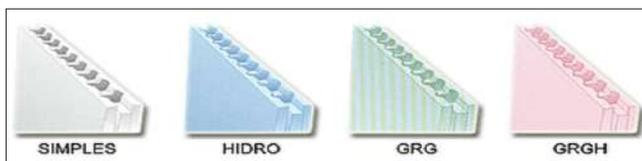
Durante a execução do projeto nota-se que a cola de gesso utilizada na união entre os blocos possui excelente rendimento e trabalhabilidade, após a secagem da mesma pode-se notar que tem uma excelente resistência mecânica e aderência, sendo assim possibilitando uma união perfeita entre os blocos e outros materiais. Nota-se também que os blocos de gesso têm a vantagem de reduzir sonoricamente principais frequências de percepção humana, exemplo um bloco de 100mm de espessura é possível obter redução de até 38 decibéis para frequências entre 500 a 800hz (DIRETRIZ SINAT, 2016).

Na figura 1, estão representados os 4 tipos de blocos de gesso:

- Na cor branca é chamado de gesso standard, utilizado em áreas secas;
- Na cor azul é chamado de hidro, a prova de água;
- Na cor verde GRG (Glass Reinforced Gypsum) possui resistência à umidade;
- Na cor rosa GRGH que são hidro fugantes destinado a repelir

água (é reforçado com fibra de vidro) (THOMAZ, 2009).

Figura 1: Blocos de Gesso – HIDRO



Fonte: Arquitetas Nômades (2019)

Na figura 2, está representado o tijolo cerâmico, com 8 furos, é o que costuma ser o mais utilizado na alvenaria de vedação:

Figura 2: Tijolo Cerâmico com 8 furos



Fonte: C&C - Casa & Construção (2019)

Normalmente os blocos de gesso são maiores que blocos de alvenaria convencional. Por conta disso nem o bloco cerâmico, nem o de concreto acompanham a velocidade do bloco de gesso na construção. Por exemplo, uma parede de 2,5m pode ser construída com apenas 17 blocos, e também por conta de um sistema eficiente de encaixe faz o trabalho fluir de forma mais rápida. Tem como o acabamento final similar ao da alvenaria comum, porém a vedação acústica e a resistência ao peso são menores. Existem alguns blocos de gesso diferentes que tem resistência a umidade e outros mais reforçados onde podem ser pendurados quadros, armários etc. (SINDUS-GESSO, 2018).

Infelizmente, ele possui pouca credibilidade, quando se trata de resistência. Isso acontece porque ele aparenta ser frágil, por esse motivo, muitos deixam de usar gesso em suas construções, simplesmente por não acreditarem que ele é um material resistente. Entretanto, após alguns estudos feitos pela ITP (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e ITEP (Instituto Tecnológico de Pernambuco), pode-se concluir que em relação a estrutura, o uso dos blocos de gesso em vedações em alvenaria mostra resistência e rigidez melhor, comparando com as vedações feitas com tijolo cerâmico argamassados. Além disso, como eles são mais leves tem uma sobrecarga menor na estrutura, com isso pode se ter uma economia de aproximadamente 30% no concreto da fundação e 15% das armaduras da superestrutura (SINDUSGESSO, 2018).

O gesso possui muitas vantagens entre elas pode-se destacar por ser um produto ecológico, pode ter isolamento térmico e acústico maior, absorção de água reduzida, anti-chamas, mais resistência, mais leveza, por ter menos etapas de construção aumenta a produtividade, facilidade na execução de instalações (SINDUSGESSO, 2018).

2.1 Blocos de gesso Pré-Moldados

São blocos que foram feitos previamente em molde antes do seu posicionamento definitivo na estrutura, como um quebra cabeça de gesso com encaixes de sistema macho e fêmea, onde se obtêm uma perfeita execução (ISOLACA et al., 2009).

Na sua construção as paredes, acabam ficando com uma superfície plana e prontamente para receber o acabamento, já que os blocos apresentam dois lados planos, não necessitando reboco ou chapisco (ISOLACA et al., 2009).

Sua fabricação é feita em dois tamanhos: 40x50x10cm e 40x50x14cm, contendo alvéolos que melhora seu peso, isolamento térmico e acústico, além de facilitar a passagem de colunas internas e dutos hidráulicos e elétricos. A utilização de alvenaria em blocos de gesso em substituição as tradicionais alvenarias em blocos cerâmicos ou de concreto se constitui em uma alternativa viável na vedação vertical de edifícios (SINDUSGESSO, 2018).

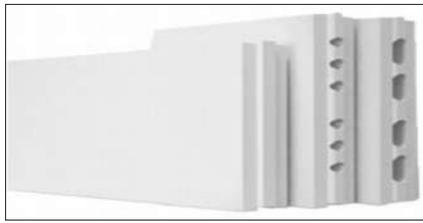
Em relação à sustentabilidade o uso de blocos de gesso em alvenarias de vedação pode se ter redução de aproximadamente 16% na energia interna incorporada dos materiais da estrutura, pode se ter redução de 63% da energia elétrica utilizada na mistura e transporte interno dos materiais e também

redução na água utilizada na construção de aproximadamente 53%, isso tudo em relação a alvenaria com tijolo cerâmico. Como o bloco de gesso tem um tamanho maior, facilita na montagem, tem melhor precisão dimensional e de encaixe e com isso aumenta a produtividade, tendo a média para elevação de parede de 25m² homem/dia (DIRETRIZ SINAT, 2016).

2.2 Blocos de Gesso Standard (S)

O bloco de gesso standard ou bloco simples (Figura 3) é apresentado na cor branca, é definido sua utilização na construção em substituição aos materiais convencionais em divisórias internas de áreas secas. Suas características estão apresentadas na tabela 1 (DIRETRIZ SINAT, 2016).

Figura 3: Bloco de Gesso Standard (S)

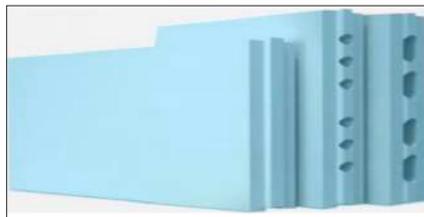


Fonte: Coimbra & Oliveira (2017)

2.3 Blocos de Gesso Hidrofudago (HIDRO)

O bloco de gesso hidrofudago (Figura 4) é feito a partir de gesso especial e aditivos hidrofugantes, é apresentado na cor azul e é definido sua utilização na construção em substituição aos materiais convencionais em divisórias internas de áreas molhadas, sempre utilizado na primeira fiada das áreas secas a fim de se evitar percolação da umidade para os demais blocos. Suas características estão apresentadas na tabela 1 (DIRETRIZ SINAT, 2016).

Figura 4: Bloco de Gesso Hidrofudago (HIDRO)



Fonte: Coimbra & Oliveira (2017)

Tabela 1: Características dos blocos de gesso Standard (S) e Hidrofudago (HIDRO)

Características	Standard		Hidro	
Espessura (mm)	70	100	70	100
Tipo	Vazado	Maciço	Vazado	Maciço
Dimensões (mm)	666x500	666x500	666x500	666x500
Peso Médio Kg	18	34	18	34
Peso Médio Kg/m ²	54	102	54	102
Dureza-Solidez superficial (u.s.c)	>55	>55	>55	>55
Resistência ao fogo	2h	4h	2h	4h
Índice de redução acústica dB (A)	32	38	32	38
Resistência térmica m ² C/W	0,23	0,29	0,23	0,29
Acréscimo de peso após 2h de imersão	>50%		< 5%	
Resistência a flexão (Mpa)	2,0 – 3,0		2,0 – 3,0	
Resistência a compressão (Mpa)	4,5 – 5,5		4,5 – 5,5	

Fonte: Adaptado de Diretrizes Sinat N° 008 – Revisão 01 (2016)

2.4 Gesso Cola

O gesso cola na vedação vertical com blocos de gesso possui utilização para colagem entre os blocos e fixação do acabamento final superior da vedação. É composto a partir de gesso e aditivos, quando misturados com a água na proporção adequada e indicada pelo fabricante reagem formando uma liga pastosa, que em contato com o bloco cria uma resistência a sua separação. No Brasil são vendidos em sacos de 1kg, 5kg e 20kg e podem ser aplicados com bisnagas, espátulas ou similares. Suas características técnicas são apresentadas na tabela 2 (SINDUSGESSO,2018).

Tabela 2: Características Gesso Cola

Características	Unidades	Valores
Relação Água (l)/Cola (Kg)	(l/Kg)	0,63 a 0,67
Espraiamento	Cm	10 a 12 (consistência pastosa)
Tempo para início de aplicação	Min	3
Tempo para fim de aplicação	Min	60
Absorção de Água	1%	30-40
Resistência ao arrancamento	MPa	>0.3

Fonte: Adaptado de Diretrizes Sinat N° 008 – Revisão 01 (2016)

2.5 Construções concretas

Segundo o presidente do Sindusgesso, Josias Inojosa Filho, quando a região de Araripe foi atingida por fortes chuvas em 2004, a inundação derrubou muitas casas de alvenaria. Apenas as de gesso resistiram, sem infiltrações ou rachaduras. A resistência das moradias chamou a atenção da Philips do Brasil, que por meio da Ong suíça Florindon, captou os recursos e fez um convênio com o Sindusgesso. Construindo 200 casas com a fiscalização da Companhia Estadual de Habitação (Cehab), entregues aos desa-

brigados em 2005 (SINDUSGESSO, 2018).

Após isso a Caixa Econômica Federal acompanhou a construção de 60 casas em Trindade (PE), que serviram de base para o processo de aprovação do financiamento de outras 700 habitações no Araripe. Ainda em Trindade, foram construídos três postos de saúde de gesso a R\$ 80 mil cada um, onde o orçamento da prefeitura, era de R\$ 250 mil, para uma unidade (SINDUSGESSO, 2018).

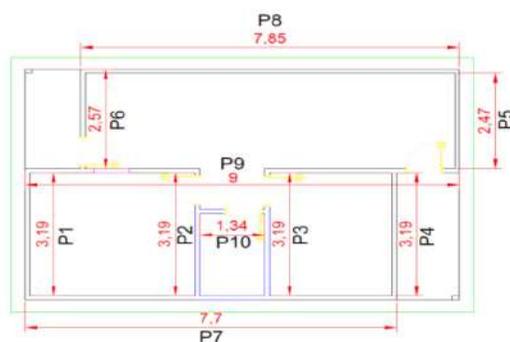
3. ESTUDO DE CASO

3.1 Apresentação do Projeto

O primeiro passo é escolher um modelo de residência que se adeque aos padrões populares da construção brasileira que seja possível a adaptação do projeto para os dois métodos apresentados e que seja comum na utilização no mercado. Obtendo facilidades no orçamento de empresas e lojas podendo executarem a mesma obra nos dois métodos.

O Projeto Alvenaria Convencional vai ser utilizado para o estudo de uma residência térrea com área construída de 62,97 m², com pé direito de 2,60 m, onde possui fundação em sistema radier, pilares e vigas para sustentação da laje maciça, telhado, instalações elétricas e hidros sanitárias iguais para os dois métodos. A residência tem um quarto de casal, um quarto de solteiro, uma sala, uma cozinha e copa, um banheiro, uma varanda e uma área de serviço localizada no exterior da residência, totalizando 53,64 m² de área interna e 117,46 m² de alvenaria. Segue a planta baixa para análise na figura 5 (SINDUSGESSO,2018).

Figura 5: Planta Baixa do projeto de alvenaria com blocos de cerâmica e com blocos de gesso



Fonte: Coimbra & Oliveira (2017)

Para que não haja nenhuma diferença nas dimensões, será usado uma única planilha de levantamento para as paredes de vedação em ambos os métodos. Os cálculos e quantidades utilizadas nos quadros foram retirados da (TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos). O processo será dividido em etapas onde serão analisadas, o período, o custo benefício e execução de ambos os métodos construtivos. Serão gerados quadros contendo os dados dos respectivos padrões de construção adotados para o mesmo projeto (ISOLACA et al., 2009).

3.2 Métodos de Construção

No primeiro método, utiliza-se paredes de vedação com blocos cerâmicos, onde irá se utilizar 25,7 blocos de (90x190x190mm) por metro quadrado de alvenaria. Juntas de aproximadamente 12 mm entre os blocos com argamassa industrializada múltiplo uso (SINDUSGESSO, 2018).

O segundo método será através da vedação com blocos de gesso, requerendo em média 3,03 blocos de (100x666x500mm) por metro quadrado de alvenaria. Blocos “Standard (S)” para o fechamento padrão e “Hidro-fugado (HIDRO)” para a execução da primeira fiada e áreas molhadas da residência. Para o assentamento e fino acabamento, o gesso-cola e massa PVA padrão do sistema, com uma demanda aproximada de 2 kg de gesso-cola por metro quadrado para o bloco de 100mm de espessura (THOMAZ, 2009).

3.3 Execução

3.3.1 Primeiro Método - Alvenaria em Bloco Cerâmico

De acordo com a ABNT NBR 7171 (1992), inicia-se o primeiro método com a marcação da alvenaria para que se obtenha as medidas e vãos solicitados em projeto, observando e tomando muita cautela com os cantos, sempre conferindo e verificando o nivelamento, esquadros, alinhamentos e espessuras das juntas. Com as faces dos pilares e vigas chapiscado, tem-se que galgar as fiadas para que sejam colocadas telas de onde são distribuídas a cada duas fileiras de tijolos e fixadas através de finca pinos para prevenir fissuras entre a alvenaria e a estrutura.

Também, segundo a ABNT NBR 7171 (1992), depois de todo o processo de marcação de alvenaria junto a finalização da primeira fiada, começará a segunda tendo precaução com a amarração dos blocos, ou seja,

a junta vertical entre blocos tem que estar exatamente no centro do bloco da fiada anterior que seria a de 14 marcação, onde assim, as próximas fiadas serão feitas seguindo esta sequência. Esta amarração entre os blocos é seguida também para amarração em encontros de paredes que tenham ou não a existência de pilares, tal ação é tomada para garantir a segurança, firmeza e esquadros da alvenaria. Nos métodos de execução da alvenaria de vedação é importante salientar outro passo para se evitar fissuras: as vergas e contravergas, que são os componentes estruturais como pequenas vigas servem para distribuir às concentrações de cargas e tensões presentes em vãos como portas e janelas. Elas podem ser fabricadas “in loco”, pré-moldadas, ou até mesmo serem utilizadas canaletas de blocos de concreto. Estes elementos têm que ser maior que os apoios no mínimo 30 cm passantes do vão.

Com a parede finalizada, é necessário um fechamento entre a alvenaria de vedação e a estrutura (no mínimo 14 dias após o término da parede); geralmente esses pontos são passíveis de fissuras onde a estrutura de concreto pode transmitir esforços para a alvenaria, onde dá-se o nome do processo de “encunhamento”.

Nas fixações (encunhamentos) com lajes ou vigas superiores, após limpeza e aplicação de chapisco no componente estrutural, recomenda-se o assentamento inclinado de tijolos de barro cozido, empregando-se argamassa relativamente fraca (massa podre). Com isso, é formado uma espécie de “colchão deformável”, amortecedor das deformações estruturais que seriam transmitidas à parede (THOMAZ, 2009).

O chapisco convencional é o mais utilizado no mercado, porém há outros métodos e materiais a serem usados para se obter uma camada áspera e porosa para o reboco. Um deles é o chapisco industrializado, executado coma desempenadeira dentada deixando cordões desencontrados para ancorar melhor a próxima camada.

Normalmente são utilizados em superfícies que possuem baixa absorção de água, como em estruturas de concreto. Outro tipo de chapisco, é o chapisco rolado, que é feito com uma argamassa industrializada como o chapisco desempenado, porém, é feito com um rolo de textura. Pode ser utilizado tanto em alvenarias quanto em estruturas, com uma rugosidade que garante a fixação da próxima camada. Este método tem vantagem no rendimento obtendo o mesmo resultado, tendo menor perda de material e sendo mais rápido a ser executado (ISOLACA et al., 2009).

A última camada que não se utiliza nos dois métodos executivos estudados é o emboço/reboco onde são as camadas que antecedem os proces-

39 sos de acabamento podendo ser texturas, cerâmicas, pinturas, entre outros. As camadas que vão garantir o perfeito alinhamento e prumo, considerando que as alvenarias não vão atender à essas características (ISOLACA et al., 2009).

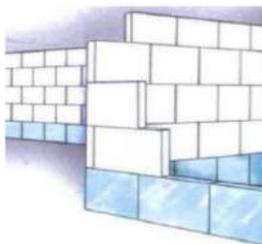
Às próximas fases são utilizadas nos dois métodos. Tanto nos blocos cerâmicos, quanto nos blocos de gesso, são as camadas de fino acabamento. Uma delas é de massa PVA, que corrigem bolhas, trincas, desníveis e imperfeições. Duas ou três de mãos são necessárias para que se chegue ao resultado final e atenda as exigências pedidas para ser aplicada a pintura, textura ou outros tipos de acabamentos. De acordo com os processos de acabamento, após a massa corrida (massa PVA), dá-se um tempo de secagem da massa a ponto de poder lixá-la, obtendo assim um perfeito acabamento para que, em seguida, venha o processo de pintura (ISOLACA et al., 2009).

3.3.2 Segundo Método - Alvenaria em Bloco de Gesso

De acordo com a ABNT NBR 15575-4 (2013), é feita a marcação e fixação da alvenaria com a primeira fiada em blocos de gesso hidrofugado visando repelir e evitar infiltrações. Iniciando a primeira fiada, obtém-se as medidas e vão solicitados em projeto, conferindo/verificando os nivelamentos, esquadros e alinhamentos dos blocos.

Após todo o processo de marcação de alvenaria e a conclusão da primeira fiada, iniciará a segunda com cuidado para que seja feita a amarração dos blocos demonstrado na figura 6. Esta amarração entre os blocos é feita para garantir a segurança e estabilidade da parede, seguida também para amarração em encontros de paredes, portas e janelas havendo ou não a existência de pilares.

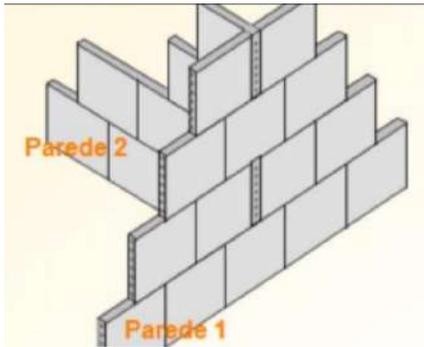
Figura 6: Posicionamento e armação dos blocos



Fonte: Isolaca et al. (2009)

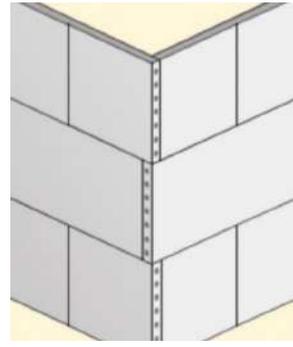
Essa amarração e engastamento das paredes podem se encontrar em forma de “T” ou em “L”, nesses casos serão duas técnicas de amarração, denominadas por penetração transpassante e penetração a meio bloco, indicadas nas figuras 7 e 8 (ISOLACA et al, 2009).

Figura 7: Penetração transpassante em “T”



Fonte: Isolaca et al. (2007)

Figura 8: Penetração a meio bloco em “L”



Fonte: Isolaca et al. (2007)

Nos vãos de portas e janelas deve-se utilizar vergas e contravergas pré-moldadas de concreto armado devidamente dimensionadas; aplicando reforços no contorno do vão da porta com tela de poliéster (Figura 9). Se o vão tiver comprimento superior a 2,5 m, deve-se calcular viga de concreto armado, sendo que estas vergas e contravergas devem ter a largura do vão maior em pelo menos 20cm de cada lado e sem haver contato da armadura com o bloco de gesso (ABNT NBR 15270-1, 2005).

Figura 9: Detalhe das vedações com blocos de gesso sobre vão livres com verga de concreto



Fonte: Diretriz Sinat (2016)

Após o levantamento das paredes, colocações das vergas e contravergas nos vãos de portas e janelas e colocação das tubulações elétricas e

hidráulicas, começará a etapa para o acabamento fino com a utilização do próprio gesso-cola, onde aplica-se nos rasgos feitos para a instalação das tubulações e em pequenas imperfeições geralmente encontradas nas junções dos próprios blocos. Em seguida utilizará a massa PVA para finalizar e começar o lixamento para a espera apenas da pintura final. Demonstrado nas figuras 10 e 11 respectivamente (DIRETRIZ SINAT, 2016).

Figura 10: Alvenaria à espera do acabamento massa PVA e pintura



Fonte: Coimbra & Oliveira (2017)

Figura 11: Alvenaria à espera do acabamento em gesso-cola



Fonte: Coimbra & Oliveira (2017)

3.4 Resultados

No levantamento da Alvenaria de Vedação, as elevações de vedação possuem as mesmas medidas em ambos os métodos (Foi utilizado um quadro padrão para levantamento das medidas utilizadas).

Na tabela 3 (medidas em metros), foram utilizadas as nomenclaturas utilizadas na Figura 05. Na mesma não foram contabilizados os descontos de esquadrias e vãos de portas. O valor do pé direito está 2,60. Outro detalhe a reforçar, é que nos serviços de chapisco, reboco, massa PVA e pintura, os materiais foram duplicados para atender tanto paredes internas e externas (COIMBRA & OLIVEIRA, 2017).

Tabela 3: Levantamento das paredes (em metros)

ITEM	DESCRIMINAÇÃO	PAREDES										P (TELHADO)	TOTAL	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10			
Dados Físicos	Comprimento	3,19	3,19	3,19	3,19	2,47	2,57	7,7	7,85	9,00	1,34		6,56	
	Pé Direito	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6		0,59	
	Área Bruta	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	117,46
	Descontos													
	Área Líquida	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	117,46
	Quantidade	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	
	Área Total	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	117,46
Serviços	SERVIÇO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P (TELHADO)	TOTAL	
	Marcação ALV - Tijolo cerâmico 09x19x19	3,19	3,19	3,19	3,19	2,47	2,57	7,7	7,05	9	1,34		6,56	50,25
	Alvenaria	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	117,46
	Chapisco	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	234,93
	Reboco	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	234,93
	Massa PVA	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	234,93
	Pintura	8,29	8,29	8,29	8,29	6,42	6,68	20,02	20,41	23,4	3,48		3,87	234,93
	Encunhamento com argamassa	3,19	3,19	3,19	3,19	2,47	2,57	7,7	7,05	9	1,34		6,56	50,25

Fonte: Adaptado de Coimbra & Oliveira (2017)

Após o levantamento, foi gerado um quadro resumo (Quadro 1) que mostra sucintamente as metragens obtidas para que sejam utilizados nos orçamentos de materiais e mão de obra de ambos os métodos. Foram acrescidos nos itens de massa PVA e pintura a área do teto, lembrando que, o encunhamento, chapisco e emboço/reboco são utilizados apenas no método alvenaria de bloco cerâmico (COIMBRA & OLIVEIRA, 2017).

Quadro 1: Resumo das metragens

SERVIÇOS	SERVIÇO	UNID.	TOTAL
	Alvenaria de Vedação	M2	117,46
	Encunhamento com Argamassa (*)	M	50,25
	Chapisco (*)	M2	234,93
	Reboco (*)	M2	234,93
	Massa PVA	M2	288,57
	Pintura	M2	288,57
OBS: (*) Atende apenas ao método de bloco cerâmico			

Fonte: Adaptado de Coimbra & Oliveira (2017)

Para o quantitativo, foi utilizada a TCPO 13ª Edição. São Paulo, 2010 onde informa os dados necessários para chegar aos valores finais de materiais. Assim como os blocos, os outros materiais também foram contabilizados de acordo com o quadro mencionado e pesquisados no mercado os valores unitários com o objetivo de se chegar a um valor total para os mesmos demonstrados nas tabelas 4 e 5 (COIMBRA & OLIVEIRA, 2017).

Tabela 4: Valores dos materiais no método de bloco cerâmico

VALORES MATERIAIS					
Item	Material	Quantidade	Unidades	Valor Unit	Valor Total
1	Blocos cerâmicos	3.170	Unid.	R\$ 0,53	R\$ 1.676,93
2	Argamassa de assentamento (múltiplo uso)	59	Unid.	R\$ 21,50	R\$ 1.268,50
3	Areia (chapisco)	24	Unid.	R\$ 3,00	R\$ 72,00
4	Cimento (chapisco)	4	Unid.	R\$ 18,50	R\$ 74,00
5	Argamassa encunhamenq(múltiplo uso)	10	Unid.	R\$ 21,50	R\$ 215,00
6	Telas amarração 7,5x50cm	250	Unid.	R\$ 1,30	R\$ 325,00
7	Argamassa reboco (múltiplo uso)	184	Unid.	R\$ 21,50	R\$ 3.956,00
8	Massa Corrida (Lata 18l)	14	Unid.	R\$ 70,00	R\$ 980,00
9	Tinta (lata 18l)	3	Unid.	R\$ 130,00	R\$ 390,00
10	Areia para vergas e contravergas	1	VB	R\$ 15,84	R\$ 15,84
11	Brita para vergas e contravergas	1	VB	R\$ 25,26	R\$ 25,26
12	Cimento para vergas e contravergas	2	Unid.	R\$ 18,50	R\$ 37,00
				TOTAL	R\$ 9.035,53

Fonte: TCPO 13ª Edição. São Paulo (2010)

Tabela 5: Valores dos materiais no método de bloco de gesso

VALORES MATERIAIS BLOCO DE GESSO					
Item	Material	Quantidade	Unidades	Valor Unit	Valor Total
1	Bloco de Gesso (ST) 100mm	229	PÇ	R\$ 11,00	R\$ 2.518,45
2	Bloco de Gesso (Hidro) 100mm - 1ªfiada	79	PÇ	R\$ 16,50	R\$ 1.305,81
3	Bloco de Gesso (Hidro) 100mm - área molhada	62	PÇ	R\$ 16,50	R\$ 1.027,46
4	Gesso Cola	247	Kg	R\$ 1,09	R\$ 268,87
5	Areia para vergas e contravergas	1	VB	R\$ 15,84	R\$ 15,84
6	Brita para Vergas e contravergas	1	VB	R\$ 25,26	R\$ 25,26
7	Cimento para vergas e contravergas	2	Unid.	R\$ 18,50	R\$ 37,00
8	Massa corrida (Lata 18l)	8	Unid.	R\$ 70,00	R\$ 560,00
9	Tinta (Lata 18l)	2	Unid.	R\$ 130,00	R\$ 260,00
				TOTAL	R\$ 6.018,69

Fonte: TCPO 13ª Edição. São Paulo (2010)

Para os valores de mão de obra a serem analisados, foi feita uma breve pesquisa em orçamentos de empreiteiras que atuam no mercado, haja

visto que não há uma definição de valores para tais serviços na TCPO 13ª Edição. São Paulo, 2010. Com os valores de cada serviço, foi possível chegar a um valor total e uma média da produtividade de cada serviço utilizado, demonstrados abaixo nas tabelas 6, 7 e 8 (COIMBRA& OLIVEIRA, 2017).

Tabela 6: Valores de mão de obra para bloco cerâmico

VALORES DE MÃO DE OBRA PARA BLOCO CERÂMICO					
Item	Serviço	Unidade	Metragem	Mão de Obra	Total
1	Alvenaria - tijolo cerâmico 09x19x19	M²	117,46	R\$ 18,00	R\$ 2.114,36
2	Chapisco	M²	234,93	R\$ 5,50	R\$ 1.292,11
3	Reboco	M²	234,93	R\$ 15,50	R\$ 3.641,40
4	Massa PVA	M²	288,57	R\$ 11,30	R\$ 3.260,83
5	Pintura	M²	288,57	R\$ 7,50	R\$ 2.164,27
6	Encunhamento com argamassa	M²	50,25	R\$ 10,00	R\$ 502,50
7	Vergas e contravergas	Unid.	17	R\$ 30,00	R\$ 510,00
TOTAL					R\$ 13.485,47

Fonte: TCPO 13ª Edição. São Paulo (2010)

Tabela 7: Valores de mão de obra para bloco de gesso

VALORES DE MÃO DE OBRA PARA BLOCO CERÂMICO					
Item	Serviço	Unidade	Metragem	Mão de Obra	Total
1	Mão de Obra Assentamento	M²	117,5	R\$ 15,50	R\$ 1.820,63
2	Mão de Obra Massa PVA	M²	288,6	R\$ 11,30	R\$ 3.260,84
3	Mão de Obra Pintura	M²	288,6	R\$ 7,50	R\$ 2.164,28
TOTAL					R\$ 7.245,75

Fonte: TCPO 13ª Edição. São Paulo (2010)

Tabela 8: Produtividade

SERVIÇO		PRODUTIVIDADE DIÁRIA	ÁREA	TEMPO PARA FINALIZAR
Bloco Cerâmico	Vedação Bloco Cerâmico	30	117,5	3,91
	Encunhamento	60	50,25	0,83
	Chapisco	50	234,9	4,69
	Emboço/Reboco	40	234,9	5,87
	Massa PVA	50	288,6	5,77
	Pintura	120	288,6	2,40
	Total (DIAS)			23,50
SERVIÇO		PRODUTIVIDADE DIÁRIA	ÁREA	TEMPO PARA FINALIZAR
Bloco Gesso	Vedação Bloco Gesso	30	117,5	2,34
	Massa PVA	60	288,6	5,77
	Pintura	50	288,6	2,40
Total (DIAS)			10,53	

Fonte: TCPO 13ª Edição. São Paulo (2010)

A soma dos valores de mão de obra e de materiais relacionados ao método de bloco cerâmico foi de R\$ 22.520,99 (Vinte e dois mil, quinhentos e vinte e noventa e nove centavos). Para que se chegue no acabamento final, foram calculados cerca de 24 dias para a realização de todos os serviços com a mão de obra de dois colaboradores, sendo esses serviços citados: elevação de alvenaria, fabricação de vergas e contravergas, chapisco, emboço/reboco, emassamento/lixamento e pintura (COIMBRA& OLIVEIRA, 2017).

Já a soma dos valores dos materiais e mão de obra vinculadas ao método de bloco de gesso, foi totalizado em R\$ 13.264,44 (Treze mil, duzentos e sessenta e quatro e quarenta e quatro centavos), com um prazo até o acabamento final de aproximadamente 11 dias com a mesma quantidade de colaboradores, considerando que não são executados os serviços como chapisco, emboço/reboco (COIMBRA& OLIVEIRA, 2017).

4. CONCLUSÃO

Analizando os estudos e as comparações feitas nesse artigo pode-se concluir que o método convencional traz o acúmulo de outros fatores construtivos que encarecem e demandam tempo para serem executados e o método de alvenaria em blocos de gesso se mostra capacitado para atender as qualidades e exigências cobradas no mercado, com uma economia (material e mão de obra) de 41,10% nos custos.

Inserindo esse projeto nas necessidades e cenários atuais onde empresas e incorporadoras buscam eficiência em seus serviços, praticidades nas execuções, custo benefício com retorno de lucro, diminuição de perdas e dispersão de material, entre outros, por meio de um método construtivo onde se alcança o mesmo objetivo de um método convencional, torna interessante à ideia de que um material não usualmente empregado nas construções atuais seja um sistema que ganhe espaço no mercado, podendo assim atender a população que busca alcançar a realização do sonho da casa própria, através de casas populares com bloco de gesso.

Em relação ao tempo, o método oferece ao construtor uma diminuição significativa em relação à elevação das paredes de vedação, chegando a ser 54,16% mais ágil que o método em bloco cerâmico. Passando a ser uma opção vantajosa para empresas que buscam um melhor aproveitamento de seus investimentos.

Embora usualmente a estrutura tenha em sua composição um modelo convencional, o método de vedação pode ser explorado nas situações

encontradas atualmente. O mercado exige que cada vez mais os profissionais existentes procurem melhores maneiras de se aproveitar os recursos disponíveis para todo o tipo de projeto.

Com isso pode-se concluir que o método de construção de alvenaria com blocos de gesso é muito mais vantajoso comparado ao projeto de alvenaria com tijolo cerâmico. Apesar de todas estas vantagens, as pessoas ainda têm muito receio no momento de optar por este tipo de alvenaria. O maior problema encontrado foi o preconceito, mas, é apenas uma questão de informação. As pessoas pensam que a casa vai derreter com a chuva ou que na primeira ventania ela vai desmoronar, onde não é verídico.

Pensa-se em construir uma casa com blocos de gesso como protótipo no Rio de Janeiro, para ser apresentado na FEICON Batimat de 2020, já que este é um evento que mostra as inovações na Construção Civil e atrai público altamente qualificado formado por engenheiros, arquitetos e profissionais do setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 02: 013-40-010-. Blocos de gesso para vedação vertical- Método de ensaio. Rio de Janeiro. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7171. Bloco cerâmico para alvenaria - Especificação. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15270-1. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575. Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575-4. Edificações habitacionais – Desempenho parte 4: Sistemas de vedação verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro. 2013.

ARQUITETAS NÔMADES, Construção secas – mais sobre as paredes de

gesso e drywall. Disponível em: <http://www.arquitetasnomades.com.br/construcao-seca-saiba-mais-sobre-as-paredes-de-gesso-e-drywall>. Acesso em 15 de março de 2019.

CIARLINI, A. G. C. PINTO, D. I. C. OSÓRIO, A. P. Gesso, tecnologia que reduz cargas e custos na construção civil. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2001.

COIMBRA, E. T. S.; OLIVEIRA, V. W. S.N. Comparativo de custos para alvenaria entre bloco cerâmico e bloco de gesso para casa popular. 2017. 26 f. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2017.

COSTA, A. T.; NASCIMENTO, F. B. C. Uso de gesso acartonado em vedações internas. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Tiradentes – UNIT. 2015. 106f.

DIRETRIZ SINAT. Vedações verticais internas em alvenaria não estrutural de blocos de gesso. N°008 – Revisão 01. Brasília, 2016. Acesso em 15 de março de 2019.

ISOLACA B. C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. Diagnóstico do Polo Gesseiro de Pernambuco (Brasil) com ênfase na produção de gipsita para fabricação de cimento. 2009. Disponível em [http://www.minas.upm.es/catedra-anefa/Consultas/MAGALHAES CarlosIVIBERMAC.pdf](http://www.minas.upm.es/catedra-anefa/Consultas/MAGALHAES%20CarlosIVIBERMAC.pdf). Acesso em: 05 de março de 2019.

PERES. Associação Técnica Científica Ernesto Luiz de Oliveira. Diagnóstico energético do setor industrial do polo gesseiro da mesma região de Araripina-PE. Campina Grande, 2001, 126p.

RIBEIRO, A. S. Produção de Gesso Reciclado a Partir de Resíduos Oriundos da Construção Civil Sociais. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2006. 86p.

SINDUSGESSO. Sindicato das Indústrias do Gesso do Estado de Pernam-

buco. 2018. Disponível em: http://www.sindusgesso.org.br/polo_gesseiro.asp. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

TCPO. Tabela de Composições de preços para Orçamentos. São Paulo: PINI, 2013.

THOMAZ. Polo Gesso do Araripe: Potencialidades, Problemas e Soluções. 2009. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/arquivos/paginas/1Relat%C3%B3rio%20apresenta%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em 15 de março de 2019.

CAPÍTULO III

PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE MADEIRA: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Lucas César Andrade Nascimento

Iara da Silva de Almeida

Bruno Matos de Farias

Rachel Cristina Santos Pires

RESUMO

Com o passar dos anos, o cenário da construção civil passou por transformações e atualizações muito importantes para o aprimoramento das técnicas empregadas e incorporação de novas tecnologias, visando oferecer cada vez mais um produto final de melhor qualidade. Porém, a grande demanda em um curto espaço de tempo e, principalmente, a falta de investimento em aprimoramento do conhecimento dos profissionais envolvidos no processo, vem contribuindo para a formação de patologias nas estruturas. Sendo assim, os profissionais da área devem estar preparados e atentos para controlarem o processo construtivo e enfrentarem as adversidades. Ao longo deste estudo será abordado algumas das principais patologias em estruturas de madeira e as suas causas e possíveis consequências. As estruturas de madeira, com o avançar das tecnologias construtivas passaram a ter durabilidade maior, aumentando assim a vida útil da edificação. Embora seja comum encontrar algumas estruturas de madeira espalhadas por alguns centros urbanos, ainda é um método construtivo com custo mais elevado se comparado ao concreto armado. Por ser um material natural, a madeira se torna um elemento suscetível a manifestação de patologias de difíceis soluções. Outro fator que vale ressaltar é a reação com o meio em que está fixada a peça de madeira, à mesma sofre alterações de cor, textura e até mesmo de tamanho pelo simples contato com o ar.

Por ser um recurso natural, a madeira é uma das técnicas construtivas mais antigas da humanidade juntamente com as construções de pedra natural e algumas fibras vegetais. A população pré-histórica já dava indícios do potencial construtivo deste recurso natural, os seres daquela época, ainda que de forma empírica por não conhecerem os conceitos teóricos do material, construíram as primeiras coberturas com estrutura de madeira para os seus abrigos que juntamente com as alvenarias de pedra constituíam os seus abrigos naturais e as cavernas que tinham como principal função a proteção em relação ao clima e aos animais (OLIVEIRA, 2009).

Devido aos avanços acelerados das novas tecnologias de construção, novos métodos são descobertos e aplicados, aumentando assim o potencial de uso deste nobre material, além do surgimento de novas empresas especializadas em técnicas construtivas mais sofisticadas. Paralelo a este desenvolvimento prático, as universidades nacionais e internacionais passaram a se preocupar com as questões técnico-científica que engloba a viabilidade da aplicação, sendo assim, desenvolveram-se estudos e conseqüentemente normas técnicas que regem a propriedade do material envolvido, critérios para o desenvolvimento do projeto estrutural e práticas de construção. Baseando-se na vasta literatura técnica, o projetista espera um bom desempenho da sua estrutura quanto à segurança e vida útil da mesma, ou seja, a edificação deverá suportar as cargas mínimas preestabelecidas para as condições de uso. No entanto, sabe-se que a estrutura de madeira tem o seu desempenho comprometido devido às ações de agentes ambientais, porém para evitar este problema o responsável técnico pode garantir a durabilidade da madeira com a combinação de três fatores: projeto, prevenção e controle (CALIL JR. et al., 2006).

No transcorrer do estudo, este tema será discutido com base em bibliografias e estudos referentes ao material estudado, as estruturas de edificações com uso da madeira, às patologias nelas ocasionadas por ataques de agentes bióticos e abióticos trazendo imagens de situações comuns encontradas nas edificações. Por fim, serão discriminadas algumas soluções e até mesmo materiais que podem ser usados em conjunto ou até mesmo como forma de substituir o elemento natural.

Este estudo tem como objetivo expor algumas patologias e seus agentes causadores, já que o uso de estruturas de madeira vem se tornando cada vez mais usual. Desta maneira, serão abordados diversas referencias teóricas que versam desde a etapa de prevenção até a manutenção preventiva e

corretiva do material natural. Além disso, é importante desenvolver estudos como esse para nos permitir a conhecer materiais estruturais que possam servir como alternativa ao concreto, já que o mesmo é um dos principais responsáveis pelo volume de resíduo sólido da construção civil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estruturas de Madeira

No Brasil, o processo de implantação da madeira como elemento estrutural iniciou-se no ano de 1929, com a instalação da Hauff, empresa especializada em produções expressivas de construções com estruturas de madeira. Por enxergar o Brasil uma grande fonte de recursos naturais de madeira, o Engenheiro Erwin Hauff, defendeu a aplicabilidade deste material como elementos estruturais destacando a potencialidade tecnológica do mesmo (CÉSAR, 1991).

Com o aumento do uso deste material em peças estruturais identificou-se a necessidade de parametrizar as suas vantagens e desvantagens. Entre as vantagens do material estudado, vale destacar: renovável, durabilidade, segurança, versatilidade no uso e as suas propriedades físico-mecânica. Porém, para trabalhar a favor da segurança os engenheiros devem ter conhecimento principalmente das desvantagens deste recurso: variabilidade, por ser um material heterogêneo e anisotrópico uma mesma árvore apresenta características diferentes ao longo do seu tronco; vulnerabilidade, por se tratar de um elemento natural, está sempre suscetível a aparições e manifestações de pragas que comprometem suas características.

2.2 Patologias em Estrutura

2.2.1 Conceito

A partir do conceito de Patologias de estruturas, “campo da Engenharia que estuda as formas como se originam e se manifestam as falhas estruturais e deterioração dos elementos estruturais” (Souza & Ripper, 1998), o profissional especializado nesta área identifica a necessidade de manter e prevenir as estruturas existentes, ou até mesmo a reabilitação da mesma garantindo a capacidade de desempenho futuro (segurança, aplicabilidade e vida útil).

As patologias nas estruturas, como já foram abordadas, é consequência de variados aspectos que às vezes levam o colapso da mesma, desta forma necessita-se uma efetiva sistematização do conhecimento para simplificar os processos e alcançar o objetivo básico em tempo hábil, que de maneira científica se trata do comportamento estrutural ao longo do tempo levando em consideração a combinação dos três fatores básicos: projeto, prevenção e controle (SOUZA & RIPPER, 1998).

O projeto é composto por memorial justificativo, desenhos e, quando há particularidades que interfiram na construção, por plano de execução, empregam-se símbolos gráficos previstos na ABNT NBR 7808, 1997.

Na fase de prevenção a preocupação é com a escolha adequada do tratamento e do produto preservativo, levando em consideração a categoria de uso da madeira. Por fim, quanto ao controle, deve-se elaborar um plano de inspeção e manutenção e possíveis reparos caso necessários.

Neste plano de inspeção periódica devem ser analisadas todas as peças de madeiras da edificação, tendo ela função estrutural ou não, desta maneira devem ser procurados indícios de má conservação, sendo estas identificadas através de deformações físicas ou alterações como mudança de coloração. Este processo é de fundamental importância já que os moldes de recuperação da madeira dependem da espécie e da degradação ocorrida.

2.2.2 As Patologias na Estrutura de Madeira

Por ser um material natural, a madeira está suscetível a degradação devido a uma diversidade de pragas e manifestações de agentes. Em sua composição, existem combinações de polímeros naturais (lignina) que a confere resistência as solicitações mecânicas permitindo assim a aplicabilidade da mesma em peças estruturais (EALTON & HALE, 1993).

Esta degradação que ocorre no material e pode variar desde pequenas alterações na sua cor, causadas por substâncias químicas ou mesmo fungos manchadores até um dano mais grave pela proliferação de ataques de insetos e fungos que levam o apodrecimento da peça. Analisando esses processos de degradação da madeira, existem duas vertentes, se estudarmos o meio ambiente e suas atividades biológicas, é uma ação natural e benéfica ao ecossistema, já que ocorre a transferência de carbono e outros elementos da madeira para o solo e para o ar., porém, no campo da engenharia, quando um material que faz parte de sistemas estruturais de um elemento construído está deteriorado isso se torna prejudicial (LELIS et al., 2001).

Por apresentar este tipo de particularidade, a madeira, quando usada em ambientes com níveis controlados de agressividade ambiental seja ele, natural ou artificial, o elemento natural apresenta qualidade superior se comparado à maioria dos materiais com a mesma destinação, sendo necessária a preservação e proteção a fim de garantir o desempenho adequado (RITTER & MORREL, 1990).

Ao contrário do que muitos imaginam o envelhecimento natural da madeira não é uma causa de deterioração da mesma, ou seja, independente do tempo de existência da madeira utilizada como elemento estrutural não irá ocorrer alterações nas suas condições de uso por si só (HIGHLEY & SHEFFER, 1989; CRUZ, 2001).

Segundo Cruz (2001), ainda é possível encontrar estruturas de madeiras construídas a milhares de anos em ambientes que não favoreçam este processo de deterioração. Sendo assim, conclui-se que a durabilidade das estruturas desse material, depende da proteção aplicada no processo construtivo (HIGHLEY & SHEFFER, 1989).

Quando a peça estrutural é aplicada sem estudos prévios e sem o conhecimento dos níveis de agressividade do ambiente ao qual a mesma ficará submetida podem ocorrer ainda, dois tipos de degradação, a primeira por perda de aptidão para o uso que se destina, neste caso pode se referir a: deformações ou vibrações excessivas, índice de ações relacionadas ao vento elevado, à perda da homogeneidade ou até mesmo de integridade. A segunda forma de degradação está relacionada com o nível do funcionamento do elemento estrutural, por exemplo, o empeno ou outras deformações causadas com deficiências da peça (FARIA, 2009).

Apesar de muitos autores definirem os principais causadores desse processo de deterioração na madeira como: agentes biológicos, comportamentos físicos e alterações químicas, de forma simplificada pode-se atribuir a origem desse problema aos agentes bióticos e abióticos (RITTER & MORREL, 1990; CALIL JR. et al., 2006).

2.2.3 Agentes Abióticos

Quando se trata de anomalias causadas por agentes abióticos refere-se à aplicação de esforços em uma determinada peça da estrutura, ou até mesmo no conjunto estrutural por meio de modificações intencionais, seja ela adaptações de uso ou uma reforma ou através das modificações acidentais, o recalque por exemplo (CRUZ, 2001).

São caracterizadas patologias de origem estrutural as decorrentes dos fenômenos conhecidos, tais como: instabilidade, remoção de algum elemento estrutural, deformações, deslocamentos e flechas (Figura 1), defeitos naturais na madeira entre outros. Acontecendo algum destes incidentes citados a estrutura está sujeita ao colapso. Se tratando dos danos mecânicos ao qual o material estudado também está sujeito, é importante ressaltar, que apesar de existirem diversas técnicas de proteção às madeiras utilizadas em contato direto com a água (cais, restaurantes à beira mar) sofrem o processo de abrasão que com o passar do tempo acabam danificando a barreira química aplicada no processo de tratamento preventivo, o que favorece o processo de biodeterioração (RITTER & MORREL, 1990).

Figura 1: Desencaixe em banzo



Fonte: MACHADO et al. (2009)

A biodeterioração é a definição usual para tratar de alterações que ocorrerem na madeira por consequência das ações dos agentes biológicos indesejáveis. Nesse estudo, é de fundamental importância estabelecer a diferença entre biodegradação e biodeterioração. A biodegradação se trata de alterações benéficas ao meio ambiente. Porém se tratando de peças estruturais este processo pode ocasionar danos materiais e até a vida humana (LELIS et al., 2001).

Outro tipo de patologia proveniente dos agentes abióticos, são as desencadeadas por contato com agentes químicos (Figuras 2 e 3), no processo construtivo é comum a aplicação de produtos com diferentes tipos de base (água, solvente). As bases mais fortes destes produtos atacam hemicelulose e a lignina que fazem parte da composição do produto natural, dando uma coloração esbranquiçada a peça, o mesmo acontece quando em contato com o ácido, neste caso o dano é ainda pior, pois a madeira perderá peso e consequentemente resistência aos esforços solicitantes (RITTER & MORREL, 1990).

Figura 2: Manchas na madeira (corrosão)

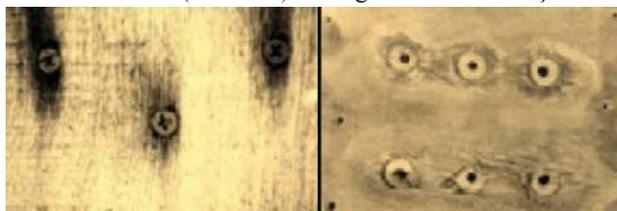


Figura 3: Deterioração na madeira (corrosão)

Fonte: RITTER & MORREL (1990)

É comum que nas estruturas de madeiras as peças componentes sejam interligadas por meio de parafusos metálicos e visando a eficiência da edificação (segurança e conforto) o projetista deve ter uma preocupação também com esse material, pois a madeira pode sofrer corrosão e este processo dá-se início quando a umidade da madeira reage com o ferro, ou seja, quando a água e o oxigênio existente na composição da madeira entram em contato com essas ligações metálicas (BRITO, 2014).

2.2.4 Agentes Bióticos

Para ocorrer à manifestação de agentes bióticos (seres vivos), é preciso uma combinação de fatores: umidade, oxigênio, temperatura adequada e o alimento, que nesta situação seria a madeira, porém vale ressaltar que cada ser biótico necessita de níveis diferentes destes fatores e também, na ausência de um desses a estrutura estará protegida contra esse agente da biodeteriorador (CALIL JR. et al., 2006).

Desta maneira, é importante destacar que o processo de degradação aos quais a madeira está sujeita, é contínuo, pois, a partir do momento do desenvolvimento inicial de uma patologia, seja ela causada por um ou mais agentes, diminuirá os níveis das propriedades da madeira a um determinado grau suficiente para o ataque de outros agentes. Sendo assim, se tratando de degradação biológica, já definida como biodeterioração, a madeira apresenta um nível elevadíssimo de resistência a ataques, porém diversos organismos utilizam a madeira de determinada forma que altera as suas propriedades, dentre esses organismos, destacam-se os fungos, insetos e as bactérias (RITTER & MORREL, 1990).

Quando a madeira se encontra em situações anaeróbicas, normalmente enterradas ou submersas, essas sofrem ataques das bactérias, sendo caracterizado através do surgimento de manchas e conseqüentemente tornando-a mais mole. O resultado mais comum devido a esse tipo de ataque é o maior número de orifício deixado na madeira o que acarretará no aumento da higroscopicidade da madeira, ou seja, aumenta a absorção de umidade do ar (HIGHLEY, 1999).

A lignina e a celulose são responsáveis por conferir a maior parte desta resistência, porém são os alvos dos ataques dos fungos, que por possuir um potente arsenal enzimático consegue degradar esses compostos (KLOCK & ANDRADE, 2013).

Existem basicamente dois tipos de fungos responsáveis pela degradação da madeira, são os basidiomicetos e os ascomicetos. Dentre os fungos basidiomicetos estão os fungos de podridão parda (Figura 4) que são comuns se manifestarem em árvores coníferas, porém em alguns casos é comumente encontrado nas madeiras da construção (CARRILE, 1996).

Uma das formas visuais de constatar o ataque de fungos nas madeiras está na sua textura, a madeira que sofre esse tipo de ataque assume uma aparência fibrosa diminuindo o seu volume e enrijecendo o material, além de ocorrer o aparecimento de fissuras nos dos eixos (COLEMAN, 1999).

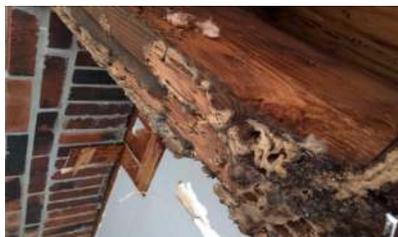
Figura 4: Podridão parda



Fonte: COLLEMAN (1999)

Já os insetos responsáveis por patologias nas madeiras são os cupins (Figura 5) e os carunchos. Em determinadas épocas do ano os cupins abandonam os seus ninhos e fazem os chamados voos nupciais onde agrupam-se em pares e se instalam em buracos subterrâneos ou em madeiras apodrecidas (MENDES & ALVES, 1988).

Figura 5: Viga danificada por cupim



Fonte: CALIL JR. et al. (2006)

Por fim, os carunchos são insetos provenientes de larvas e geral-

mente atacam as madeiras secas, o ataque se dá a partir do momento em que os ovos dos insetos são postos nas fendas ou furos presentes na madeira, após o período larvar, o futuro inseto se imobiliza na superfície da madeira, transformando-se em pupa e logo em seguida no inseto adulto, sendo assim dará origem ao orifício de saída (Figura 6). Por ser um processo cíclico esse sistema reprodutivo causa danos na madeira que compromete a sua resistência (CRUZ, 2001).

Figura 6: Madeira danificada por carunchos



Fonte: CALIL JR. et al. (2006)

3. CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO

Devido à grande variedade de ataques e patologias apresentadas na madeira, estando ela aplicada como elementos estruturais ou não, percebe-se que se torna inviável estabelecer um plano de ação específico para cada ameaça, já que as mesmas podem ocasionar patologias ou apenas uma deficiência aumentando as alternativas de causas. Na contramão desta discursão o projeto deve prever planos de manutenção com métodos preventivos que possam ser adaptados as mais diversas situações previamente previstas pelos projetistas no momento da idealização e concepção da edificação.

Como foi apresentado no capítulo anterior, os agentes bióticos ou agentes biodeterioradores são seres vivos que atacam a madeira em diferentes níveis de umidade em busca de alimento, neste caso o próprio material. Sendo assim, ataques desta natureza modifica o elemento estrutural, seja apenas na sua aparência como é o caso dos fungos ou até na sua forma física caso dos cupins por exemplo. Em situações como essa, Arriaga et al (2002) sugere quem ao contrario do que muitos fazem, fazer a substituição da peça para tratar a danificada, o ideal quando não é possível realizar esse tipo de reparo ou até mesmo quando se busca atingir fatores mais altos de rigidez e durabilidade é tratar a madeira com resinas adequadas.

Tendo a madeira as suas dimensões originarias de projeto modificadas devidos a ataques dos agentes bióticos faz-se necessário uma avaliação

minuciosa a fim de determinar se as dimensões residuais ainda são capazes de suportar os esforços aplicados naquele ponto (UZIELLI, 1995).

Outra situação que merece um importante destaque devido ao grande número de ocorrências é a mudança do tipo de utilização de determinada edificação, ou seja, em termos de projeto o elemento foi concebido para suportar determinada carga, porém com o passar do tempo o mesmo passará a estar sujeito a uma carga superior a prevista inicialmente pois a edificação está sendo usada para um outro fim, em situações como essas, a capacidade resistente da madeira necessita ser melhorada para manter uma boa performance nos requisitos desempenho, por exemplo, reforços são aplicados nos elementos estruturais para que a mesma se consolide de forma adequada novamente [(RITTER & MORREL, 1990); (UZIELLI, 1995); (ARRIAGA et al, 2002)].

Em linhas gerais, os processos de reabilitação das estruturas de madeira nunca são idênticos, porém como foi tratado anteriormente, faz-se necessário estabelecer critérios para restauração, reabilitação e reparos de forma individualizada para cada caso de empregabilidade da madeira, já que os problemas e as soluções estão profundamente interligados sendo tratados em conjunto, se possível, evitados (UZIELLI, 1995).

No que se trata de manutenção, a normatização brasileira estabelece requisitos mínimos na ABNT NBR 5674:1999, onde o termo manutenção é denominado como o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes atendendo as necessidades do usuário e oferecendo segurança aos mesmos (ABNT, 1999).

Em 2011, com o início do crescimento acelerado da construção civil no Brasil, profissionais da engenharia e da arquitetura editaram algumas normas com o objetivo de aprimorar a qualidade das obras, entre elas estão as ABNT NBR 15575-2 e ABNT NBR 15575-5 que tratam de edificações concebidas em madeira (ABNT, 2013).

Ainda sobre as manutenções, este processo pode ser dividido em duas etapas, manutenção preventiva e manutenção corretiva, desta maneira nenhum trabalho realizado seja na execução, prevenção e até mesmo na manutenção será considerado o último trabalho.

A manutenção preventiva são todas as medidas tomadas de forma antecipada à determinada consequência durante o período de uso da edificação (CALIL Jr. et al, 2006), como exemplo, remoção de fuligem e limpeza dos elementos estruturais, manutenção das pinturas de vernizes e hidrofugante, limpeza das calhas, rufos, pingadeiras e beirais.

O atual cenário das construções, no entanto, é nitidamente assustador quando se trata de manutenção e conservação das estruturas. Infelizmente, as obras públicas e privadas, não obedecem ou em muitas vezes não planejam um calendário para estas atividades. É de fato perceptível que as mesmas passam por um processo muito maior de manutenção corretiva, sendo assim é aplicada alguma solução apenas quando a estrutura apresenta patologias que necessite de uma intervenção de urgência ou até mesmo a substituição do elemento (OLIVEIRA & MACEDO, 2004).

A manutenção corretiva refere-se aos trabalhos de diagnóstico, reparos e reabilitação de parte da estrutura ou até mesmo ela por inteira desde que apresente patologias que comprometam a sua capacidade de suporte de cargas, ou seja, é a etapa do processo de manutenção que soluciona os problemas evidenciados pelo conjunto portante da edificação (BRITO, 2014). Para tentar amenizar o cenário atual na construção civil, as normas nacionais e internacionais vêm sendo atualizadas em prol da rigidez na aplicação de sanções e aumentando as exigências que elevem o desempenho das estruturas projetadas para que em seu tempo de uso as mesmas possam oferecer um retorno ao usuário econômico e sustentável quanto a essas etapas de manutenção (BRITO, 2014).

Vale ressaltar que as estruturas de madeira datam desde os primórdios, em Poços de Caldas – MG, por exemplo, é possível encontrar construções de 1929 que possuem as estruturas do seu telhado feitas com o sistema Hauf, mais importante que isso, estas estruturas permanecem inalteradas devido ao rigoroso acompanhamento do cronograma de inspeção e manutenção, essas obras podem ser identificados em prédios públicos, privados e até mesmo de associações o que comprova a eficiência e resistência do material em questão (BRITO et al., 2014).

4. CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados de forma sistemática nas revisões bibliográficas, foram expostas algumas contribuições quanto às patologias nas estruturas de madeira e algumas formas de conservação e manutenção desse elemento natural muito utilizado na concepção de estruturas de edificações. Tais contribuições podem ser utilizadas de maneira objetiva e aplicadas em situações corriqueiras já que existem estudos de casos na referenciados que comprovam a eficiências das técnicas citadas.

Com o aumento em larga escala do uso do material natural estudado faz-se necessário desenvolvimento de projetos, pesquisas, estudos de caso,

além de revisão constante das normas regulamentadoras das construções desta natureza, já que aumentaria o desempenho das futuras edificações, sendo necessária a conscientização e polarização das técnicas aplicadas desde a prevenção até a correção das patologias, sejam elas de urgência ou não.

Desta maneira, este estudo fica a disposição para motivar e impulsionar novas pesquisas com o intuito de disseminar as mais diversas patologias e as suas respectivas metodologias de inspeção, prevenção e possível correção para elementos estruturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIAGA, F.; PERAZA, F.; ESTEBAN, M.; BOBADILLA, I.; GARCÍA, F. Intervenção em estruturas de madeiras. Editora AITIM Associação de Investigação Técnicas das Industrias de Madeira – Madri, Espanha. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5674. Manutenção de Edificações - Procedimentos. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 7808. Símbolos gráficos para projetos de estruturas. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 15.575-2. Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 15.575-5. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. 2013.

BRITO, L. D.; SAAD, N. S.; CALIL JR, C. Sistemas estruturais de coberturas de madeira tipo “HAUFF” consolidadas e existentes em Poços de Caldas – MG. In: XIV EBRAMEM – Encontro Brasileiro em madeiras e em Estruturas de Madeira, 2014.

BRITO, L. D. Patologia em Estruturas de Madeira: Metodologias de Inspeção e Técnicas de Reabilitação. Curso de Engenharia de Estruturas, Depar-

tamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 502 fls. 2014.

CALIL JR, C., DIAS A. A., GÓES J. L. N., CHEUNG A. B., STAMATO G. C., PIGOZZO J. C., OKIMOTO F. S., LOGSDON N. B., BRAZOLIN S., LANA E. L. Manual de projeto e construção de pontes de madeira. ISBN: 85-98156-19-1. Suprema, São Carlos, 2006.

CÉSAR, S. F. As estruturas Hauff de madeira no Brasil. Dissertação (Mestrado) Arquitetura e Planejamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1991.

COLEMAN, G. R. O Guia Conciso para a Identificação do Ataque aos Insetos e a Decadência Fúngica da Madeira. Londres, 1999. Disponível em: www.dcc.ufpr.br. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

CRUZ, H. Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira. II Curso Livre Internacional de Patrimônio. Associação Portuguesa dos Municípios com centro histórico; Fórum UNESCO Portugal. Santarém, fevereiro/março, 2001.

EATON, R. A., HALE, M. D. C. Madeira: decadência, pragas e proteção. Londres: Chapman & Hall, 1993.

FARIA, J.A. Patologias das construções com madeira. Sugestões de intervenção. 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação dos Edifícios. FEUP, Porto, 18 a 20 de março de 2009.

HIGHLEY, T. L.; SCHEFFER, T. Controlling decay in waterfront structures. Evolution, Prevention, and Remedial Treatments. States Department of Agriculture, USDA. Forest Service, Forest Products Laboratory. FPL-RP-494. Madison, WI, United States, 1989.

HIGHLEY, T. L. Wood handbook: wood as an engineering material – Chapter 14 – Biodeterioration of wood. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. General Technical Report. FPL-GTR-113. Madison, WI, United States, 1999.

KLOCK, U., ANDRADE, A. S. Química da Madeira – 4ª Edição. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2013.

LELIS, A. T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; LOPEZ, G. A. C.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. Biodeterioração de madeiras em edificações. ISBN 85-09-00115-4. IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, 2001.

MACHADO, J. S.; DIAS, A.; CRUZ, H.; CUSTÓDIO, J.; PALMA, P. Avaliação, conservação e reforço de estruturas de madeira. 1ª edição. Editora Verlag Dashofer. Portugal, 2009.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. A degradação da madeira e sua preservação. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1988. Disponível em: www.dcc.ufpr.br. Acesso em: 14 e outubro de 2018.

OLIVEIRA, N. F. M. Teoria e prática de técnicas de construção e conservação de coberturas do sec. XVIII: evolução, histórica, tratadística do sec. XVIII, diagnóstico de anomalias e restauro estrutural. Dissertação de Mestrado no Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2009.

OLIVEIRA, R. N.; MACEDO, A. N. Análise da durabilidade para construções em madeira. Anais: IX EMBRAMEM, Cuiabá. 2004.

RITTER, M. A.; MORREL, J. J. Timber Bridges: Design, Construction, Inspection, and Maintenance. Chapter 13: Bridge Inspection for Decay and Other Deterioration. United States Department of Agriculture, USDA. Forest Service. United States, 1990.

SOUZA, V. C. M., RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. ISBN: 85-7266-096-8. Editora PINI. São Paulo, 1998.

UZIELLI, L. Restauração da estrutura da madeira - reparação e reforço. Università studi di firenze. In: Timber engineering PASSO 2 palestras D4, Design - Detalhes e sistemas estruturais, Eurofortech – Holanda. 1995.

CAPÍTULO IV

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO: ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL

Cleber Rodrigues

Fabianne Maria de Lira Barros Manssour

Iara da Silva de Almeida

Rachel Cristina Santos Pires

Bruno Matos de Farias

RESUMO

Considerando que a finalidade precípua da segurança contra incêndio e pânico é prevenir ou minimizar os efeitos danosos a que ficam expostos vidas e bens materiais quando da ocorrência de sinistros em edificações; que ao tomar conhecimento de irregularidades atinentes à segurança contra incêndio e pânico em edificações o CBMERJ (Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro) deve adotar as medidas de fiscalização e, sendo necessário, de penalização prevista na legislação, uma vez que, quando não o faz, fica sujeito a questionamentos pela sociedade fluminense e, os seus prepostos, sob o risco de incriminação por prevaricação. Sendo assim este estudo consiste na viabilidade técnica e análise de custo x benefício dos sistemas a serem apresentados em um projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico para uma edificação comercial, expondo as soluções existentes para o tipo da edificação em epígrafe. Os parâmetros e critérios de comparação devem ter por objetivo a melhor solução para o usuário, considerando os aspectos de economia, facilidade de manutenção, facilidade de execução, recursos disponíveis, funcionalidade e adequação da estrutura ao uso, solidez, segurança e sustentabilidade ambiental. Sendo assim todas as soluções de projetos deverão ser submetidas à análise e aprovação dos representantes da Fiscalização. Além de alertar para a importância de a edificação estar regularizada junto ao órgão fiscalizador (no caso do Estado do Rio de Janeiro, o Corpo de

Bombeiros – CBMERJ), e com os dispositivos preventivos (fixos e móveis) de Segurança Contra Incêndio e Pânico em pleno funcionamento no caso de um sinistro (incêndio), seja o dispositivo passivo ou ativo. Ao mesmo tempo alertar os representantes legais das edificações, seja Síndico, Proprietário ou Locatário que em uma emergência que a edificação venha sofrer um sinistro e neste ocorra algum óbito o mesmo responderá cível e criminalmente pelo ocorrido. O estudo visa deixar claro o quinhão de responsabilidade que cada parte envolvida possui (representante legal, responsável técnico).

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem crescendo o número de incêndios em edificações comerciais, mais recentemente, ocorreu no Museu Nacional, no Rio de Janeiro, que foi noticiado também na imprensa internacional, e ainda não se sabe as causas do incidente. Também o trágico incêndio na boate Kiss, que matou 242 jovens, na cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, em 27 de janeiro de 2013, ainda, hoje, é lembrado e citado quando se aborda o assunto. Este evento levou à criação da lei federal, nº 13.425, de 30 de março de 2017 (Brasil, 2017), que prevê normas de prevenção e combate a incêndio em estabelecimentos, conhecida como, “Lei Kiss” (IG, 2018).

Um pouco mais distante no tempo, o trágico incêndio do edifício Joelma, da lamentável cena de um homem caindo do último andar e exibido em telejornais da época. O edifício foi construído em estrutura de concreto armado, no centro de São Paulo, deixou 187 mortos e mais de 300 feridos, em fevereiro de 1974. O incêndio ocorreu devido um curto-circuito no sistema de refrigeração do banco Crefisul (MEMÓRIA GLOBO, 2013).

Atualmente em uma obra da construção civil, há muitos profissionais envolvidos na série de processos, que fazem parte do projeto, compartilhados entre as empresas e os profissionais que elaboram e contratam projetos, que geralmente são diferentes daqueles que executam a obra, com isso acabam não acontecendo a integralização dos mesmos, principalmente, no quesito custo. Por isso a prevenção contra incêndio acaba sendo negligenciada.

Através de uma pesquisa do tipo descritiva e exploratória, o artigo descreve: o estudo preliminar do sistema de detecção e alarme de incêndio, o estudo de instalação de combate a incêndio - hidrante e extintores - sprinkler, o estudo preliminar dos projetos de sinalização de segurança contra incêndio e pânico, e de iluminação de emergência, o estudo preliminar de pressurização de escadas e do estudo preliminar do projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas. E por fim são determinados o cálculo de popula-

ção, dimensionamento e validação das rotas de fuga e saídas de emergência do edifício.

O estudo foi dividido em três etapas, a primeira apresenta uma revisão da literatura sobre o tema, a segunda explica a metodologia do trabalho, através do emprego de uma análise crítica das medidas e valores apresentados e dos parâmetros e resultados encontrados; e por fim, foram discutidos os resultados encontrados a partir dos objetivos propostos por este artigo.

O principal objetivo deste estudo, é apresentar os principais sistemas a serem dimensionados em um projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico para uma edificação comercial, comparando as diversas soluções existentes.

Por outro lado, negar a importância das questões de custo-benefício e deixar de lado as discussões e análises sobre uma correta execução desses projetos, pode significar uma má prática construtiva com desperdícios dos recursos e o agravamento de situações que podem comprometer a própria segurança e sobrevivência dos usuários e ocupantes do estabelecimento.

2. DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

2.1 Estudo preliminar do sistema de detecção e alarme de incêndio

2.1.1 Conceito

Sistema de detecção e alarme de incêndio é um sistema desenvolvido com o objetivo de monitorar e emitir alarmes através de dispositivos (detectores, acionadores e módulos) nas diversas áreas da edificação, quando for detectada possível caracterização de incêndio (ABNT NBR 17240: 2010).

Esse sistema deverá garantir detecção e informação, nas áreas por ele abrangidas, de forma que qualquer princípio de incêndio e/ou de anormalidades dos processos por ele monitorados seja detectado e informado as pessoas certas, no menor espaço de tempo possível, com orientações seguras do local afetado, do grau de abrangência e dos procedimentos a serem adotados, para sanar a anormalidade (ABNT NBR 17240: 2010).

Os principais componentes são:

- Detectores de Fumaça;
- Detectores Termovelocimétricos;

- Acionadores manuais;
- Indicador Sonoro Visual;
- Central de Alarme;
- Circuito de Detecção.

Baseando-se na manutenção periódica mensal, um sistema pode durar em média 20 anos (variável de acordo com o fabricante) visto que os dispositivos são monitorados por uma central que informa os pontos que estão com avarias, permitindo assim, a manutenção pontual destes dispositivos reduzindo o desgaste.

2.1.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

Será definido o tipo de sistema de detecção apropriado para cada ambiente a ser protegido, levando-se em consideração a sensibilidade do detector e o tempo de resposta.

O sistema utilizado deverá ser o endereçável e os detectores exigidos por norma, de acordo com a particularidade de cada ambiente. Os tipos de sistema de detecção avaliados são (ABNT NBR 17240: 2010):

- Sistema Endereçável – Sistema pode ser composto por até 48 circuitos de detecção. Cada dispositivo (detectores, acionadores e módulos) recebe um endereço que permite a central identificá-lo individualmente, podendo ser instalados aproximadamente 126 dispositivos por circuito. Quando atuado um dispositivo de detecção, a central identifica a área exata protegida e o dispositivo em alarme;

- Sistema Convencional - Sistema pode ser composto por até 20 circuitos de detecção. Cada dispositivo (detectores, acionadores e módulos) não recebe um endereço que permite a central identificá-lo individualmente, podendo apenas ser identificado o circuito, o qual comporta a instalação máxima de 20 dispositivos. Quando atuado um dispositivo de detecção, a central identifica apenas o circuito e o dispositivo somente será identificado por meio de visita ao local onde estão os dispositivos.

Sempre deverão ser levadas em conta as características da edificação, o sistema mais apropriado será o sistema endereçável, que embora tenha um custo mais elevado torna-se muito mais eficaz, permitindo também a interface e supervisão de outros dispositivos de segurança. Para a edificação em questão serão os seguintes casos (ABNT NBR 9441: 1989):

- Portas Corta-Fogo;
- Pressurização das escadas;
- Liberação das Catracas do Controle de Acesso ao prédio, se houver;
- Comando para levar os carros dos elevadores ao térreo, se houver;
- Supervisão e controle dos Damper's do Ar condicionado;
- Disparo de Mensagem de voz para emergência.

As áreas de atuação desses sistemas são (ABNT NBR 17240: 2010):

- Detectores de Fumaça – Ambientes onde, em um princípio de incêndio, haja formação de combustão (mesmo que invisível), ou fumaça antes de deflagração do incêndio propriamente dito (Ex.: Salas, circulação, etc.).
- Detectores Termovelocimétricos – Ambientes onde a rapidez no aumento da temperatura indique um possível princípio de incêndio (Ex.: copa, banheiro, casa de máquinas, etc.);
- Acionadores manuais – Deve ser instalado em locais de maior probabilidade de trânsito de pessoas em caso de emergência (Ex.: saídas de áreas de trabalho, corredores, halls, etc.);
- Indicador Sonoro Visual – Devem ser instalados nos locais que permitam sua visualização e/ou audição em qualquer ponto do ambiente no qual estão instalados nas condições normais de trabalho deste ambiente. (Ex.: Circulações, etc.);
- Central de Alarme – Deve ser localizada em áreas de fácil acesso e, sempre que possível, sob vigilância humana constante (Ex.: Portaria principal, sala da brigada, etc.).
- Circuito de Detecção – Devem ser distribuídos de tal maneira que cubra toda área a ser supervisionada (Ex.: salas, circulação, casa de máquinas, etc.).

2.2 Estudo de instalação de combate a incêndio – hidrante e extintores

2.2.1 Conceitos

Hidrante é conceituado como uma “instalação hidráulica predial de combate a incêndio para ser manuseada pelos ocupantes devidamente treinados da edificação até a chegada do Corpo de Bombeiros” (ABNT NBR 13714: 2000). Os principais componentes desse sistema são:

- Casa de Máquinas de Incêndio;
- Sistema de Pressurização;
- Alarme;
- Canalização;
- Hidrante;
- Mangueira;
- Adaptador;
- Chave Storz;
- Esguicho;
- Abrigo;
- Hidrante de recalque;
- Reserva Técnica de Incêndio.

Se realizada manutenção periódica mensal, a vida útil de um sistema de hidrante pode ser maior do que 30 anos (variável de acordo com o fabricante), tendo em vista que pequenos vazamentos em soldas ou roscas entre os tubos, conexões e válvulas, serão reparados de forma a manter sempre estabilizada a pressão do sistema (ABNT NBR 13714: 2000).

Extintores são aparelhos de acionamento manual constituídos de recipientes e acessórios contendo o agente extintor destinado a combater princípios de incêndio (ABNT NBR 13714, 2000). Os principais componentes desse sistema são:

- Cilindro;
- Mangote;
- Manômetro.

Em atendimento as normas de referência sobre extintores, são exigidas a recargas anuais, além do reteste dos cilindros a cada 5 anos.

2.2.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

Hidrantes e Extintores são dispositivos obrigatórios, não tendo opção de substituição por outro sistema de combate. Os hidrantes e extintores devem ser colocados na edificação mesmo sendo esta dotada de outros sistemas de prevenção, conforme exigência do Corpo de Bombeiros. As aplicações destes dispositivos são (ABNT NBR 12693: 1993):

- Hidrantes – São instalados nas circulações e atuam em toda a edificação, pois a mangueira deverá cobrir até o ponto mais distante de cada ambiente. Este dispositivo dependente da ação humana para o combate.

- Extintores – São instalados nas circulações e atuam em toda a edificação. Este dispositivo móvel dependente da ação humana para o combate.

As principais normas técnicas que tratam desses dispositivos são:

Hidrantes:

- ABNT NBR 13714; ABNT NBR 11861; ABNT NBR 5580; ABNT NBR 5590; ABNT NBR 12779 e COSCIP.

Extintores

- ABNT NBR 12693.

2.3 Estudo de instalação de combate contra incêndio sprinkler

2.3.1 Conceitos

Os Chuveiros Automáticos contra Incêndios (Sprinklers) são dispositivos com elemento termo sensíveis projetados para serem acionados em temperaturas pré-determinadas, lançando automaticamente água sob a forma de aspersão sobre determinada área, com vazão e pressão especificadas, para controlar ou extinguir um foco de incêndio (ABNT NBR 10897: 2014).

Os principais componentes são:

- Casa de Máquinas de Incêndio;
- Sistema de Pressurização;
- Alarme;
- Rede;
- Coluna Principal de Alimentação (Prumada);
- Dreno;
- Bico de Sprinkler;
- Hidrante de recalque;
- Reserva Técnica de Incêndio.

Baseando-se na manutenção periódica mensal, um sistema pode durar até mais de 30 anos (variável de acordo com o fabricante), tendo em vista que pequenos vazamentos em soldas ou roscas entre os tubos, conexões e válvulas, serão reparados de forma a manter sempre estabilizada a pressão

do sistema.

NOTA: vale salientar que a tubulação deve ser tratada com fundo anticorrosivo e tinta adequada para maior durabilidade dos dispositivos. Em casos de tubulações enterradas, deverão ser aplicados tratamentos mais eficazes para proteção do contato com o solo (ABNT NBR 10897: 2014).

2.3.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

Os sprinklers devem ser colocados na edificação mesmo sendo esta dotada de outros sistemas de prevenção, conforme exigência do Corpo de Bombeiros. Este dispositivo é obrigatório no caso de uma edificação comercial, quando ultrapassa os 30m de altura ou possui área total construída superior a 1.500 m², podendo ser substituído por outro sistema apenas nos casos em que os ambientes protegidos não possam ser inundados por água. Para a edificação em questão será adotado o sistema de tubo molhado, no qual os sprinklers são fixados a uma tubulação que contém água e conectada a uma fonte de abastecimento de maneira que a água seja descarregada imediatamente por esses chuveiros automáticos, quando abertos pelo calor de um incêndio (ABNT NBR 10897: 2014).

A área de atuação desse sistema são os sprinklers, que são instalados em todos os ambientes da edificação que possam ser inundados por água no caso de incêndio. Este dispositivo não depende da ação humana para o combate (ABNT NBR 1089: 2014).

As principais normas técnicas que tratam desses dispositivos são as normas técnicas: ABNT NBR 10897; ABNT NBR 5580 e ABNT NBR 5590.

2.4 Estudo preliminar do projeto de sinalização de segurança contra incêndio e pânico

2.4.1 Conceito

A Sinalização que fornece uma mensagem geral de segurança obtida por uma combinação de cor e forma geométrica, fornecendo uma mensagem específica de segurança pelo símbolo gráfico executado com a cor de segurança sobre a cor de controle (ABNT NBR 13434-1 e 13434-2: 2004).

Os principais componentes são:

- Placa de Sinalização de Orientação;
- Placa de Sinalização de Alerta;
- Placa de Sinalização de Proibição;
- Placa de Sinalização de Equipamentos;
- Placa de Sinalização Complementar.

Baseando-se na manutenção periódica mensal, o tempo de vida útil da uma placa de sinalização está totalmente atrelado ao fabricante, porém a sinalização sujeita a intempéries, agentes físicos e químicos devem ser vistoriados a cada 06 meses, efetuando-se a recuperação ou substituição quando necessário (ABNT NBR 13434-1: 2004).

Nota: A sinalização é objeto de inspeção periódica pelas autoridades competentes, para sua eventual correção, por tanto deverá sempre observada constantemente sua funcionalidade (ABNT NBR 13434-1: 2004).

2.4.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

A sinalização deve estar presente em qualquer tipo de edificação onde são exigidas, por norma ou regulamentação. Para a edificação em questão, a exigência da instalação é do Corpo de Bombeiros. Tem como principal benefício reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes, e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio (NBR 13434-1: 2004).

As áreas de atuação desses sistemas são (ABNT NBR 13434-2: 2004).

- Placa de Sinalização de Orientação e Salvamento – serão instaladas nas áreas comuns, áreas de reuniões de público e no interior das escadas pressurizadas, pois tem como objetivo orientar as pessoas em relação ao número do pavimento, orientação de descida, sinalização do acesso e saída dessas escadas quando se chega ao pavimento de escape.
- Placa de Sinalização de Alerta – serão instaladas de forma a alertar para áreas com potencial risco de incêndio ou explosão.

- Placa de Sinalização de Proibição – serão instaladas em áreas onde há necessidade de proibir e coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento.
 - Placa de Sinalização de Equipamentos – serão instaladas próximas aos dispositivos de forma a indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndio e alarme disponíveis no local.
 - Placa de Sinalização Complementar – conjunto de sinalização composto por faixas de cor ou mensagens complementares a sinalização supracitada.
- NOTA: Como a edificação é provida de pavimentos inferiores ao pavimento de referência ao escape, à orientação das placas de sinalização, no interior das escadas pressurizadas, deverá indicar o escape ao subir os lances de escada, e garantir a saída no pavimento (ABNT NBR 13434-2: 2004).

2.5 Estudo preliminar do projeto de iluminação de emergência

2.5.1 Conceito

A Iluminação de Emergência deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal. A intensidade da iluminação deve ser suficiente para evitar acidentes e garantir a evacuação das pessoas, levando em conta a possível penetração de fumaça nas áreas (ABNT NBR 10898: 2013).

Os principais componentes são:

- Bloco Autônomo;
- Cabeamento.

O tempo de vida útil do sistema de iluminação é indeterminado. As manutenções preventivas de um Sistema de Iluminação são basicamente com inspeções visuais.

2.5.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

O Sistema de Iluminação por Blocos Autônomos é formado por um invólucro que abriga internamente um circuito eletrônico e uma bateria e externamente uma ou mais luminárias de emergência. Liga-se este bloco na tomada e no caso de queda de energia na rede elétrica predial, o circuito eletrônico do bloco identifica esta falta de energia e ativa seu modo

emergência passando a enviar energia elétrica das baterias para as lâmpadas, iluminando o local por um tempo determinado. Outro sistema é o de Iluminação Integrado com grupo moto gerador, que será adotado em cada ambiente uma luminária, em caso de falta de energia da rede pública o grupo motor gerador será acionado e em seguida as luminárias interligadas a ele receberão a fonte de energia, desta forma os ambientes ficaram com iluminação suficiente para uma evacuação mais segura. Tendo neste caso a tensão de alimentação limitada a 30 V para evitar choques elétricos no combate a incêndios (ABNT NBR 10898: 2013).

NOTA: Todos os sistemas de iluminação de emergência devem garantir uma autonomia de pelo menos uma hora com uma perda máxima de 10% da iluminação nesta primeira hora da iluminação prevista (ABNT NBR 10898: 2013).

A área de atuação desse sistema é o sistema de Iluminação de Emergência será dimensionado nas escadas, áreas comuns e áreas de reunião de público (ABNT NBR 10898: 2013):

As principais normas técnicas que tratam desses dispositivos são: ABNT NBR 10898 e COSCIP.

2.6 Estudo preliminar do projeto de pressurização de escadas

2.6.1 Conceito

Criar uma rota de fuga vertical segura para os ocupantes abandonarem uma edificação em caso de incêndio. O sistema de pressurização de escadas visa manter dentro da escada de incêndio uma pressão positiva em relação aos ambientes adjacentes. Em caso de incêndio os ocupantes ao abrir a porta da escada de incêndio, o ar pressurizado sai evitando assim a entrada da fumaça, garantindo assim uma forma segura de abandono do prédio. O Sistema de Pressurização das Escadas se faz necessário, tendo em vista quando as escadas projetadas para a edificação possuem apenas uma porta corta fogo, sem duto de ventilação em uma antecâmara, não sendo por tanto classificada como escada enclausurada (ABNT NBR 9513, 2013).

De acordo com o COSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (1976), para a edificação em questão é exigida a escada de emergência, devendo esta ser enclausurada ou na impossibilidade ser pressuri-

zada.

Os principais componentes são:

- Ventiladores;
- Dutos;
- Grelhas;
- Venezianas;
- Dampers;
- Quadro elétrico;
- Detectores de fumaça;
- Filtros.
- Porta Corta Fogo (ABNT NBR 13768: 1999).

O sistema deverá ser válido por indefinido período atendendo aos objetivos esperados conforme exigidos em norma, desde que as instalações sejam executadas em fiel cumprimento aos itens especificados, operadas conforme recomendações aplicáveis e mantidas em programas de manutenções preventivas recomendadas pelos fabricantes dos equipamentos que compõem o sistema.

As áreas de atuação desses sistemas são (ABNT NBR 9513: 2013):

Sendo a edificação objeto deste estudo dotado de múltiplas escadas, serão previstos sistemas independentes para atender cada unidade. Portanto cada uma das escadas será pressurizada por meio de um conjunto de ventiladores localizados que deverá estar de preferência localizado no subsolo.

As principais normas técnicas que tratam desses dispositivos são: ABNT NBR ISO 9513; ABNT NBR 9077; ABNT NBR 10898; ABNT NBR 9441; ABNT NBR 11742; ABNT NBR 13768; ABNT NBR 16401; ABNT NBR 16401- Parte 1; ABNT NBR 16401- Parte 2; ABNT NBR 16401- Parte 3; ABNT NBR 5410; ABNT NBR 14880; Instrução Técnica 13 – CBPMESP (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo; BS (British Standard Institution) 5588 - Parte 4; ASHRAE (A Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado - é uma associação profissional global que busca promover o projeto e a construção de sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração); Portaria 3523/98 do Ministério da Saúde e ANVISA – Resolução 176/00.

2.7 Estudo preliminar do projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas

2.7.1 Conceito

O Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) tem como objetivo evitar e/ou minimizar o impacto dos efeitos das descargas atmosféricas, que podem ocasionar incêndios, explosões, danos materiais e, até mesmo, risco à vida (ABNT NBR 5419-1: 2015).

Os principais componentes são:

- Captação;
- Condutor de Descida;
- Aterramento;
- Equipotencialização.

As inspeções devem ser realizadas da seguinte forma:

- Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada semestralmente por profissional não especializado, a fim de identificar anomalias grosseiras;
- Inspeções completas, realizadas por profissional especializado, através de inspeção visual e medição de continuidade elétrica das armaduras de aço, desde a captação até ao barramento de equipotencialização principal, devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos não superiores a 1 ano, para o caso de edificações na região litorânea, sujeita à atmosfera agressiva.

Baseando-se na manutenção periódica mensal, a vida útil do sistema se dá pela necessidade de realizar inspeções para assegurar que o SPDA está conforme o projeto e que todas as instalações estão em bom estado.

NOTA: Para a edificação em questão, serão utilizadas as armaduras de aço dos pilares como descidas e as armaduras de aço das fundações como aterramento, a NBR classifica o SPDA como SPDA estrutural. Portanto, o tempo de vida útil do sistema, está diretamente relacionado ao tempo de vida útil da estrutura. A manutenção deverá ter foco também na malha de captação por se tratar de um componente exposto.

2.7.2 Escolha do sistema adotado e justificativa com base na relação do custo x benefício

Existem vários tipos de captação de raios, o método de Franklin, Gaiola de Faraday e o Sistema de SPDA estrutural, deve-se levar em consideração as características, vantagens e economicidade que o sistema oferece. Uma das maiores vantagens do SPDA estrutural é a capacidade de tratamento dos potenciais gerados por descargas atmosféricas, reduzindo assim a probabilidade de centelhamentos perigosos, o causador de incêndio (ABNT NBR 5419-1: 2015).

Como os condutores que compõem os subsistemas de descidas e aterramento são as próprias armaduras de aço, dentro dos pilares e da fundação, não há necessidade de manutenção dos subsistemas de descidas e aterramento, só a da estrutura da edificação, além de não prejudicar a estética da edificação.

Em vários pontos da ABNT NBR 5419: 2015, o SPDA estrutural é citado como a configuração de proteção contra descargas atmosféricas com o maior desempenho.

A ponto de indicar o SPDA estrutural como sendo o preferencial na escolha das configurações possíveis. Como no texto da introdução da norma ABNT 5419: 2015:

O tipo e localização de um SPDA devem ser cuidadosamente considerados no projeto inicial de uma nova estrutura, possibilitando, desta forma, um uso otimizado das partes eletricamente condutoras desta. Utilizando essa premissa na fase de projeto, a construção de uma instalação ou edificação é realizada de forma a preservar a estética e melhorar a eficácia do SPDA com custo e esforços minimizados.

O SPDA será instalado em toda a edificação, seguindo pela estrutura a partir do telhado e aterrando no último subsolo.

1. As principais normas técnicas que tratam desses dispositivos são: ABNT NBR 5419 - Parte 1; ABNT NBR 5419 – Parte 2 e ABNT NBR 5419 – Parte 3.

Os seguintes riscos de perda são considerados pela ABNT NBR 5419: 2015:

- R1– Risco de perda de vida humana;
- R2– Risco de perda de serviço público essencial;
- R3– Risco de perda de valor cultural;

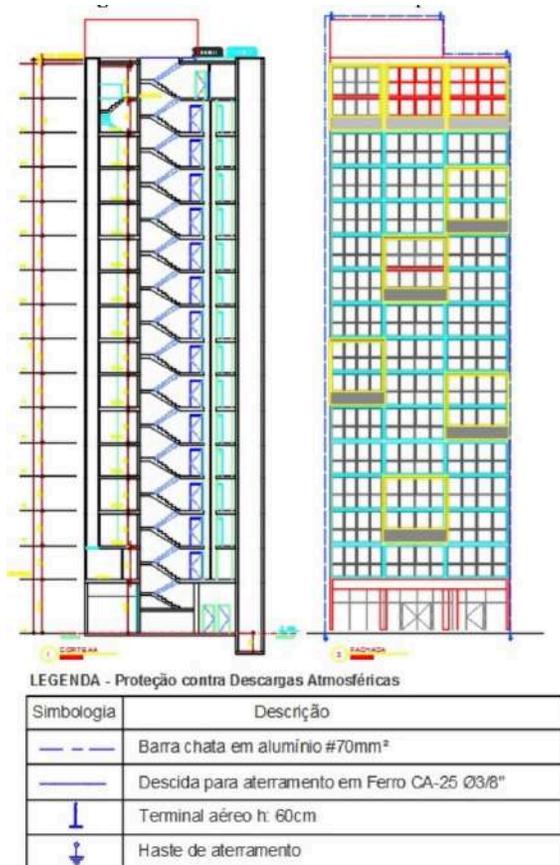
- R4– Risco de perda de valor econômico.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Caracterização do edifício avaliado

O edifício analisado é um prédio comercial de 14 pavimentos localizado no estado do Rio de Janeiro. Sua classe de risco de acordo com a norma ABNT NBR 5419:2015 R1 - 2,00E - 06 Risco de perda de vida humana. De acordo com os critérios técnicos e normativos, o edifício requer SPDA: SPDA nível I, Estrutural. O layout do edifício é apresentado na figura 1.

Figura 01: Edifício comercial de 14 pavimentos



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

3.2 Cálculo de população, dimensionamento e validação das rotas de fuga e saídas de emergências do edifício

Embora a apresentação do cálculo de população não seja uma exigência do Corpo de Bombeiros, é de extrema importância para elaboração da arquitetura, tendo em vista o correto dimensionamento das rotas de fuga e saídas de emergência, sendo estas submetidas ao enquadramento de normas técnicas pertinentes.

O cálculo de população define as diretrizes tendo como base a arquitetura pré-definida, que deverá sofrer alguns ajustes, a fim de que esteja de acordo com as exigências do Corpo de Bombeiros.

Vale salientar que a validade de um cálculo, termina quando há alguma modificação na arquitetura que envolva qualquer parâmetro utilizado em sua memória.

Foram analisadas todas as áreas dos pavimentos, exceto banheiros, áreas técnicas, estacionamentos, elevadores, rampas e escadas.

Para elaboração do cálculo a análise é realizada em cima de toda a edificação, não apenas na atividade definida em cada ambiente.

A edificação objeto de Estudo enquadra-se no grupo D-1, F-5, F-8 e G-2 – (ABNT NBR 9077: 2001 – Tabela 1), grupo N - edificações medianamente altas – (ABNT NBR 9077: 2001 – Tabela 2), grupo Q/ S/ W – edificações de grande pavimento/ grande subsolo/ edificações muito grandes – (ABNT NBR 9077: 2001 – Tabela 3), grupo Y – edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos, edificações com paredes - cortinas de vidro (ABNT NBR 9077: 2001 – Tabela 4).

4. CONCLUSÃO

Com esta pesquisa, analisaram-se os dispositivos de segurança contra incêndio e pânico de uma edificação de um edifício comercial multipavimentado, localizado no Estado do Rio de Janeiro e pode constatar que não abrange só a atuação dos profissionais de Engenharia e Arquitetura no desenvolvimento dos sistemas, mas também precisa contar com o comprometimento e aperfeiçoamento dos Órgãos Públicos de Fiscalização e Normatização, a fim de garantir a preservação de vidas.

Por meio deste estudo, verificou-se que o sistema de prevenção e combate a incêndios deve ser analisado desde o início dos estudos da edifi-

cação, sendo elaborado com os demais projetos, pois a proteção não é algo que possa ser adicionado após o projeto da edificação ter sido elaborado e essa adição compromete a sua eficiência.

Não existe projeto de prevenção e proteção contra incêndios que minimize os danos causados em causa de incêndio, entretanto a opção por um sistema de combate a incêndios e equipamentos eficazes e adequados quanto ao seu desempenho é a melhor opção, com isso se faz necessário à realização da manutenção correta que cada tipo destes dispositivos exige, além de ter sempre pessoas aptas para manusear, pois não adianta nada ter um sistema em perfeito estado de conservação e na edificação não possuir pessoas qualificadas para manusear.

Devemos respeitar sempre a classificação que cada edificação possui, bem como a instalação de seus dispositivos e os mesmos deverão estar devidamente desobstruídos, facilitando o uso por profissionais habilitados em caso de incêndio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5580: Tubos de aço-carbono para usos comuns na condução de fluidos - Especificação. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5590: Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR9077: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR9441: Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT

NBR9513: Materiais metálicos — Calibração de sistemas extensométricos usados em ensaios uniaxiais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10897 Versão corrigida-2014: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR11861: Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR12693: Sistemas de proteção por extintores de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR12779: Mangueira de incêndio - Inspeção, manutenção e cuidados. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR13434-1: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico Parte 1: Princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR13434-2: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e cores. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13768 Versão corrigida-1999: Acessórios destinados à porta corta-fogo para saída de emergência - Requisitos. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 14880: Saídas de emergência em edifícios -Escadas de segurança - Controle de fumaça por pressurização. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16401-1: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projetos das instalações. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT 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.

BRASIL. LEI Nº13.425, de 30 de março de 2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. Brasília, DF, março 2017.

IG. Tragédia da Boate Kiss em Santa Maria (RS): Completa cinco anos sem condenados. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2018-01-27/boate-kiss.html>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

MEMÓRIA GLOBO. Incêndio no Edifício Joelma. Globo.com. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://memoriaglobo.globo.com/programas/jornalismo/coberturas/incendio-no-joelma/incendio-no-joelma-imagem-forte.htm>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

RIO DE JANEIRO (estado). Resolução. Nº 109, de 21 de janeiro de 1993. Aprova as Normas Técnicas nº EMG BM/7 001 e 002/93, que definem a classificação quanto aos riscos de incêndio, estabelecendo parâmetros mínimos de pressão e vazão para cálculo hidráulico dos hidrantes, tendo em vista a omissão do assunto pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico - COSCIP, na forma dos anexos que a esta acompanha. Disponível em: http://www.prinst.com.br/pdf/normas/resolucao_109_93.pdf. Aces-

so em: 21 de setembro de 2018.

SÃO PAULO (estado). CBPMESP (Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo) – Instrução Técnica nº 13/2011. Disponível em: <<http://www.sesp.mt.gov.br/UserFiles/File/INSTRUO%20TCNICA%20N%2013-2011%20Pressurizao%20de%20escada%20de%20segu.pdf>>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

CAPÍTULO V

AVALIAÇÃO DO CUSTO BENEFÍCIO DO USO DE ARGAMASSA INDUSTRIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Aldair dos Santos Santa Maria
Geraldo Raimundo Quaresma Junior
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

Este artigo tem por objetivo avaliar os vários tipos de argamassa industrial existentes no mercado mostrando seus pontos negativos e seus pontos positivos, que vem substituindo com maior frequência o produto feito no próprio canteiro de obra. Algumas pesquisas de custos já foram feitas e notou-se que em alguns casos, o custo é mais baixo, quando se usa argamassas industrializadas para alguns serviços específicos, tais como, chapisco, de revestimento cerâmico, para uso em bloco de vidro e para pequenos reparos de emboço. Essa avaliação crítica foi sobre as propriedades, a qualidade em determinados tipos de emprego na construção civil e para realização desta avaliação foi consultada a mão de obra direta, depoimentos de engenheiros civis, realizados contatos com os fabricantes dos respectivos produtos, constatando-se ganho de tempo em serviço prestado pelo colaborador, melhor acabamento e um melhor custo benefício. Já que a mesma vem pronta para o uso bastando apenas água para sua confecção. Por meio destas avaliações podemos concluir que a argamassa industrial tende a substituir grande parte das argamassas feitas no canteiro de obra, não só pelo custo benefício mais no que tange acabamento, resistência, economia de espaço e durabilidade.

A indústria da construção vem sofrendo várias modificações ao longo do tempo, dentre elas, o uso de produtos industrializados, como o de escoras metálicas, de maior durabilidade para lajes, tipos variados de revestimentos maiores e mais resistentes, de construções modulares, alvenarias, estruturas de cerâmica ou de areia prensada. Os tipos de concretos, o concreto auto adensável (CAA), concreto de auto desempenho (CAD), concreto convencional (CC), concreto de alta resistência que possui uma compressão resistente muito maior do que o concreto convencional ao final de seus 28 dias, sua resistência é de 149 Mpa (CAR), e o Bioconcreto que possui regeneração automática de algumas das suas patologias todos amarrados ao uso do produto industrial específica, que vem suprir uma lacuna existente no Brasil sobre essa tecnologia, já bastante difundida em face de sua importância técnica, econômica e ambiental trazendo inúmeras vantagens (DONATO, 2010).

Os autores de diversos livros, revista e artigos científicos adotam uma abordagem prática e aplicada descrevendo as vantagens, limitações e dificuldades encontradas, fornecendo explicação científica para a escolha dos materiais constituintes, propriedade no estado seco, resistência, durabilidade e outras propriedades tecnológicas para efetivações dos diferentes tipos de produtos existentes no mercado (TUTIKIAN & MOLIN, 2008).

Com base nos registros mais antigos de uso de argamassa deu-se por volta de 9000 a.c em uma laje de 25 cm de espessura na vila de Lepenske na Iugoslávia, e vários outros registros de uso de massa artesanal feita pelos Egípcios, Gregos, Etruscos, Turcos e Romanos (CARASEK, 2010).

Durante exames foram verificados vários aditivos em sua composição tais como pasta de farinha, óleo de baleia, gesso, clara de ovos, seiva de plantas entre muitas outras suas composições variavam dependendo de região e disponibilidade de material da época que hoje somam mais de 220 aditivos catalogados. Foram usados para construir ponte, castelos medievais, aquedutos, templos religiosos, pirâmides e muitas outras construções que a arqueologia mantém em segredo para fins de estudos a mais antiga ponte em que se tem notícia é a ponte da caravana sobre o rio Meles em Izmir, na Turquia. Ela foi construída por volta de 850 a.c; o que faz com que ela

tenha mais de 2860 anos o que qualifica como a ponte em funcionamento mais velha do mundo. Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas e Associação Brasileira de Cimento Portland (ABAI, 2015; ABCP, 2018).

A motivação em abordar este assunto, veio através da prática do dia a dia em que foram percebidas as inúmeras vantagens do produto em relação à argamassa feita no canteiro de obra, tais como, um ganho de tempo significativo, uma melhor uniformidade do produto e ganho de espaço físico. Mais embora a argamassa industrializada tenha algumas vantagens em relação as argamassas feitas no canteiro de obras seu maior problema ainda é a desconfiança por alguns profissionais mais conservadores.

Ter uma maior eficiência sem que comprometa a qualidade do mesmo serviço que se presta a argamassa tradicional, pois a indústria da construção vem se reinventando para ser manter competitiva e atender as expectativas dos mercados. Novos materiais são introduzidos no que se refere a título de industrializados oferecendo um maior controle de qualidade usando o que tem de melhor em nível de tecnologia, visando garantir uma uniformidade do produto. Questão essa que fica a desejar com as argamassas feitas no canteiro de obra.

A metodologia utilizada para elaboração desta pesquisa ser primaria descritiva. Nesta metodologia será usado como base uma fonte direta em algumas pesquisas já realizadas e alguns livros, revistas voltadas par construção civil e NBR's. Será realizado um estudo aprofundado e análise de fatos que ocorrem durante uma construção chamando a atenção para os fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo de desperdício de material, ocupação de espaço diminuição serviços prestados foi bastante abordado este fenômeno no estudo de campo tanto pela mão de obra direta e indireta (pedreiros, engenheiro) usando tabelas e figuras a fim de descrever o trabalho do uso de massa industrial na construção civil.

Este estudo tem por objetivo comparar o uso de argamassa feita no canteiro de obra com as industrializadas visando mostrar suas vantagens, desvantagens e sua real viabilidade.

Em 1824 o químico Britânico Joseph Aspdin descobriu o cimento queimou pedras calcárias e argila, transformando-as em um pó que depois de secar tinha a solidez semelhante às rochas vinda da ilha Britânica de Portland. Hoje já existem mais de 30 tipos de cimento no mundo no Brasil. É preciso esclarecer que todos os tipos de Cimento Portland são adequados para estruturas e aplicações (ABCP, 2018).

Existem, entretanto, alguns tipos de cimento que são mais vantajosos ou recomendáveis para determinados usos como explica Arnaldo Forti Battagin presidente da Associação Brasileira de Cimento Sendo assim, os cimentos CP II e CP III se destinam a aplicações gerais. “Este último é o mais encontrado no mercado (>60%) e o mais consumido, ao passo que o CP I, apesar de normalizado, quase não é mais produzido no Brasil, sendo geralmente fornecido apenas sob encomenda”. Os cimentos CPII e CPIII são os mais usados nos mais diversos tipos de produtos, seja na produção de massa para revestimento de parede, colocação de bloco estrutural, concreto, piso ou chapisco afirma o gerente do laboratório da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2014).

No Brasil, a primeira fábrica de argamassa foi Quartzolit fundada em 1937 para realizar a reforma do viaduto do chá na cidade de São Paulo, por volta de 1972 foi lançada a primeira linha de argamassa no Brasil pela mesma. A argamassa cerâmica criou inovação para o mercado da época e nos anos 90 se consolidou no Brasil de forma para aceitação dos profissionais e, o mercado passou a exigir mais agilidade nas construções, minorização das perdas por melhoria de produtividade para um menor custo (QUARTZOLT GUIA WERBE, 2018).

Argamassas é produto de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes a mais comum é a argamassa de assentamento de alvenaria estrutural, podendo conter mineral e cargas aditivas como podemos ver logo abaixo na figura 1.

Figura 1: Argamassa industrializada bloco estrutural



Fonte: GUIA WERBE (2018)

As exigências estéticas estão relacionadas com o acabamento compatível com o padrão pré-determinado pelo projeto. Já estabilidade está relacionada com a capacidade da argamassa resistir a deformações atuantes durante sua vida útil e advindas das condições climáticas as quais estará exposto. Esse sistema de argamassa deve garantir também impermeabilidade à água pela própria argamassa caso seja aditivada nos casos em que os produtos são industrializados para revestimento cerâmico dos tipos: AC-I, AC-II, AC-III, de colocação de alvenaria, assentamento de tijolos decorativo não estrutural vidro e esmaltado. Já para argamassa feita no canteiro de obra que é bastante usada em construção residencial como mostra a figura 2 essa característica fica a cargo do material de acabamento tais como, pintura, revestimentos em geral, cerâmico, pedras, etc (BAUER, 1994).

Figura 2: Argamassa feita no canteiro de obras



Fonte: GUIA WERBE (2018)

A indústria da construção tem um papel fundamental no desempenho econômico do mercado. Para tal realidade, novos mecanismos vêm sendo incorporadas trazendo melhorias ao desenvolvimento do setor com o emprego de melhorias de gerenciamento de projetos; pois novos materiais e novos

mecanismos. Neste sentido ocorre a introdução e a necessidade dos produtos industrializados que é o caso da argamassa polimérica figura 3 dando uma maior durabilidade com mais economia de serviço quanto nos desperdícios de material e espaço (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2008).

Figura 3: Assentamento de bloco argamassa polimérica



Fonte: BIOMASSA (2018)

2.1 Argamassa Industrializada

No intuito de resolver a problemática da baixa resistência de massa, a indústria vem trazendo novas tecnologias e estudo para junto da armadura de aço o emprego da haste de fibra de vidro em áreas molhadas, o que evita trinca por expansão, onde não há necessidade de resistência do concreto logo emprega-se a armadura de aço ou haste de fibra em conjunto com o uma argamassa de boa qualidade no concreto. A este sistema estrutural dá-se o nome de Concreto Armado, o qual é composto por um conjunto de barras de aço revestido de fibra, que forma a armadura, envolvida pelo concreto. O Concreto Armado com suas qualidades de baixo custo, durabilidade, boa resistência à compressão, ao fogo e à água, aliado às qualidades do aço, (ductilidade e excelente aderência), permite construir elementos com as mais variadas formas e volumes, com relativa rapidez e facilidade. O aço também auxilia a compressão nos pilares (BASTOS, 2017).

É surpreendente que ainda hoje, pesquisadores e profissionais responsáveis pela mistura do concreto auto adensável (CAA) ainda utilizem o proposto há mais de 20 anos atrás. Mas nos últimos tempos, esse tipo de concreto vem sendo testado com novos aditivos para melhorar ainda mais seu poder de adensamento (TUTIKIAN, 2008).

Segundo a Associação Brasileira existem vários tipos de cimento o CP- II e CP-III podem ser usados em quase toda a construção salvo em que para determinado tipo de construções alguns são mais vantajosos (ABCP, 2018).

2.2 Gerenciamento de Custos

O gerenciamento de custo do projeto inclui os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, financiamentos, gerenciamento e controle dos custos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado. Em alguns projetos, especialmente aqueles com menor escopo, a estimativa e orçamento de custos estão firmemente integrados que pode ser visto como um processo único que pode ser realizado por uma pessoa num período de tempo relativamente curto (PMI GUIA PMBOK, 2013).

Esses processos estão aqui apresentados como processos distintos, pois as ferramentas e técnicas para cada um deles são diferentes. A habilidade de influenciar o custo é maior nos estágios iniciais do projeto, tornando crítica a definição inicial do escopo. As estimativas de custos são prognósticos baseados nas informações conhecidas. Em um determinado momento as estimativas de custos incluem a identificação e a consideração das alternativas de custo para iniciar e terminar o projeto (PMI GUIA PMBOK, 2013).

Compensações de custos e risco precisam ser consideradas, tais como fazer versus comprar, comprar versus alugar, e compartilhamento de recursos para alcançar custos otimizados para o projeto. As premissas sobre custo de qualidade podem ser usadas para preparar as estimativas de custo do projeto da obra (PMO, 2013).

Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos devem ser bem definidos porque todas as Obras apresentam métodos e processos de planejamento, programação, orçamento e controle de projetos e obras que, se bem conhecidos e aceitos, certamente levarão a maior racionalização e produtividade. O aspecto da qualidade na construção e métodos de avaliação de risco na implementação de projetos e obras devem ser abordados com bastante cuidado a fim de garantir a integridade de todo projeto (LIMMER, 1997).

2.3 Vantagens do uso do produto industrial

As vantagens do uso do produto industrializadas englobam também um parâmetro de argamassa que é normatizada pela ABNT NBR 13529 de 1995 a qual define massa preparada no canteiro de obra como aquela em que seus volumes ou massa e misturados em loco e o produto industrializado como produto proveniente de dosagem controlada em recinto própria de aglomerantes mineral e agregados aditivados em adições no estado seco bastando apenas adicionar a quantidade de água especificada pela norma (ABNT NBR 13529, 1995).

Argamassa preparada na obra para uso em alvenaria estrutural e revestimento cerâmico. Vejamos alguns parâmetros como mostra no quadro abaixo para uma melhor compreensão no quadro 1.

Quadro 1: Comparativo para o produto Industrializado e Argamassa feito em Canteiro de Obra

ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA	ARGAMASSA FEITA NO CANTEIRO DE OBRA
Vem Pronta Para o uso	Vem a Granel em Grandes Quantidades
Fácil Armazenamento	De Difícil Armazenamento
Ocupação de Espaço Definido em Área Coberta	Ocupação de Espaço não Definido em Grandes Áreas no Tempo
Adição de Água Definida	Adição de Água sem Definição
Pouca Desperdício	Muito Desperdício
Estoques Bem Flexíveis	Estoques não flexível
Menor Mão de Obra	Maior Mão de Obra
Pode Ser Feita in Loco em Pequenos Espaços	Só Pode ser Feita em Grandes Espaços e Demanda Muita
Com Pouca Mão de Obra	Mão de Obra
Produto Uniforme	Sem Uniformidade
Uso Especificado com Parecer Técnico	Sem Especificação Sem Parecer Técnico

Fonte: Adaptado de Coutinho et al (2013)

3. RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO E CARACTERÍSTICAS DE ARGAMASSAS

A relação de custo-benefício e característica (RCBC) em um indicador que relaciona os benefícios de um projeto ou proposta de aquisição de um determinado produto expressos em termos monetários, e seus custos,

também são expressos em termos monetários, para avaliar sua viabilidade para o rendimento do projeto o custo-benefício é o que define as melhores escolhas que os agentes econômicos fazem. Através deste conceito é que as pessoas ou empresas compram ou realizam aquilo em que os benefícios são maiores do que o custo de compra ou de produzir (JAMES & LEE, 1971).

A relação custo x benefício e característica de um determinado produto podem envolver o custo direto e indireto (CANHOLI, 1995).

O Custo Direto e indireto envolve a obra civil como um todo no que tange a respeito de equipamentos elétricos e mecânicos, espaços, custo de manutenção e operação necessárias para as realizações de tais serviços pode contribuir enormemente na escolha da solução mais indicada para a aquisição de um determinado produto que envolva a Relação de custo-benefício, e característica (RCBC) (CANHOLI, 1995). Benefícios são os resultados finais do produto, ou seja, aquilo que o produto irá fazer pelo Cliente. Na verdade, o Cliente não compra produtos, ele compra ideia ou benefícios mentais de resultados, ligados a lucro, comodidade, segurança, economia de tempo e dinheiro, facilidade, conforto etc. Por isso, cada vez que fazemos uma apresentação de vendas, cada característica ou conjunto delas deve ser acompanhada de benefícios sempre (DONATO, 2010).

As características são as dimensões do produto como, por exemplo: este concreto de curral XP500: os mourões têm altura de 2,00m com espessura de 20 cm feito de concreto auto adensável (CAA) e sua estrutura são feita de haste de fibra de vidro de 6 mm, o que confere maior resistência à corrosão (DONATO, 2010).

4. ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS PARA REVESTIMENTO CERÂMICO

As normas vigentes para revestimentos cerâmicos existem tipos de produto aqueles que têm aderência ou fixação por meio químico ou mecânico (ABNT NBR 13528, 2010).

Argamassa de revestimento de Aderência mecânica é a fixação de uma camada de argamassa a uma base para fixar o revestimento em uma base encrespada fixando a peça mecanicamente através de poros de saturação de baixa, média e alta saturação de água.

É um produto que adquire poder de cola para revestimento pela sua composição mineralógica, juntamente com seu principal ligante o cimento. Com seu tempo de espera de 15 minutos para sua total reação química de ativos essenciais (CAVANI, 1998).

Argamassa de revestimento de aderência química é uma substância aplicada ao substrato permitindo mais aderência de suas camadas mais internas, usada para colocação de revestimento cerâmico – determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Argamassa para a colocação e revestimento.

Argamassa de revestimento cola química, é uma massa industrializada de alta resistência adesiva e flexibilizada destinada ao assentamento de mármore, pastilhas de vidro e porcelana, porcelanatos de pequeno, médio e grande tamanho e blocos de vidros e pisos e paredes de áreas internas ou externas. Estas matérias têm pouca saturação de água em torno de 0,3 a 0,5%. Por isso, a argamassa utilizada contém aditivos especiais do tipo poliméricas que proporciona uma melhor aderência para estes tipos de matérias devem se usar adesivos de composição não cimentícia, o que eleva um pouco o seu custo (ABNT NBR 13279 2005; 13528 2010; MEDEIROS, 1999).

Os aditivos para argamassa colante são polímeros com macromoléculas constituídos de um padrão repetitivos, pois proporcionam maior resistência à deformação e os agentes que atuam na superfície, possibilitam maior tempo de uso (CHAVES, 1999). Com base nas informações obtidas neste capítulo segue observação do quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos produtos colantes

AC-I interior	AC-II exterior	AC-III alta resistência
Argamassa com características de resistência às solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras e outros revestimentos especiais.	Argamassa com característica adesividade que permite absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e de paredes externas decorrentes de ciclo de flutuação térmica e higrométrica, da ação da chuva, vento, ação do movimento de pedestres em áreas públicas ou equipamentos leves.	Argamassa que apresenta propriedades de modo a resistir as altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adesivo (sendo considerado aqui como emboço) sua aderência é superior aos tipos AC-I e AC-II geralmente de base não cimentícia.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 14081- 4 (2012)

Argamassa industrial AC-I, para uso de revestimentos e pisos cerâ-

micos em área interna. Utilização: em áreas secas ou molhadas (PEREIRA, 2015).

Argamassa industrial AC-II destinada para uso de revestimento externo e interno, pisos em locais externos, colocação de revestimento de piscinas de água fria e peças cerâmicas industriais ou de local público (PEREIRA, 2015).

Argamassa industrial AC-III, a que melhor adere entre os tipos de cola de revestimento, AC-III é usada em fachadas onde o risco de desprendimento de peças é maior, em piscinas de água quente e sauna em colocação de peças grandes, maiores do que 80x60cm (ABNT NBR 13277, 1995).

Argamassa de colocação de revestimentos – Determinação da retenção de saturação – Modelo de ensaio. Rio de Janeiro, 1995; ABNT NBR 13278. Determinação da densidade de massa e do teor de ar nos seus interstícios. Rio de Janeiro, 2005b (PEREIRA, 2015).

Argamassa utilizada em assentamento cerâmico é definida como mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditiva ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria. Os requisitos mecânicos e reológicos devem estar em conformidades com as exigências indicadas de acordo com a normas (ABNT NBR 13281, 2005).

5. CONCLUSÃO

Com base nas informações coletadas nos mais diversos canais de informações os resultados obtidos durante este trabalho atestam que o uso de argamassa industrializada traz grandes vantagens para o setor da construção civil. Este trabalho induz que além da redução significativa de mão de obra para sua confecção e estocagem há um ganho de tempo considerável no que tange acabamento, segurança, resistência e aplicação por conter propriedade adequada para várias aplicações estrutural e não estruturais.

Além disso, apresenta um custo-benefício bem relevante para setor da construção civil, em vez que pode ser comercializada tanto para obras de grande, médio e pequeno porte sendo totalmente viável e seguro nos mais

Mas embora tenha um aprimoramento constante e traga muitas melhorias para o setor, para alguns tipos de serviço algumas desvantagens são percebidas como, por exemplo, ainda é um produto caro, falta de qualificação para seu uso o que forma resistência para o uso do produto, as especificações no verso das embalagens são termos bastante técnicos e (Serviço de Atendimento ao Consumidor) o SAC ainda deixa muito a desejar.

Portanto, com base nas características abordadas neste artigo do uso de produto industrializado em construção com o propósito de substituir a argamassa feita no canteiro de obra podem resultar em grandes benefícios a médio e longo prazo, tanto no aspecto econômico, resistência, adequabilidade, durabilidade. É vantajoso até pelo quesito ambiental tendo em vista que o descarte de resíduo pode ser muito irrelevante se comparado com argamassas feitas no canteiro de obra.

Perante análise do produto argamassa industrializada. É possível observar que o seu constante aprimoramento tecnológico traz grandes melhorias no que tange: patologias, rapidez na entrega da construção, menos ociosidade de seus colaboradores e melhor acabamento, menos desperdício. Logo podemos concluir que o produto acrescentou melhor organização nas construções, possibilitou a diminuição de risco de acidente aos colaboradores, limpeza e mais agilidade na entrega da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICAS – ABNT NBR 13276. Argamassa para uso de revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICAS – ABNT NBR 13277. Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13278. Argamassa de revestimento de paredes e tetos – determinação da

densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13279. Argamassa de revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13281. Argamassa de colocação e revestimento de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro, 2005e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR-13529. Revestimento de paredes e de tetos argamassa inorgânicas Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR-13528. Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas determinação da resistência de aderência a tração. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 14081- 4. Argamassa colante industrializada para a colocação de placa cerâmica. Determinação de resistência a tração. Rio de Janeiro, 2012.

ASOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARGAMASSA INDUSTRIALISADA – ABAI Disponível em:<https://www.abcp.org.br/cms/sites-recomendados/abai-associacao-brasileira-de-argamassa-industrial/>. Acesso em 8 de setembro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. 2014. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/quem-somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland/>. Acesso em 8 de setembro de 2018.

BAUER, L. A. F. Materiais de construção. 5ª ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC,

BASTOS, P. S. S. Estruturas de Concreto Armado. Bauru: UNESP, 2017.

BIOMASSA. Argamassa polimérica assentamento de bloco. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://biomassado brasil.com.br/publicacao-de-normas-de-composto-polimerico-para-assentamento-de-alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

CARASEK, H. Argamassas - capítulo revisado e ampliado. In: ISAIA, G.C. (Org.). Materiais de Construção Civil. 2 ed. São Paulo: IBRACON v. 2, 2010.

CAVANI, G. R. Argamassa colante, características e utilização - Seminário Capixaba sobre Revestimento Cerâmico - PPGEC, Vitória, 1998.

CANHOLI, A. P. O reservatório para controle de cheias da Av. Pacaembu revista do instituto de engenharia nº 500. São Paulo, ed. PINI, 1995.

CHAVES, A. L. O. Polímeros: subsídios para utilização na construção civil - Dissertação de Mestrado, EESC. USP, São Carlos, 209p, 1999.

COUTINHO, S. M.; PRETTI, S. M.; TRISTÃO, F. A. Argamassa preparada em obra x-argamassa industrial para colocação de blocos de vedação: Análise do uso em Vitória, ES. Teoria e prática na engenharia civil, n.21, p.41-48, Vitória, ES, 2013.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Sistemas a base de concreto. Pesquisa de nível tecnológico. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.comunidade da construcao.com.br>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

DONATO; C. J. D. Benefício versus características. Artigo Científico. 2010. Disponível em: http://www.administradores.com.br/u/claudio_150395/arti-

gos/. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

QUARTZOLIT. Guia Weber. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [https://www.weber.com.pt/fileadmin/user.apload/guia/Guia 2018 SD. Pdf](https://www.weber.com.pt/fileadmin/user.apload/guia/Guia_2018_SD.Pdf). Acesso em: 7 de agosto de 2018.

JAMES, L. D.; LEE, R. R. Economics of water resources planning. Editora McGraw-Hill, 615 páginas, 1971.

LIMMER, C. V. Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras. Editora LTC. Rio de Janeiro, 1997.

MEDEIROS, J. S. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios - Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PMI. Um guia em gerenciamento de projetos. Guia PMBOK 5ª. Ed.- EUA, Project Management Institut, 2013.

PEREIRA, C. Tipos de concretos utilizados na construção civil. Escola de Engenharia, 2015. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-concreto/>. Acesso em: 21 de setembro de 2018.

TUTIKIAN, B. F.; MOLIN, D. C. D. Concreto Auto adensável. São Paulo, ed. PINI V.5, pp3-16, 2008.

CAPÍTULO VI

TELHADO VERDE: BENEFÍCIOS DA INSTALAÇÃO EM RESIDÊNCIAS

*Edson Nascimento dos Santos
Milton de Araújo Fontes
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

A proposta deste artigo é fornecer informações acerca dos diversos benefícios ao se implantar telhados verdes, através de uma análise qualitativa, demonstrando a facilidade de sua instalação e destacando suas principais características, tais como conforto visual, retenção de águas providas das chuvas, conforto termoacústico, qualidade do ar, formação de micro ecossistemas e incremento das áreas verde, que auxiliam na melhorar da vida urbana onde o desenvolvimento tecnológico causa danos à natureza, além de proporcionar um belo efeito paisagístico. Também é incluída no artigo uma sessão onde são dados exemplos de inovações tecnológicas que aperfeiçoam o sistema, trazendo melhorias com a utilização de novas tecnologias e novos materiais, sem descaracterizá-lo, adicionando novas funcionalidades e aperfeiçoando as já existentes. O estudo busca explorar as informações dos principais autores sobre este tema, que vem se espalhando por vários países, porém pouco difundido no Brasil. Portanto, trata-se de um artigo que reforça a disseminação do conhecimento sobre esta tecnologia sustentável que traz inúmeros benefícios.

1. INTRODUÇÃO

A construção de Telhados verdes, também conhecidos como telhado vivo, cobertura vegetal, Green roof, cobertura verde ou jardins suspensos, são anteriores a era moderna. Admitido como sendo uma das Setes Maravilhas do Mundo, os assim conhecidos como Jardins Suspensos da Babilônia nunca tiveram sua existência comprovada, tendo apenas como evidências, meros desenhos e alusões de antigos autores como Diodorus Siculus, Cleitarchus of Alexandria, Quintus Curtius Rufus e Philo of Byzantium (CLAYTON & PRICE, 1989).

Tendo de fato existido ou não, esses antigos relatos provam a capacidade criativa dos antigos, que já haviam imaginado tais tipos de construções, porém não como uma estrutura funcional, e sim como uma prova de mostrar poder e grandeza, uma vez que antigos relatos afirmam que um rei assírio, possivelmente Nabucodonosor II, no século VI a.C. que reinava na Babilônia, executou esta obra para satisfazer sua esposa, a qual sentia saudades dos campos e das florestas de sua terra natal e persuadiu seu marido a imitar a beleza da natureza (CLAYTON & PRICE, 1989).

Com a finalidade de isolamento térmico, foram construídos em diversas regiões do globo, na qual se usavam a técnica de misturar terra e grama, e logo abaixo desta camada, eram aplicadas vigas de madeiras com cascas de algumas árvores para a impermeabilização (FERREIRA & MORUZZI, 2006).

De acordo com Hammer (1968), conforme citado por Magill (2007), durante a Idade Média e Renascença, faziam parte das estruturas das propriedades de ricos e de monges beneditinos. Já, de 1600 a 1800, os noruegueses usavam solo como telhados para isolamento térmico, utilizando grama para segurar o solo no lugar. Também em 1800, os Colonos Americanos utilizavam esta mesma técnica.

Almeida (2008) diz que, conforme citação de Osmudson (1999), durante a era dos Czares, na Rússia, os jardins nas coberturas significavam grande luxúria por parte da nobreza, sendo, por este motivo, utilizados em

diversos palácios e edificações públicas. No século XVII foram instalados dois níveis de jardins suspensos na cobertura do Palácio do Kremlin. Um deles foi construído no nível dos quartos e outros dois terraços desciam em direção ao Rio Moscou.

Atualmente reconhecida como o local de nascer dos atuais sistemas de telhado verde, a Alemanha inicialmente utilizava o alcatrão para cobertura dos telhados em habitações populares, porém, como o alcatrão é altamente inflamável, um carpinteiro chamado Koch, desejando reduzir o risco de incêndio, adicionou um substrato de areia e cascalho, surgindo assim, o modelo como é hoje (MAGILL, 2007).

No cenário nacional, as políticas públicas direcionadas para a implantação de coberturas verdes ocorreram décadas após os países desenvolvidos. Para ser mais preciso, ocorreram no final da primeira década do século XXI (SETTA, 2017).

A motivação em abordar este assunto, surgiu através da falta de informações no Brasil, esta pesquisa busca oferecer informações úteis, dando visibilidade a um tipo de intervenção urbanística com tantos benefícios para o homem e para o meio em que vive.

A metodologia utilizada para a elaboração deste artigo foi a pesquisa bibliográfica, a qual foram considerados conceitos e informações de outros artigos científicos e internet. Produzido a partir de materiais já elaborados, porém, fazendo uso da interpretação e organização das ideias, em uma cadeia de raciocínio lógico que relaciona as informações de forma a complementar um conceito ao outro, permitindo ao leitor a compreensão do assunto como um todo. Quanto à forma de abordagem da pesquisa, esta, enquadra-se como qualitativa, onde não houve a pretensão de quantificar, numerar ou medir unidades ou categorias, e sim, houve o cuidado de expor ideias, métodos, conceitos e justificativas. Por sua vez, no que se refere aos objetivos da pesquisa, este artigo caracteriza-se como descritivo, onde o objetivo principal é a descrição e a análise detalhada do objeto de estudo, com a utilização de coleta de dados qualitativos e estabelecimento de relações entre as ideias.

O objetivo deste estudo é fornecer informações sobre a cobertura verde, a facilidade de instalação, a manutenção, e os benefícios proporcionados por estas intervenções.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Construções no Brasil

Tomaz (2008), diz que o primeiro prédio, no Brasil, a ser construído com uma cobertura verde foi o prédio do Ministério da Educação (Figura 1), em 1936, pelo arquiteto Roberto Burle Marx, considerado o maior paisagista do mundo. Depois, em 1988, foi a vez do Banco Safra, localizado em São Paulo receber uma cobertura verde. Já em 1992, a arquiteta Jamil Kfourri e a arquiteta Rosa Grená Kliass projetaram os jardins do Vale do Anhangabaú, na cidade de São Paulo.

Figura 1: Palácio Gustavo Capanema, na cidade do Rio de Janeiro, antigo prédio do Ministério da Educação



Fonte: Gazeta do Povo (2015)

Atualmente, o número de profissionais e empresas capacitados para executar este projeto é muito restrito, assim como o número de fornecedores de componentes para sua construção. Além disso, os profissionais especializados estão localizados principalmente nos centros urbanos. Assim, o incremento demasiado no volume de trabalho poderia causar atrasos na evolução de obras do setor de construção civil, o que poderia trazer problemas no mé-

dio e curto prazo com a prestação de serviços de instalação sem a mão de obra capacitada. Esse crescimento da necessidade por profissionais especializados e produtos relacionados, sem o devido preparo do mercado para supri-lo, poderia levar a problemas nas edificações, como mal projetados ou construídos e infiltrações (JOHN, 2014).

Especificamente no Rio de Janeiro, por meio do Decreto Estadual nº. 35.745/2012, foi criada a qualificação “Qualiverde”, que é uma certificação concedida pela Prefeitura, tem como objetivo incentivar empreendimentos que contemplem ações e práticas sustentáveis destinadas a redução dos impactos ambientais, aplicável aos projetos de novas edificações e edificações existentes, de uso residencial, comercial, misto ou institucional, na qual, dentre as suas ações qualificadoras está incluído o uso de telhados verdes. Vale ressaltar que esta qualificação é opcional (DECRETO nº 35745, 2012).

2.2 Telhados Verdes

Serve como uma ferramenta para a melhoria da qualidade de vida urbana e da manutenção e funcionamento dos fluxos naturais (HERZOG & ROSA, 2010).

Trata-se de um sistema construtivo, caracterizado por uma técnica onde se cultiva uma cobertura de vegetações diversas, que podem ser instaladas em superfícies, fachadas, coberturas, telhados ou lajes convencionais, e que consiste em camadas de drenagem e impermeabilização, as quais recebem o solo e a vegetação indicada para o projeto (RIOS, 2016).

Também podem ser usados para plantação de produtos comestíveis, o que neste caso, pode ser considerado como agricultura urbana (TOMAZ, 2011).

Pode ser aplicado em todo tipo de cobertura, seja ela plana ou inclinada. Porém, para coberturas com inclinação acima de 20°, providências adicionais devem ser tomadas para que possa se deter o fluxo de água, tais como a instalação de barreiras ou declividades menores dependendo do regime de chuva da região (TOMAZ, 2011).

2.2.1 Viabilidade Técnica

Como se pode observar, sua versatilidade permite que eles sejam utilizados em diversos tipos de obras, ou seja, podem ser aplicados em construções comerciais, residenciais, industriais, institucionais e etc. Recomenda-se aplicá-los em coberturas quase planas, com uma inclinação aproximada de 5 graus, o que não permitirá que a água escoe com rapidez. No caso de coberturas com inclinação maior acima do que 20 graus, deve-se tomar outras providências para conter o fluxo de água (TOMAZ, 2008).

2.2.2 Estrutura

Sua estrutura é formada por seis camadas:

- **Vegetação:** Para esta camada, deve-se dar preferência às plantas regionais, uma vez que são adaptadas ao clima local. Além disso, devem ser formadas por plantas ornamentais, grama, seixos e cascas de árvores para dar um aspecto bonito ao jardim. Também faz parte da escolha das plantas, o quanto a estrutura da edificação poderá suportar de carga adicional (SILVA, 2011).
- **Solo e Substrato:** trata-se de um composto à base de solo orgânico o qual tem, por finalidade, dar sustentação e suporte nutritivo para acamada de vegetação (KAVISKI, 2018).
- **Membrana de Proteção Contra Raízes:** quando presente, controla o crescimento das raízes que seriam danosas para o sistema de impermeabilização (LORENZINI NETO, 2014).
- **Camada Filtrante:** normalmente é um geotêxtil, o qual tem a função de reter as partículas de solo que seriam levadas pela água das chuvas (LORENZINI NETO, 2014).
- **Camada Drenante:** tem a função de escoar o excesso de água proveniente da precipitação. Ela pode ser constituída de seixos, brita, argila expandida ou outros elementos que possam criar espaço para o armazenamento da água drenada (LORENZINI NETO, 2014).

- Camada impermeabilizante: tem por função, proteger a laje ou o telhado contra infiltrações (LORENZINI NETO, 2014). Tendo, no mercado, diversos materiais para impermeabilizar a estrutura, como betuminosos e sintéticos (SILVA, 2011).

2.3 Classificação dos Telhados Verdes

Existem três categorias: extensivo, semiextensivo e intensivo, que são classificadas de acordo com o tipo e altura da vegetação, altura do substrato e periodicidade de manutenção (OLIVEIRA NETO, 2014).

Porém, não há um consenso entre os especialistas quanto à espessura dos sistemas, que podem variar de acordo com o entendimento de cada um. Ou seja, não existe um limite preestabelecido para estabelecer a espessura ou uma padronização que fixe as classificações (GATTO, 2012).

2.3.1 Telhados Verdes Extensivos

Assim como as outras duas categorias, é constituída normalmente por seis camadas (Figura 2): camada de vegetação, camada de substrato, camada de filtro permeável, camada de drenagem, camada de proteção e armazenamento e camada isolante, impermeabilização. Esta disposição pode apresentar outras variações, incluindo mais camadas, como por exemplo, uma manta anti-raiz (PALMEIRA, 2016).

Figura 2: Modelo das camadas do extensivo



Fonte: Green Roof Technology (2012)

Eles são instalados geralmente por razões estéticas ou ecológicas (Figura 3 e Figura 4). Exigem pouca manutenção e possuem peso estrutural menor. São normalmente utilizados em terraços (Figura 4), onde o local será visitado por pessoas. Tem como a principal característica o baixo custo, visto que basta o cultivo de plantas mais rasteiras de pequeno porte e necessitam de pouco volume de água, assim como pouca manutenção. A camada de solo deve ser de menos de 15 cm, e com peso saturado do solo baixo de 48 a 170 kg/m² (PORTO et al., 2018).

Figura 3: Extensivo



Figura 4: Extensivo

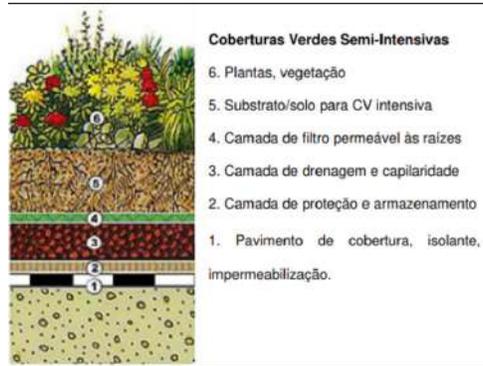


Fonte: Studio Cidade Jardim (2016)

2.3.2 Telhados Verdes Semi-intensivo

O semi-intensivo é um tipo de telhado que reúne as características dos intensivos e extensivos (Figuras 5 e 6). É um tipo intermediário, que tem vegetação de porte médio plantadas num sistema de 12 cm a 25 cm (SILVA, 2011).

Figura 5: Modelo das camadas do semi-intensivo



Fonte: Green Roof Technology (2012)

Figura 6: Semi-intensivo

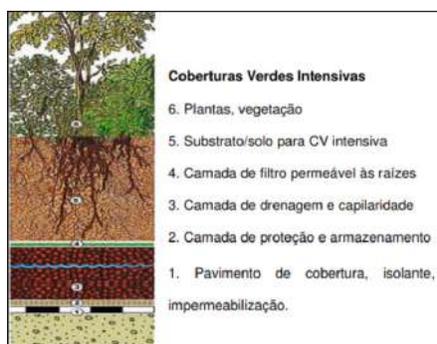


Fonte: Green Roof Technology (2012)

2.3.3 Telhados Verdes Intensivas

Segundo Palmeira (2016), ao citar Jobim (2013), estruturas intensivas são caracterizadas por dispor de uma maior espessura de substrato e diversidade de espécies vegetais (Figuras 7 e 8), podendo acolher plantas de pequeno e médio porte, e graças a isso, conseguem preservar maior quantidade de água e nutrientes. Os intensivos comumente requerem manutenções e irrigações regulares, além de uma estrutura de suporte mais reforçada do que aquela utilizada para os modelos extensivos, uma vez que a maior espessura de substrato provoca uma sobrecarga maior na estrutura de suporte.

Figura 7: Modelo das Camadas do Intensivo



Fonte: Green Roof Technology (2012)

Figura 8: Intensivo



Fonte: Green Roof Technology (2006)

Sua vegetação serve geralmente como parque para visita de pessoas (Figura 8), que podem passear e ver o ambiente. Neste caso, o solo tem de 70 mm a 2000 mm e pode ter várias espécies de plantas, arbustos, hortas e árvores. O prédio deve prever cargas que variam de 80 kg/m² a 1000 kg/ m² (TOMAZ, 2011).

3. CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS DOS TELHADOS VERDES

3.1 Características

O quadro 1 abaixo, de Shan (2015), citado e adaptado por Bezerra (2018) mostra as principais características que diferem as três classificações.

Quadro 1: Características dos tipos

ITENS	TELHADO VERDE EXTENSIVO	TELHADO VERDE SEMI INTENSIVO	TELHADO VERDE INTENSIVO
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Cultura do sistema	6 – 20 cm	12 – 25 cm	15 – 40 cm
Peso	60 – 150 kg/m ²	120 – 200 kg/m ²	180 – 500 kg/m ²
Custos	Baixo	Médio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: Adaptado de Bezerra (2018)

O ciclo hidrológico de uma região urbana pode ser restaurado ao utilizar o telhado verde em uma área significativa, uma vez que uma das características desta estrutura é a capacidade de retenção de águas pluviais (PALLA et al., 2018).

Setta (2017) diz que a utilização da vegetação, como no caso dos telhados vivos, é uma das alternativas sustentáveis para que as construções convencionais, de asfalto e concreto, tornem-se menos agressivas ao meio ambiente, proporcionando serviços ecossistêmicos e aumentando a resiliência das cidades. Ele destaca que, dentre os benefícios gerados pela vegetação, estão os benefícios estéticos, os de lazer, social, econômico e ambiental.

3.2 Benefícios

Segundo Tomaz (2011), muitos são os benefícios de sua aplicação. Dentre eles, destacam-se os seguintes:

- Providenciam habitat para pássaros e insetos;
- Melhoraram o nível de umidade;
- Reduzem as expansões e contrações dos tetos em concreto armado;
- Diminuem os custos de refrigeração na época de calor;
- Reduzem as enchentes;
- Melhoraram a paisagem;
- Diminuem o estresse humano;
- Diminuem as ilhas de calor;
- Melhoram a qualidade da água descartada;
- São refúgios da biodiversidade urbana/nativa.

Eles também atuam como um isolante térmico, evitando a transferência de calor e frio para o interior da edificação (BELLHENN & CAGLIARI, 2016).

Além desses benefícios citados, segundo Setta (2017), sua construção poderia ser um incentivo para mitigar os efeitos negativos da poluição atmosférica, melhorando, assim, a qualidade do ar, e, com isso, a qualidade de vida da população. Consequentemente, diminuiria as internações de pessoas com doenças respiratórias.

Sua utilização propicia serviços ecossistêmicos, tais como: a retenção das águas das chuvas, o conforto térmico, o sequestro de carbono e a atração da fauna urbana, que são análogos à arborização urbana. O acúmulo das águas das chuvas também contribui com a retenção de poluentes, pois eles reduzem o escoamento superficial, acumulando a água durante as chuvas e retornando à precipitação para a atmosfera por meio da evapotranspiração, conforme levanta (METENS et al., 2005), em citação de SETTA (2017).

4. COLOCAÇÃO DE TELHADOS VERDES

4.1. Estrutura para a Colocação

São necessários cálculos de suportes e resistência, nos pilares, nas vigas e nas lajes, para assegurar a estabilidade da estrutura da edificação, uma vez que muitas edificações apresentam projetos iniciais sem a previsão do peso adicional da vegetação e de seus redutores de escoamento. Também é necessário analisar as cargas sobre o telhado quando estiverem secos e saturados, calculando o peso da drenagem, substrato e cobertura vegetal, ou seja, é fundamental que haja um planejamento técnico inicial antes de sua implantação, tanto para estruturas já existentes quanto para futuras construções (SETTA, 2017).

4.2 Manutenção

Conforme Raposo (2013) ao citar Green Roof Organisation (2011), a manutenção é essencial para garantir a qualidade de qualquer estrutura, e, no caso dos telhados vivos, ela é vista como uma das maiores barreiras para a sua instalação. Hoje em dia, qualquer solução construtiva de cobertura verde requer uma ou duas inspeções anuais. E a sua programação é um critério fundamental durante a fase de projeto. Nela, poderão ser antecipadas as atividades necessárias por tornar mais eficazes a sua operação e a otimização dos custos, que, por sua vez, devem fazer parte da análise de custo do ciclo de vida do edifício.

Sanchez (2013), diz que, segundo citação de Minke (2014), quando a instalação da cobertura verde é bem executada, tomando-se todos os devidos cuidados de execução do projeto, e, não havendo período longo de estiagem, não é necessária manutenção da vegetação. Segundo ele também, as coberturas vivas não deveriam ser cortadas, uma vez que poderia causar um ressecamento rápido, além disso, poderia provocar uma perda do substrato orgânico. Porém, caso isto seja necessário, o substrato terá que ser adubado, para que seja mantida sua fertilidade.

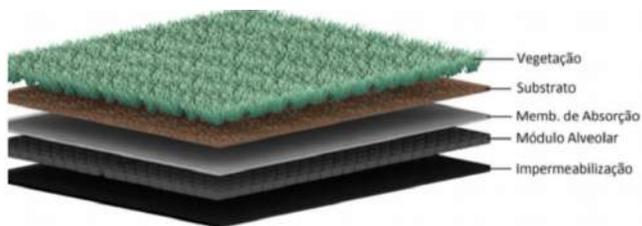
Assim como aconteceu na Alemanha, onde o carpinteiro Koch introduziu uma nova técnica que revolucionou o sistema, e que ainda é usada até os dias atuais, algumas empresas, na atualidade, vêm inovando, trazendo melhorias para o sistema, com o uso de novas tecnologias e novos materiais.

Como exemplo, a empresa brasileira Ecotelhado traz uma proposta onde adiciona melhorias na instalação e nos materiais, focando na armazenagem da água da chuva, que pode ser reutilizada em outros fins não potáveis e na reciclagem de águas cinzas ou negras do próprio prédio, além de realizar a captação de energia solar por meio de placas fotovoltaicas. A empresa também anuncia que seu produto pode ser utilizado como piso ventilado, ao ser instalado um reservatório de água ou de ar, que faz o isolamento termoacústico e que também permite a passagem de fios ou tubulações. Outro diferencial informado pela empresa, através de sua página pública na internet, é o reuso da água da chuva ou o próprio efluente tratado da edificação, o que dispensa irrigação com água potável (ECOTELHADO, 2019).

Apesar de adotar nomes como Modular Alveolar, Hidromodular e Laminar, a estrutura das camadas tem as mesmas funcionalidades básicas dos modelos convencionais, porém, com modificações que agregam novas funções ou aperfeiçoam as já existentes. Com uma tecnologia desenvolvida pela própria empresa, o termo “evolução dos telhados verdes convencionais” é empregado em sua página de internet para diferenciar sua tecnologia dos sistemas convencionais (ECOTELHADO, 2019).

Segundo a empresa Ecotelhado (2019) o sistema Modular Alveolar (Figura 10) é composto de uma membrana alveolar, que permite a reserva da água com maior eficiência e uma grelha tridimensional que retém o substrato dentro de seus círculos (Figura 9), impedindo que o mesmo escoe.

Figura 9: Modelo das camadas do sistema Alveolar



Fonte: Ecotelhado (2019)

Figura 10: Sistema Alveolar

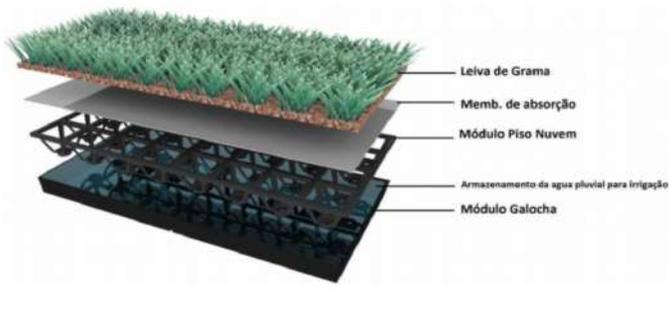


1. Colocação do Módulo Plástico Alveolar sobre a laje ou telhas.
2. Colocação da membrana de absorção sobre o Módulo Plástico Alveolar.
3. Colocação do Substrato, com altura recomendada de 3,6 cm.
4. Jogar o Gel (Forth Gel) a lanço em cima do substrato. Coloque aproximadamente 20 gramas por m².
5. Colocação da vegetação escolhida.

Fonte: Ecotelhado (2019)

O sistema Hidromodular, conforme a figura 11, utiliza uma placa de plástico reciclado que reserva a água, de até 50 litros por metros quadrados, que, quando colocado com grama, não necessita de substrato, sendo considerado um sistema semi-hidropônico (ECOTELHADO, 2019).

Figura 11: Modelo das camadas do sistema Hidromodular.



Fonte: Ecotelhado (2019)

Este sistema (Figura 12) armazena a água da chuva para a própria vegetação se irrigar, por meio de capilaridade, diminuindo o uso de água potável para esta finalidade (ECOTELHADO, 2019).

Figura 12: Sistema Hidromodular instalado

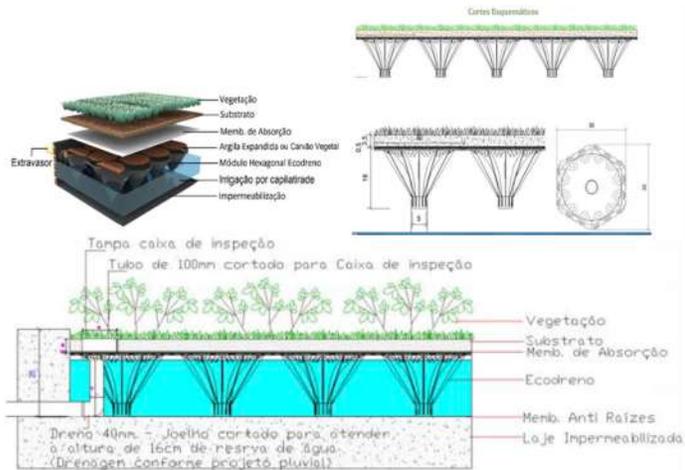


1. Colocação do Módulo Galocha sobre a laje impermeabilizada.
2. Colocação do Módulo Piso Nuvem, dois Módulos Piso Nuvem dentro de cada Módulo Galocha.
3. Colocação da membrana de absorção sobre o Módulo Piso Nuvem, com sobreposição de 5 cm.
4. Jogar o Gel (Forth Gel) a lançar em cima do substrato. Coloque aproximadamente 20 gramas por m²;
5. Colocação da Leiva de Grama.

Fonte: Ecotelhado (2019)

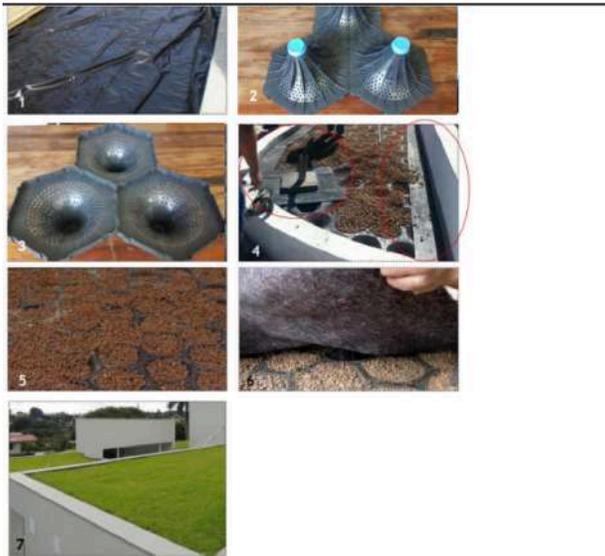
O sistema Laminar possui uma cisterna de água de chuva (Figura 13), que garante suprimento de até 180 litros por metros quadrados. Além disso, conta com um sistema integrado (Figura 14) que permite a reutilização da água para fins não potáveis (ECOTELHADO, 2019).

Figura 13: Sistema Laminar



Fonte: Ecotelhado (2019)

Figura 14: Sistema Laminar



1. Colocação da membrana de absorção sobre toda área da laje, sobreposição de 10cm entre membranas.
2. Coloque a tampa azul em todos cones.
3. Colocação das peças Ecodreno, encaixando umas nas outras sobre a laje.
4. Colocação da chapa de PEAD em todo perímetro.
5. Preenchimento interno dos Ecodrenos com Argila Expandida.
6. Colocação da membrana de absorção sobre os Ecodrenos preenchidos com argila.
7. Colocação da leiva de Grama.

Fonte: Ecotelhado (2019)

Desde a análise histórica, onde este tipo de intervenção tinha o objetivo de demonstrar grandeza e poder, passando pela utilização de telhados verde como isolamento térmico em diversas regiões do globo ou mesmo como intervenção paisagística, até a comprovação por estudos acadêmicos e científicos de que também podem servir como uma ferramenta para melhoria da qualidade de vida urbana e manutenção de fluxos hídricos, foi possível observar ao longo da pesquisa, a quantidade de benefícios que a instalação de uma estrutura de telhado verde pode proporcionar, tanto ao homem quanto ao meio ambiente, ao devolver parte do verde que as construções de aço e concreto têm tirado do ecossistema.

No Brasil, a pouca informação, a falta de profissionais capacitados e a falta de fornecedores, aliados a grande quantidade de construções irregulares, são os principais fatores que impedem a disseminação deste tipo de construção. A implementação de políticas públicas e incentivos poderiam ajudar a difundir a construção de coberturas verdes, dando visibilidade aos seus benefícios, proporcionando a redução do custo do material e aumentando a qualificação profissional, além de incentivar a inovação tecnológica.

O processo de instalação e as características do telhado verde são praticamente o mesmo desde o modelo alemão de Koch, porém, a medida que novas tecnologias e novos materiais vão surgindo, novas técnicas vão sendo implementadas, tornando esta intervenção mais eficiente, mais leve, mais fácil de ser instalada e também mais acessível economicamente.

Porém, apesar de ainda ser considerado um investimento alto, o despendido do valor empregado neste sistema construtivo é revertido em inúmeros benefícios, tais como a redução do custo de energia elétrica, prevenção de enchentes auxiliando a redução da saturação do solo, redução da vazão nas redes pluviais, providenciam habitat para pássaros e insetos, melhoraram o nível de umidade, reduzem as expansões e contrações dos tetos em concreto armado, melhoraram a paisagem, diminuem o estresse

humano, diminuem as ilhas de calor, melhoram a qualidade da água descartada, são refúgios da biodiversidade urbana/nativa, atuam como um isolante térmico evitando a transferência de calor e frio para o interior da edificação. Enfim, conclui-se que, mais do que intervenção paisagística, os telhados verdes proporcionam conforto e benefícios para o homem e o meio ambiente, e à medida que mais informações são disseminadas, mas se compreende a necessidade de intervenções que conciliem natureza e habitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. M. DE. Coberturas naturais e qualidade ambiental: uma contribuição em clima úmido. Rio de Janeiro, p. 04-10, 2008.

BELLHENN, A.; CAGLIARI, A. I. A implantação do telhado verde e sua efetividade. In: 5º Seminário Internacional de Construções Sustentáveis. Porto Alegre. Artigo, 2016.

BEZERRA, Suzana Costa. Levantamento de custo e benefícios para a implantação de um sistema de telhado verde na cobertura impermeabilizada de uma edificação vertical: Monografia. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 2018.

CORSINI, R. Cobertura de edificações com vegetação requer sistema para receber as plantas. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 16 de agosto de 2018.

CLAYTON, P. A.; PRICE M. J. The Seven Wonders of the Ancient World. Londres, Routledge, 1989.

DICAS ARQUITETURA. Os Jardins Suspensos da Babilônia. Rio de Ja-

117 | neiro, 2016. Disponível em: <<https://dicasarquitetura.com.br/os-jardins-suspensos-da-babilonia/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

DECRETO LEI nº 35745, de 6 de junho de 2012. Lei: Legislação Municipal, 2012.

ECOTELHADO: Telhado Verde. Porto Alegre, RS, 2019. Disponível em: <www.ecotelhado.com>. Acesso em 7 de maio de 2019.

FERREIRA, C. A.; MORUZZI, R. B. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis: artigo. Rio Claro: Unesp, 2006.

GATTO, C. M. Coberturas Verdes: A Importância da Estrutura e da Impermeabilização Utilizadas: dissertação. Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.

GAZETA DO POVO. Telhado Verde é Solução Sustentável para as Cidades. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitetura/telhado-verde-e-solucao-sustentavel-para-as-cidades/>>. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

GREEN ROOF TECHNOLOGY. Form and Function: Semi Intensive Green Roofs. 2012. Disponível em: <<http://www.greenrooftechology.com/semi-intensive-green-roof>>; Acesso em: 01 de maio 2019.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana: artigo. Revista Lanverde, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 92-115, 2010.

JOHN, V. M. Telhados verdes no Brasil: Posicionamento, parecer sobre o Projeto de Lei nº 1.703, de 2011, CBCS - Conselho Brasileiro de Constru-

ção Sustentável, jun. de 2014. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS_Posicionamento_Telhados-Verdes.pdf>. Acesso em: 8 de setembro de 2018.

KAVISKI, F. Desempenho Térmico de Cobertura Vegetada Sobre Guarita de Fibra de Vidro Exposta a Diferentes Condições Climáticas em Curitiba: Dissertação. Curitiba, PR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.

LORENZINI NETO, F. Modelagem de telhado verde: Uma análise da eficiência no controle do escoamento pluvial em diferentes escalas: Dissertação. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

MAGILL, J. D. A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research. Illinois, Estados Unidos da América, p. 4, abr. 2007. Disponível em: <https://opensiuc.lib.siu.edu/gs_rp/91/>. Acessado em: 9 de setembro de 2018.

OLIVEIRANETO, A. C. DE. Cobertura Verde: Estudo de Caso no Município de São José dos Campos – SP. Estudo de caso. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Guaratinguetá, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124220/000819210.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 9 de setembro de 2018.

PALLA, A.; GNECCO, I.; LANZA, L. G. Hydrologic Restoration in the Urban Environment Using Green Roofs. Genova, Itália, 2010. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-4441/2/2/140>>. Acesso em: 7 de agosto de 2018.

PALMEIRA, A. N. Balanço de Energia em Telhado Verde: Dissertação. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

PORTO, V. P.; SOUZA, L. A. A.; SOUSA, R. E.; RUSCHEL, A. C., 2018. Telhados Verdes: Alternativa Sustentável em Arquitetura de Residências Unifamiliares. In: 6o Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais, jun. 2018. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/5b45f2db99142.pdf>>. Acesso em: 7 de agosto de 2018.

RIOS, M. Telhado Verde uma estratégia para as cidades sustentáveis: artigo. In: II Encontro Nacional dos GTMAs Grupo de Trabalho do Meio Ambiente, Foz do Iguaçu, Paraná, ago. 2016. Disponível em: <http://www.confed.org.br/media/Palestra_SOEA_TelhadoVerde_MarcioRios_310816.pdf>. Acesso em: 2 de agosto de 2018.

RAPOSO, F. M. Manual de Boas Práticas de Coberturas Verdes: dissertação. Nov. 2013. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395146020357/Dissertacao_CobVerdes_FRaposo_R01.pdf>. Acesso em: 9 de setembro de 2018.

SANCHEZ, Y. A. R. Avaliação do Efeito de Coberturas Vivas no Ciclo Hidrológico Urbano: Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, jun. 2013.

SETTA, B. R. S. Telhados Verdes como Políticas Públicas Ambientais para o Município de Volta Redonda – RJ: artigo. Revista Labverde, Rio de Janeiro, V. 8, nº 1, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/download/121954/130119>>. Acesso em: 28 de julho de 2018.

SILVA, N. C. Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental: Monografia. Belo Horizonte, UFMG, 2011.

STUDIO CIDADE JARDIM. Telhados verdes – A Tendência virou urgência. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.studiocidadejardim>>.

com.br/telhados-extensivos-intensivos>. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo, 2008.

TOMAZ, P. Texto base de projeto de norma de Telhado Verde. Guarulhos, ago 2011. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/downloads/225-%20Minuta%20projeto%20norma%20ABNT%20sobre%20Telhados%20Verdes.pdf>>. Acesso em: 8 de agosto de 2018.

CAPÍTULO VII

RETRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL ORIUNDO DAS FALHAS OCORRIDAS NO PROCESSO DA EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

Caroline Souza Gonçalves

Lucas Oliveira Marins

Iara da Silva de Almeida

Bruno Matos de Farias

Rachel Cristina Santos Pires

RESUMO

O planejamento na construção civil representa a organização para execução, incluindo orçamento e a programação da obra. O orçamento envolve questões de custo e a programação está diretamente ligada à organização do tempo para as tarefas. É importante realizar com cuidado e detalhadamente o planejamento do empreendimento, considerando longo, médio e curto prazo das tarefas a serem realizadas. As atividades mal planejadas na construção civil impactam diretamente no cronograma físico e financeiro da obra, o retrabalho é um fato dessa falta de planejamento. Os resultados dessa causa é o aumento de custos e cronograma atrasado. O objetivo deste estudo é demonstrar que ao evitar o retrabalho torna-se possível a redução dos custos e prazos, executando um planejamento adequado para as atividades da mesma, nesse caso será focado nas unidades habitacionais. Quando rejuntamos os pisos e revestimentos muito antes da entrega do apartamento ao proprietário, a probabilidade desse serviço danificar e gerar retrabalho são altas, logo, para a realização dessa pesquisa foram utilizadas as fichas de verificação de serviço que são preenchidas com as informações e queixas dos proprietários das unidades privativas que foram vistoriadas, onde a análise dessas fichas revelou que as reclamações referentes aos rejuntas eram altas, pois estavam sujos e com o aspecto envelhecido. Assim, entendemos que a

122 conclusão dessa investigação é que ao rejuntar pisos e azulejo deverá ser realizado em uma etapa da obra onde não haja mais serviços que possam gerar sujeira e trânsito pesado de pessoas.

1. INTRODUÇÃO

O retrabalho na construção civil, na maioria das vezes, é gerado pela falta de planejamento das operações. Isso gera repetição de procedimentos, até mesmo em algumas etapas que eram consideradas concluídas. Esse evento mexe com toda a estrutura e logística da obra, porque afeta desde a parte orçamentária até a área de relacionamento com os clientes.

Além de impactar no custo, o retrabalho afeta diretamente no cronograma da obra, por paralisar outras frentes de serviço que estão em andamento, a partir da etapa a ser refeita. Na maioria das vezes na construção civil é necessário terminar uma tarefa para que a outra possa começar (SANTOS, 2018).

Devido à crise econômica que assola o Brasil nos últimos anos, a construção civil retraiu suas atividades, dispensou mão de obra e diminuiu o número de lançamentos de novos empreendimentos. A situação vivenciada por esse setor fez com que as formas de trabalho fossem repensadas no tocante ao tempo e ao dinheiro.

A Construção Civil iniciou no ano de 2018 com redução em suas atividades e vale a pena informar que a mesma representa mais de 50% dos investimentos do Brasil, mantendo como característica a enorme geração de mão de obra. Nos últimos quatro anos registrou uma queda de 20. Em qualquer base de comparação os resultados do PIB do setor demonstram que as suas atividades continuam deprimidas (NOGUEIRA, 2018).

Durante a entrega das unidades autônomas, observou-se que ocorreram diversas solicitações por parte dos clientes quanto ao reparo dos rejuntas de piso, devido estar sujos e com falhas, pois foram executados em um período da obra que estava distante da época de entrega. Assim, os serviços que ocorreram em seguida, tais como pintura e acabamentos, colaboraram com o aparecimento desses vícios.

Este processo faz com que a unidade seja rejuntada novamente, gerando retrabalho, a fim de garantir a boa qualidade do produto e o aceite do proprietário, e com base nisso, a ideia principal deste projeto visa reduzir os custos gerados pela aplicação de produto e otimizar a utilização da mão de obra aplicadora desta etapa. Para construir um empreendimento é necessário dispor de um alto volume de recursos financeiros em função do consumo de insumos. O planejamento inadequado faz com que esses valores sejam

maximizados.

Com os orçamentos cada vez mais enxutos, o tempo para execução dos serviços também diminuiu, pois, quanto menos tempo for usado para a conclusão de um empreendimento, menos recursos financeiros serão gastos com mão de obra e outros tipos de consumos.

A necessidade de ter que rejuntar novamente as unidades autônomas mostra que essa situação abala diretamente a expectativa de lucro para a construtora e satisfação dos clientes, principalmente tratando-se da boa apreciação dos proprietários, onde essa etapa de retrabalho faz com que a agenda de vistorias tenha que ser estendida.

Desde o ano de 2014 até os dias atuais, o Brasil está passando por uma retração econômica principalmente na área de construção civil, devido a corrupção que assola o país. Em busca da redução dos custos, da execução do planejamento sem alteração no cronograma físico, qualidade das atividades e do produto final a ser entregue, satisfação do cliente e da organização, esse tema foi escolhido para ser abordado neste artigo.

Nesse mesmo assunto, foram utilizados para a elaboração desta pesquisa os dados fornecidos por uma construtora conceituada e experiente em incorporação e construção de unidades habitacionais. Foram utilizadas as informações contidas nas “Fichas de Verificação de Unidade” ou FVU’s, que é o check list feito no momento em que o proprietário inicia a vistoria de seu apartamento.

Após reunir o maior número possível de FVU’s, ocorreu o levantamento de quantas unidades foram reprovadas devido os rejuntas estarem em péssimo estado de qualidade.

Para essa mesma pesquisa também foi observado o material em que era usado para a composição do produto, o estresse físico que a unidade sofreu após ter sido rejuntada e o tempo médio que um operário qualificado e experiente na execução desse serviço levou para a conclusão desta etapa.

Através desse artigo será mostrado o quanto é possível evitar um gasto desnecessário dentro desse ambiente onde cada recurso disponível deve ser aproveitado ao máximo. Visando em diminuir custos e o prazo de entrega das obras o objetivo deste estudo é comprovar por meio de levantamento realizado in loco, o quanto é gasto em termos de tempo e dinheiro, e quando é necessário refazer as tarefas mal planejadas. Também será abordado a necessidade de que haja uma melhor organização das tarefas previstas no cronograma, pois a única forma de que o retrabalho em questão ocorra é fazendo com que a programação dos serviços seja elaborada adequadamente, visando não ferir a parte orçamentária do projeto.

2.1 Qualidade do Processo de Rejunte

De maneira simples, o rejunte é um produto utilizado para preencher as juntas que ficam após o assentamento das placas de porcelanato. Eles possuem propriedades que permitem a impermeabilização das juntas e a proteção das extremidades das peças. É um produto pastoso durante a aplicação que endurece após o processo de cura (DALDEGAN, 2017).

Durante esse processo é de extrema valia que a mão de obra a ser utilizada seja de boa qualidade, porque tanto os materiais quanto a mão de obra são fatores que determinam o aceite do serviço final (Figura 1).

Figura 1: Rejunte sendo aplicado com a boa qualidade sendo garantida através da uniformidade da aplicação



Fonte: CLIC (2017)

Para a boa execução do serviço proposto, o profissional a ser selecionado para essa tarefa deverá ser alguém que tenha habilidade na parte de acabamentos. No mercado podemos encontrar diversos tipos de pedreiros, todos possuem a mesma função, porém, com focos produtivos diferenciados. Para o caso exposto, a procura deve limitar-se ao profissional que tem por especialidade a área de acabamentos. O pedreiro de acabamento deve sempre primar pela extrema qualidade dos serviços porque o resultado do seu trabalho que ficará exposto na casa para os moradores e visitantes (ROSSI, 2018).

2.2 Especificação do Rejunte

Para o processo do acabamento entre as juntas dos revestimentos seja bem executado, também será preciso atentar para a qualidade do produto a ser utilizado.

Ao analisar patologias em obras, é possível perceber que as causas

decorrem, em sua maioria, de erros de especificação e de projeto. “Em seguida, vem a má execução e, na terceira posição, aparecem os materiais com baixa qualidade interferindo na conformidade da obra”, afirma o professor Jorge Santos, da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ele lembra que, se o material não tem qualidade, de nada adianta a obra contar com profissional experiente na aplicação do rejunte, porque não conseguirá fazer daquele um sistema conforme (SANTOS, 2018).

Cada aplicação necessita de um tipo de produto, desta forma, o bom desempenho do trabalho fica condicionado escolher o produto correto para a demanda exigida.

Segundo Portobello (2018), existem três tipos de rejunte no mercado das construções:

- **CIMENTÍCIO:** Sua composição é cimento, mais agregados minerais. Pigmentos (para acrescentar cor) e aditivos e polímeros (que servem para definir o tipo de exposição que o revestimento vai ter). O rejunte cimentício pode ser instalado na parte interna ou externa da residência ou em áreas molhadas.

- **ACRÍLICO:** O rejunte acrílico é composto por resina acrílica, cimento, agregados minerais, pigmentos, aditivos e polímeros.

- **EPÓXI:** O rejunte epóxi, é um produto bicomponente à base de resina. Possui elevada resistência química e mecânica, além de ser extremamente impermeável e resistente a fungos e manchas.

3. ESTUDO DE CASO EM ANÁLISE AO RETRABALHO

No bairro do Recreio dos Bandeirantes, situado na cidade do Rio de Janeiro foram avaliadas 100 unidades habitacionais, sendo 50 unidades pertencentes ao condomínio A, que possui 234 apartamentos em sua totalidade e 50 unidades do condomínio B, também localizado no bairro do Recreio dos Bandeirantes e que possui 204 apartamentos em seu total.

No condomínio A, as unidades privativas foram entregues aos clientes com os rejuntas executados desde o período da obra, onde após a conclusão desta tarefa, aconteceram demais serviços, tais como: rebaixamento de teto, pintura e instalação de acabamentos metálicos. No condomínio B, ocorreu a conclusão dos serviços de caráter civil e os pisos foram rejuntados somente uma semana antes da vistoria das unidades em questão.

O material utilizado para rejuntar os pisos de ambos os condomínios foi o rejunte flexível na cor marfim, indicado para uso residencial ou industrial. Seu rendimento é de 4m² (rendimento referente a 01 saco de 01 kg) e é composto por cimento Portland (cinza ou branco), agregados minerais,

pigmentos inorgânicos, polímeros e aditivos não tóxicos.

A mão de obra foi composta por 01 pedreiro para executar a tarefa proposta em ambos os modelos A e B. Quanto as unidades dos condomínios A e B, ambas possuem uma área de aplicação no total de 70 m².

3.1 Resultado do Estudo de Caso

De acordo com os quadros 1 e 2, a partir do momento em que 50 unidades do modelo apresentado foram reprovadas no quesito qualidade/limpeza dos rejuntas, gerou-se a necessidade de que o serviço fosse refeito. Sendo assim, não foi alcançado o padrão de aprovação e essas unidades ficaram em revistoria e necessitaram ser rejuntadas novamente.

O resultado desse retrabalho foi o valor de R\$ 12.394,50 ter dobrado e passado a valer R\$ 24.789,00, pois tudo o que foi gasto inicialmente para conclusão da tarefa necessitou ser comprado novamente para solucionar as reprovações.

Para o resultado abaixo foi utilizado o valor de mão de obra obtido da base proposta pelo SINTRACONST, que mensura o pagamento de R\$ 9,04 por hora trabalhada do pedreiro (SINTRACONST, 2018).

Quadro 1: Estudo de caso do modelo A

QUADRO AVALIATIVO MODELO A	
DESCRIÇÕES	QUANTIDADES
NÚMERO DE UNIDADES AVALIADAS	50
ÁREA DE CADA UNIDADE AVALIADA (M ²)	70
ÁREA TOTAL DAS UNIDADES (M ²)	3.500
RENDIMENTO DE 01 SACO DE 01 KG DE REJUNTE FLEXÍVEL (M ²)	4
REJUNTE UTILIZADO NO SERVIÇO (KG)	875
VALOR DO REJUNTE (SACO DE 1KG)	R\$ 5,90
VALOR GASTO COM A COMPRA DE MATERIAL	R\$ 5.162,50
NÚMERO DE HOMENS EXECUTANDO O SERVIÇO	2
NÚMERO DE HORAS TRABALHADAS PARA CONCLUSÃO DO SERVIÇO	800
VALOR DA HORA TRABALHADA	R\$ 9,04
VALOR GASTO COM A MÃO DE OBRA	R\$ 7.232,00
VALOR TOTAL QUE FOI GASTO PARA A CONCLUSÃO DO SERVIÇO - MATERIAL E MÃO DE OBRA	R\$ 12.394,50

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Quadro 2: Aplicação do retrabalho do modelo A

QUADRO AVALIATIVO DO RETRABALHO MODELO A	
DESCRIÇÕES	QUANTIDADES
REJUNTES APROVADOS NO MOMENTO DA ENTREGA	0
UNIDADES QUE SOFRERAM RETRABALHO	50
VALOR TOTAL ACUMULADO - ETAPA OBRA	R\$ 12.394,50
VALOR TOTAL ACUMULADO DO RETRABALHO - ETAPA ENTREGA	R\$ 24.789,00

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Desta forma, conclui-se que o modelo A acumulou um total de R\$ 24.789,00 para a conclusão da etapa de obra em questão. Quanto ao modelo B, apresentado nos quadros 3 e 4, temos:

Quadro 3: Estudo de caso do modelo B

QUADRO AVALIATIVO MODELO B	
DESCRIÇÕES	QUANTIDADES
NÚMERO DE UNIDADES AVALIADAS	50
ÁREA DE CADA UNIDADE AVALIADA (M ²)	70
ÁREA TOTAL DAS UNIDADES (M ²)	3.500
RENDIMENTO DE 01 SACO DE 01 KG DE REJUNTE FLEXÍVEL (M ²)	4
REJUNTE UTILIZADO NO SERVIÇO (KG)	875
VALOR DO REJUNTE (SACO DE 1KG)	R\$ 5,90
VALOR GASTO COM A COMPRA DE MATERIAL	R\$ 5.162,50
NÚMERO DE HOMENS EXECUTANDO O SERVIÇO	2
NÚMERO DE HORAS TRABALHADAS PARA CONCLUSÃO DO SERVIÇO	800
VALOR DA HORA TRABALHADA	R\$ 9,04
VALOR GASTO COM A MÃO DE OBRA	R\$ 7.232,00
VALOR TOTAL QUE FOI GASTO PARA A CONCLUSÃO DO SERVIÇO - MATERIAL E MÃO DE OBRA	R\$ 12.394,50

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Quadro 4: Aplicação do retrabalho do modelo B

QUADRO AVALIATIVO DO RETRABALHO MODELO B	
DESCRIÇÕES	QUANTIDADES
REJUNTES APROVADOS NO MOMENTO DA ENTREGA	50
UNIDADES QUE SOFRERAM RETRABALHO	0
VALOR TOTAL ACUMULADO - ETAPA OBRA	R\$ 12.394,50
VALOR TOTAL ACUMULADO DO RETRABALHO - ETAPA ENTREGA	NÃO HOUVE

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

No caso do modelo B, os produtos foram rejuntados faltando 01 semana para a data de vistoria, o que garantiu uma melhor qualidade do

rejuntes oferecido. Nas vistorias das unidades do modelo B não houve solicitações de reparos quanto a essa questão.

Na projeção realizada para o modelo B constatou-se que não houve retrabalho quanto ao item proposto. Logo, o único custo absorvido para a realização desse serviço foi o valor inicial acumulado na etapa obra.

4. FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO

Em virtude do cronograma reduzido e necessidade de realizar as entregas das unidades a fim de que a empresa consiga receber o retorno financeiro previsto, é sugerido que seja feito o uso de ferramentas de planejamento para que possa haver a fiel demarcação de tempo de cada etapa na obra. Esse apoio tecnológico permite que a equipe de engenharia tenha o controle exato de quando cada atividade necessitará iniciar e quando necessitará finalizar-se, tornando possível que a boa qualidade seja mantida.

No mercado há diversos softwares capazes de realizar tal tarefa, inclusive há programas que conseguem conciliar o custo financeiro junto ao cronograma físico. Assim é viável que o gestor tenha total ciência da relação custo x prazo de sua obra.

Para a pesquisa proposta, a utilização desse apoio eletrônico torna-se de grande valia, pois com ele será possível demarcar com exatidão a hora em que os rejuntas deverão ser executados, e com isso o grau de assertividade no momento das entregas será maior.

Uma vez que o serviço proposto inicia na etapa correta e gera um maior número de aceites, conseqüentemente a receita financeira também será maior.

Outro ponto interessante é o fato de que também é possível atrelar às tarefas a quantidade de colaboradores necessários para a conclusão de tal etapa, e desta forma será real a possibilidade de planejar o deslocamento financeiro necessário que seja eficiente a garantia dos bons resultados contra o retrabalho, mas mais do que isso, o planejamento tem como objetivo obter maior rendimento de produtividade e lucratividade, e reduzir custos e tarefas desnecessárias. Em tempos de crise, a busca por diferenciais competitivos por meio da otimização de processos e economia, planejar pode ser uma solução econômica e lucrativa para a sua construtora (LIMA, 2017). Para que o rejuntamento seja um sucesso, é preciso que ele parta da premissa de que iniciou no tempo correto, teve disponibilidade da mão de obra adequada e necessária, obteve o direcionamento correto de recursos financeiros e findou-se no tempo apontado como a data término.

Segundo (BENTO, 2018), os principais benefícios de um bom pla-

nejamento são os seguintes:

- Eficiência e Controle do Planejamento

Quando se realiza um bom projeto de orçamento, as vantagens são inúmeras, não apenas para o cliente, os responsáveis pela execução da obra também ganha vantagens. Uma previsão minuciosa de recursos de materiais e mão de obra a serem utilizados na obra, permite um controle nos gastos da construção, e com isso fica mais fácil seguir o escopo do serviço no contrato.

- Redução de Desperdícios

Com uma obra bem planejada, há uma redução significativa do desperdício que é gerado na obra, pois é feito um levantamento dos recursos necessários e suas devidas quantidades.

- Rentabilidade da Construção

Quando se sabe o custo real da obra, é possível aumentar a rentabilidade na venda do imóvel, pois ao identificar o investimento inicial da construção é possível elaborar um valor pelo qual o imóvel poderá ser vendido para garantir lucro.

- Elaboração de um Histórico da Obra

Com o histórico dos dados dos insumos que foram utilizados, pode ser feita uma analogia e uma previsão para as próximas obras do mesmo porte. Com isso são estabelecidos padrões a serem implantados nas próximas construções, tornando mais eficiente.

Um projeto de orçamento contribui para assegurar um bom funcionamento de uma obra seguindo três pilares: qualidade, prazo e custo. Ainda sob o olhar do planejamento e controle de obras, conseguimos identificar que o total sucesso físico e financeiro dependerá em grande parte de como essa atividade será organizada e detalhada diante do cronograma da obra.

Assim, é ressaltada a necessidade de que a obra tem o objetivo de diminuir os impactos do retrabalho e avançar na conquista da boa qualidade seja acompanhada de um ferramental tecnológico onde seja possível gerenciar o tempo e o custo das atividades propostas.

4.1 Implicações no repasse financeiro

É possível destacar outra implicação de considerável importância que atinge a vitalidade financeira da construtora, que no caso é quando os repasses financeiros são bloqueados.

As obras que são financiadas por instituições financeiras recebem visitas periódicas de técnicos ou engenheiros para ser feita uma avaliação do

avanço de cada etapa do processo construtivo da obra. Assim, é realizada a medição do quanto a obra evoluiu e mediante a isso ocorre a liberação de mais verbas para que a obra continue avançando.

Quando a obra deixa de avançar para corrigir o que já foi feito anteriormente, as medições enfraquecem-se e a redução ou bloqueio do repasse de verbas se torna iminente.

Caso o recurso seja cortado ou reduzido o orçamento sofrerá, pois, a obra terá que trabalhar abaixo do que foi planejado.

4.2 Multas por Atraso na Entrega

Uma vez que uma entrega não foi bem-sucedida, a construtora estará em pendência de entrega e terá que encontrar um tempo hábil para que possa realizar o retrabalho e reconvocar o devido cliente para a sua revistoria.

Com o mercado em enorme retração, o número de colaboradores reduziu drasticamente nos canteiros de obras. Dessa forma, a velocidade da produção também diminuiu. Assim, cria-se o ambiente onde é necessário dividir-se entre trabalhar em prol da produção para o cumprimento da agenda de vistorias e atuar em função da correção dos problemas apontados e que se tornaram casos de revistoria.

As demais frentes de trabalho que ainda estão abertas também colaboram com a redução da velocidade para a conclusão do serviço em que foi solicitado o retrabalho. Com isso, a tendência é que a haja um atraso na entrega e esse atraso se torne um problema judicial.

Mediante a demora que foi gerada, o prazo estipulado em contrato é rompido e dessa forma a construtora passa a estar arrolada em um futuro problema judicial, pois a insatisfação refletida na clientela faz com que eles busquem a solução para os seus problemas de maneira mais rígida. Nesse momento a justiça passa a se tornar a forma mais eficaz para a solução dessa problemática.

O processo contra a construtora atinge o âmbito jurídico e caso seja constatado o real atraso, além da obra sofrer com o retrabalho que afeta diretamente a sua administração, a Cia também sofrerá com a imposição de uma multa que deverá ser paga ao proprietário que sofreu a quebra da cláusula contratual que trata sobre o prazo de entrega. Esse problema tende a crescer, pois quando a obra entra em estado de atrasos devido a retrabalhos, a tendência é que as demais áreas operacionais também atrasem pela necessidade da mão de obra ter que parar a produção planejada. Dessa maneira, as multas passam a ser maximizadas e caso não haja um rigoroso

controle e um plano de ação para reversão desse infortúnio, o orçamento da obra será abalado pelo valor monetário que será exigido que a Cia retorne aos clientes.

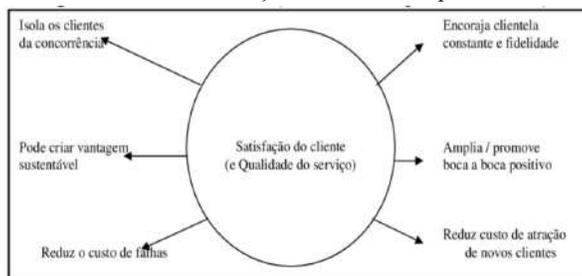
4.3 Satisfação dos Clientes

Inserido ao contexto financeiro da construtora que visa lucrar e evitar ao máximo os desperdícios, ao lado dela estará a satisfação dos clientes. Esse item está diretamente interligado ao processo operacional proposto nesse estudo, pois uma vez que a boa qualidade é mantida e a unidade é entregue de forma limpa e organizada, a satisfação do cliente fará com que ele promova o alto nível da construtora e faça indicações positivas sobre a empresa e a forma como ela atua em suas atividades de ordem civil. Investir na satisfação final do cliente é também uma maneira de angariar futuras entradas de verbas.

O retrabalho, principalmente envolvendo os rejuntas, causa no cliente uma insatisfação e má impressão. Uma unidade que contém os rejuntas em péssimo estado de conservação, com falhas e excesso de sujeira transmite a mensagem de que aquele produto não foi bem visto, não foi bem cuidado e foi entregue de maneira desregrada e sem a devida atenção. Esse comportamento faz com o cliente fique infeliz e faça más indicações da empresa em seus ramos de conhecimento, o que compromete a reputação da Cia e futuramente vem a intervir na entrada positiva de novos recursos através da captação de novos clientes.

Quanto ao presente, essa condição de entrega faz com que a empresa perca dinheiro, tempo e mão de obra de forma imediata, pois terá que abdicar de avançar e investir em outras frentes de serviço em prol de ter que rejuntar a unidade novamente. Sendo assim, garantir a boa satisfação do cliente final também é uma importante forma de economizar e obter ganhos futuros (Figura 2).

Figura 2: Benefícios da satisfação do cliente e qualidade do serviço



Fonte: Adaptado de Lovelock & Wright (2002)

Embasado nos dados indicados e nos assuntos tratados nesse estudo, compreendemos que a maneira mais efetiva para que os prazos sejam mantidos e o fluxo financeiro não seja comprometido será a execução dos rejuntas após a conclusão dos demais serviços de caráter civil que tenham capacidade de sujar ou danificar os rejuntas aplicados nos revestimentos.

O referido estudo atinge pontos sensíveis no dia a dia da construção civil, pontos que quando passam por um péssimo gerenciamento são capazes de gerar inúmeros prejuízos, e os casos em que há retrabalho são exemplo disso. Geram desperdício, atraso em demais frentes de trabalho, atraso geral na obra, redirecionamento financeiro não previsto, pagamento de multas e clientes insatisfeitos.

Entre todos estes problemas, a insatisfação do cliente é um vetor que merece enorme atenção, pois em sua rede de contatos e conhecimentos, ele poderá ser um agente que depreciará a empresa no mercado junto as suas redes de relacionamentos devido a qualidade apresentada não ter sido satisfatória.

Quando se obtém o fluxo satisfatório, toda a cadeia de gerenciamento ganha pontos positivos, pois ao evitar o retrabalho conseguimos avançar com a obra, garantir prazos, realizar a melhor distribuição da mão de obra, economizar os recursos financeiros e trabalhar com a boa satisfação da clientela, que através do seu bom estado de satisfação elevará a reputação da Cia no mercado e com isso gerará maiores possibilidades de trazer novos clientes que se tornarão novos compradores.

Em suma, conclui-se que o caminho mais seguro e rentável é aquele que não gere retrabalho e que traga lucros e resultados positivos para a construtora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTO, M. Projeto de Orçamento: por que toda construção deveria fazer um. 2018. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/projeto-de-orcamento/> Acesso em: 11 de maio de 2019.

LOVELOK, C.; WRIGHT, L. Serviços Marketing e Gestão. 2002.

CLIC, O. Tipos de Rejunte. 2017. Disponível em: <http://blog.clicdaobra.com.br/tipos-de-rejunte/>. Acesso em: 30 de setembro de 2018.

DALDEGAN, E. Rejunte para porcelanato: Guia prático para sua obra. Engenharia Concreta. 2017. Disponível em: <https://www.engenhariaconcreta.com/rejunte-para-porcelanato-guia-pratico/>. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

LIMA, T. Ferramentas para planejamento de obras: Veja como usá-las. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/ferramentas-de-planejamento-de-obras/>. Acesso em: 11 de maio de 2019.

NOGUEIRA, P. Período difícil com o setor de construção civil em crise – PIB em queda. 2018. Disponível em: <https://clickpetroleoegas.com.br/periodo-dificil-construcao-civil/>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

PORTOBELLO, A. Como escolher o rejunte certo para cada piso? 2018. Disponível em: <https://archtrends.com/blog/rejunte-certo-para-cada-piso/>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

ROSSI, F. Pedreiro: Geral, Azulejista, Acabamento, Alvenaria, Manutenção e OAC! 2018. Disponível em: <https://pedreiro.com.br/pedreiro-geral-azulejista-de-acabamento-de-alvenaria-de-manutencao-de-oac/>. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

SANTOS, A. Retrabalho é patologia do processo de construção. 2013. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/retrabalho-e-patologia-do-processo-de-construcao/>. Acesso em: 31 de agosto de 2018.

SANTOS, J. Qualidade dos materiais interfere diretamente no resultado da obra. 2018. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/cc/qualidade-dos-materiais-interfere-diretamente-no-resultado-da-obra_16435. Acesso em: 29 de setembro de 2018.

SINTRACONST. Pisos salariais construção civil. 2018. Disponível em: <http://www.sintraconstruo.org.br/portal/images/tabelas2018/construcao-civil2018.jpg>. Acesso em: 13 de outubro de 2018.

SALLES, S. Avaliação de um supermercado sob a percepção dos clientes: Determinação da validade de itens do questionário. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320617528_Avaliacao_de_um_supermercado_sob_a_percepcao_dos_clientes_Determinacao_da_validade_de_itens_do_questionario. Acesso em: 11 de maio de 2019.

CAPÍTULO VIII

ANÁLISES PATOLÓGICAS EM CONSTRUÇÕES: INFILTRAÇÕES

*Luana Almeida Monteiro
Thamyres Paixão Damasceno
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

É notório o grande número de construções com inúmeras patologias decorrentes normalmente de erro de projeto. O que motivou a ideia deste estudo, foi a grande quantidade de casos analisados que poderiam ter sido resolvidos facilmente com medidas de prevenção. O grande crescimento no setor de construção civil, a carência de um profissional especializado no planejamento, a escassez de conhecimento no processo executivo e o déficit financeiro, causou a eclosão de inúmeras patologias nas construções. Ao passar do tempo a Indústria de Construção Civil tem percebido a importância de uma autovistoria eficiente, tendo em vista que se tem avançado muito nesse quesito para melhorias urbanas, não só em questão de conforto, mas principalmente para a prevenção de casos bem mais complicados onde todo um trabalho orçamentado, bem investido, e tempo custo x benefício pode ser degradado em questões de pouquíssimo tempo. Sendo de extrema importância situações adversas que podem acontecer por um trabalho mal elaborado, com materiais de excelência, por agentes naturais e até os não naturais. Por isso se faz necessário buscas bem detalhadas sobre tais e seus diagnósticos e suas curas. Este artigo consiste em apresentar um estudo de caso, levantando os principais motivos que ocorrem as patologias por umidade na edificação, e realizar um levantamento dos principais tipos de materiais usados no processo de impermeabilização, assim como técnicas de

1. INTRODUÇÃO

Um projeto de construção civil contempla hidráulica, elétrica, acabamento e deve contemplar igualmente a impermeabilização. O profissional encarregado de planejar a impermeabilização deve desenvolvê-la em total conformidade com os aspectos normativos da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

É comum em pequenas construções não ter um projeto executivo por motivos culturais e em busca de economia financeira, embora a correção dos problemas apresentados posterior a conclusão da obra gere um custo alto para o proprietário.

Os problemas de qualidade na construção civil ocorrem igualmente em grandes empreendimentos, por outros fatores como: operários a preço de custo, material de qualidade inferior, parcelamentos com prazos de pagamento muito extensos, não sendo, portanto, a fonte de sustentação financeira do sistema. Com isso, há pouco incentivo para melhoria da qualidade.

A manutenção predial tem como objetivo a preservação, um dos fatores determinantes para a vida útil de uma edificação, influenciando diretamente na habitabilidade, conforto e estética da mesma. Passando despercebida, muitas vezes por negligência, a autovistoria é deixada de lado com a intenção de cortar custos anteriormente julgados como supérfluos, deixando o empreendimento à mercê de agentes externos, algumas vezes internos, decorrentes de mau uso ou vícios construtivos botando em risco a segurança do imóvel, habitantes e dos transeuntes (OLIVEIRA, 2016).

Há diversas manifestações patológicas com os mais variados motivos, sejam eles as falhas de projeto, má execução, materiais inapropriados e até mesmo o envelhecimento “natural” da estrutura, contudo alguns problemas não se restringem às grandes construções e atingem, em sua maioria, as pequenas e médias como no caso das trincas e infiltrações.

Segundo Conractor Predias (2017), inspeção predial é atividade que possui norma e método próprios. Classifica as deficiências constatadas na edificação com visão sistêmica, aponta o grau de risco observado para cada uma delas e gera lista de prioridades técnicas com orientações ou recomendações para sua correção.

As construções de forma geral estão submetidas a agentes de degradação de numerosos tipos e podem ocorrer em qualquer época, sejam na concepção, projeto, execução e utilização, e cabe ao gestor a função de zelar

pela segurança e funcionalidade. A autovistoria, feita por um engenheiro habilitado, arquiteto ou empresa habilitada nos Conselhos Profissionais, Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA/RJ ou Conselho de Arquitetura e Urbanismo - CAU/RJ, tem como objetivo avaliar as condições de uso, confiabilidade do objeto a ser vistoriado e quais os reparos necessários, quando possíveis, para garantir a vida útil de partes estruturais, alvenaria e infraestrutura da edificação. (OLIVEIRA, 2016)

Entre os vários desafios de um engenheiro avaliador estão os problemas encontrados, sejam em residências, prédios comerciais, garagens e outros, as trincas e infiltrações se destacam pelas inúmeras formas de agir. Entretanto, é indiscutível a importância dos aspectos fundamentais que rodeiam esse evento, que são: a capacidade de avisar sobre alguma eventual ruína de peças estruturais, o engajamento do desempenho de um serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento térmica ou acústica), erros construtivos devido à má execução e a desarmonia arquitetônica que trazem aos usuários.

O estudo de caso foi realizado em um condomínio, médio-alto padrão, localizado no bairro da Gávea no município do Rio de Janeiro, RJ, BR, aonde houve problemas de infiltração devido a fortes chuvas, a falta de manutenção predial acarretou um alto vazamento no corredor abaixo da laje prejudicando a pintura, emboço do teto e paredes.

A infiltração de água, estão entre os maiores problemas encontrados nas construções brasileiras, correspondendo a 85%, e necessita de total atenção dos profissionais especializados para orientar no ato da construção ou reforma de uma edificação.

A impermeabilização consiste na aplicação de produtos que isolam as partes da edificação contra a ação da água, neste estudo de caso em específico foi realizado a impermeabilização da laje, utilizando a manta asfáltica que é produzida a partir da modificação física de asfaltos com polímeros, estruturado com fibra de vidro especial, não higroscópico e imputrescível (VIAPOL, 1990).

O objetivo geral do estudo, é demonstrar a importância da prevenção patológica, o cuidado em manter as manutenções em dia, o avanço da engenharia civil em solucionar e prevenir os problemas nas edificações, utilizando materiais adequados e mão de obra qualificada para cada patologia apresentada.

2.1 Patologia das Edificações

Segundo a Norma de Inspeção Predial Nacional do Instituto de Engenharia de 1916, manifestações patológicas são anomalias que se manifestam no produto em função de problemas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso, ou na manutenção, bem como problemas que não decorrem do envelhecimento natural (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2013).

O termo patologia, conforme Perez (1988), divide-se claramente em duas ciências destinadas a prevenir soluções de problemas em edificações: a) Patologia das Construções: Que estuda origens, causas, mecanismos de ocorrência bem como manifestações e consequências quando uma edificação não demonstra mais desempenho estabelecido. b) Terapia das Construções: Estudos que tratam da correção dos problemas detectados.

2.2 Infiltração

Problemas de infiltração são corriqueiros na construção civil. A infiltração é causada pela umidade na edificação, ocasionando certas gravidades como, problemas de saúde, desconforto dos seus usuários, danos em equipamento dos seus interiores, prejuízo financeiro e a desvalorização do imóvel (CECHINEL et al., 2011).

A umidade por infiltração acontece através da passagem de água da parte externa para a parte interna, causada pela falta de impermeabilização. Suas aparições são manifestadas em paredes, rodapés, piso, elementos de concreto armado e etc.

Segundo Perez (1985), a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Uma das maneiras de evitar a ocorrência de patologias causada pela umidade é um bom dimensionamento das instalações hidráulico-sanitárias e também utilização de material de boa qualidade. Ou seja, a prevenção desse

tipo de patologias ainda ocorre em projeto.

A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. Ainda identificou as origens das umidades nas construções, que podem ser trazidas durante a construção; trazidas por capilaridade; trazidas por chuva; resultantes de vazamentos em redes hidráulicas; condensação (VERÇOZA, 1991).

Para Martins (2018 apud Silva, 2008) “As placas cerâmicas, blocos e argamassas possuem vazios no interior, como cavidades, bolhas, poros abertos e fechados e uma enorme rede de micro canais”. A umidade apresenta problemas em várias partes da edificação, paredes, fachadas, lajes, etc. e podem ter diversas causas (Figura 1).



Fonte: Monografias Brasil Escola (2019)

2.3 Fontes de infiltração

2.3.1 Umidade oriunda da execução da construção

A água é utilizada em quase todos os processos da construção civil, seja ela como um componente ou uma ferramenta. É usada para confecção do concreto e argamassas, umidificação para a compactação do solo aterra-

do, limpeza, cura do concreto e resfriamento. Parte dessa água é evaporada, porém por não termos a evaporação por completo a porcentagem restante de água em estado líquido pode causar problemas para a edificação a ser construída (IBDA, 2019).

O processo de secagem dos materiais porosos acontece em três fases (MARTINS, 2018):

1ª fase: Evaporação da água superficial

2ª fase: A água evapora lentamente nos poros de diâmetros maiores

3ª fase: A água presente nos poros de menores diâmetros é liberada em um método extremamente lento podendo levar longos anos para evaporação completa.

De acordo com Verçosa (1991) a umidade originada pela execução da construção é necessária para obra.

2.3.2 Umidade proveniente das chuvas

A chuva é a causadora mais comum presente nas coberturas (telhados), paredes e lajes de terraço. A chuva é o maior gerador de umidade, porém não é o simples fato de decorrer a precipitação que aparecerá as patologias de umidade. Há de se levar em consideração a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros) (SOUZA, 2008).

A umidade decorrente das chuvas é aquela vem da cobertura (telhado), paredes e lajes de terraços. De acordo com Verçosa (1991), são bastante comuns os vazamentos em calhas, condutores, algerozes e outros aparelhos utilizados com a finalidade de se coletar essas águas.

A solução para as calhas é a constante limpeza e manutenção de todo o sistema, nas lajes de terraço deve-se observar a existência de rachaduras nas platibandas e caso haja alguma danificação, a correção deverá ser imediata evitando futuros transtornos.

2.3.3 Umidade por capilaridade

Caracterizadas pela ascensão da água do solo nas paredes, a umidade por capilaridade é gerada quando a parede está ligada a viga de fundação (baldrame) de forma inadequada. Se as paredes estiveram em contato com o sólido úmido, cria-se um caminho para a entrada de umidade pela força capilar exercida pelos existentes nos componentes da alvenaria (CONSTRUDEIA, 2013).

As condições de solo úmido em que a edificação foi construída e a utilização de materiais porosos como tijolo, argamassa, blocos estruturais, madeiras e concreto, proporciona ainda mais o aparecimento da umidade, pois seus canais capilares permitem que a água ascenda do solo e penetre no interior da edificação, podendo ser visíveis em paredes e rodapés ocasionando manchas escuras, o aumentando a proliferação de fungos, bolhas, esfarelamento do reboco o desmoronamento das placas de concreto e pode até um odor forte.

2.3.4 Vazamentos de rede de água e esgoto

Umidade decorrente a parte hidráulica da edificação devido a um vazamento na mesma. Esse problema pode ter uma identificação difícil pois ficam por dentro da alvenaria dificultando a localização para reparo do vazamento. Neste caso será necessário quebrar o emboço e alvenaria até encontrar o foco do problema e assim sanar essa questão (ESGOTECNICA, 2017).

2.3.5 Por condensação

Ocorrem em locais onde existem grandes diferenças de temperatura. Se formam em uma superfície quando a sua temperatura se encontra abaixo ponto de condensação do ar. Este é um tipo de umidade que aparece com mais frequência em dias de chuvas e frios, aparecendo na parte externa e

interna da edificação, principalmente nos cantos onde a temperatura é mais baixa e em parede, forros, pisos, banheiros, cozinhas e garagem onde a menos contato com o sol.

Podemos observar esse fenômeno através de manchas irregulares e odores. Uma forma de resolver esse problema é aumentando a ventilação do ambiente (BLATEM, 2017).

2.4 Importância da impermeabilização

A impermeabilização consiste na aplicação de produtos que isolam as partes suscetíveis da edificação contra a ação da água, sendo ela primordial para que não haja infiltrações na edificação, proporcionando um conforto e maior durabilidade do imóvel. Segundo o IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização, entidade que reúne fundadores, fabricantes, aplicadores, distribuidores e revendedores de produtos impermeabilizantes e de produtos químicos voltados à construção civil, a umidade corresponde a 85% dos problemas encontrados nas construções brasileiras, por isso, não deve ser desprezada a sua relevância (IBI, 2017).

Para uma impermeabilização satisfatória é necessário que haja investimento em materiais de qualidade, adequada a necessidade do projeto de impermeabilização, o mesmo deve ser detalhado com todos os materiais necessários e o modo de execução para cada parte da edificação. O custo médio da implantação do sistema de impermeabilização custa em torno de 1 a 3 % do valor total da obra. Sendo a mesma feita durante a execução da obra os valores investidos na impermeabilização serão menores com relação ao mesmo sistema feito após o término da obra (GUIDE, 2016).

A impermeabilização durante a construção de uma edificação é bem mais fácil e econômica do que depois da obra concluída quando aparecem os inevitáveis problemas por causa da umidade. Quanto maior o atraso para o planejamento e execução do processo de impermeabilização mais oneroso ele ficará podendo custar até 15 vezes mais quando é executado depois que os problemas começarem a surgir (SOARES, 2014)

De acordo com a ABNT NBR 9575 (2010), a impermeabilização deve ser projetada de modo a:

a) Evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não a outros sistemas construtivos, desde que observadas as normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;

b) Proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;

c) Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;

d) Possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.

3. ESTUDO DE CASO

Neste estudo foi abordado a impermeabilização em uma laje de um condomínio, que mediante a fortes chuvas tiveram problemas de infiltração devido à falta de manutenção. Cada caso deve ser analisado com suas particularidades.

O estudo de caso foi realizado em um condomínio, cujo possui um único bloco e contém 11 andares, padrão classe média-alta, localizado no Bairro da Gávea no município do Rio de Janeiro, RJ, BR.

3.1 Descrição:

Por intermédio da solicitação do síndico responsável, a equipe esteve no local e foram constatadas patologias de umidade no último andar do condomínio (Figura 2).

Figura 2: Corredor afetado devido a infiltração



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

3.2 Causas prováveis:

O problema aparente é mediante a falta de manutenção. Neste caso em específico não havia manutenção do serviço, ocasionando infiltrações no 11^a andar e em uma residência.

3.2.1 Solução

Primeiro passo foi identificar o ponto da laje que está na direção dos locais afetados (Figura 3) e tomar as providências necessárias para iniciar o serviço de impermeabilização. Tendo em vista que o síndico só irá realizar a manutenção neste espaço específico do problema.

Figura 3: Espaço da laje que será impermeabilizado



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Desta forma se faz necessário demolir todo o contrapiso existente no local a ser trabalhado, removendo junto a ele a proteção mecânica existente, após verificar se a superfície está limpa, seca e bem regularizada, com caimentos adequados para o ralo.

Na região dos ralos, foi criado um rebaixo de 1 cm de profundidade, com área de 40x40 cm, com bordas chanfradas, para que haja nivelamento de toda a impermeabilização após a colocação dos reforços previstos neste local (Figura 4).

Figura 4: Troca do ralo



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Foi iniciado o processo de impermeabilização com a aplicação do primer (Figura 5), que é uma tinta de ligação, entre a manta e o local onde ela será aplicada. Após a secagem do produto, os profissionais aplicaram a manta, que tem 1m x 10m, do ponto mais baixo para o mais alto.

Com o auxílio de um maçarico, foi realizado o passo a passo da colagem da manta asfáltica tipo II – classe C, atendendo as especificações da ABNT NBR 9952 (2014), derretendo a mesma e fixando-a à superfície. Para o arremate, a intensidade da chama do maçarico precisou ser diminuída. O assentamento da manta deve ser realizado com uma espátula para que fique bem fixa e não possa passar água. Ao utilizar um novo rolo mantém-se o mesmo processo de aplicação citado a cima, porém foi necessário nas emendas sobrepor uma sobre a outra em 30cm garantindo fixação em todos os pontos de sua extensão.

Para a impermeabilização e acabamento dos ralos foi cortado um

pedaço de manta de 30 x 30cm, colocar sobre os ralos, cortar o material em forma de “x” no vão do ralo e virar as pontas para dentro (Figura 6). Após a aplicação da manta na superfície inteira, foi feito outro corte na manta em forma de “x”, dobrando as pontas de manta em direção ao interior do ralo. Dessa forma, nos vãos de escoamento, a manta se estabilizará com uma dupla camada.

Figura 5: Aplicação da manta asfáltica



Figura 6: Impermeabilização do ralo



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Todos os cantos e arestas precisaram ser arredondados com raio aproximado de 5cm a 8cm (Figura 7).

Figura 7: Impermeabilização nos cantos parede/chão



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Ao finalizar todo processo de aplicação da manta asfáltica e a verificação de estanqueidade com uma lâmina d'água durante 72 horas, foi iniciado o processo de execução do contrapiso (Figura 8). Os contrapisos devem ter espessura mínima de 3cm e máxima de 4cm e em caso de áreas grandes, é necessário ter juntas de dilatação para preservar o contrapiso de fissuras e trincas (ABNT NBR 9574: 2008).

Figura 8: Início da execução do contrapiso



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Todo trabalho executado precisa de comprometimento não somente na execução, mas sim no serviço como um todo, e o descarte correto do material é imprescindível!

Não realizar trabalho com chuva ou tempo instável, é recomendado não recommear até que a superfície esteja totalmente seca. Após a realização do contrapiso foi passado mais uma camada de primer finalizando assim o serviço (Figura 9).

Figura 9: Finalização do serviço realizado



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

4. CONCLUSÃO

As manifestações patológicas podem aparecer em qualquer etapa da construção, devido a isso devemos dar total importância as manutenções preventivas, qualidade na execução dos projetos, qualificação dos profissionais, como a qualidade do material utilizado, sendo então necessário que todas as áreas envolvidas no ato da construção estejam em total harmonia para maior durabilidade das manifestações patológicas, mantendo um padrão mínimo de qualidade.

Este estudo teve o intuito de enfatizar o quanto necessário é o processo de impermeabilização nas edificações mostrando, por meio de um estudo de caso, uma opção de como deve ser feito desde a fase de planejamento de projeto com obra nova e até a correção dos problemas ocorridos pela não obediência a esta etapa.

Quando não é feita a impermeabilização das vigas baldrame e alvenarias, dependendo do solo onde a edificação estará inserida, certamente aparecerão as patologias em decorrência de umidade que acarretarão em custos elevados para correção e transtorno para os moradores além da questão estética e de saúde.

Com base no conhecimento adquirido para realização deste estudo, conclui-se que há uma grande necessidade de um órgão fiscalizador, onde o mesmo exija das construtoras a portarem um laudo contendo as impermeabilizações realizadas. E para um maior conhecimento do proprietário sobre as técnicas e tecnologias utilizadas, é importante que seja disponível um “manual de construção” com o relatório de todo material impermeabilizante utilizado e o seu tempo de vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9575. Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9952. Mantas Asfálticas para impermeabilização (Atende ao Tipo II – Classe C). Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9574. Execução da impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

BLATEM. Diferença entre humidade por filtração e por condensação. 2017. Disponível em:
<http://www.blatem.com/pt/atualidade/noticias/diferencas-entre-humidade-por-filtracao-e-por-condensacao/> Acesso: 18 de maio de 2019

CECHINEL, B. M.; VIEIRA, F. L.; MANTELLI P.; TONEL, S. Infiltração em alvenaria: Estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. IF-SC, Santa Catarina, 2011.

CONSTRUDEIA. Umidade por capilaridade. 2013. Disponível em: <https://www.construdeia.com/umidade-por-capilaridade/>. Acesso: 19 de maio de 2019

CONRACTOR PREDIAS. Inspeção predial. 2017. Disponível em: <https://>

149 | www.contractorpredial.com.br/inspecao-predial/. Acesso em: 24 de maio de 2019.

ESGOTECNICA. Infiltração na parede: Conheça os riscos e saiba como resolver. 2017. Disponível em: <https://www.cacavazamento.srv.br/infiltracao-na-parede/>. Acesso: 23 de maio de 2019

GUIDE. Impermeabilização de paredes, 2016. Disponível em: <https://gui-deengenharia.com.br/impermeabilizacao-de-paredes/>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

IBI. O que é impermeabilização? 2017. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

IBDA. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. 2019. Fórum da construção. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625/> Acesso: 19 de maio de 2019.

INSITUTO DE ENGENHARIA. Diretrizes Técnicas de Inspeção Predial, 2013. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot8007.pdf/>. Acesso: 23 de maio de 2019.

MARTINS, G. E. Patologia nas edificações ocasionadas pelas infiltrações por capilaridade. Monografia. Graduação em engenharia civil, Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro, 2018.

MONIGRAFIAS BRASIL ESCOLA. Principais manifestações patológicas encontradas em edificação. 2019. Disponível: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm/>. Acesso: 23 de maio de 2019

OLIVEIRA, P. F. G. Autovistoria Predial: Aspectos Legais e Práticos. Monografia. Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica. UFRJ. Rio de Janeiro, 2016.

PEREZ, A. R. Umidade nas Edificações: Recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas, IPT. São Paulo, 1985.

PEREZ, A. R. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT, 1988.

PEREIRA, C. Impermeabilização de lajes: Como fazer passo a passo. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/impermeabilizacao-de-lajes/>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

SOARES F. F. A importância do projeto de impermeabilização em obras da construção civil. Monografia Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica. UFRJ, 2014.

SOUZA, M. F. Patologia ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia. Especialista em Construção Civil. UFMG. Minas Gerais, 2008.

VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra. 1991.

VIAPOL. Descrição do produto. 1990. Disponível em: <http://www.viapol.com.br/produtos/viapol/residencial/impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o-de-areas-frias/viapol-laje-poliester/> Acesso: 19 de maio de 2019

ZAP EM CASA. Rachaduras na parede – saiba como identificar o perigo. 2015. Disponível em: <https://revista.zapimoveis.com.br/rachaduras-na-parede-saiba-como-identificar-o-perigo/>. Acesso em: 17 de março de 2019.

CAPÍTULO IX

SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS PARA PROJETOS RESIDENCIAIS

*Ana Carolina Almeida Machado
Igor Batista Viana
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

O presente artigo visa relatar sobre as instalações de águas quente e fria para projetos de residências. O ideal é mostrar como funciona a distribuição destas instalações. Serão apresentados neste trabalho, modos que podem prevenir o uso demasiado e como podemos usa-los de forma mais sustentável, com o intuito de diminuir sempre a agressão ao meio ambiente, buscando empreendimentos mais aprofundados em desenvolvimentos para não ficar refém aos altos preços que o sistema público impõe. Soluções equivocadas podem provocar altos custos com materiais (tubo, conexões, joelhos), então como seu mau procedimento e falha na análise do projeto, podem acarretar outras demasiadas possibilidades de problemas. Assim, será apresentada uma forma detalhada de procedimentos e de projetos previamente analisados a serem feitos no dia a dia de uma obra hidráulica e sanitária, para enfim de evitar desperdícios no consumo de água e energia que estão previamente dependentes um do outro, fazendo com que deixe explícito todo processo prévio da construção.

O projeto hidráulico e sanitário faz parte da base de uma construção, vemos que o saneamento básico e o tratamento de água e esgoto são práticas de extrema importância, pois no que se fala a respeito de saúde e bem-estar da população, deve-se muito a um sistema hidráulico e sanitário bem desenvolvido, mencionando também que para um país ser considerado desenvolvido, passa por essa análise (EOS, 2014).

Há milhares de anos, os primeiros projetos hidráulicos e sanitários foram desenvolvidos na Roma antiga, Grécia e Egito, pois foi percebido que precisaria haver a separação certa da água para o consumo do povo e a água utilizada para outros meios, como por exemplo, banhar-se e para a irrigação dos campos agrícolas (EOS, 2014).

Em aproximadamente 312 a.C., foi desenvolvido o primeiro sistema de abastecimento pelo império Romano, com aproximadamente 17 km de extensão e denominado de aqueduto Aqua Ápia, sendo assim civilização que primeiro deu importância de fato a parte hidráulica e sanitária, e mais pra frente criando reservatórios, aquedutos, banheiros públicos e até um responsável para supervisionar essa área, denominando ele como superintendente de águas de Roma, viabilizando assim, o melhor saneamento para sua população (BARROS, 2014).

Os primeiros projetos sanitários também foram desenvolvidos na idade média. Em Nippur, localizado na Babilônia, foram construídas as primeiras galerias de esgoto do mundo, vendo que assim, os riscos de doenças diminuiriam e o bem-estar da população, em contraponto, aumentaria, da mesma forma como os gregos, em mesmo tempo aderiram o método de enterrar as fezes e deixa-las bem longe das fontes de água e alimentos da população (ÁVILA, 2018).

Nos últimos anos as construções civis em todo mundo tendem-se a adaptar a crise em que o país se encontra. Visando o lucro e o aproveitamento maior de grande parte dos materiais, partindo do ponto de que novas técnicas estão sendo testadas e obtendo êxito (ÁVILA, 2018).

Na área hidráulica e sanitária, pode-se ver que o princípio básico a se fazer está inteiramente ligado com a sua distribuição, partindo então que o aproveitamento de água é fundamental para tudo isso. Sua distribuição e pontos de utilização tendem a ser em quantidade suficiente mantendo a qualidade do fornecimento, como muito das vezes é coletado pela água da chuva, ou seja, recursos naturais tem sido uma válvula de escape, acarretando para fins não-potáveis, caso a distribuição seja feita de forma errônea pode causar sérios problemas ao bem-estar físico e psicológico do ser humano, esse sistema de reuso da água ou de qualidades insatisfatórias, desconhecida ou questionável, tem que ser completamente separado de sistemas de águas quentes e frias.

Para a maior preservação da vida útil das instalações é necessário que atendam os seguintes requisitos: garantir o fornecimento de água contínuo, evitar níveis de ruídos inadequados à ocupação do ambiente; prender os canos de maneiras corretas; proporcionar conforto, contendo peças de fáceis níveis de utilização (JÚNIOR, 2017).

Em algumas situações é imprescindível a instalações de águas quentes, como hospitais, hotéis, motéis, lavanderias, restaurantes e afins. Para projetos residências é inteiramente ligado as instalações elétricas, quanto mais se é utilizado mais é gasto, justamente por isso se aplica a casas de padrões médios à altos, soando praticamente indispensável em qualquer prédio e condomínio. A temperatura varia de acordo ao que se origina de princípio, como por exemplo; hospitais e laboratórios que é de 100°C ou mais (JÚNIOR, 2017).

A motivação deste assunto surgiu pelo fato dos projetos hidráulicos serem uma das partes principais de qualquer projeto, ainda mais o residencial. Um projeto bem detalhado e claro ajuda muito na conclusão de uma construção civil, além de ser primordial o seu processo de adequação no local e perfeição em sua etapa. Uma boa instalação hidráulica e sanitária numa construção ajuda diretamente economia, evita patologias e inconformidades, conforto e segurança para o usuário.

Relata-se todo processo dos sistemas hidráulicos e sanitários de um

projeto de forma clara e objetiva, passando todos os pontos precisos para uma boa performance na construção civil. Na forma de análises de documentos, foi embasado toda parte teórica bem fundamentada em documentos legais, para realizar de uma forma mais aprofundada, assim passando o que se é fundamental em questão.

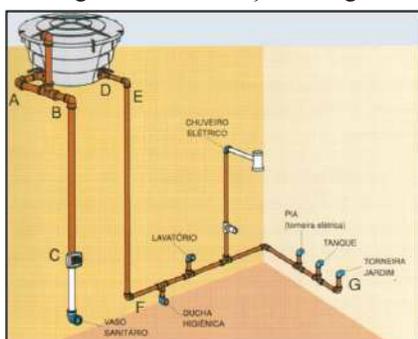
O objetivo deste estudo é especificar e detalhar todo procedimento das instalações hidráulicas para residências, para garantir o abastecimento contínuo e ordenado suficiente de água fria em todos os pontos de consumo e em alguns casos de residências, também a de água quente. Demonstrar os padrões usados através de normas e mostrar a utilização desses meios de forma clara.

2. INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

As instalações de água fria são provenientes a distribuição da água nos projetos residências e prediais, controlando o sua pressão e velocidade definida na norma técnica ABNT NBR 5626:1998, capaz de abastecer corretamente, dando o bom funcionamento da instalação, assim contendo a verificar a qualidade adequada da água que se é distribuída (REALI et al., 2002).

Para instalações de projetos podem ser considerados três etapas; concepção do projeto, determinação de vazões e dimensionamento. A etapa mais importante do projeto é a concepção, pois nessa fase deve ser averiguado o tipo de prédio/residência, sua utilização, capacidade, sistema de distribuição adequado (Figura 1), localização para canalizações e aparelhos (REALI et al., 2002).

Figura 1: Distribuição de Água.



Fonte: MASSANO (2018)

2. 1 Dimensionamento de Instalações de Água Fria

2.1.1 Dimensionamento de Caixa de Proteção e Hidrômetro

O Hidrômetro é instalado em uma caixa de alvenaria ou de concreto, que pode eventualmente ser enterrada, desde que dotada de tampa hermética ou localizada onde não ocorra entrada de água pluvial. A caixa protetora deverá ser emboçada externa e internamente antes de ser pedida a ligação, somente o piso deverá ser feito após a ligação da CEDAE, deverá ser fechada por uma porta de madeira ou metal, nas dimensões citadas conforme a tabela 1 abaixo para a proteção do hidrômetro (CEDAE, 2010).

Tabela 1: Dimensões Mínimas Internas da Caixa Protetora do Hidrômetro.

Hidrômetro	Dimensões internas da caixa protetora			Dimensões da porta		Posição do alimentador e do ramal interno		
	Compr. c	Larg. L	Alt. h	Comp.	Alt.	d	e	p <
1/2"	0,80	0,40	0,50	0,70	0,40	0,30	0,10	0,10
1"	0,90	0,50	0,60	0,80	0,50	0,30	0,10	0,15
1 1/2"	1,10	0,60	0,70	1,00	0,60	0,40	0,20	0,20
2"	1,50	0,70	0,80	1,40	0,70	0,50	0,20	0,30
3"	2,00	0,90	1,00	1,80	0,90	0,60	0,25	0,40
4"	2,20	1,10	1,20	2,00	1,10	0,70	0,25	0,40
6"	2,50	1,30	1,40	2,30	1,20	0,70	0,5	0,40

Fonte: Adaptado da CEDAE (2010)

A capacidade do reservatório deve atender ao padrão de consumo de água no edifício ou residência, e se possível obter informações, considerar a frequência e duração de interrupções do abastecimento. O volume de água para uso doméstico deve ser, no mínimo necessário para 24 horas de número total para as pessoas que o utiliza (PEREIRA, 2014).

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório, consideramos o volume inferior que é equivalente a 1,5 vezes do consumo diário, portanto (PEREIRA, 2014):

$$\begin{aligned} \text{RI} &= 1,5 \times \text{CD} \\ \text{RI} &= 1,5 \times 0,150 = 225 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Devido à localização empregada utilizamos uma cisterna com melhor configuração, com base retangular de 6,00m e 5,00m. Com isso calculamos a altura máxima, em função do que temos (PEREIRA, 2014):

$$\begin{aligned} h \times 6,00 \times 5,00 &= 0,225 \\ h &= 6,75 \text{ m} \end{aligned}$$

Porém se faz necessário uma distância de (PEREIRA, 2014):

- 0,1m entre o extravasor e o nível d'água;
- 0,1m entre o extravasor e o alimentador;
- 0,1m entre o alimentador e a caixa de inspeção.

A caixa de inspeção deve ter no mínimo 0,5m, com isso temos a altura total da cisterna:

$$6,75 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,5 = 7,55 \text{ m}$$

Dimensões totais: 7,55 x 6,00 x 4,50 (Sendo 6,75m o nível máximo da água)

2.1.3 Dimensionamento do Reservatório Superior

O Reservatório Superior é usualmente utilizado para garantir a pressão da rede, geralmente sendo localizada na parte alta das edificações e casas, a água chega devido aos pontos de utilização. Sua pressão varia de acordo com a altura do reservatório, assim devendo ser localizados próximos aos pontos de consumo para diminuir o número de conexões e a perda de carga para garantir maior qualidade e menos custo nas instalações (PEREIRA, 2017).

Para dimensionar o reservatório superior, deve-se levar em consideração a reserva técnica de incêndio e consumo diário. De acordo com código de segurança contra o incêndio e pânico deve-se calcular a reserva técnica de 6000 L para edificações, com até 4 hidrantes para mais, acrescentando 500 L por hidrante. Para residências privativas, unifamiliares e multifamiliares, exceto transitórias, não é obrigatório conter Dispositivos Preventivos Fixos (COSCIPI, 2017).

2.1.4 Dimensionamento da Tubulação de Recalque

Toda instalação hidráulica que transporta um fluido da camada inferior para superior, onde o escoamento é viabilizado pela presença de uma bomba hidráulica, que é um dispositivo projetado para fornecer energia ao fluido. São divididas em duas partes; Tubulação de Sucção, Tubulação de recalque (RODRIGUES, 2014).

O diâmetro da tubulação de recalque é calculado levando em consideração a seguinte fórmula de Forchheimer (RODRIGUES, 2014):

$$D_{rec} = 1,3 \sqrt{Q_{rec}} \sqrt{X^4}$$

Onde:

Q_{rec} é a vazão de recalque (CD / tempo de funcionamento previsto para a bomba, por dia).

X é a relação entre o número de horas de funcionamento da bomba e 24 horas (relativas a um dia).

Para dimensionar o diâmetro da tubulação de recalque utilizamos um conceito importante relativo à bomba, que é o tempo contínuo de operação da bomba em um dia. Considerando N_f (número de funcionamento) igual a 6 horas. Definimos este tempo de tal forma para economizar a vida útil do motor-bomba, conseguindo conciliar vazão e consumo diário afim de redistribuir o tempo para abastecimento do reservatório superior (MASSANO, 2018).

Conforme vemos na fórmula abaixo:

$$D_{rec} = 1,3 \sqrt[4]{Q_{rec} X}$$

Onde:

$$Q_{rec} = CD / N_f = 0,15 \text{ m}^3 / (6 \times 60 \times 60) \text{ s} = 6,94 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$X = N_f / 24 = 6 / 24 = 0,25.$$

$$D_{rec} = 0,00242 = 2,42 \text{ mm}.$$

2.1.5 Dimensionamento da Tubulação de Sucção

Tubulação de sucção está compreendida entre o reservatório inferior e o orifício de entrada da bomba. O diâmetro de sucção é definido com relação ao diâmetro de recalque (JUNIOR, 2017). Adota-se o diâmetro igual ou imediatamente superior:

$$D_{suc} \geq D_{rec}$$

Logo, será adotado o diâmetro de 15 mm = ½”.

Ao exemplo de uma estação elevatória, o transporte de Q L/s de água do reservatório inferior (RI) ao superior (RS), requer meio mecânicos e cessão de energia ao fluido.

2.1.5.1 Velocidade do Escoamento

A verificação da velocidade de escoamento é importante, pois evita que após início da operação do sistema de recalque não se tenha o inconveniente do barulho gerado por alta trepidação na linha. Esta verificação se faz consultando o ábaco de Fair-Whiple-Hsiao (JUNIOR, 2017)

Onde:

Diâmetro = ½”

Vazão = 0,00694 l/s

2.2 Motor Bomba

O processo de bombeamento de água passa por diversas formas de controle e consumo energético, seja esse processo baseado em controle de vazão, de pressão ou de nível. Os sistemas elevatórios consistem em uma das principais aplicações de sistemas de bombeamento, pois uma elevatória objetiva suprir o reservatório que alimenta uma quantidade de consumidores (REGIS et al, 2010).

Possui três tipos de bombas d'água utilizadas (PARAÍSO DAS BOMBAS, 2018):

Bomba Autoaspirante: Aspira água por conta própria, é único tipo de bomba que é capaz de transferir a água, sem deixar que ela retorne, primeiro ela retira o ar da tubulação para depois dar início ao bombeamento. Ela tem o compartimento que retém água, portanto o esforço para o bombeamento é menor que os demais tipos de bomba.

Bomba centrífuga: Funciona com força centrífuga, aquela que não é considerada força por não seguir os requisitos das Leis de Newton, é importante saber que essa força não é vista de longe visando que não envolve aceleração, só pode ser sentida pelo objeto e pessoa que está sujeita a ela, sendo assim essas bombas precisam de uma válvula de retenção ou válvula de pé, instaladas na extremidade inferior da tubulação da sucção para ga-

Bomba Periférica: Tecnicamente parecida com a autoaspirante, contudo ela possui uma capacidade manométrica – medição em altura do quanto uma bomba consegue suspender um líquido – bem superior aos demais. Esse tipo de bomba não precisa de uma válvula de retenção para funcionar. Seu uso é mais indicado em locais em que o abastecimento de água é comprometido.

3. INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE

O sistema de água quente, tanto predial, quanto residencial, tem por finalidade clara e objetiva, conduzir a água pelo sistema hidráulico de forma aquecida para todos os pontos necessários de utilização da construção, de forma segura.

Para se formar um sistema de água quente, é necessário de: Aquecedores (passagem ou de acumulação), Tubulação apropriada para conduzir a água com nível de temperatura mais elevado, Tubulação simples de água fria para o fornecimento do sistema de água quente, Dispositivo de segurança e as peças finais, por onde vão ser levada a água quente, como: Chuveiros, torneiras, lavatórios e etc. (JUNIOR, 2017)

As instalações de águas quentes devem ser projetadas e regidas com base em uma norma, que é a ABNT NBR 7198: 1993, de forma que (JUNIOR, 2017):

- Dê ao usuário o conforto ideal para sua utilização.
- Garanta a qualidade da água
- Economizar o consumo de energia
- Garantir ao consumidor a quantidade necessária ao uso dele, de forma continuada, o controle da temperatura, o perfeito funcionamento da pressão e velocidade da mesma e a perfeição no funcionamento de tubulações e peças.

3.1 Consumo de Água Quente

O consumo de água quentes em sua totalidade é menor que o consumo de água fria e ficam na dependência em parte, dos aparelhos hidro sanitários, estimando-os assim em uma aproximação inicial, multiplicando todo volume estimado de água fria pelo coeficiente de redução, neste caso sendo para residências e apartamento (NETTO & FERNANDEZ, 2015).

O provável consumo instantâneo máximo pode ser estimado de acordo com o estabelecido de uso do sistema de dimensionamento para a utilização de água fria (NETTO & FERNANDEZ, 2015).

Segundo a ABNT NBR 7198/1993, as condições do clima, os pequenos detalhes das instalações e a forma que o sistema é utilizado são parâmetros primordiais a se considerar no consumo de água quente (NETTO & FERNANDEZ, 2015).

3.2 Sistemas de Aquecimento

Segundo a ABNT NBR 7198 (1993), o sistema de aquecimento pode ser em um projeto com uma base, pois deve ser pensado com base do que a edificação e o usuário desejam a melhor forma de viabilizar o emprego da alternativa correta, para assim poder chegara a uma solução coerente e satisfatória. O projetista pode abastecer a edificação de três formas diferentes que são ela: (KAVASSAKI, 1994).

Aquecimento Individual – Quando alimenta apenas um único aparelho;

Central Privado – Um equipamento será responsável por distribuir a água quente para todos os pontos da residência;

Central Coletiva – Como no central privado, um equipamento que irá ser responsável por distribuir a água quente, porem, neste caso, distribuirá em mais de uma residência.

Os projetos residenciais mostram claramente a normalidade do uso de energia elétrica para o maior conforto de seus usuários, de varias formas possível e uma delas, foi elaborar a forma de aumentar a temperatura da água e transportar ate o ponto de consumo.

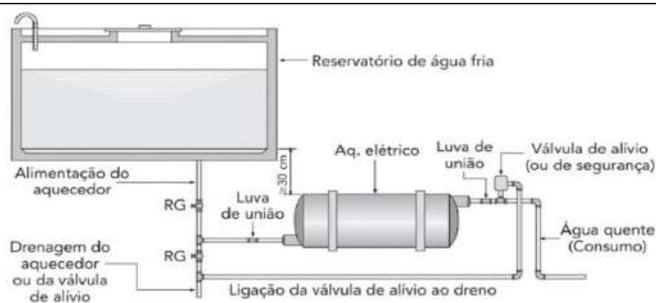
Para elaboração de um projeto residencial, o sistema de distribuição de água quente pode ter alguns tipos de aquecedores, os mais usados são os diretos e indiretos, de acumulação ou de passagem. Eles podem ser alimentados de diferentes formas, como: Energia elétrica, gás ou energia solar.

3.3.1 Aquecedor Elétrico por Acumulação (Boilers Elétricos)

Estes equipamentos são práticos e de fácil transporte e instalação, fazendo assim a inutilização de tubulações diretas para eles, já por outro lado, gastam mais KW e o custo sai maior (BUXTON, 2017).

Boilers elétricos (Figura 2) são mais práticos e rápidos, para o maior conforto do usuário, pois o líquido usado, é armazenado para uma possível utilização futura. O armazenamento deste líquido possibilita a utilização com mais proveito nos demais pontos de uso, assim distribuindo para vários pontos de aproveitamento da residência com a mesma pressão e quantidade (BUXTON, 2017).

Figura 2: Aquecimento por acumulação Elétrico



Fonte: JUNIOR (2017)

3.3.2 Aquecedor Elétrico de Passagem

São os aquecedores mais comuns e mais utilizados, pois como são dispositivos interpostos pela tubulação, o aquecimento da água é imediato, os chuveiros elétricos e torneiras elétricas são bons exemplos (JUNIOR, 2016).

3.3.3 Aquecedor a Gás por Acumulação (Boilers)

Este aparelho possui um tipo de mangueira para poder reter e recolher a fumaça produzida pela combustão de partículas próprias, que assim são transformados em energia térmica pela acumulação de um fluido. A eficiência deste equipamento é dada conforme a transformação feita, do combustível, tornando em energia. Existe também o mesmo tipo de aparelho feito por acumulação, porém é atribuído um condensador, para além de transformar o combustível em energia, mas também utiliza o calor latente dos gases presos na mangueira, transformando-os em energia e elevando a eficiência do sistema (BUXTON, 2017).

3.3.4 Aquecedor a Gás de Passagem

Os aquecedores a passagem são de uma forma oposta aos de por acumulação, pois este não retém o calor no fluido armazenado e usam serpentinas, assim permitindo o fluido ser diretamente aquecido para a utilização dos usuários na residência, diminuindo desta forma as contínuas perdas de armazenamento da estática do líquido (BUXTON, 2017).

3.3.5 Aquecedor Solar

Por volta do ano de 1970, após uma crise da área do petróleo, foram começando a se apresentar uma nova forma de aquecedor de água, o aquecedor solar.

De acordo com o crescimento dessa nova forma no mercado, foram aos poucos, iam surgindo mais profissionais que se especializavam para atuar com este tipo de adequação e instalação, do aquecimento de água. Por volta dos anos 80, deu-se a implementação de fato deste aparelho no Brasil, pois neste período também foram criadas as normas técnicas da associação brasileira de normas técnicas da ABNT referentes ao setor de aquecimento de águas quentes por energia solar (SOLAR, 2018).

Como em todas as outras áreas, esta também veio a se atualizar, com o usuário buscando assim uma forma melhor e mais barata para ter a água aquecida em sua residência, aprimorando assim o aquecedor solar (SOLAR, 2018).

O aquecedor solar é constituído de uma forma simples, apenas com as placas receptoras da luz solar e um compartilhamento térmico feito de cobre, também chamado como boiler.

A recepção da radiação do calor é feita por essas placas que de forma direta (Figura 3), o calor atravessa o vidro da placa, esquentando as paletas de alumínio ou até mesmo de cobre, que são pintadas da cor mais fechada possível, para assim coletar mais calor, passam por tubos para uma serpentina que retém o calor, transmite esse calor a água de dentro do boiler, aquecendo-a deste então. Este compartimento térmico de cobre dividido em cilindros, cilindros esses que são de modo térmico, isolado com poliuretano dilatado sem CFC, isso sem prejudicar ou atingir de alguma forma a camada de ozônio, armazenando assim a água até que seja utilizada pelo usuário (SOLAR, 2018).

Figura 3: Placa de aquecedor solar



Fonte: SOLAR (2018)

4. INSTALAÇÕES DE ESGOTOS SANITÁRIOS

As instalações de esgoto sanitário visam atender exigências mínimas de habitação em relação a higiene, segurança, economia e conforto dos usuários. Alguns projetos mal elaborados resultam em vários problemas diários, como:

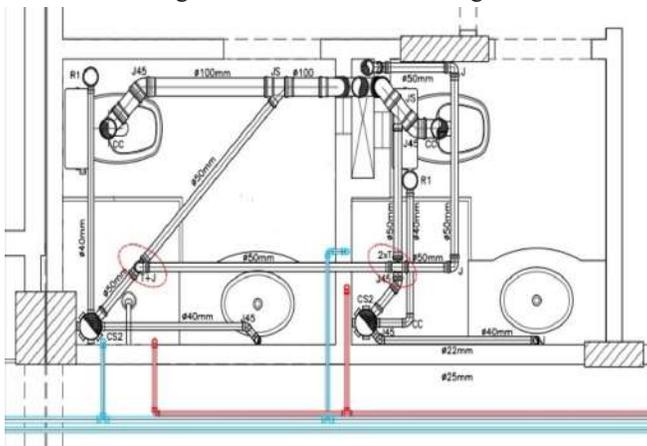
Promovendo o rápido escoamento dos esgotos: isto é conseguido através de traçados convenientes, evitando-se curvas verticais e horizontais.

Vede a passagem de gases e animais das tubulações para o interior dos edifícios: provendo-se todas as peças ou canalizações ligadas a elas, de fecho hídrico (coluna líquida de 50 mm de altura no mínimo), que deve ser mantido sob quaisquer condições de funcionamento da rede;

Impeça a poluição da água de consumo e de gêneros alimentícios: evitando as interconexões, bem como a passagem de canalizações de água em rebaixos de pisos ou canaletas de águas servidas. De qualquer maneira, a existência de vazamentos na canalização de esgotos, pode causar problemas de contaminação da água de abastecimento e de gêneros alimentícios (GEBARA, 2001).

A figura 4 detalha uma instalação típica de esgoto sanitário.

Figura 4: Detalhamento de Esgoto



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

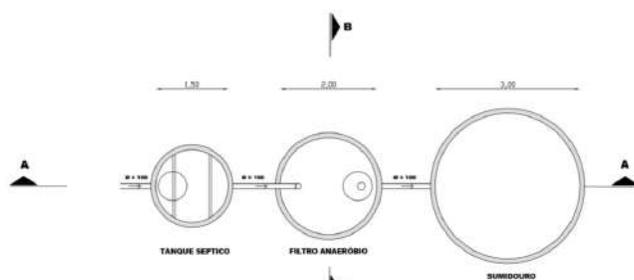
4.1.1 Tanque Séptico

É uma das soluções recomendadas para os destinos dos afluentes em edificações providas de suprimento de água. É um dispositivo de tratamento biológico destinado a receber contribuição para um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um tratamento de esgotos um grau de tratamento compatível com sua simplicidade e custo. Pode ser caracterizado cilíndricos ou prismáticos-retangulares (SOUZA & DAMASCENO, 2009).

4.1.2 Tanque Sumidouro

Consiste de um buraco escavado no solo, com seção circular de diâmetro 1,5 a 1,8 m ou quadrada com área entre 1,5 e 1,8 m² e profundidade útil de 2 a 3 m, destinado a receber todo o esgoto da casa conduzido por tubulação de 100 mm (4”), de diâmetro, conforme pode ser observado na figura 5 (SOUZA & DAMASCENO, 2009).

Figura 5: Tipos de Esgotos



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

5. CONCLUSÃO

Um projeto dimensionado por água quente se torna sustentável quando se é aplicado o sistema de aquecedor solar, então mesmo que o custo se torne elevado inicialmente no processo de construção temos um retorno

significativo financeiramente ao longo dos anos, já em um projeto de água fria podemos ter um meio sustentável usando águas para fins não-potáveis por meio de captação de água da chuva.

O processo de aplicação e instalação de água fria e quente se torna simples e econômico quando se é previamente calculado pelo projetista e dimensionado da maneira adequada para cada tipo de residência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5626. Instalações Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 7198. Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente. Rio de Janeiro, 1993.

ÁVILA, V. M. Compatibilização de Projetos na Construção Civil Estudo de Caso de um Edifício Residencial Multifamiliar. Julho 2011, Acesso: em 06 de setembro de 2018.

BARROS, R.; A História do Saneamento Básico no Brasil. 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/>. Acesso em: 06 de setembro de 2018.

BUXTON, P. Manual do arquiteto planejamento, dimensionamento e projeto. Editora Bookman, 5ª edição. Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=BjwtdgAAQBAJ&pg=SA7-PA29&dq=aquecedores+por+acumula%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiN_8vh2aHiAhUjC-9QKHUA9AycQ6AEIOTAD#v=onepage&q=aquecedores%20por%20acumula%C3%A7%C3%A3o&f=false. Acesso em: 17 de maio de 2019.

CODIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCENDIO E PANICO - COSCIP. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em http://www.cbmerj.rj.gov.br/pdfs/from_dgst/COSCIP.pdf. Acesso em: 17 de outubro de 2018.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS - CEDAE. É Melhor Construir uma Caixa Protetora para seu Hidrômetro. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <https://pt.scribd.com/document/43003133/Caixa-Hidrometro-CEDAE>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

EOS, C. S. Conheça a História do Saneamento Básico e do Tratamento de Água e Esgoto. 2014. Disponível em: www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/. Acesso em 06 de setembro de 2018.

GEBARA, D. Instalações Hidráulicas Esgoto Sanitário, 2001. Disponível em: [http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_5839esgoto_sanitybio_\(pbincipal\)_pdf.pdf](http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_5839esgoto_sanitybio_(pbincipal)_pdf.pdf). Acesso em 17 de maio de 2019.

JÚNIOR, R. C. Instalações prediais hidráulicos-sanitários princípios básicos para elaboração de projetos. Editora Blucher, 2ª edição. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=AyxdDwAAQBAJ&pg=PA120&dq=aquecedores+eletricos+de+passagem&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiV4J2p4KHiAhWGLLkGHaO-7AqIQ6AEILzAB#v=onepage&q=aquecedores%20eletricos%20de%20passagem&f=false> Acesso em: 17 de maio de 2019.

JÚNIOR, R. C. Instalações Hidráulicas e Projeto de Arquitetura. Editora Blucher, 11ª edição. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ByxdDwAAQBAJ&pg=PA94&dq=instala%C3%A7%C3%B5es+hidraulicas+7+edi%C3%A7%C3%A3o&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjKoYv7ssDdAhUBm5AKH-ZoZBBEQ6AEIKzAA#v=onepage&q=instala%C3%A7%C3%B5es%20>

hidraulicas%207%20edi%C3%A7%C3%A3o&f=false. Acesso em: 06 de setembro de 2018.

KAVASSAKI, Y.; GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O.; Sistemas Prediais de Água Quente, 1994. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAOo0AK/sistemas-prediais-agua-quente> Acesso em: 17 de maio de 2019.

MASSANO, R. Solução em Hidráulica – Dimensionamento de Instalações de Água Fria. 2018. Disponível em: http://www.renatomassano.com.br/dicas/residencial/dimensionamento_das_instalacoes.asp. Acesso em: 16 de outubro de 2018.

NETTO, A; FERNANDEZ, M. F.; Manual de Hidráulica. Editora Blucher, 9ª edição. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=ejtRDwAAQBAJ&pg=PA509&dq=instala%C3%A7%C3%B5es+hidr%C3%A1ulicas+sistema+de+%C3%A1gua+quente&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiGhKeh7aDiAhX-0CrkGHe1RD2gQ6AEIQDAE#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 de maio de 2019.

PARAISO DAS BOMBAS. Como funciona uma Bomba Autoaspirante? 2018. Disponível em: <https://blog.paraisodasbombas.com.br/como-funciona-uma-bomba-autoaspirante/>. Acesso em 18 de outubro de 2018.

PEREIRA C. Instalações Hidráulicas – Escola Engenharia. 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/instalacoes-hidraulicas/>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

PEREIRA, C. Dimensionamento de Caixa d'água. Escola Engenharia, 2014. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/dimensionamento-caixa-dagua/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2018.

REALI, M. A. P.; MORUZZI, R. B.; PICANÇO, A. P.; CARVALHO, K. Q. Instalações Prediais de Água Fria. 2002. Disponível em: <http://www.civilnet.com.br/Files/Hidra/APOSTILA%20de%20Prediais%20nova.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2018.

REGIS, R. L. Eficiência Energética em Processos de Bombeamento D'água. 2010. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/sergiovg/materiais/EE_Em_bombeamento_Destaques.pdf. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

RODRIGUES, L. E. M. Mecânica dos Fluidos. 2014. Disponível em: <http://www.engbrasil.eng.br/pp/mf/aula14.pdf>. Acesso em: 14 de outubro de 2018.

SOLAR. Sistema de Aquecimento Solar (Aquecedor Solar). 2018. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/sistema-de-aquecimento-solar.html>. Acesso em: 17 de maio de 2019.

SOUZA, F. C.; DASMACENO, F. A.; Instalações Hidráulico - Sanitárias. 2009. Disponível em: http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/Apostila%20hidraulica_sanitaria_final.pdf. Acesso em 17 de maio de 2019.

CAPÍTULO X

PATOLOGIA DE FACHADAS E A NECESSIDADE DE SUA RECUPERAÇÃO

*Priscila Galdino do Espírito Santo
Thiago Garcia Carvalho
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

O presente artigo vem abordar a patologia de fachadas e a necessidade de sua recuperação, visto que a fachada dos edifícios é uma das áreas mais exigentes, sendo necessário ter um maior cuidado com a mesma, pois a fachada fica exposta de forma contínua as agressões do meio ambiente, de forma natural, e por algumas características da forma físico-químicas por causa dos vários materiais que a compõem. Desta forma surgem alguns tipos de patologias, e é necessário identificar sua origem, para que assim se possa executar ações preventivas e corretivas que sejam eficientes para a recuperação da fachada. Algumas das patologias mais comuns existentes em edifícios são: Umidade, as trincas, vazamentos, fissuras, entre outros tipos de patologias, que serão brevemente abordadas ao longo do artigo. O estudo de caso abordará manifestações patológicas referentes a fachada de um prédio localizado no bairro do Flamengo no Rio de Janeiro, sendo apontada as soluções que foram executadas para a recuperação da fachada em questão.

A patologia de fachadas e a necessidade de sua recuperação, é de extrema necessidade para a engenharia civil.

A fachada é entendida como sendo a parte exterior de uma edificação, se formando como: faces frontais, posteriores e laterais. Sendo assim a representação de uma ou mais vistas das faces externas de uma construção. (FERREIRA, 2004).

Desde o início da civilização o homem buscou estruturar e construir para viver em sociedade, como uma forma de se adaptar às suas necessidades vivida por aqueles primórdios, nos dias atuais se tornou necessário fazer uma instalação seja ela: habitacional, laboral. (SOUZA, 1998).

Abordando sobre o conceito de fachada, segundo Toledo (2007):

De forma convicta pode-se dizer que a fachada é a interface do edifício, exteriorizando a parte do ambiente exterior. A fachada é composta por elementos que compõem as esquadrias, podendo ter como o revestimento argamassado das alvenarias, e que podem receber pinturas, assim como de outros materiais que façam uma proteção da fachada do prédio, além de trazer beleza trazem proteção ao prédio.

O revestimento da fachada deve ser composto por materiais que façam uma melhor proteção a todo os elementos que façam a vedação do edifício, sendo necessário executar uma manutenção da fachada para que não ocorram possíveis patologias (COMUNIDADE CONSTRUÇÃO, 2006).

Segundo Souza (1998), entende-se por manutenção de uma estrutura o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador. Um bom programa de manutenção implica definição de metodologias adequadas de operação, controle e execução da obra, e na análise custo-benefício desta manutenção.

De acordo com Sabbatini (1989), o uso do revestimento de argamassa na fachada de prédios vem a ser um importante fator de benefício para conceder uma vedação ao prédio, portanto ajudam a reduzir a ação direta dos agentes agressivos na fachada, tais dele como chuva, vento, maresia, granizo entre outros.

Desta forma é importante que haja uma melhor execução na construção da fachada, devendo à mesmo ser orientada por um projeto específico e realizada por profissionais qualificados, utilizando materiais determinados

em projetos, para que manifestações patológicas como trincas, deslocamentos, fissuras, perdas de aderência, gretamentos e mudanças de coloração, dentre tantos outros problemas tenham sua ocorrência minimizada.

Para que haja um bom desempenho de uma edificação o mesmo depende do uso de materiais de boa qualidade, uma vez que eles se relacionam, e no final resultam em um bom trabalho, caso se usem materiais de baixa qualidade isso irá gerar danos de prejuízos para o prédio e consequentemente para a fachada que precisaram ser refeitas, portanto deve haver qualidade tanto no material quanto no planejamento dos serviços de assentamento dos materiais e a manutenção após a sua aplicação. (LIMA, 1998).

A problemática do tema se dá a respeito das patologias nas edificações, e que na maioria das vezes, não decorrem apenas por um fator, mas sim de um conjunto de problemas que causam prejuízos, além de causar grande deterioramento, causando impacto direto na estética da edificação, deixando o mesmo com trincas entre outros problemas, e estes em algumas circunstâncias ocasionam graves acidentes.

Os sistemas de fachada em edificações são bem diversificados, uma vez que nos dias atuais podem-se encontrar diversos tipos de fachadas e de revestimentos, estes podendo ser construídos por uma grande diversidade de materiais e de técnicas para sua construção.

Segundo Verçosa (1991) os principais problemas relacionados à construção civil são classificados: Problemas no projeto 40 %, 28% a respeito da execução da obra, e 18% da má qualidade dos materiais utilizados; 10% são de mau uso do local e 4% são derivados do mau planejamento da obra.

Souza (1998) afirma que:

Os problemas patológicos ditos como mais simples são aqueles que podem ser solucionados de uma forma mais suave, onde exista uma padronização, podem ser resolvidos sem a necessidade de chamar um profissional capacitado para aquele reparo. E os problemas patológicos complexos precisam de uma análise para se medir o que precisa ser realizado para solucionar o problema.

Segundo Medeiros (1999), as origens das patologias do sistema de revestimento cerâmico estão relacionadas na maioria das vezes as especificações de projeto, ao assentamento e a manutenção. Portanto, é necessário apontar que os principais problemas das patologias nas edificações, fazem

com que o revestimento cerâmico de fachada não cumpra as devidas funções, sendo estas: Dá uma melhor proteção contra infiltrações externas ocasionadas pela ação da natureza, não proporcionado assim a proteção térmica no interior do prédio.

O revestimento cerâmico, é uma ferramenta de auxílio, de grande importância para conceder uma proteção a fachada de um prédio, com isso é necessário que haja uma manutenção dos revestimentos cerâmicos, estes que tem por principal objetivo ser uma forma de preservação ou recuperação das condições externas do prédio, devendo ser eficientes quanto ao uso e ao desempenho que foram previstos em seus projetos, a manutenção nos revestimentos cerâmicos é uma ação preventiva que sempre necessária de cuidado e inspeções quando for necessário.

Problemas são sensivelmente agravados, outras patologias podem surgir e existe um acréscimo natural do custo das obras, primeiro devido ao aumento da quantidade de serviço e segundo devido a possíveis reajustes de materiais e mão de obra (SILVA, 2007).

O tema se justifica, pois se trata de um assunto relevante para a construção e o próprio projeto de obras, assim como em todo o processo de recuperação de fachadas, pelo seu alto interesse para a engenharia civil. O tema é atual e relevante ao trabalho do engenheiro, que coloca em prática todo seu conhecimento para se obter um sucesso na recuperação de fachadas.

A metodologia deste estudo é composta de pesquisa bibliográfica baseada em livros relacionados à Patologia de fachadas, assim como livros conceitos e abordagens de revestimentos, obras, entre outros que compõem um melhor desenvolvimento para o tema.

O estudo tem como objetivo principal analisar a patologia de revestimento de fachadas, devido ao fato de que estes interferem diretamente no reboco e gradativamente vão afetando os revestimentos superficiais e as pinturas das fachadas.

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Delimitar o conceito de patológica de fachada, e o revestimento cerâmico;
- Pontuar no estudo de caso as origens das patologias ocasionadas na fachada do prédio;
- Abordar no estudo de caso a necessidade da remoção das pastilhas antigas e das manchas negras da parede do prédio;
- Elaborar um estudo de caso através de fotos, das manifestações patológicas apresentadas pelo prédio;

- Apresentar os resultados das trocas das pastilhas em todas as fachadas dos prédios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Campante (2001) afirma que a patologia pode ocorrer em parte do edifício ou durante algum momento de sua vida útil, deixando de apresentar algum tipo desempenho previsto. Estas patologias que ocorrem nos revestimentos cerâmicos podem ter tido duas origens desde a fase do projeto, neste devem ser escolhidos materiais que não sejam incompatíveis com as condições de seu uso, e os projetistas podem desconsiderar outras partes do revestimento no edifício, ou na fase de execução do projeto, uma vez que os projetistas ou os responsáveis pela obra não controlam tudo corretamente no processo de produção, é necessário que haja diversos processos para dar uma solução.

A patologia traz consigo a ideia da necessidade de manutenção do local, conforme o próprio entendimento de Souza (1998):

Manutenção de uma estrutura traz consigo a necessidade de manter toda ela, de forma conjunta, onde as atividades devem garantir um melhor desempenho dela, portanto, satisfatória a longo do prazo, ou seja, se define como o conjunto das rotinas que venham a ser prolongadas pelo resto da vida útil da obra, onde o custo se torna benefício no futuro. A manutenção traz dezenas de características ligadas a operação, controle e execução da obra, que são um custo-benefício para o prédio com a utilização da manutenção.

Para Silva (2007), quando se identificam problemas estes devem ser solucionados, pois ignorar os problemas podem torná-los mais agravados, pois as patologias aumentam e podem surgir novas, que acabam gerando mais um custo nas obras de reparo, tanto da mão de obra e dos materiais a serem usados.

Existem diversos estudos que pontuam que a maioria dos problemas patológicos advém das falhas dos projetos assim como do planejamento nas edificações, além do mau uso da moradia. (LIMA, 2009).

Segundo Sabbatini (1989), devem ser usados revestimentos que tem as seguintes finalidades: conceder uma melhor proteção para a edificação, onde o revestimento de fachada protege todos os elementos de vedação, e

de estrutura contra a deterioração que está associada a durabilidade dos elementos estruturais e das vedações, auxiliando assim no acabamento final; proporcionando um acabamento final mais bonito, concedendo, portanto, um bom padrão e o valor econômico para a mesma.

Bauer (1996) ainda complementa:

As falhas ocorridas no revestimento provavelmente foram geradas por algum tipo de deficiência de projeto, o desconhecimento das especificações dos materiais que foram utilizados e/ou emprego de material inadequado, além de erro de execução, e a própria deficiência de mão de obra, e ainda desconhecimento ou não observância de normas técnicas e problemas de manutenção.

Para Moraes (2002), pontua que as origens das patologias ocorrem principalmente por erros na execução, seja pelo mau uso ou falta de argamassa, o não arredondamento dos cantos e arestas; a falta de impermeabilização, deixar formar bolhas que poderão ocasionar os deslocamento e alguns tipos de rupturas na camada de impermeabilização; impermeabilização mal feita e em local empoeirado, comprometido, falhas nas emendas; entre outros fatores.

Campante e Baia (2003), as patologias podem ocorrer em alguma parte do edifício, seja ela qual for. As patologias que acontecem nos revestimentos cerâmicos tem sua origem na fase de projeto, onde são escolhidos materiais incompatíveis com as condições de uso e ambiente do local, ou do clima daquela cidade, uma vez que ao ignorar tais fatores podem gerar dezenas de prejuízos para as pessoas, além daqueles que ocorrem na fase de execução – onde os funcionários não tem o domínio certo da tecnologia que está sendo usada no prédio.

Conforme a engenharia civil evolui os problemas gerados pelas patologias se tornam mais evidentes. (MACIEL et al., 1998).

Segundo Campante & Baía (2003), as patologias podem acontecer em qualquer tipo de revestimento, que também pode não ser a causa do problema que esteja evidente. Por exemplo, o destacamento de uma placa geralmente não é causado pela própria placa, mas pode ter sido causado pela mão de obra que não respeitou o tempo em aberto da argamassa colante.

2.1 Conceito de Patologia e Principais Patologias em Sistemas de Fachada

Existem inúmeras patologias que podem ocorrer em uma edificação, sejam eles de causas internas ou externas.

Para Thomaz (1989) o processo evolutivo da evolução tecnológica da construção civil e as conjunturas socioeconômicas do Brasil acabaram sendo resultantes em obras cada vez mais esbeltas e leves, estas realizadas com velocidades cada vez maiores. Tais fatores, atrelados com o despreparo de profissionais.

Para Medeiros (1999):

A parte do processo de projetar e especificar as fachadas normalmente não recebem o cuidado necessário que deveriam, essa parte na maioria das vezes é negligenciada pelos empreendedores e construtores, assim como uma parte dos projetistas. Alguns destes escolhem apenas o material do revestimento (placa cerâmica) dentro de inúmeras outras alternativas que estão disponíveis no mercado, sendo assim eles escolhem mais pelo quanto de verba que esteja disponível naquele tempo de execução.

Os sistemas de fachada em edificações são bem diversificados, uma vez que nos dias atuais podem-se encontrados diversos tipos de fachadas e de revestimentos, estes podendo ser construídos por uma grande diversidade de materiais e de técnicas para sua construção.

Bauer (1996) é evidente que as falhas que ocorrem no revestimento podem ser causadas por uma deficiência em seu projeto, porém, podem ser desconhecidas as características dos materiais que foram utilizados e/ou empregadas, podendo estes possuírem um material ruim ou apenas inadequado.

O conjunto dos fatores que geram a deterioração estrutural podem acontecer de diversas formas, assim como o envelhecimento "natural" da estrutura que sem manutenção pode gerar acidentes. Os somatórios de vários fatores influenciam os problemas nas fachadas, um dos critérios diretos para a determinação da necessidade ou não de revisão de qualquer processo de produção é a quantidade de produtos que são rejeitados, ou aceitos sob condições, ou ainda com baixo desempenho. (SOUZA, 1998).

Desta forma as manifestações patológicas se dão diante de toda frequência pelo revestimento de argamassa de fachada, merecendo destaque as fissuras, as manchas de umidade e os descolamentos.

Mesmo que o prédio apresente patologias originadas pelo seu uso, pois a má utilização da edificação ou a falta de manutenção adequada pode implicar na qualidade e na segurança.

A Patologia das Estruturas é identificada como o: “é a área da Engenharia das Construções que estuda origem, causa, manifestação, e os resultados que geram a ocorrência das falhas”. Este ramo de engenharia tem sua importância devido à necessidade de prorrogar a vida útil das estruturas. (SOUZA, 1998).

De acordo com Silva (2007), há quatro fatores responsáveis pelo surgimento dos defeitos:

- Evolução tecnológica dos materiais e sistemas construtivos, que faz da estrutura mais flexível, podendo trabalhar mais, absorvendo melhor os movimentos sem que haja o colapso;
- Velocidade no andamento das obras e falta ou pouco eficaz controle de qualidade;
- Má qualificação de profissionais;
- Insuficiência das normas sobre o assunto e manutenção inadequada ou também ausente.

A patologia traz consigo a ideia da necessidade de manutenção do local que apresenta a patologia, conforme o próprio entendimento de Souza: Manutenção é a estruturação das atividades que são necessárias para se conceder uma garantia de estabilidade a edificação. (SOUZA, 1998).

Segundo Peres (2001), com um maior conhecimento busca-se racionalizar as construções procurando o limite que os materiais podem alcançar com o mínimo de gastos, isso faz que aumentem as probabilidades de ocorrência das manifestações patológicas.

Para entender as patologias é indispensável delimitar alguns pontos da caracterização dos fenômenos relacionados às manifestações patológicas.

Os tipos de revestimentos e suas propriedades influenciam diretamente no resultado da durabilidade dos revestimentos das fachadas, sendo assim as superfícies recebem apenas revestimento de argamassas e um acabamento final como pintura, textura etc) ou uns revestimentos cerâmicos, que será foco principal do estudo de caso com o uso de pastilhas para fazer o revestimento do prédio onde existia a patologia.

2.1.1 Trincas, fissuras, gretamento e deterioração das juntas

Segundo Silva (2007), fissuras e trincas em revestimentos de argamassa podem ser causadas pelos seguintes fatores: movimentações higroscópicas, movimentações térmicas, deformações de estruturas, recalques de fundação, retração de produtos à base de cimento, alterações químicas dos materiais.

Para Medeiros (1999), as patologias que ocorrem no revestimento cerâmico geralmente derivam de uma combinação de fatores, onde as fissuras e descolamentos podem ser geradoras de mais fissuras na interface do revestimento da estrutura, onde também existir uma falta de reforço no substrato, ou no preenchimento inadequado das juntas de colocação, também podem ocorrer falta ou a falha no assentamento no verso das placas, esquecimento de material aberto, ou mau cuidado deste.

A manifestação dessas patologias, como leciona Bauer (2008) também como a abertura de vãos, como janelas e portas, como um fator que pode ocasionar tal situação.

Para Cincotto (1988), O surgimento de trincas e fissuras mapeadas em argamassas de revestimento está geralmente ligado à retração do material.

O aparecimento de fissuras quando ocorre em revestimentos podem ser derivadas das movimentações térmicas que se relacionam as propriedades físicas do material e à intensidade da variação de temperatura, podendo esta aparecer quando o sistema de revestimento apresenta movimentações diferenciadas. Criando assim, através dos vínculos entre diferentes elementos, restrições aos movimentos de determinados materiais, criando tensões que podem causar trincas e fissuras (THOMAZ, 1992).

O surgimento de gretamento das peças cerâmicas acontecem diante da manifestação patológica onde ocorre a aparência de abertura liniformes, ou seja, são aberturas que se dão de uma forma um pouco mais profunda que não causam nenhuma divisão da peça, e nem diante da superfície da placa, o que de forma normal gera variações dimensionais desta peça, seja por variação térmica ou higroscópica. (CAMPANTE & BAIA, 2003).

Portanto, ao que tange as trincas elas são entendidas como rupturas nas placas cerâmicas que são provocadas por esforços mecânicos, que geram a separação das placas em partes, fazendo aberturas superiores a 1 mm.

As fissuras são entendidas como rompimentos nas placas cerâmicas, com aberturas inferiores a 1 mm e que não causam a ruptura total das

A figura 1 representa essa diferenciação entre o tamanho das patologias, o que faz essa observação é o tamanho e a disponibilidade dessas aberturas ao longo do tempo.

Figura 1: Tamanho e espessura da trinca



Fonte: ABELHA (2017)

Quando não é realizada nenhum tipo de recuperação dessas trincas, fissuras e rachaduras pode ocorrer uma destruição cada vez mais da estrutura, comprometendo assim a estrutura do imóvel, podendo haver desabamento de parte do prédio (ONOFRE, 2017).

A fissuração em revestimentos de argamassa é uma das patologias que mais geram desconfortos e prejuízos econômicos. Não se tem muito conhecimento técnico a respeito das causas que possam interferir causando essa patologia, o que já demonstra o resultado de que a durabilidade das vedações, não é muito preciso, o que se tem é um estabelecimento de limites de fissuração para poder aceitar os revestimentos. (MACIEL, 1998).

A figura 2 traz um exemplo real do tipo de Trincas com ângulo de 45°, este tipo de trinca apresenta grande riscos para a construção. Sendo um fato gerador de diversos problemas para a construção.

Figura 2: Trincas com ângulo de 45°



Fonte: ABELHA (2017)

As trincas com o ângulo de 45° são graves, podendo surgir em diversos locais, quando forem grandes, significa que o recalque já afetou a estrutura do imóvel. (ABELHA, 2017).

A figura 3 traz a representação exemplificativa do que é a rachadura, que se trata de uma patologia mais aberta e maior na parede do local.

Figura 3: Rachadura com ângulo de 45°



Fonte: ONOFRE (2017)

2.1.2 Efflorescências

Segundo Verçozza (1991) efflorescência é a aparição de depósitos salinos, que são gerados pelos sais de cálcio, de sódio, de potássio, de magnésio ou de ferro, que são oriundos dessas superfícies nos materiais de construção. As cristalizações do local fazem com que o sal aumente de

volume podendo assim deteriorar a superfície em questão. A figura 4 representa variação do fenômeno patológico da eflorescência.

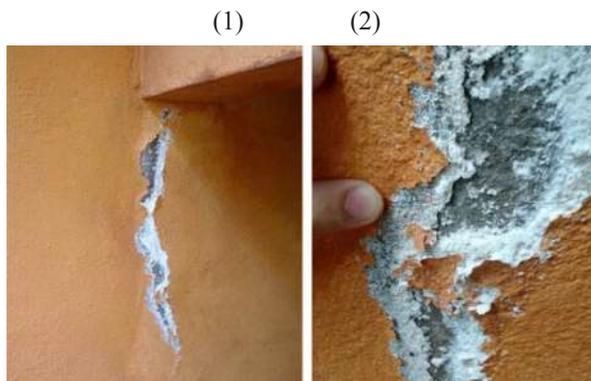
Figura 4: Fenômeno de cristalização dos sais solúveis na superfície da argamassa



Fonte: FERREIRA (2010)

Mais alguns exemplos de Eflorescência com descolamento da camada pintura, conforme a figura 5 que traz na parte 1: eflorescência sob elemento estrutural e na parte 2 detalhes da manifestação.

Figura 5: Eflorescência com descolamento da camada pintura



Fonte: MILITO (2009)

2.1.3 Desplacamentos/ destacamento

Diante dos sinais que podem sinalizar a possibilidade dos destacamentos está a manifestação de um som cavo nas placas cerâmicas, de quando são batidas e o estufamento da camada de acabamento, conforme Figura 6.

O destacamento nessas áreas pode ocorrer de forma imediata ou

não. A patologia geralmente se dá nos primeiros e nos últimos andares dos edifícios, onde existe um maior nível de tensões. Por ser um local mais propício de gerar acidentes que envolvem os usuários, essa patologia é considerada a mais séria. (CAMPANTE & BAÍA, 2003).

Figura 6: Descolamento em placa devido a presença de desmoldante na base na estrutura de concreto



O deslocamento ocorre quando existe uma ruptura entre o substrato e o revestimento de argamassa, que dentro de todo o emboço e o reboco. Quando estes são submetidos a ensaios de percussão, as placas apresentam som cavo e, dependendo do mecanismo atuante, podem ter aspecto endurecido ou quebradiço (BAUER, 2008).

São consideradas possíveis causas para a ocorrência de descolamento em placas: chapisco preparado com areia fina, cura inadequada, base de aplicação suja, acabamento superficial inadequado da camada intermediária e aplicação de camadas de argamassas com resistências inadequadas interpostas (BAUER, 2008).

2.1.4 Mofo ou bolor (com possível deterioração da argamassa)

O mofo ou bolor são advindas do crescimento de organismos sobre um revestimento de argamassa, que leva este a ter um aparecimento de manchas escuras (em tonalidades pretas, marrons ou esverdeadas) sobre a sua superfície da parede, dentro de um processo que pode resultar inclusive na deterioração do material (SHIRAKAWA et al., 1995).

A figura 7 apresenta uma manifestação de bolor, por ser tratar de local sombreado. Este fenômeno ocorre devido ao fato de a superfície apresentar os fungos filamentosos, ainda na forma de esporos, devem se agregar

a um ambiente com condições adequadas à sua germinação, o que inclui a presença de compostos carbônicos pré-elaborados e demais exigências nutricionais (SHIRAKAWA et al., 1995).

Figura 7: Bolor abaixo do peitoril da janela



Fonte: FERREIRA (2010)

2.2 A Necessidade de Manutenção da Fachada

A manutenção da fachada é primordial para conceder uma boa longevidade para o prédio, uma vez que é responsável pelas reparações necessárias antes que as mesmas possam se tornar um problema maior para os moradores dos prédios. Evitando assim patologias e até mesmo o desabamento do prédio (Quadro 1).

Devido ao fato de a fachada do prédio fazer parte dos sistemas de vedações verticais de uma edificação é essencial que a mesma seja periodicamente inspecionada pela elipse que for escolhida pelos moradores dos condôminos e seu síndico, para que assim se evitem possíveis problemas que ponham a vida de moradores ou visitantes em risco.

Grande parte do sistema de fachada composto por: Revestimentos cerâmicos, Argamassa com pintura, Pastilhas entre outros. E, portanto, para haver uma melhor manutenção devem ser realizadas periodicamente ou de ano em ano alguns tipos de lavagens, na argamassa uma repintura, ou algumas reparações para gerar uma melhor durabilidade nos revestimentos do prédio. Toda essa manutenção do prédio deve ser levada em contato como a estrutura da fachada responde aos agentes agressivos que ficam expostos ao tempo sendo avo de chuva, ventos, poluição entre outros (GROSSI, 2016).

A ABNT NBR 5674 traz especificações sobre a Manutenção de Edi-

ficações: A quadro 1 elenca os requisitos para o sistema de gestão de manutenção.

Quadro 1: Proposta de programa de manutenção preventiva em fachadas

Periodicidade	Elemento/ Componente	Atividade	Responsável
A cada ano	Revestimento cerâmico externo	Verificar parte elétrica e todos os elementos decorativos etc.	Empresa capacitada/ Empresa especializada
		Verificar a condição do prédio e fazer a reconstrução dos rejuntamentos dos pisos, paredes e de entre outros elementos.	Empresa capacitada/ Empresa especializada
	Paredes externas/ Fachadas e Muros	Verificar todo o prédio e fazer a reconstrução de onde for necessário.	Equipe de Manutenção local/ Empresa especializada
A cada três anos	Fachadas	Efetuar a lavagem, assim como fazer uma checagem de outros elementos, por exemplo: Dos rejuntes e se for necessário, solicitar uma inspeção especializada.	Equipe de Manutenção local / Empresa capacitada / Empresa especializada
		As áreas externas devem receber uma repintura para que assim se evite o envelhecimento e a perda de brilho, evitando assim o descascamento e algum tipo de fissuras que possam ser geradas por infiltrações.	Equipe de Manutenção local / Empresa capacitada

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5674 (2012)

A ABNT NBR 5674 (2012) traz os requisitos necessários para organizar os sistemas de manutenção das edificações, para que assim se evite a queda do desempenho devido à depreciação de seus sistemas, equipamento e componentes.

Lecionando sobre a norma, Lima (2018) traz o entendimento de que um dos procedimentos mais indicados para se manter um bom prédio é realizar o planejamento anual das atividades de manutenção. Onde, portanto a norma afirma que a manutenção preventiva é fundamental na garantia de uma segurança aos usuários do imóvel, assim sendo é uma forma de valorizar o patrimônio e cuidar do que é seu e do coletivo.

Foi escolhido para o desenvolvimento do presente estudo de caso um prédio localizado em um condomínio residencial, situado na cidade do Rio de Janeiro, no bairro do Flamengo. O estudo abordará uma recuperação do revestimento cerâmico externo de dois blocos do condomínio. O conjunto de prédio é composto por 2 blocos, cada um com 18 pavimentos, de estrutura de alvenaria.

3.1 Critérios para a escolha do prédio

Os critérios utilizados para a escolha deste prédio foram: Estar situado na cidade do Rio de Janeiro, fácil acesso, os prédios apresentavam patologias na fachada e ao fato do autor ter participado do processo de correção do problema apresentado.

3.2 Objetivo e objeto principal da obra da fachada dos prédios

Reforma da fachada externa em pastilhas cerâmicas dos dois blocos do Condomínio, sendo realizada de acordo com as definições técnicas.

Portanto, será posto em prática conforme um Projeto Executivo, principalmente no que concerne à paginação das pastilhas e definição das caixas de Ar-condicionado, além de testes de Percussão e Arrancamento das pastilhas e sub-bases já executadas em obra anterior. O Projeto Executivo, segundo a lei nº 8.666 de 21 de junho de 1993, é o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da ABNT.

O objeto, e a paginação das pastilhas deverão ser mostrados e aprovados pela Fiscalização. Além disso os detalhes das novas caixas e drenagem de ar-condicionado também deverão ser definidos antes do início da obra.

3.3 Informações relevantes ao prédio

O condomínio foi inaugurado em 1975 (Figura 8), sendo composto de quatro andares em duas torres, sendo quatro apartamentos em cada andar, tendo de área construída de 172 m². A cidade do Rio de Janeiro está

localizada na região sudeste do Brasil. Tem como coordenadas geográficas latitude sul 22° 54' e longitude oeste 43° 12'.

Entretanto, na região sul da cidade do Rio de Janeiro, onde se situa a edificação, a amplitude térmica, ou seja, a variação da temperatura mínima de 22°C e a temperatura máxima, no mês de abril pode-se chegar a 30° C. Na estação verão é quando ocorre o maior volume de chuvas, e na estação inverno o volume de chuvas diminui. A média anual pluviométrica é de 1278 mm.

Figura 8: visão lateral do prédio antes da recuperação da fachada



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

O endereço do condomínio alvo do estudo de caso, será mantido em segredo sob o sigilo de informações.

3.4 Testes de arrancamento e percussão: Problemas apresentados (Patologia da fachada do prédio)

Em assembleia, os moradores votaram pela realização dos testes de percussão uma vez que as pastilhas do prédio já apresentavam patologias graves, era necessário averiguar qual procedimento seria melhor para a recuperação da fachada do prédio.

Conforme pode ser observado nas figuras 9 e 10, a patologia era grave e apresentava risco para moradores e pedestres do local.

Figura 9: Deslocamento



Figura 10: Deterioração das pastilhas



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os Testes de Percussão foram realizados com um martelo emborrachado atingindo o revestimento cerâmico posto pela empresa anterior, com o objetivo de identificar as regiões que ao serem percutidas tenham apresentado som cavo (problemas de aderência).

Nestes trechos também deverão ser verificadas as condições do substrato, isto é, se ele estará solto, fissurado, desagregado ou apresentando outro tipo de defeito.

E após os testes realizados pela empresa responsável foi identificado que mais de 50 % das pastilhas estavam comprometidas com risco de queda eminente.

Os problemas ocasionados pelos descolamentos de pastilhas são um dos fatores geradores das patologias de fachada, que acaba gerando as manchas do prédio, infiltração e a perda do valor estético da obra.

As pastilhas ou os revestimentos de cerâmica, conforme as figuras 9 e 10, tiveram um problema com a entrada de água da chuva nos mesmos pela má colagem destes na parede do prédio, quando ocorre uma aplicação de revestimento de forma inadequada seja por qual motivo for, esse assentamento das pastilhas no futuro irar gerar um descolamento de pastilha, que é o que ocorreu no prédio deste estudo.

3.4 Soluções e resultados para os problemas apresentados no prédio

Foi realizado um teste de percussão, e foram identificadas várias áreas do pastilhamento que estavam comprometidas, que eram as verdes de

dimensão 2x2, conforme fotos abordadas anteriormente e a seguir, devido ao tempo e uso de material não muito resistente para colar as pastilhas.

O condomínio optou pela remoção das pastilhas antigas, sendo estas substituídas por novas marrons de dimensão 5x5, e um novo processo de embolso para o prédio, além da limpeza da fachada, para que assim a mesma estivesse em melhor condição para os condôminos.

Se propôs realizar a retirada total das pastilhas e não aproveitáveis de acordos com os testes anteriores ou que foram colocadas em desacordo com a nova paginação das pastilhas.

Foi necessário realizar um tratamento da sub-base (inclusive com impermeabilização), para que assim se pudesse colocar novas pastilhas no prédio.

As novas pastilhas foram assentadas com argamassa pré-dosada para assentamento de revestimentos cerâmicos, portanto foi realizado um novo rejuntamento com argamassa pré-dosada.

Foi necessário realizar a remoção mecânica das pastilhas, com auxílio de ponteiros, talhadeiras e marretas, entre outros maquinários.

Depois que ocorreu a demolição, o emboço sob as áreas removidas foi igualmente nivelado nos blocos de vedação (tijolos).

Se mostrou necessário arrumar as caixas que já existam de ar-condicionado que forma cortadas com disco de corte diamantado observando o recuo para o interior da edificação de 1,1 a 1,3 cm em relação à face das pastilhas das fachadas.

Essas aberturas foram vedadas com placas cimentíceas resistentes às intempéries tipo Chapa de Fibrocimento Super Board, isenta de amianto, espessura de 10 mm, assentadas sobre camada de cerca de 1 a 3 mm de adesivo estrutural epóxi tipo Sikadur 3 aplicado sobre a face cortada do trecho remanescente das caixas no interior da alvenaria, imediatamente antes da colocação da placa;

Após a cura, deverá ser executada fixação adicional com parafusos fosfatizados autoatarrachantes para concreto de seis milímetros ou mesmo mediante prévia furação e emprego de buchas. Deverá ainda ser aplicada argamassa epóxi Sikadur 31 após a fixação nas eventuais frestas restantes entre a placa e o contorno externo em pastilhas, de forma a configurar uma vedação estanque às intempéries.

As placas assentadas, receberam para um melhor cuidado um tratamento de pintura acrílica aplicada com rolo com uma demão de selador 100% acrílico à base de água, monocomponente, de tal modo que esta im-

primação funcione como ponte entre o substrato e a posterior regularização com massa acrílica de forma a planificar as superfícies.

As figuras 11 e 12 representam a visualização das pastilhas de dimensão 2x2, de cor verde, que eram da fachada antiga do prédio e representam a fachada antes da sua recuperação e do processo de remoção das pastilhas antigas. As pastilhas marrons foram colocadas como solução para o prédio concedendo assim uma nova estética

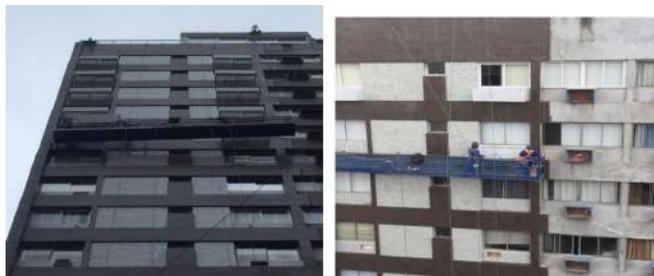
Figura 11: Pastilha da fachada com dimensão 2x2 Figura 12: Parte lateral do prédio



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

As figuras 15 e 16 representam as áreas em blocos vazados (cobogós) das fachadas, com revestimento em pintura, que estão recebendo a recuperação em seus trechos soltos, fissurados e tratamento em toda a sua extensão.

Figura 15: Fachada do prédio: troca das pastilhas Figura 16: Pastilha Marrom de dimensão 5X5



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Na figura 17 pode ser observado a fachada do prédio com as pastilhas marrons com dimensão 5X5, conforme destaque em seta.

Figura 17: Pastilhamento e visualização do embolso



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Conforme pode ser observado as novas pastilhas (5x5 cm) foram assentadas sobre argamassa pré-dosada ideal para esse tipo de assentamento de revestimentos cerâmicos. Formam utilizados nos dois prédios a mesma marca de pastilhas para haver assim uma concordância e harmonização entre os prédios.

Como resultado final pode ser dito que após o pastilhamento e após tempo de cura, foi aplicado rejuntamento em toda a extensão da fachada, o que gerou uma melhora significativa para a estrutura da fachada do prédio, sanando assim a patologia.

4. CONCLUSÃO

Diante de tudo o que foi abordado neste artigo, há uma grande necessidade de realizar uma recuperação de fachadas que estejam com patologias.

O revestimento da fachada deve ser composto por materiais que façam uma melhor proteção a todo os elementos que façam a vedação do edifício, como observado ao longo do estudo de caso não pode usar materiais que no futuro gerem algum tipo de patologia ao prédio. Devem ser executadas diversas formas de mitigar os possíveis problemas ocasionados por agentes agressivos, estes que causam o deterioramento do edifício, deve se buscar com a restauração uma melhoria do desempenho, pois um novo revestimento agrega valor e embelezamento para as edificações.

Se observou também que a fachada é uma parte delicada do prédio e que precisa de uma manutenção periódica e preventiva, caso a fachada apresente alguma patologia é necessário realizar um teste de percussão para

Se pode notar que o sistema de remoção de pastilha e sua recolocação por novos materiais são uma boa opção para conceder novamente ao prédio uma estética e manutenção mais apropriada, além de conceder assim novamente uma melhor proteção a fachada do prédio sem qualquer tipo de patologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA, G. Trincas, fissuras e rachaduras: saiba como identificar e resolver o problema. 2017. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/haus/arquitetura/trincas-fissuras-e-rachaduras-saiba-como-identificar-e-resolver-o-problema/>>>. Acesso em: 20 de abril de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5674. Manutenção de edificações – Procedimento. 1999.

BAUER, R. J. F. Revestimentos: falhas em revestimentos. Apostila. [S.l.]: Centro Tecnológico de Controle de Qualidade L. A Falcão Bauer, 1996. 75f.

BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. 5.ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2008. Volume 2.

CAMPANTE, E. Metodologia para diagnóstico e prevenção de problemas patológicos de revestimentos cerâmicos de fachada. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

CAMPANTE, E. F.; BAÍÁ L. M. Projeto e execução de revestimento cerâmico. São Paulo: O nome da rosa, 2003.

CARASEK, H. Argamassas. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010.

COMUNIDADE CONSTRUÇÃO. Manual de revestimento de fachada. 2006. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/280/anexo/ativosmanu.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In. Tecnologia das Edificações. São Paulo: Pini/IPT, 1988.

FERREIRA, B. B. D. Tipificação de patologias em revestimentos argamassados. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FERREIRA, P. Desenho de arquitetura. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2004.

GROSSI, M. V. F. Manutenção e Reparo de Revestimentos de Fachada. 2016. Disponível em: <https://www.direcionalcondominios.com.br/sindicatos/marcus-vinicius-fernandes-grossi/item/2263-manutencao-e-reparo-de-revestimentos-de-fachada.html>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

LEI 8.666 de 21 de junho de 1993. Disponível em: <http://portal.convenios.gov.br/legislacao/leis/lei-n-8-666-de-21-de-junho-de-1993>. Acesso em: 22 de abril de 2019.

LIMA, L. C. Materiais cerâmicos para revestimento: considerações sobre produção e especificação. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Paulo. São Carlos, 1998.

LIMA, M. B. Notas de aula da disciplina de construção civil I. Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2009.

LIMA, T. Aprenda como gerenciar a manutenção de edifícios. 2018. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/nbr-5674/>. 2018. Acesso em: 20 de abril de 2019.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores de tetos. São Paulo, 1998. Disponível em: http://pcc2436.pcc.usp.br/Textost%C3%A9nicos/Revestimentos%2*80verticais/aula%205%202005%20texto%20argamassa.PDF >. Acesso em: 28 mar. 2019.

MEDEIROS, J. S. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

MILITO, J. A. Técnicas de construção civil. Apostila do curso Técnicas das Construções Cíveis e Construções de Edifícios. Faculdade de Ciências Tecnológicas da P.U.C. Campinas, 2009.

MORAES, C. R. K. Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002, 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2002.

OLIVEIRA, L. A.; SABBATINI, F. H. OLIVEIRA, L. A. Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios– São Paulo: EPUSP, 2003. 22 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP).

ONOFRE, M. Infiltrações, rachaduras e trincas? Saiba as origens dessas patologias. 2017. Disponível em: <<<https://emasjr.com.br/2017/06/11/origem-trincas-rachaduras/>>>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

PERES, R. M. Levantamento e Identificação de Manifestações Patológicas em Prédio Histórico – Um estudo de caso. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2001.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SILVA, F. A. Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. 192p.

SHIRAKAWA, M. A.; MONTEIRO, A. B. B.; SELMO, S. M. S.; CIN-

COTTO, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Goiânia, 1995.

SOUZA, V. C. DE. Patologia, recuperação e reforço de estruturas e concreto. São Paulo. Editora: PINI, 1998.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. Editora Pini. São Paulo. 1989.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo, Ed. PINI, 1992.

TOLEDO, L. B. F. DE. Patologia em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios Estudo Regionalizado para a Cidade de Divinópolis – MG. 2007.

VERÇOSA, E. J. Patologia das edificações. Porto Alegre. Editora: Sagra, 1991.

CAPÍTULO XI

PROPRIEDADES DO BAMBU E SUA UTILIZAÇÃO COMO PEÇAS EM ANDAIMES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Arthur Hélder Damasceno de Oliveira
William Câmara Marreiro
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

Devido a incessante missão do mercado de diminuir custos, e a nova tendência de combinar avanços tecnológicos com iniciativas que não agridam o meio ambiente, os materiais sustentáveis vêm se tornando uma alternativa cada vez mais viável na construção civil. Hoje temos a cada dia uma inovação, em relação a matérias-primas a serem utilizadas em construções, porém ao mesmo tempo que se aumenta as inovações, cresce junto os valores a serem pagos por elas, não sendo vantajoso a utilização e fomentando a busca por meios mais viáveis e que tenham a mesma eficácia. Dentre estes, que podem ser utilizados de tantas formas, neste artigo destaca-se em especial o Bambu e sua usabilidade para trabalhos com andaimes. Mesmo que este tipo de material não tenha tanta visibilidade no mercado mundial como os demais, é um dos mais antigos e eficientes manejados pelo homem. Usado em aplicações diversas, há vários séculos como ferramentas, armas, utensílios domésticos, instrumentos musicais, medicamentos, construções, etc., teve grande importância no desenvolvimento do meio e da forma como vivemos.

A utilização de bambus como peças para andaimes tem se mostrado uma ótima alternativa para uma evolução sustentável dentro da engenharia civil, pode-se notar seu uso em abundância no continente asiático, isto já a cerca de mil anos.

Desde os primórdios da humanidade o homem utiliza a madeira como material de construção para diversas áreas, nota-se a presença dela em casas, móveis e até em meios de transporte, pois é algo que está em abundância na natureza e de fácil acesso. Nas terras brasileiras, o uso da madeira teve grande foco com a chegada da família imperial, nesta época eles conseguiram perceber ainda mais a importância deste material para nosso dia a dia, não somente para seus utensílios e lazer, também para evolução de um país, porém o uso foi de forma desordenada, o que acaba afetando o meio que se vive, nos deixando uma lição de como usufruir desta matéria sem prejudicar seu habitat natural (ESTADÃO CONTEÚDO, 2017).

No decorrer do tempo a necessidade fez com que a busca e descoberta, de novos meios tecnológicos para estes tipos de trabalho, como o ferro, aço, concreto, o uso da madeira foi sendo deixado de lado, mesmo tendo seu custo de produção muito mais baixo comparado aos demais.

Bungarten (2014), afirma que a partir de estudos sobre o uso do bambu na construção civil, pode ser comprovado cientificamente que o mesmo além de material paralelo, pode ser sim um substituto à altura de alguns empregados no segmento hoje, o aço que muito presente nas construções como material principal ou parte dele possui seus prós e contras, sendo material bastante poluente tem um custo de produção e ambiental bastante elevado, é um material que exige um esforço consideravelmente maior.

A madeira, que embora de custo mais baixo, para sua utilização em meio a tamanho crescimento populacional e tecnológico, acarreta em danos gravíssimos como degradação e desmatamento da nossa fauna e flora.

Aranha (2014), afirma que um ponto importante a se ressaltar é o

fato de que embora a madeira e o bambu sejam renováveis e sustentáveis, o bambu atinge sua maturidade para coleta mais rapidamente, e sendo manuseado de forma adequada retorna ao seu ciclo de rebroto e ainda potencializa o solo, além da touceira poder alcançar aproximadamente cerca de uns 200 a 300 anos.

Além de sua resistência, o bambu contribui na remoção de toneladas de dióxido de carbono, consumindo grandes quantidades desse gás, principalmente durante seu crescimento, e em meio ao aquecimento global este vegetal que gera mais quantidade de oxigênio que pelo menos três árvores, chega a absorver cerca de 12 toneladas por hectare de gás carbônico da atmosfera, e tendo o maior índice de crescimento da terra o bambu se torna um grande aliado na manutenção ambiental do planeta (BONDE NEWS, 2010).

Com mais de mil espécies espalhadas pelo globo terrestre, boa parte encontra-se distribuídas nos Continentes Asiático e Americano. Países da Ásia como Japão, Índia, China, dentre outros, e América do Sul como a Colômbia, têm bastante conhecimento em uso do bambu, tendo grande aceitação pela sua população, e possui um centro de biodiversidade deste vegetal considerável (MARÇAL, 2018).

Com muito estudo e trabalho de pesquisadores, assim como o professor de Engenharia Civil Khosrow Ghavami da Faculdade PUC-RJ, e também pesquisador associado a Princeton University, que participou na elaboração das três Normas Técnicas Internacionais que regulamentam o uso do bambu na construção civil, Ghavami (2014) afirma que no Brasil ainda há certa resistência quanto a aceitação do uso desta matéria prima, o que pode se entender como falta de conhecimento da população sobre o grande potencial do bambu, que muitas vezes associado a matéria prima voltada apenas há construções de baixo custo, improvisos e desprestigiadas, em algumas cidades pequenas, distantes de grandes centros o uso de andaimes, escoras em construções, cavaletes, adornos, este material é mais comum de ser visto.

Neste segmento, segundo Yuen (2010), instrutor na Academia do

Conselho de Construção - Hong Kong, ressalva que por tantas vezes os trabalhadores precisam pensar rápido, sobre os desenlaces do projeto de montagem de um andaime, versatilidade é um ponto positivo na montagem, um projeto que fora iniciado pela manhã pode ser modificado a tarde por exemplo. A maioria dos prédios de Hong Kong foram construídos com andaimes de bambu, alguns com mais de 80 pavimentos, comumente conhecidos como “arranha-céus”. Segurança é considerado algo muito importante e as autoridades fiscalizam rigorosamente as construções, levando muito a sério as Normas de Segurança vigentes. Os andaimes podem ser vistos por toda cidade, dos mais simples a estruturas mais complexas, sua dureza e flexibilidade faz com que as construtoras considerem o bambu mais seguro que o aço.

Em entrevista para AFP News Agency, de acordo com So Yu-Hang (2009), em regiões sujeitas a desastres naturais, verificou-se que durante a passagem de tufões que atingiram estes locais, andaimes de aço desabaram e causaram muito estrago podendo ser bem perigosos. Diferentemente destes os andaimes construídos por bambus mantiveram-se de pé, além de seu custo ser dez vezes menor, e seu tempo de montagem bem mais rápido, otimizando o trabalho.

O bambu aumenta a segurança para a construção e para os pedestres, é flexível, resistente e não cai como pode acontecer com outros materiais. Com todas as suas qualidades o bambu se destaca por estar em abundância no meio ambiente, é um material que se renova com facilidade e em circunstâncias diversas, pela facilidade na hora de executar um serviço, é um produto de extrema leveza e ao mesmo tempo bastante resistente (ARANHA, 2014).

A motivação para a criação deste artigo foi a busca por novos meios sustentáveis para se trabalhar no ramo da engenharia civil, levando em conta que a maioria das matérias usadas no Brasil, tanto em andaimes ou para construções em geral, são um pouco antiquadas, podem agredir o meio ambiente e necessitam de uma grande trabalhabilidade.

A metodologia utilizada na elaboração deste estudo teve base em

pesquisas através de sites nacionais, e também alguns sites de empresas asiáticas voltadas para engenharia civil, onde a utilização deste material é feita com bastante frequência, também através de vídeos de profissionais realizando a execução do trabalho. As propriedades e benefícios do bambu foram descritas tendo base em pesquisas da Associação Catarinense de Bambu, onde a mesma realiza estudos sobre a sua utilização de um modo geral.

Este estudo tem por objetivo mostrar como estes andaimes podem ser utilizados e os benefícios que os mesmos podem trazer para as construções e obras, e apresentar uma solução viável à substituição de matéria-prima, utilizada hoje em larga escala no mercado que geram um grande impacto socioambiental, unindo trabalhabilidade e sustentabilidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico do Bambu

O nome Bambu é dado a todas as plantas da família Bambusoideae, certo gênero de planta, a grama, o trigo e o arroz fazem parte da mesma família. Não se tem um número exato da quantidade de espécies existentes no mundo, mas sabe-se que há mais de 1200 espécies espalhadas da Ásia até a América do Sul. A introdução do bambu no Brasil deu-se pelos colonizadores portugueses que vinham das colonizações da Ásia, e mais a frente com ciclo do café e a chegada de imigrantes japoneses e chineses para trabalhar, os mesmos trouxeram muitas espécies para o Brasil, hoje sendo identificadas cerca de 200 espécies nativas de bambu (KANELA BAMBU, 2017).

Atualmente no Brasil, tem crescido a utilização do bambu em diversos setores. Ele ainda é visto principalmente para fins decorativos, artesanatos e acessórios, como utensílios domésticos e móveis. Estes objetos são bastante procurados, devido a sua qualidade e vida útil, também são fáceis de serem encontrados (Figura 1).

Figura 1: Mesa e assentos de Bambu



Fonte: Artesanatos como fazer (2018)

Com o avanço dos estudos e a visibilidade que o bambu vem ganhando, tem sido possível conseguir incentivos e melhorias para o cultivo e utilização. Em agosto de 2016 foi aprovado pela câmara a inclusão do Brasil na Rede Internacional de Bambu e Ratã (INBAR), consiste em uma organização internacional de investimento nos usos do bambu e ratã (tipo de palmeira) pelo mundo, sediado na China. Esta aprovação tem o objetivo de apoiar o uso e plantio do bambu de forma sustentável, além de contribuir para pesquisas de desenvolvimento tecnológico voltados para o manuseio, serviços ambientais e aplicações em produtos, garantindo também parcerias no comércio, com entidades públicas e privadas, maximizando assim a propaganda, uso e produção, estimulando o comércio interno e externo (ORNELLAS, 2018).

Já existem diversos grupos e associações que defendem o uso do mesmo para a construção civil, devido suas propriedades. Um destes grupos é a Associação Catarinense de Bambu, fundada em 2005, ela tem o objetivo de divulgar e explorar ao máximo o cultivo e exploração do uso do bambu, incentivando a implantação de uma maior produção no estado de Santa Catarina e no Brasil. Assim eles conseguiram a criação de leis que incentivam este cultivo e também acordos para desenvolverem projetos com esta matéria prima (ORNELLAS, 2018).

Em 2018, na sede da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP, ocorreu um evento denominado Economia do Bambu no Brasil: Tecnologia e Inovação na Cadeia Produtiva, o mesmo contou com a participação do ministro da ciência e tecnologia Gilberto Kassab e outras

autoridades importantes, como o ministro da agricultura, coordenador regional da INBAR (Rede Internacional do Bambu e Ratã), além de vários investidores e representantes bambuzeiros. Este evento teve grande importância, pois marcou uma grande vitória, dando um incentivo maior a cadeia produtiva no Brasil, tendo interesse não só de investidores autônomos como o da federação das indústrias e do governo federal. Além disto, foi realizado um de cooperação, fomentando projetos com bambu, no valor de R\$12,5 milhões de reais (MARQUES, 2018).

2.2 Propriedades do Bambu

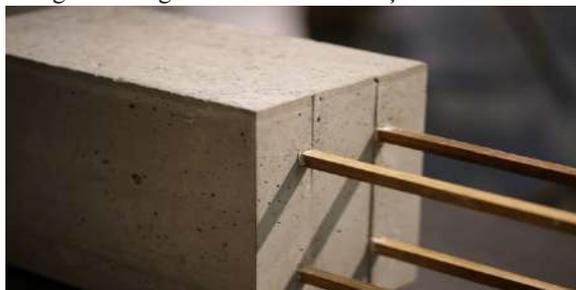
Por se tratar de um material de fácil acesso e de alta produtividade, pode-se pensar que suas propriedades para a construção civil, em especial para montagem de andaimes, não terão um aproveitamento significativo em relação a resistência. Pelo fato do bambu se reproduzir de maneira rápida isto o diferencia dos outros materiais estruturais encontrados no meio ambiente, dentro de aproximadamente três anos após ter brotado, ele adquire uma alta resistência mecânica, de maneira tal que nenhuma outra matéria-prima no reino vegetal possa concorrer com o mesmo (BAMBUM SC, 2018).

Não somente pela sua resistência, mas suas características físicas contribuem para um bom manuseio e desempenho, uma estrutura estável, leve, de forma tubular e oca em seu interior, implicando assim em uma produção de baixo custo, fácil transporte e trabalhabilidade, gerando uma economia significativa no investimento e obra (GHAVAMI, 2005).

Através de uma única raiz origina-se diversos brotos, facilitando a plantação e cultivo, pois mesmo com uma pequena área de terra é obtido uma quantidade significativa, além de brotar anualmente e alcançar sua altura máxima dentro de 6 meses. Sua produção agrícola não possui custos elevados, gerando assim mais empregos; retorno de investimento em um curto prazo; seu cultivo é possível em qualquer região do Brasil; grande procura no mercado mundial (BAMBUM SC, 2018).

Realizando uma comparação com os tipos de concretos convencionais, em relação a compressão, peças curtas de bambu podem suportar 50 Mpa, superando a resistência destes concretos. Não apenas a compressão, mas a resistência específica do bambu mostra-se mais eficiente do que o concreto, além do seu peso ser de extrema leveza. Sendo comparado com o aço, sua tração paralela às fibras tem módulo de elasticidade em torno de 20.000 Mpa, cerca de 1/10 do valor alcançado pelo aço e cabos de bambus trançados oferecem resistência similar ao do aço CA-25 (2.500 kgf/cm²). Com isto, pela sua flexão estática, ele pode apresentar rigidez suficiente para que possa ser utilizado em estruturas secundárias, na forma de treliças e vigas (Figura 2), além de ser usado como armaduras para contra pisos e até mesmo paredes de casas (BACH, 2013).

Figura 2: Viga de Concreto Reforçado de Bambu



Fonte: Kiss PNG (2018)

De acordo com o engenheiro Khosrow Ghavami, através de pesquisas e ensaios realizados pelo mesmo, o bambu pode aumentar a capacidade da estrutura em reagir positivamente recebendo cargas mais elevadas do que uma mesma estrutura em aço. Dependendo, uma viga reforçada com bambu pode receber uma carga 400% maior do que vigas sem qualquer armadura. O tratamento com o bambu aumentou o índice de rigidez, dando assim melhor resistência dele ao concreto, isto o mesmo recebendo o devido tratamento (GHAVAMI, 2005).

O alcance de cada um destes resultados irá depender da natureza e tamanho do bambu. Nem todos possuem a mesma resistência, mas através

de ensaios realizados com diversas espécies, pelas suas propriedades físicas e resistência das fibras foi possível obter uma média de valores em relação aos esforços suportados, compressão, tensão e flexão, isto no entrenó e no nó do bambu, pode-se observar isto na tabela 1 (BACH, 2013).

Tabela 1: Propriedades Físicas e Resistência das Fibras

	No entrenó	No nó
Resistência à tensão	2.636 kg/cm ² Máxima	2.285 kg/cm ² Mínima
Elasticidade de Tensão	316.395 kg/cm ²	140.000 kg/cm ²
Resistência à compressão	863 kg/cm ²	562 kg/cm ²
Elasticidade de compressão	199.000 kg/cm ²	151.869 kg/cm ²
Resistência à flexão	2.760 kg/cm ²	763 kg/cm ²
Elasticidade de flexão	220.000 kg/cm ²	105.465 kg/cm ²

Fonte: Adaptado de Bach (2013)

Nota-se a alta resistência mecânica do bambu devido as propriedades do seu colmo e sua estrutura anatômica, o mesmo possui fibras bem paralelas ao longo do seu eixo longitudinal do colmo, pelo simples fato de olhar um pedaço de bambu cortado, nota-se esta qualidade (Figura 3). Além disto, o bambu por si próprio, apresenta diversas substâncias que previnem a separação de suas fibras, prolongando a vida útil e firmeza do material (GHAVAMI, 2014).

Figura 3: Paralelismo do Bambu



Fonte: Barbosa (2018)

Dentre as 1200 espécies de bambu catalogadas, iremos destacar as principais utilizadas na construção civil, em especial na montagem de andaimes. A irregularidade no modo de produção de sementes e florescimento no seu ciclo, fazem com que a tarefa de identificação das plantas se torne um difícil trabalho, com isso avaliar a quantidade dos gêneros e espécies de bambus torna-se automaticamente algo de extrema complicação. A diferença visual entre duas espécies próximas é bastante difícil de se orientar. Apesar do número de gêneros encontrados, os bambus se dividem em duas categorias quanto a sua forma de propagação, as Entouceirantes e as Alastrantes (APUAMA BIOCONSTRUÇÕES, 2016).

Bambus entouceirantes, são comumente encontrados em regiões tropicais, identificando que são intolerantes a baixas temperaturas. Tem entre os seus principais gêneros a *Dendrocalamus*, *Bambusa*, *Gigantoclhoa* e *Guadua*. A *Guadua*, considerado de maior importância natural das Américas, tem uma característica que o difere dos demais, seus colmos crescem com espaços mais uniformes uns dos outros, sem invadir, algo que é de grande valia no momento chegado de sua colheita. A *Bambusa Vulgaris*, muito conhecida pelo seu uso em várias aplicações, como paisagismo, cercas, lenha, produção e celulose, tem sua variedade mais comum no Brasil. Estes são os simpodiais (APUAMA BIOCONSTRUÇÕES, 2016).

Os bambus alastrantes, são comumente encontrados em regiões temperadas estes suportam baixas temperaturas, e vêm sendo cultivado em viveiros por toda a Europa, tem uma considerável aplicação pelo público em paisagismo e decorações de ambientes. Tem entre seus principais gêneros a *Phillostachys*, *Sasa* e *Pleioblastus*. Podemos citar a de maior valor econômico principalmente a *Phillostachys edulis*, *Phillostachys bambusoide* e *Phillostachys aurea*. Encontradas na Ásia tem grande valor para suprimentos de matéria-prima de móveis e utensílios de lazer (APUAMA BIOCONSTRUÇÕES, 2016).

O bambu Mosô tem grande valor na culinária asiática, pois as produções de seus brotos comestíveis são muito procuradas, além de ter uma única brotação ao ano. Seu desenvolvimento é invasivo e seus brotos crescem separados uns dos outros, eles costumam se espalhar, estes são os monopodiais. Plantar esta categoria de bambu próximo a outras espécies é considerado um erro, pois ela tem como característica grande alastramento, invadindo e sufocando outras espécies que estejam próximas a ela. O manejo deste é bem menos trabalhoso pois a forma que se desenvolve é mais espaçada entre os colmos, facilitando a circulação pela área do bambuzal (APUAMA BIOCONSTRUÇÕES, 2016).

2.4 Bambus mais utilizados

Podemos dizer que 90% dos andaimes usados na China são construídos utilizando o bambu. Eles são feitos na maioria das vezes com bambus nativos, como a *Bambusa Tuldoides Munro*, que cresce na província de Guadong, no sul da China (BUILDINGS DEPARTMENT, 2018).

Eles possuem cerca de 6 m de comprimento e varia entre 7 a 10 cm de diâmetro, suas propriedades mecânicas são: Resistência à tração: 95,8 – 112 N/mm²; Densidade: 950 – 970 kg/m³ (BUILDINGS DEPARTMENT, 2018)

3. TRATAMENTO E MONTAGEM DO BAMBU COMO PEÇAS DE ANDAIMES

Existem diversos tipos de tratamento para a utilização do bambu, tanto em móveis quanto na construção civil. Estes métodos diferem de formas simples e complexas, mas todas de baixo custo, com a utilização de água e outros com produtos químicos, fogo e fumaça. Isto mostra uma grande vantagem para o produtor, pois investirá pouco e obterá um retorno rápido e significativo. Veremos alguns dos tratamentos mais comuns.

Um tratamento comum é através da imersão (Figura 4) dos colmos na água, parada ou corrente. Poderá ser utilizado os colmos secos ou cortados recentemente, dependerá da espécie e ambiente que o bambu se encontra. Cada vara é amarrada, e colocando pesos nas mesmas elas devem ser submersas em água corrente como riachos ou água parada, lagos, piscinas, visando diminuir ou eliminar o teor de amido presente nos colmos, pelo fato de não existir ar neste ambiente acontece uma fermentação biológica anaeróbica, o que ajuda na eliminação de substâncias indesejáveis e evita a manifestação de carunchos, insetos que vivem em madeiras. Este tratamento pode ter a duração de até 7 semanas, dependendo da espécie em até 4 semanas ele já pode ser retirado da água. Deverá ter o cuidado de realizar a retirada no tempo correto, para não ocorrer a degradação do bambu, aparecendo manchas ou desenvolvendo larvas (MARIOTECA SUSTENTÁVEL, 2018).

Figura 4: Tratamento do Bambu Por Imersão



Fonte: Marioteca Sustentável (2018)

3.2 Tratamento Pelo Fogo

Tendo o mesmo objetivo do tratamento por imersão, o tratamento através do fogo visa reduzir o amido (Figura 5), degradando a estrutura do bambu quimicamente e assim o mesmo fica menos atraente ao ataque de insetos. Ao cortar os colmos, os mesmos são submetidos diretamente ao aquecimento pelo fogo, derretendo assim uma espécie de cera natural existente na casca do bambu, isto muda a tonalidade do seu material, dando uma coloração brilhante, o que é ideal esteticamente. Porém este tratamento não é adequado para todos os tipos de bambu, alguns não adquirem esta coloração, como o bambu gigante e o imperial, já outros mantem uma aparência incolor (GUADUA BAMBOO, 2011).

Figura 5: Tratamento do Bambu Pelo Fogo



Fonte: Pereira (2013)

3.3 Tratamento Pela Fumaça

O tratamento pela fumaça deve ser realizado logo após o corte (Figura 6), é um processo que é bem semelhante a defumação de carnes, os colmos são expostos diretamente a fumaça, tomando uma aparência de antigo e enegrecido. Através da junção da fumaça e o calor, pode ocorrer o acúmulo de produtos tóxicos na camada externa do bambu, porém o amido é eliminado da mesma forma do que nos outros tratamentos. Deve ser toma-

do bastante cuidado com o tempo de exposição do material a fumaça, pois pode ocorrer o surgimento de rachaduras, o tempo estimado para alcançar o objetivo são de 20 minutos à uma temperatura de 120 graus Celsius (GUA-DUA BAMBOO, 2011).

Figura 6: Tratamento do Bambu Através da Fumaça



Fonte: Barbieri (2010)

3.4 Montagem de Andaimos

A montagem de andaimes de bambu é muito comum na China, Hong Kong e em países do sudeste asiático, os profissionais desta área são apelidados pelo nome “aranhas” (taap pang). Eles utilizam uma técnica que é aprimorada a mais de 1500 anos, tornando-a cada vez mais eficaz e rápida, além de ser mais segura em caso de ventos fortes, abalos sísmicos e coisas do tipo. Em média, 80 varas de bambu rendem 100 m² de andaime, para se montar um andaime de bambu em um prédio de dez andares é necessário um período de duas semanas de trabalho, algo bem vantajoso (GLOBO, 2014).

Após o devido tratamento o bambu está pronto para uso, na utilização dele para montagem de andaimes nota-se que não é preciso tanto esforço e nem uma quantidade grande de matérias, pois o mesmo possui uma excelente trabalhabilidade. Uma das qualidades deste material é sua resistência e adequação a qualquer ambiente, começando pela base do an-

daime, é preciso um lugar fixo e de boa estrutura para que o bambu possa ser fixado de forma segura, postes, pilares e colunas, sendo utilizado um feixe de nylon, amarrando com algumas voltas e entaladas entre as varas, evitando o uso de parafusos. Na base (Figura 7), que são utilizadas muitas camadas de nylon, pois é uma das principais partes do andaime, além disto, pode ser necessário colocação de mais de uma camada de bambu, tendo uma dupla camada (GLOBO, 2014).

Para fazer os feixes, no passado tiras finas de bambu eram usadas como corda. Atualmente as juntas são feitas com tiras de nylon (5,5-6 mm e 0,85 mm de espessura), cada uma com resistência de 0,5 KN / 50 Kgf. Todos os nós devem ter várias tiras amarradas para enrijecer (BUILDINGS DEPARTMENT, 2018).

Figura 7: Base Andaime de Bambu



Fonte: Hachero (2013)

Feita a base, os demais bambus são suspensos através de cordas e montados sobre a base, mesclando entre verticais, horizontais e diagonais, que são amarrados na fachada do prédio ou casa, entrelaçando o nylon entre o material que está por baixo (Figura 8).

Figura 8: Amarração do Andaime



Fonte: Hachero (2013)

Após realizar o mesmo procedimento até chegar na altura necessária para realização do trabalho (Figura 9), o mesmo é supervisionado, podendo haver mudanças em sua estrutura a qualquer momento do dia e durante todo o período de trabalho. Se necessário é instalado uma rede em volta de toda estrutura (Figura 10), para não ocorrer queda de fragmentos nos pedestres e trabalhadores abaixo da mesma.

Figura 9: Andaime de Bambu



Fonte: Marysabel (2016)

Figura 9: Andaime de Bambu protegido por rede



Fonte: Burgarten (2014)

4. CONCLUSÃO

Este estudo teve por objetivo mostrar as propriedades do bambu e relatar os procedimentos para execução da montagem de andaimes com os mesmos, mostrando a eficácia deste material e a ótima trabalhabilidade no meio da construção civil.

Através dos dados e informações apresentados neste artigo, pode ser incentivado o cultivo e a exploração das diversas espécies do bambu, chegando a uma real sustentabilidade e levando não só a uma melhoria na execução de projetos de andaimes, mas também conseguindo uma economia financeira mediante aos materiais utilizados para este tipo de construção.

Apresentadas estas questões, conclui-se que um dos meios de se construir uma sociedade sustentável e inteligente, é utilizarmos fontes naturais e renováveis para sua evolução, não agredindo o ambiente que se vive, tendo um custo baixo de investimento e uma boa qualidade no resultado final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APUAMA BIOCONSTRUÇÕES. Apuama Bioconstruções. 2016 Disponível em Apuama Bioconstruções: <http://apuama.org/bambu/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

ARANHA, E. YouTube. 2014 Disponível em YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=2hMMr-BIBak>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

ARTESANATOS COMO FAZER. Artesanatos Como Fazer. 2018. Disponível em Artesanatos Como Fazer: <https://www.comofazerartesanatos.com>.

213 | br/como-fazer-artisanato-com-bambu/como-fazer-artisanato-com-bambu-5/. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

BACH, C. EBAH. 2013 Disponível em EBAH: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAyAwAB/uso-bambu-na-construcao-civil>. Acesso em: 26 de Outubro de 2018.

BAMBUM SC. Associação Catarinense de Bambu. 2018. Disponível em Bambu SC - Associação Catarinense de Bambu: http://bambusc.org.br/?page_id=1313. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

BARBIERI, J. Eco Debate. 2010. Disponível em Eco Debate: <https://www.ecodebate.com.br/2010/05/17/feagriunicamp-repassa-para-mocambique-tecnologias-que-utilizam-bambu-como-materia-prima-da-construcao-ao-carvao-vegetal/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

BARBOSA, N. P. Reserach Gate. 2018. Disponível em Reserach Gate: https://www.researchgate.net/figure/Figura-14-Desvio-do-paralelismo-das-fibras-nos-nos-do-colmo_fig2_320208925. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

BONDE NEWS, Bambu Exterminador de CO2. 2010. Disponível em Bonde News: <https://www.bonde.com.br/casa-e-decoracao/dicas/saiba-que-o-bambu-e-um-excelente-exterminador-de-co2-131120.html>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

BUILDINGS DEPARTMENT. Regras Para Montagem de Andaimes de Bambu. 2018. Disponível em <https://www.bd.gov.hk/english/documents/code/GDCBS.pdf?fbclid=IwAR2ydgDKsqAzKK3kCnwSAahcOWoenSY1N-bBsojFFuq5ADkispnNBfgFvY>. Aces-

so em: 13 de Novembro de 2018.

BUNGARTEN, A. Bambuando. 2014. Disponível em Bambuando: <http://www.bambuando.com.br/wordpress/>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

GHAVAMI. Construções com Bambu. 2014. Disponível em YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=2hMMr-BIBak>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

GHAVAMI, K. Scielo - Scientific Electronic Library Online. 2005. Disponível em Scielo - Scientific Electronic Library Online: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000100016. Acesso em: 26 de Outubro de 2018.

GLOBO. Construção Civil em Hong Kong. 2014. Disponível em Globo Play: <https://globoplay.globo.com/v/3784316/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

GUADUA BAMBOO. Espécies de Bambu, Bambusa. 2011. Disponível em Guadua Bamboo: <https://www.guadubamboo.com/species/bambusa-bambos>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

HACHERO, J. L. Los Mundos de Hachero. 2013. Disponível em Los Mundos de Hachero: <http://www.losmundosdehachero.com/viaje-a-hong-kong-rascacielos-sostenidos-por-andamios-de-bambu/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

HANG, S. Y. Andaimos de Bambu em Hong Kong. 2010. Disponível em YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=X4OwrJSheGM>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

215 KANELA BAMBU. História do Bambu. 2017. Disponível em Kanela Bambu: <http://kanelabambu.com.br/historia-do-bambu/>. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

KISS PNG. Concreto Armado, Concreto Reforçado. 2018. Disponível em Kiss PNG: <https://ru.kisspng.com/kisspng-0sedlp/>. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

MARÇAL, V. H. Sistemas Construtivos. 2018. Disponível em AEC Web: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bambu-pode-suportar-carga-superior-a-do-proprio-aco_9455_0_1. Acesso em: 26 de Outubro de 2018.

MARIOTECA SUSTENTÁVEL. Marioteca Sustentável. 2018. Disponível em Marioteca Sustentável: <http://materioteca.paginas.ufsc.br/bambu/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

MARQUES, M. Economia do Bambu no Brasil. 2018. Disponível em Bambu SC - Associação Catarinense de Bambu: <http://bambusc.org.br/?p=1743#more-1743>. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

MARYSABEL, H. C. Andaimos de Bambu que Transformam Hong Kong. 2016. Disponível em CNN: <https://cnn.espanol.cnn.com/gallery/en-fotos-los-andamios-de-bambu-que-transforman-a-hong-kong/>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

ORNELLAS, T. S. Atividades Científicas Sobre o Bambu. 2018. Disponível em Bambu SC - Associação Catarinense de Bambu: <http://bambusc.org.br/>. Acesso em: 02 de Novembro de 2018.

PEREIRA, C. D. Carol Daemon. 2013. Disponível em Carol Daemon:

<http://caroldaemon.blogspot.com/2013/07/3-dias-bioconstruindo-em-santa-teresa.html>. Acesso em: 05 de Novembro de 2018.

YUEN, T. S. Andaimos de Bambu em Hong Kong. 2010. Disponível em YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=X4OwrJSheGM>. Acesso em: 24 de Outubro de 2018.

CAPÍTULO XII

RECONHECIMENTO PRÉVIO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS FREQUENTES VERIFICADAS EM PÓS-OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

*Antônio José de Sousa Gonçalves
Raimundo Matheus Alves da Silva
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

Trata-se o presente estudo em desenvolver um reconhecimento prévio de manifestações patológicas ocorridas no eixo de três mercados (Rio de Janeiro, São Paulo e Goiás) com o objetivo apontar suas patologias mais frequentes e contribuir para redução de vícios construtivos geradores de desgastes com clientes no atendimento pós-ocupação através de uma conscientização da gestão das obras em ações voltadas para as principais anomalias. Pretende-se também no seu discorrer, identificar seu surgimento no processo construtivo e agrupá-las em grupos de manifestações, identificar o volume de sua recorrência, conceber uma descrição sucinta sobre essas manifestações e algumas de suas características, apontar soluções que possam reduzir seu aparecimento ou escolha de técnicas construtivas que minimizem as intervenções pós-obra (assistência técnica) e conseqüentemente o desgaste da relação do consumidor junto à construtora, contribuindo assim, para evitar a reincidência em novos projetos ou em obras em execução, além da melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade e diminuição dos custos do empreendimento. Este estudo está estruturado em quatro partes e limita-se a patologias pós-obras de edifício residencial, não estruturais, mais recorrentes em edificações tais como: hidráulicas, impermeabilização, trincas e de azulejos.

Podemos constatar que na história o homem tem moldado as suas construções conforme a sua necessidade, ou seja, as construções civis de determinada época refletirão uma série de exigências que o usuário julgará indispensável (SOUZA & RIPPER, 2009).

Assim, a pouco tempo atrás havia estruturas superdimensionadas que resistiam à anos de agressões sem afetar a vida útil da estrutura, criando até o mito cujo a estrutura poderia durar indefinidamente. Todavia, nota-se posteriormente, essas mesmas estruturas podem sofrer os efeitos de males patológicos (SOUZA & RIPPER, 2009).

Com o aparecimento de uma manifestação patológica é necessário se investigar as causas, sintomas e origens. Com base nas origens é possível se evitar que torne algo habitual nas construções modernas em geral (CARMO & OBREGON, 2003).

Para Capello et al. (2010), a ocorrência de patologias é devida a projetos mal elaborados, baixa qualidade dos materiais utilizados, a escassez de controle tecnológico, falhas nas etapas de construção, a equipe com preparo inadequado, a escassez de fiscalização, a utilização da edificação com propósito diferente ao projetado ou pelo seu uso inapropriado e a pouca ou nenhuma manutenção.

Estas falhas se devem porque geralmente porque as empresas buscam reduzir os custos de obras com intenção de aumentar sua competitividade, contudo, com a ocorrência de alguma patologia, o custo pós-obras passa a não ser mais facilmente previsto, uma vez que executado equivocadamente, se assumirá o problema por no mínimo os 5 anos de garantia previsto em lei (OLIVEIRA, 2013).

Na atualidade, as conjunturas econômicas contribuiram para que as construções fossem dirigidas com alta velocidade e pouca precisão, bem como a grande parte dos trabalhadores mais bem qualificados se incorporassem aos setores que remuneram melhor a mão de obra, em detrimento das construções de pequeno porte (SILVA & JONOV, 2011).

Assim, devido ao crescimento acelerado da construção civil em nível mundial, segundo Souza & Ripper (2009), houve uma aceitação subjacente de maiores riscos (dentro de certos limites), trazendo um crescimento do conhecimento das estruturas, uma vez que aumentaram também os estudos e as análises dos erros ocorridos, mas permitiu-se também um aumento mais significativo das patologias nas construções. Entretanto, com a promulgação do Código de Defesa do Consumidor (CDC) através da Lei nº 8078 de 1990 e o surgimento do Órgão de Proteção e Defesa do Consumidor (PROCON), o consumidor obteve um reforço de suas garantias e, conseqüentemente, tornou-se mais exigente em relação à qualidade, obrigando na mesma proporção o setor da construção civil a buscar um melhor desempenho em sua eficiência e qualidade para atender ao novo perfil de consumidor (VAZQUEZ & SANTOS, 2010).

A partir daí se verificou a ocorrência mais acentuada de uma relação de desgaste com o consumidor gerado quando ocorrência dessas patologias. Essa relação de desgaste vem a ser o principal motivo de origem do presente trabalho.

O surgimento de uma patologia geralmente traz grande apreensão porque trazem problemas que tendem a piorar rapidamente, acarretando demais problemas ocasionais. Helene (1992) afirma que quanto mais cedo forem realizadas as correções, elas serão mais simples de executar, efetivas, baratas e mais duráveis serão.

Esses problemas podem ocorrer a partir de qualquer fase do processo construtivo, sendo divididos em cinco etapas: planejamento, projetos, fabricação de materiais e componentes, produção e uso. A ocorrência de patologias está diretamente relacionada como o controle de qualidade realizado em cada etapa, bem como a conciliação entre elas (LIMA, 2015). Este artigo tem como base indicar através de pesquisa e bibliográfica consultada sobre o assunto de patologias das edificações, os tipos de patologias mais recorrentes e descrevendo suas principais características para um diagnóstico de manifestação.

Deste modo, a metodologia deste estudo se baseou na identificação

da etapa do processo que originou os sintomas, agrupá-las em grupos de ocorrências, identificar o volume de sua recorrência, concebendo um resumo de suas características e relacionando-as com as possíveis origens de sua ocorrência, sabendo-se também que essas informações poderão ser úteis na dissipação de dúvidas quanto à atribuição de responsabilidades. Ademais, a análise das causas poderá contribuir para uma melhoria dos processos gerando aumento da qualidade do produto final e redução nos custos.

Desta forma, a opção pelo tema pesquisado, tem por objetivo principal conscientizar os gestores para concentrar seus esforços e ações para a prevenção das principais anomalias que são geradoras de desgastes com clientes e elevam os custos do empreendimento devido as ações corretivas no pós-entrega das obras e, tem por objetivo secundário, focar a atenção dos gestores de obras na identificação vícios construtivos frequentes verificados através das assistências técnicas, bem como apontar soluções que reduzam ou minimizem as intervenções e contribuir para evitar a reincidência em novos projetos ou em obras em execução, além da diminuição dos custos totais do empreendimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo Patologia tem sua origem etimológica, do grego páthos (doença) e logos (estudo), e assim, podemos entender como o estudo da doença. É recorrente em várias áreas das ciências, entretanto, na construção civil, poderemos entender como o estudo dos danos sofridos pelas estruturas e ou edificações que não apresentaram um desempenho mínimo preestabelecido. As patologias são capazes de reduzir a validade da edificação ou até mesmo impedir o seu uso. (NAZARIO & ZANCAN, 2011).

Segundo Helene (1992), a patologia também pode ser entendida pelo estudo e identificação dos efeitos e das causas dos seus problemas identificados numa edificação, permitindo a elaboração de sua análise e reparo, ou seja: “A patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que

estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”.

No diagnóstico da patologia, deve-se indicar a etapa construtiva em que se teve início e o que ocasionou o problema, devendo constar os prováveis reparos, assim como, as medidas preventivas que evitem o seu surgimento e propagação.

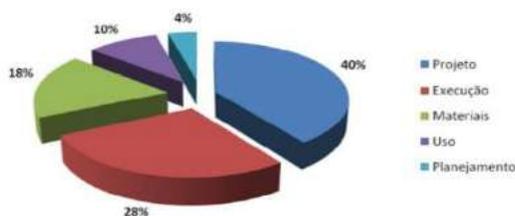
Para atender a ABNT NBR 15575 (2013), a vida útil das obras tem que ter pelo menos 50 anos, porém muitas apresentam problemas patológicos antecipadamente ao previsto do prazo.

2.1 Origem das Patologias

Para Freire (2010), o processo de construção envolve no mínimo quatro etapas principais: projeto, execução, emprego de materiais e utilização da edificação.

No Brasil, segundo Freire (2010) apud Helene (1992), os defeitos de projeto representam 40% das causas patológicas na construção civil, seguidos por 28% falhas no processo executivo, 18% de problemas se relacionam a materiais, 10% envolvendo o emprego das instalações e 4% envolvendo o planejamento da obra (Figura 1).

Figura 1: Origens das Ocorrências Patológicas



Fonte: Freire (2010)

Para Freire (2010) são origens frequentes de patologias, os equívocos nos procedimentos de cálculo, má avaliação do solo, projetos estruturais incompatíveis com projetos arquitetônicos, materiais inadequadamente especificados, detalhamentos equivocados ou escassos, impedimento de realização de certos detalhamentos, falta de padronização de representações e equívoco em dimensionamentos.

Segundo Bertezini (2006) existe um potencial de redução do custo de manutenção onde houve a diminuição das falhas na etapa de projeto e, segundo Cánovas (1988), os projetos de qualidade tem grandes chances de diminuir as patologias executivas, embora não consiga eliminá-las por completo.

2.1.2 Patologias provenientes da execução

Respondendo por 28% das patologias em edificações, a fase de execução da obra deve ter início apenas após a finalização dos projetos. Todavia, é recorrente as adequações ou alterações no decorrer da execução devido a execução ter se iniciado antes da finalização dos projetos, ocasionando o surgimento de razoáveis quantidades de ocorrências patológicas (SOUZA & RIPPER, 2009).

Para Nakamura (2010), as empresas pulam etapas buscando acelerar a conclusão das obras, porém algumas etapas requerem tempos a serem respeitados. O desrespeito pode gerar problemas de estruturas, revestimento, impasses no canteiro, infiltrações e ainda problemas de segurança com os operários.

As falhas de origens distintas podem resultar em ocorrências patológicas futuras: falta de condições apropriadas de trabalho, falta de profissionais capacitados, escassez de qualidade de execução, imprudência técnica e até o dano proposital (SOUZA & RIPPER, 2009).

2.1.3 Patologias decorrentes de materiais

Souza & Ripper (2009) advoga que a qualidade dos componentes e materiais deixa a construção civil bastante vulnerável, possuindo uma forte ausência de normatização e carência de fiscalização dos órgãos responsáveis. Desta forma, verifica-se que os fabricantes que reduzem a qualidade de seus materiais buscando uma maior competição nos preços deixam dependente o mercado da construção civil.

Para Freire (2010), algumas construtoras, seja por pouco conhecimento ou visando a economia acabam empregando materiais inadequados ou de menor durabilidade desejada e, pouco são os investimentos feitos pelos fabricantes a fim de compatibilizar as exigências funcionais e técnicas dos usuários.

2.1.4 Patologias decorrentes do uso

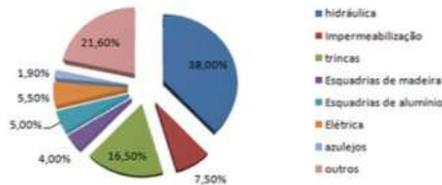
Embora haja patologias que não sejam geradas em fases anteriores, as construções podem manifestar patologias devido ao uso errôneo ou pela ausência de um adequado plano de manutenção. A má utilização pode ocorrer por inúmeros fatores, entre eles o uso distinto para qual foi projetado ocasionando sobrecarga na edificação, as modificações estruturais impróprias, o uso de produtos que possam comprometer o concreto armado seja para limpeza ou até mesmo a sua ausência, a falta de manutenção fundamental, a ausência periódica de vistorias e a procrastinação de operações de recuperação, reforço ou reparo (FREIRE, 2010).

A produção de um manual de utilização com as cautelas a serem tomados normalmente é entregue antes da ocupação da edificação e, segundo Freire (2010), pode evitar muitas das patologias que normalmente são geradas durante a utilização da edificação.

As principais ocorrências patológicas apuradas no mercado da construção civil por pesquisas efetuadas em três grandes mercados brasileiros são apresentadas. Com isso, pretendemos identificar a recorrência dessas patologias e posteriormente suas características.

Segundo pesquisa realizada pelo Sindicato de Habitação do Rio de Janeiro com 52 edifícios de oito construtoras, as maiores reclamações dos ocupantes sobre as patologias mais comuns nesses edifícios são sobre a parte hidráulica, trincas nas paredes, problemas de esquadrias, impermeabilizações, etc. (Figura 2).

Figura 2: Estatística de Reclamações de problemas patológicos no Rio de Janeiro



Fonte: Junior (2018)

Segundo Blanco apud Lima (2015), numa pesquisa realizada pela SECOVI-SP (Sindicato da Habitação de São Paulo), em 52 edifícios de oito construtoras, as patologias mais recorrentes são em edificações multifamiliares, e as agrupou em sete grupos aqueles considerados como principais: instalações hidrossanitárias; alvenaria; impermeabilização; esquadrias; cerâmica; instalações elétricas; gesso (Figura 3).

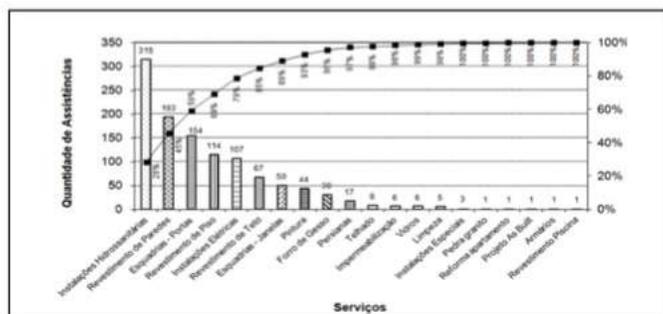
Figura 3: Distribuição das Ocorrências Patológicas em São Paulo



Fonte: Lima (2015) – Apud SECOVI-SP

Em estatística levantada por Cupertino & Brandstette (2015), no mercado goiano com mais de 3000 dados foi constatado que 79% das solicitações de assistência técnica são procedentes de apenas cinco grupos de serviços, sendo eles 28% instalações hidrossanitárias, 17% revestimento de paredes, 14% esquadrias, 10% revestimento de piso e 10% instalações elétricas (Figura 4).

Figura 4: Patologias Constatadas em Assistência Técnica no Mercado Goiano atendido



Fonte: Cupertino & Brandstetter (2015)

2.3. Principais Patologias

2.3.1 Ocorrências patológicas nas instalações hidráulicas

Para Borges (2008), as instalações hidrossanitárias tem que ir além de apenas abastecer corretamente, com água fria ou quente, conduzir es-

gotamentos, entre outros, mas também tem que ter a capacidade de sofrer deformações e absorver esforços gerados por outros sistemas relacionados a estrutura do edifício.

Tais deformações e esforços podem causar ocorrências patológicas que vão de pequenas falhas frequentes em alguns equipamentos até intrincadas flutuações de pressões, vazões e temperaturas, ocasionadas por falha de projeto. O SECOVI-SP realizou uma pesquisa onde constatou que as ocorrências patológicas relacionadas às instalações hidráulicas correspondem a 38% das ocorrências e tiveram seus defeitos distribuídos da seguinte forma (Figura 5).

Figura 5: Distribuição dos defeitos de hidráulica



Fonte: Lima (2015) – Apud SECOVI-SP

A ABNT NBR 5626 (1998), recomenda ensaios e inspeções com o intuito de verificar a conformidade da execução das instalações prediais de água fria. As instalações devem ser submetidas a testes para verificação da estanqueidade na sua montagem, quando ainda estão acessíveis e sem fechamento com argamassa ou alvenaria, para que possa ser feita inspeção visual e reparos caso necessário.

2.3.2 Ocorrências patológicas em sistemas de impermeabilização

A ABNT NBR 9575 (2010) define a impermeabilização como o conjunto de técnicas que consiste na aplicação de produtos específicos com

o objetivo de proteger as diversas áreas contra ação de fluídos, de vapores e da umidade. Portanto, se faz necessário um projeto de impermeabilização gráfico e descritivo para definir as características dos sistemas de impermeabilização em determinada construção.

Alguns defeitos de impermeabilização podem ser originados por (Figura 6):

- Falta de projeto;
- Materiais inadequados;
- Dimensionamento incorreto ou falta de coletores pluviais;
- Interferência de outras impermeabilizações.

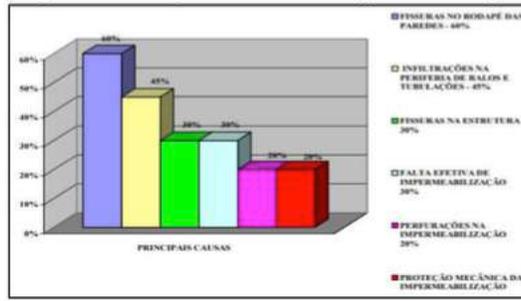
Para Godóy & Barros (1997) apud Moraes (2002), alguns defeitos devido à execução são:

- Impermeabilização furada devido à falta de regularização com argamassa
- Cantos e arestas retos;
- Execução da impermeabilização sem aderência, devido a não retirada de poeira da base antes da aplicação;
- Falhas em emendas;
- Mantas perfuradas por carrinho, sapatos com areia e etc.

Pinto (1996) destaca algumas ocorrências patológicas provenientes da infiltração:

- Eflorescências;
- Gotejamento de água ocasionado pelo acúmulo de água devido a umidade excessiva em um ponto da superfície por tensão superficial, caindo ao atingir determinado volume;
- Mancha de umidade devido a parte superior da superfície se apresentar coberta de água, apresentando cor diferente do restante;
- Vegetação em fissuras;
- Bolhas na pintura, apresentando em seu interior cores brancas, pretas e vermelhas acastanhadas.

Figura 6: Principais defeitos nas impermeabilizações



Fonte: Antonelli et al. (2002)

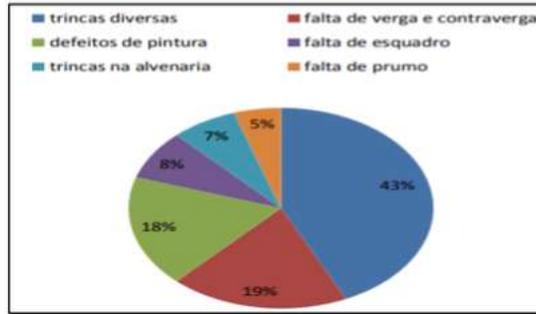
2.3.3 Ocorrências patológicas em alvenaria

De acordo com Brandão (2007), a maior parte das ocorrências patológicas em alvenarias foi analisado na etapa construtiva da parede, com 22%, sendo que as fissuras obtiveram um percentual de 69% deste total.

Algumas patologias encontradas em alvenarias são: desnivelamento de superfícies, fissuras, entre outros. Porém, os casos de mais importâncias são quase que sempre as fissuras, pois assim fica comprometido o isolamento térmico e acústico, a estanqueidade à água, durabilidade e etc., aumentando assim a preocupação devido a um eventual perigo a estrutura (THOMAZ, 1989).

No levantamento realizado por Brandão (2007), edificações com áreas menores que 1000 m² tem 45% das fissuras devido ao recalque de fundações, 12% relacionadas à estrutura de concreto e 43% (classificadas como trincas diversas) não tiveram causa identificada. As edificações com área maior que 1000 m² obtiveram 33% das fissuras relacionadas a deformação da estrutura, 17% relacionadas ao recalque das fundações e 50% não foram identificadas (Figura 7).

Figura 7: Distribuição de defeitos em alvenarias



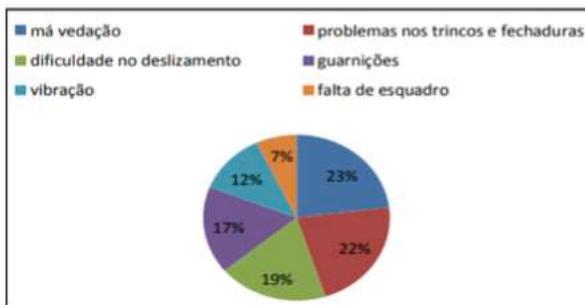
Fonte: Brandão (2007)

2.3.4 Ocorrências patológicas em esquadrias

Segundo Yazigi (2000), para um bom funcionamento, as esquadrias devem resistir as cargas uniformemente distribuídas, resistir a operações de manuseio, isolar acusticamente, isolar da água e do ar. São muitas as ocorrências de defeitos em esquadrias, as quais podem ocasionar outras ocorrências patológicas. Por exemplo, a má vedação entre o vão e a esquadria pode ocasionar uma infiltração (Figura 8).

A falta de declividade do peitoril faz a água retornar e infiltrar devido a má vedação na face superior. Tal problema pode ser evitado na fase de execução, instalando o peitoril com uma inclinação adequada e fazendo uma boa vedação.

Figura 8: Distribuição de defeitos em esquadrias



Fonte: Bernardes et al. (1998)

Bernardes et al. (1998) mostrou que as patologias em instalações elétricas correspondem a 6,95% do pesquisado, sendo 48% defeitos em acabamento, 20% cabos soltos, 20% a falta de espelhos e 1% erro no fechamento de circuitos. Podem ser destacadas como falhas gerais em instalações elétricas a não identificação de circuitos nas caixas de passagem ou quadros elétricos, instalação de tomadas ou interruptores fora das cotas padrões, eletrodutos introduzidos sobtensão em aberturas ou rasgos, eletrodutos com curvas de raios pequenos.

A ABNT NBR 5410 (2004) recomenda o ensaio das instalações elétricas durante a execução. Para isso são realizados alguns testes básicos como a verificação do isolamento, teste de continuidade, verificação da resistência da terra, verificação dos disjuntores.

2.3.6 Ocorrências patológicas em revestimentos cerâmicos

A ABNT NBR 13754 (1996) recomenda que após o assentamento das placas se aguarde 72 horas antes de fazer o rejuntamento, evitando assim o não surgimento de tensões pela retração da secagem da argamassa. A escolha correta do material e a correta execução do rejuntamento são maneiras de se evitar ocorrências patológicas. A perda de aderência é ocasionada por ruptura na interface entre a base e o substrato. A perda de aderência acontece quando as tensões que surgem ultrapassam a capacidade de aderência das ligações.

Para Campante & Baía (2003), um dos sinais mais comuns que podem indicar um destacamento das placas é a ocorrência de um som cavo quando as placas cerâmicas são percutidas, seguido pelo estofamento das mesmas. Devido às tensões serem maiores nos primeiros e últimos pavimentos, tal patologia acontece geralmente nesses locais. O índice de acidentes envolvendo usuários é alto, o que torna essa patologia mais séria. O autor ainda destaca que as causas dessas ocorrências podem ocorrer devido

a variações térmicas, utilização de argamassas vencidas, assentamento sobre superfícies úmidas ou contaminadas e a fluência das tensões da estrutura de concreto.

3. CONCLUSÃO

No presente estudo, pode se observar que as seis ocorrências patológicas mais frequentes ora incidentes no eixo dos mercados de construção civis pesquisados (Rio de Janeiro, São Paulo e Goiás).

Estas ocorrências geralmente foram devidas ao processo de busca redução os custos de obras, porém, na ocorrência de alguma patologia, o custo passa a ser imprevisível e se assume o problema por no mínimo os 5 anos de garantia previsto em lei.

Verificou-se que a falta de procedimentos de vistoria na entrega do empreendimento ou outro sistema de controle de qualidade similar estão diretamente à boa parte das ocorrências e que na maioria dos casos são de simples resolução.

É recomendado aos gestores de obras uma análise individualizada correlacionando os dados quanto as origens com a recorrência no mercado de interesse, uma vez que seus resultados poderão ser distintos.

De igual modo, se verificou numa breve análise quanto as origens patológicas que as falhas de projeto e as decorrentes de uso são parte significativa das origens patológicas (50%), situando-se na fase do processo construtivo com relativo custo diminuto em relação ao total do empreendimento.

É recomendado aos gestores de obras dispensarem especial atenção nestas etapas, lembrando que a sobrecarga de trabalho aos projetistas poderá trazer também perdas de detalhes nos projetos ou que sejam mal julgados e que a simples elaboração de um manual de utilização claro e conciso pode evitar muitas das patologias geradas durante a utilização.

Ressalta-se que o custo da correção de um projeto é mínimo, já na execução 5 vezes superior, na manutenção preventiva 25 vezes e na corretiva de 25 a 125 vezes mais onerosa.

Conclui-se, portanto, que a identificação precoce é a melhor maneira de se prevenir e deverá o gestor de obras acompanhar continuamente e direcionar de forma regionalizada seus esforços para a prevenção dessas principais anomalias, quer seja na qualificação de mão de obra, investimento no controle de qualidade de produtos e processos ou outros meios.

Por fim, sabendo-se que não foram abordados todos os aspectos, cabe deixar como sugestão para futuros trabalhos, a avaliação do impacto financeiro gerado pelas seis ocorrências patológicas mais recorrentes abordadas neste trabalho e a sua relação com os custos de sua prevenção de modo a ser possível a comparar sua vantajosidade econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELLI, G.R.; CARASEK, H.; CASCUDO O. Levantamento das Manifestações Patológicas em Lajes Impermeabilizadas em Edifícios Habitados de Goiânia.- GO. IX Encontro Nacional de Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5626. Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 9575. Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 13754. Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumo e dá outras providências. Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 set. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L8078.HTM>. Acesso em: 06 de novembro de 2018.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOS-SI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. Qualidade e custo das não conformidades em obras de construção civil. 1. ed. São Paulo, Editora: Pini, 1998.

BERTEZINI, A. L. Métodos de Avaliação do Processo de Projeto de Arquitetura na Construção de Edifícios Sob a Ótica da Gestão da Qualidade. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006, 201 fl.

BRANDÃO, R. M. L. Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007, 196 fl.

BORGES, C. A. M. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008, 245 fl.

CAMPANTE, E. F.; BAÍÁ, L. M. Projeto e execução de revestimento ce-

CÁNOVAS, M. F. Patologia e terapia do concreto armado. São Paulo, Editora: PINI, 1988.

CAPELLO, A.; ROCHA, E. L. B.; SOUSA, I. F.; MELATO, R.; SCARELLI, S. R. G. G. Patologia das fundações. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2010.

CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. DE O. Proposição de ferramenta de gestão pós-obra a partir dos registros de solicitação de assistência técnica. Ambiente Construído, Porto Alegre, 2015.

CARMO, OBREGON P. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

FREIRE, A. Patologia nas Edificações Públicas do Estado do Paraná: Estudo de Caso da Unidade Escolar Padrão 023 da Superintendência de Desenvolvimento Escolar – SUDE. 2010. 41 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GODÓY, E. H. P.; BARROS, M. B. A avaliação de desempenho dos sistemas de impermeabilização com argamassa polimérica. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10, São Paulo, novembro de 1997.

HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto. 2ª ed., 3ª reimpressão (jan. 96). São Paulo: Editora PINI, 1992.

JUNIOR, R. B. Patologias em sistemas prediais - Hidráulica. IBDA, 2018.

LIMA, B. S. Principais Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais Multifamiliares. Monografia – UFSM, Santa Maria, 2015. – FONTE: SECOVI-SP (2007)

MORAES, C. R. K. Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

NAKAMURA, J. Qual é o limite? Revista Técnica, São Paulo, v. 1, n. 160, jul. 2010.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde. 2011. TCC (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011.

PINTO, J. A. N. Patologias de impermeabilização. Santa Maria, Editora: Multipress, 1996.

OLIVEIRA, D. F. Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil. Monografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini; EPUSP; IPT, 1989.

SILVA A. P. JONOVIC. M. P. Curso de especialização em construção civil. Departamento de engenharia de materiais de construção. Minas Gerais, 2011.

CAPÍTULO XIII

CANTEIRO DE OBRA SUSTENTÁVEL: PRÁTICAS ADOTADAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM ÁREAS URBANAS

*Alessandro de Melo Tuller
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

A construção sustentável é uma condição essencial para o alcance do desenvolvimento sustentável da sociedade. Para isso, é necessário preocupar-se com a sustentabilidade de todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento, desde sua concepção, passando pelo projeto, construção, manutenção, até sua demolição, considerando sempre as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Portanto, destaca-se o estudo da diminuição de impactos negativos da etapa de construção de empreendimentos na medida em que a indústria da construção, além de grande consumidora de recursos naturais, é fonte de diversos impactos ambientais. Dessa forma, o objetivo deste estudo é propor práticas a serem adotadas por empreendedores e empresas construtoras e seus subcontratados em suas obras, visando a um processo de produção de edifícios mais sustentável em áreas urbanas. A pesquisa, de propósito exploratório e caráter qualitativo, foi desenvolvida por meio de estudos teóricos, envolvendo revisão bibliográfica nacional, assim como observações em campo.

Com o passar do tempo e o crescimento da população mundial, o meio ambiente tem sido alterado, devido à deterioração decorrente da atividade humana. Assuntos como aquecimento global, reciclagem e o reaproveitamento da água da chuva tornam-se frequentes. A preocupação com a redução de alguns recursos naturais e, com o que restará para as futuras gerações, acende um sinal de alerta de que precisasse fazer algo pelo planeta. Cada vez mais pessoas conscientizam – se da necessidade de um mundo mais sustentável. Isso deixou de ser coisa do futuro e tornou-se uma realidade, e para que esse processo seja minimizado, é preciso que todos tenham atitudes sustentáveis em suas vidas (CONAMA 307, 2002).

Dentro das possíveis ações para se buscar uma construção sustentável, é possível citar o consumo racional de água e energia; o uso de energias renováveis; a seleção de materiais baseada no ciclo de vida; a racionalização do consumo de recursos na etapa de construção; e a baixa de impactos aos canteiros. Sendo, esta última, em sua dimensão ambiental e social, o foco deste trabalho. Para a formulação de diretrizes que visem à baixa de impactos, é necessário conhecer os aspectos ambientais, ou seja, os elementos originados das atividades que acontecem nos canteiros. Esses são importantes elementos da pesquisa, interagindo em todas as fases do estudo. Estudo esse que foi inspirado por experiência profissional em uma empresa de grande porte no ramo da construção civil, que demonstrava uma grande preocupação com a questão de ser sustentável, mas de uma forma tão motivadora, que me fez levar o tema proposto para outra esfera e motivar outras tantas empresas a seguir o mesmo modo e a mesma preocupação, porem mostrando o custo benefício que esse estudo trará.

O tema em questão foi pesquisado através de livros, entrevistas com profissionais do mercado, artigos publicados e pesquisas em internet especificados nas bibliografias no final do texto. Após a explanação de conceitos e definições, foi realizado um estudo de caso a fim de contextualizar e ilustrar o tema. Estas envolveram visitas a área de vivência das obras e empresas

construtoras, além de entrevistas com profissionais envolvidos com o tema em questão, com o objetivo de identificar instrumentos gerenciais e tecnológicos existentes no Rio de Janeiro.

Este estudo tem o objetivo de realizar uma análise sobre o tema da sustentabilidade do canteiro de obras, com a apresentação de alguns impactos que o ambiente pode sofrer no período da obra e formas de minimizar esses impactos, analisando os seguintes pontos:

- Discutir o conceito da sustentabilidade na construção civil, e definir um canteiro de obra sustentável;
- Mostrar a importância do gerenciamento de resíduos e justificar com a apresentação do custo dos mesmos, por meio da resolução nº 307/2002 do CONAMA.
- Apresentar ferramentas e ações estratégicas que ajudam na economia de recursos e de energia.

2. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 Construção Civil no Brasil

A história da engenharia civil no Brasil começa em 1549, com a fundação do Governo Geral e da Cidade de Salvador por Thomé de Souza. O primeiro Governador trouxe com ele um grupo de construtores à ordem do Rei D. João III para que fizessem uma “fortaleza de pedra e cal e uma cidade grande e forte... como melhor poder ser”. Com Tomé de Souza vieram Luiz Dias, “mestre das obras da fortaleza”, Diogo Peres, “mestre pedreiro”, e Pedro Gois, “mestre pedreiro-arquiteto”, e mais pedreiros, carpinteiros e outros artífices. (CARLOS, 1984).

A Engenharia Civil juntou seus primeiros tijolos, no Brasil, no Brasil colônia, com a construção de fortificações e igrejas. Somente em 1808, com a chegada da família real e a fundação da Real Academia Militar do RJ nasceu a primeira escola de engenharia brasileira. Quem fazia trabalhos nessa área, naquela época, era denominado engenheiro militar, embora não

Qualquer pessoa podia exercer a função de engenheiro. A atividade em si não era regulamentada, até o século XIX com o decreto em 28 de agosto de 1828, feito por D.Pedro I e publicada na Coleção de Leis do Império do Brasil (NETTO, 2013).

Atualmente a construção civil abrange todas as atividades de produção de obras. Estão incluídas nesta área as atividades referentes às funções planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, são esses : Edifícios, estradas, portos, aeroportos, canais de navegação, túneis, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e de terra em geral, estando excluídas as atividades relacionadas às operações, tais como a operação e o gerenciamento de sistemas de transportes, a operação de estações de tratamento de água, de barragens, etc. (MENDES, 2013).

De acordo com Atademo (2014), a produção da Construção tem um importante papel na execução da sustentabilidade. Para demonstrar isso, apresentamos alguns de seus impactos em cada um dos três pilares da sustentabilidade: ambiental, econômico e social. Os conflitos ambientais da construção são vários e se desdobram desde a extração de matérias-primas até o término da vida útil dos produtos construídos, com a reutilização, reciclagem ou descarte de suas partes.

A produção ambiental da construção tem impactos de longo prazo, com muitas distinções locais, o que os torna difíceis de mensurar, mas os efeitos apresentados, mesmo que variados, sempre se mostram significativos em escala global, como se adverte nos exemplos abaixo:

1 - A construção civil é responsável por 12% do consumo total de água.

2 – As emissões de gases de efeito estufa são significativos: a produção de cimento é responsável por 5% e o uso de energia em edifícios, 33%.

3 - As atividades de construção civil geram 40% de todos os resíduos gerados.

4 - Grandes empreendimentos de infraestrutura geram pressão sobre desiguais ecossistemas (CECCHETTO, 2015).

2.2 Conceito de Sustentabilidade

Sustentabilidade é a manutenção do meio ambiente do planeta Terra, promovendo a qualidade de vida e ambiente em harmonia com as pessoas. A sustentabilidade ambiental ainda é cuidar para não poluir as águas, separar o lixo, evitar desastres ecológicos, como queimadas e desmatamentos (EBERT, 2016).

O próprio conceito de sustentabilidade deve ser visto em longo prazo. Trata-se de encontrar uma forma de desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das próximas gerações de suprir as próprias necessidades. O desafio da humanidade é preservar seu padrão de vida e manter o desenvolvimento tecnológico sem exaurir os recursos naturais do planeta (EBERT, 2016).

2.3 Pilares da Sustentabilidade (Social, Ambiental e Econômico)

O Social refere-se a um conjunto de ações que visam melhorar a qualidade de vida da população. Estas ações devem diminuir as desigualdades sociais, ampliar os direitos e garantir acesso aos serviços (educação e saúde principalmente) que visam possibilitar às pessoas acesso pleno à cidadania. Além de gerar empregos e renda para moradores do entorno, além de gerar benefícios através dos impostos. Ambiental refere-se a otimizar o uso de materiais, gerar menos emissão de resíduos durante a fase de obra, reduzir o consumo de água e energia na fase de operação (LEITE, 2013).

Todas essas mudanças traduzem em ganhos econômicos, com redução de custo durante o processo de obra. O Econômico controla os processos de compra de material a fim de gerar um aumento da eficiência no uso de recursos financeiros na construção, oferta de um retorno financeiro justo aos empreendedores, acionista e clientes finais, a indução de aumento na produção dos trabalhadores por estarem em um ambiente saudável e confortável (LEITE, 2013).

Um canteiro sustentável é aquele em que os desperdícios, improvisações, acidentes, impactos ambientais e incômodos à vizinhança e ao entorno são reduzidos ao máximo. Por isso, com um bom planejamento, é possível minimizar os problemas e reduzir a produção de resíduos, poeiras, ruídos, problemas no trânsito, acidentes de trabalho, poluição em geral e desperdício de recursos naturais. Os impactos são sentidos pelos próprios trabalhadores da obra, vizinhos, pedestres e visitantes (CARDOSO & FIORANI, 2009).

As soluções para diminuir a produção de resíduos estão no desenvolvimento de triagens, coleta seletiva, armazenamento adequado para reutilização, reciclagem ou beneficiamento. Além disso, o projeto deve ter como meta a especificação de sistemas e processos construtivos que gerem menor quantidade de entulho, fazer a quantificação dos resíduos e prever a organização de zonas de armazenamento e de circulação, cuidar da logística de canteiro, planejamento das coletas, entre outras diversas providências. Economia de energia e de água também caracteriza um canteiro sustentável, além do respeito à vizinhança com providências para reduzir ruídos dos maquinários e equipamentos e da circulação de veículos (MEDEIROS, 2011)

2.5 Certificações de Sustentabilidade para a Construção Civil

Esta pesquisa foi desenvolvida tendo como base os parâmetros de desempenho estabelecidos no LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction (2009), no Referencial Técnico de Certificação AQUA – Edifícios em Renovação (2012), no RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos) e na Qualificação Qualiverde através do decreto nº 35745/2012 instituído, pela Prefeitura do Rio de Janeiro, em 2012.

2.5.1 Certificação LEED

O LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design) é um sistema de certificação americano, reconhecido no mercado mundialmente, para construções que desde a concepção de projeto até sua implantação buscarem soluções e métodos construtivos que reduzam o impacto causado pela construção civil ao meio ambiente. A metodologia da certificação é baseada em um sistema de checklist, onde é estabelecido um conjunto de requisitos de dois tipos: obrigatórios e voluntários. Os obrigatórios são requisitos mínimos a serem atendidos pelo projeto, chamados pré-requisitos. Caso não sejam atendidos o projeto não poderá ser certificado (ARAÚJO et al., 2018).

Os créditos são requisitos voluntários que proporcionam a acumulação de pontos, que determinarão a classificação do empreendimento. É necessário um mínimo de 40 pontos para certificar o empreendimento. Cinco categorias principais somam 100 pontos e duas especiais disponibilizam mais 10 pontos como bônus para certificação da edificação. A metodologia estabelecida pelo USGBC - United States Green Building Council (órgão certificador) possibilita a obtenção da certificação em quatro níveis, conforme a pontuação alcançada nas avaliações de projeto e obra: Certificado, Prata, Ouro e Platina (MOURA, 2017).

2.5.2 Processo AQUA

É um processo de gestão do projeto que visa obter a Alta Qualidade Ambiental de um empreendimento, seja em construção ou em reabilitação. O Processo tem como base o Démarche HQE, uma certificação francesa desenvolvida pelo Certivéa. Sua adaptação ao Brasil foi feita por professores da Escola Politécnica da USP e pela Fundação Vanzolini. O Referencial Técnico do AQUA é definido por dois padrões: o Sistema de Gestão do Empreendimento e a Qualidade Ambiental do Edifício. O primeiro requer um sistema de gerenciamento que garanta o sucesso de todo o processo. Já

o segundo, é uma ferramenta da qualidade, que auxilia na obtenção do desempenho ambiental almejado para o edifício (GRUNBERG et al., 2014). Para alcançar a certificação do empreendimento em questão, são necessárias auditorias presenciais nas três fases: Programa (estudo de viabilidade do projeto), Concepção (final do executivo) e Realização (final da obra civil). Os níveis de atendimento são bom, superior e excelente, sendo o bom o atendimento mínimo necessário em cada requisito (VITALE & ASSIS, 2014).

2.5.3 Selo PROCEL

Os programas do governo federal PROCEL Edifica e o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem), através do Inmetro, concedem a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) para edificações. A ENCE classifica o edifício entre Nível A (mais eficiente) e Nível E (menos eficiente), a partir dos requisitos e parâmetros do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos). O RTQ-C tem como objetivo estabelecer um padrão mínimo de desempenho energético dos empreendimentos, estimulando o desenvolvimento de projetos mais eficientes, para redução do consumo de energia ao longo da vida útil da edificação (JORNADA, 2013).

2.5.4 Decreto Qualiverde

A qualificação QUALIVERDE é opcional e aplicável aos projetos de novas edificações e edificações existentes, de uso residencial, comercial, misto ou institucional localizadas na cidade do Rio de Janeiro. Há a possibilidade de escolher quais ações de sustentabilidade serão adotadas, propiciando adequação ao projeto. É qualificado aquele que aplicar, no mínimo, 70 pontos nas ações de sustentabilidade propostas no Decreto. Para efeito dos benefícios, gera duas classificações: QUALIVERDE - 70 pontos e QUALIVERDE TOTAL - 100 pontos (BEZERRA & OLIVEIRA, 2016).

O processo permite o acompanhamento de novas tecnologias, além de contemplar e sistematizar as ações de sustentabilidade nas construções que já são obrigatórias por legislação. O decreto envolve diversas práticas e ações relativas à Gestão da Água, Eficiência Energética, Desempenho Térmico e Projeto. Com o atendimento e obtenção da certificação, é possível obter incentivos fiscais, como a redução no IPTU (BRANDÃO, 2012).

3. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM CANTEIRO DE OBRA

Toda obra gera resíduos, cerca de 90% dos resíduos gerados pelas obras são passíveis de reciclagem e levando ainda em consideração a sua contínua geração, a reciclagem desses resíduos é de fundamental importância ambiental e financeira no sentido de que esses resíduos retornem para a obra em substituição a novas matérias-primas que seriam extraídas pelo meio ambiente (ALMEIDA et al., 2017).

Podem ser adotados os conceitos de reduzir a geração de resíduos, reutilizarem os materiais e reciclar os resíduos (3 R's). Este conceito pode ser adotado tanto para pessoas, com medidas que possam ser agregadas aos seus cotidianos, quanto às empresas.

O objetivo é diminuir a quantidade de lixo despejada no meio ambiente e diminuir o consumo dos recursos naturais, para que seja possível reduzir os danos e possibilitar o desenvolvimento sustentável. A Reutilização de materiais é importante para reduzir os custos e uso de insumos (ZAGO, 2014).

A especificação de materiais que possam ser utilizados mais de uma vez, ao longo do processo construtivo, também deve ser incentivada como, por exemplo: Utilização de escoramento metálico, formas metálicas, entre outros, que têm maior durabilidade do que aqueles em madeira. Após a desforma das peças de concreto, realiza-se a limpeza das formas de madeira, incluindo a remoção de pregos, que são lançados dentro de uma lata, evi-

tando que sejam jogados diretamente ao chão, gerando risco de acidente de trabalho. Na maior parte, os pregos removidos podem ser realinhados por operários e reutilizados na obra (ZAGO, 2014).

3.1 Materiais e resíduos sólidos

A disposição inadequada de resíduos é uma das principais causas da degradação do meio ambiente, com potencial de afetar a qualidade de vida da população, os serviços dos ecossistemas e a disponibilidade de recursos naturais. Os resíduos oriundos das atividades da construção civil não são exceção, e podem se tornar parte deste problema caso não lhes seja dado o correto gerenciamento. Mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas são provenientes da construção (MUCELIN & BELLINI, 2008).

Moradias sustentáveis: economia e durabilidade. Uma casa ou prédio sustentável gera uma economia de aproximadamente 30% em sua manutenção, gasta menos água e energia elétrica e tem uma vida útil e acessibilidade muito maiores. Grande partes dos resíduos produzidos durante a fase de construção resultam de falhas no processo construtivo em suas etapas diversas, como projetos inadequados, falta de planejamento, falta de treinamento dos colaboradores, de procedimentos, etc. (MEDEIROS & NARDI, 2012).

A classificação de resíduos, conforme resolução nº 307 do CONAMA, envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, além de seus constituintes e características com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

3.2 Armazenamento de Materiais

É necessário ter locais próprios para a separação e acondicionamento de materiais. Por exemplo:

- A construção de baias para o acondicionamento de areia e brita, além de

manter o local limpo evita sua contaminação e perda;

- Acondicionamento dos sacos de cimento separados de outros materiais em local separado apoiados sobre estrutura para seu devido armazenamento;
- Armazenamento correto das formas de madeira e apoiados diretamente em uma estrutura de madeira (pallets), evitando contato com o solo.

As figuras 1 e 2 apresentam modelos adotados nas obras civis de baias, com separação de materiais e armazenamento corretamente.

Figura 1: Armazenamento de areia e brita



Figura 2: Armazenamento de formas



Fonte: Arquivo pessoal (2012)

3.3 Coleta Seletiva

A prática de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos é de essencial importância na atual sociedade consumista, pois possibilita redução de gastos de recursos naturais e de energia, além de diminuir a proliferação de doenças perniciosas à saúde em geral.

Coleta seletiva é o termo utilizado para o recolhimento dos materiais que são possíveis de serem reciclados, previamente separados na fonte geradora. Dentre estes materiais recicláveis podemos citar diversos tipos de papéis, plásticos, metais e vidros (SANTOS, 2014).

Apresentado o plano de sustentabilidade no canteiro de obras, e a resolução regulamentadora de resíduos gerados na construção civil, concluiu-se que, o uso de práticas sustentáveis é viável, visto que a segregação de resíduos provenientes da construção e o acondicionamento de materiais, além de contribuir para a preservação ambiental, trazem benefícios para a empresa, já que o custo da obra poderá ser reduzido, com a diminuição das perdas.

Ficou evidente que “deixar de perder é também um modo de se ganhar”. Vários estudos têm sido feitos sobre o impacto do descarte inadequado de resíduos no meio ambiente, e a conclusão é sempre a mesma: o meio ambiente já não suporta mais. Além disso, pensando exclusivamente no lado financeiro, já que toda empresa visa gerar lucro, o gerenciamento de é um grande aliado. Os recicláveis têm custo zero de destinação, já o heterogêneo por sua vez custa R\$ 150,00 por caçamba, ao final da obra gera uma economia considerável, ainda mais se comparado com um canteiro não sustentável onde o desperdício de material é alto e a não segregação é pago no custo de descarte.

Com métodos fáceis conseguimos economizar energia e recursos que estamos desperdiçando sem percebermos, como o simples gesto de desligar o ar-condicionado na hora do almoço. Além de reutilizarmos grande parte das águas que antes iam direto para o ralo, conseguimos uma economia significativa de água limpa e com o telhado verde reduzimos o uso de equipamentos de refrigeração do ambiente e assim ajudando no racionamento de energia.

Enfim, a cadeia produtiva de uma obra civil pode contribuir muito com o desenvolvimento sustentável do país, e todos que a compõem têm um papel a desempenhar e uma contribuição a dar, apesar das atividades em um canteiro de obra serem temporárias, os seus resultados permanecem não apenas na paisagem da cidade, mas também ficará nas pessoas que ali trabalharam o aprendizado de como se produzir sem desperdício.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como podemos ter um custo benefício favorável as empresas da construção civil e possibilitando uma inserção ainda mais benéfica da sustentabilidade neste ramo. Além disso, também permitiu uma pesquisa de campo para obter dados sobre as etapas dos processos, obtendo um grau de conhecimento que inspira a se envolver ainda mais como o assunto em questão, adquirindo mais conhecimento para realizar pesquisas futuras podendo assim, até se inserir no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C., SILVA, B., DIAS, A., WATANABE, G., Plano municipal de gestão de resíduos da construção civil do município de Lavínia. Manancialsa, Barueri, 2017.

ARAÚJO, F., BARBOSA, I., VIANA, F. Análise do processo de certificação leed em edificação comercial em fortaleza. XX Engema, Fortaleza, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR ISO 14001. Numeração progressiva das seções de um documento escrito: Apresentação. Rio de Janeiro, novembro, 2004.

ATADEMO, R. Entenda os três pilares da sustentabilidade. Tera Ambiental, São Paulo, 2014.

BEZERRA, M., OLIVEIRA, A. Qualiverde: Histórico, projetos e próximos passos. PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2016.

BRANDÃO, C. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Ministério da Educação Conselho Nacional de Educação, Distrito Fede-

BRASIL LEI Nº 6.938. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasil, de 31 de agosto de 1981.

CARDOSO, F., FIORANI, V. Canteiros de obras sustentáveis. Uma preocupação que vai além da redução das perdas e da gestão dos resíduos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Butantã, 2009.

CARLOS, P. História da engenharia no Brasil. Séculos XVI a XIX, 1ª Edição. Rio de Janeiro, 1984

CECCHETTO, C. Habitação de Interesse social: Alternativas Sustentáveis. Gedecon, V.3, Nº 2, 1-15, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, Resolução nº 307. Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, julho, 2002.

DECRETO Nº 35.745. Cria a qualificação QUALIVERDE e estabelece critérios para sua obtenção. Rio de Janeiro, de 06 de junho de 2012.

EBERT, P. As organizações sustentáveis sobre o ponto de vista da sociedade. Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2016.

GUNBERG, P; MEDEIROS, M.; TAVARES, S. Certificação ambiental de habitações: comparação entre leed for homes, processo aqua e selo casa azul. Ambiente & Sociedade, V. XVII, Nº2, P. 195-214, São Paulo, 2014.

JORNADA, J. Residencial, comercial de serviço e público. Ministério do desenvolvimento, industrial e comércio exterior. Portaria nº 50, INMETRO,

2013.

LEITE, A. A sustentabilidade empresarial, social e as fontes de energias. Pontifica Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

MACEDO, G., SAPUNARU, R. Uma breve história da engenharia e seu ensino no Brasil e no mundo: Foco Minas Gerais, REUCP, V.10, Nº 1, P.39-52, Petrópolis, 2016.

MEDEIROS, H. Medidas simples adotadas na obra reduzem o impacto sobre os trabalhadores, a vizinhança, pedestres e visitantes. 2016. Disponível em: <<http://equipeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/36/canteiro-sustentavel-medidas-simples-adotadas-na-obra-reduzem-o-215994-1.aspx>>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

MEDEIROS, V., NARDI, V. Casa sustentável, construindo a cidadania. Fisenge, Minas Gerais, 2012.

MENDES, C. A. Sustentabilidade na construção civil como ferramenta no processo ensino-aprendizagem. Educere, Curitiba, 2013.

MOURA, V. Certificação ambiental de edificações: Modelos de conformidade e processos de implantação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MUCELIN, C., BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & Natureza, V.20, Nº1, P. 111-124, Uberlândia, 2008.

NETTO, R. A secretaria de Estado dos Negócios do império 1823-1891. Arquivo Nacional, Caderno Mapas, Nº5, Rio de Janeiro, 2013.

251 SANTOS, D. Coleta seletiva. CIPA, São Paulo, 2014

VITALI, G., ASSIS, H. Análise da viabilidade técnica e econômica dos critérios relacionados à gestão da água da certificação aqua em edifício unifamiliar. UFG, Goiás, 2014.

ZAGO, S. Ações responsáveis para minimizar os impactos ambientais: reduzir, reutilizar e reciclar o lixo, Secretaria de Educação, Paraná, 2014.

CAPÍTULO XIV

IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Romário da Silva Miranda
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

A construção civil é um ramo que está sempre se modernizando, de forma a atender as exigências dos clientes, das construtoras e das normas regulamentadoras. Impermeabilização é serviço especializado e deve-se prestar atenção nos pequenos detalhes. Devido aos altos custos, durante a construção, e a necessidade de entregar as obras no prazo, muitos empreiteiros optam por não realizar a impermeabilização de forma correta, não contratando empresas especializadas, ou até mesmo, ignorando esse serviço em algumas partes das edificações. Diante do exposto, o objetivo principal deste estudo consiste em elencar a eficácia da manta asfáltica dentre as diferentes formas de impermeabilização na construção civil, visando a integridade da edificação, segurança, conforto do usuário, e a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram. Para elaboração do presente artigo, foi realizado o levantamento bibliográfico em livros técnicos, publicações e normas ABNT, além de registro fotográfico de uma obra com o processo de impermeabilização com manta asfáltica em conformidade com o projeto de impermeabilização. Os resultados encontrados no estudo mostraram que devido à grande quantidade de obras, que foram realizadas em poucos anos no Brasil, acabou-se tornando a regular a aparição de complicações pós-obra, ocasionada pela falta de importância dada à impermeabilização. Casos como: vazamentos em coberturas, perda de água em reservatórios de água potável e pontos de infiltração em cortinas concreto e pisos de subsolos.

253 Estes problemas, quando ocorrem após o término da obra, elevam o custo final em comparação ao custo, se o serviço fosse executado na etapa correta. Como a impermeabilização não fica aparente, muitas vezes o consumidor final desconhece o assunto, entretanto, ironicamente é ele o mais prejudicado com a negligência das construtoras.

1. INTRODUÇÃO

A ABNT NBR 9575 (2010), define como sistema de impermeabilização, o conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade às partes de uma construção.

Os sistemas de impermeabilização oferecem particularidades em detrimento de sua função de sua composição química, apresentando propriedades de resistência à tração, aderência, alongamento, impermeabilidade, absorção de água, durabilidade, etc. (SOUZA, 2010).

Segundo Rodrigues et al (2016), a impermeabilização é considerada com uma das mais proeminentes etapas da construção tendo em vista a proteção da edificação contra patologias e intempéries. Tais problemas têm origem nas falhas na execução, ausência de prevenção e redução de custos das obras, colaborando para eventuais consequências e falhas ao patrimônio, como infiltrações, reduzindo expressivamente a vida útil da edificação.

A justificativa em abordar este tema, se dá em detrimento da falta de conhecimento sobre as técnicas e materiais de impermeabilização e o dinamismo no setor são os principais responsáveis por múltiplos problemas, que algumas vezes provocam insucessos no processo. Comumente, as construtoras tão-somente dedicam atenção a impermeabilização e seus problemas ao término da obra, quando pode ser muito tarde. A falta de projeto específico, a ausência de previsão dos detalhes e a improvisação resultam em um amplo número de falhas construtivas e patologias nas edificações.

O estudo é relevante, tendo em vista o amplo número de manutenção corretiva nos reparos das estruturas das edificações, por falha na impermeabilização, o que incorre em maiores custos tanto para instalação de

um novo sistema de impermeabilização, como ainda custos que não foram previstos durante a obra ou na fase de pós ocupação e reduzem a vida útil da construção.

Para elaboração do presente artigo, foi realizado o levantamento bibliográfico em livros técnicos, publicações e normas ABNT, além de planilha de processo executivo de impermeabilização com o custo para emprego da tecnologia em estudo, também foi realizado um estudo de caso.

Diante do exposto, o objetivo principal deste estudo consiste em elencar a eficácia da manta asfáltica dentre as diferentes formas de impermeabilização na construção civil, com vistas à integridade da edificação, segurança, conforto do usuário, e a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.

Serão apresentados os dados obtidos e uma precisa conclusão sobre a utilização e viabilidade dos sistemas, atentando-se a importância do estudo e aprofundamento dos métodos a serem escolhidos para fazer parte da construção civil à fim de identificar a eficácia do método de impermeabilização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O processo de impermeabilização

Conforme Siqueira (2013), o principal conceito que deve ser destacado é o de que impermeabilização corresponde ao envelope da edificação, ou seja, sistema construtivo que resguarda o edifício contra as condições do meio em que se insere, procurando três importantes aspectos, que podem estar juntos ou isoladamente: durabilidade da edificação; conforto e saúde do usuário; e proteção ao meio ambiente.

A literatura preconiza que os projetos de impermeabilização sejam considerados e estruturados previamente, antes que a obra tenha início, de forma que se reduza falhas e danos resultantes de elementos que não foram previstos ao logo do planejamento do projeto de construção.

Segundo Barbosa (2018), de maneira geral, o sistema de impermeabilização é o conjunto de fatores que promove a proteção do edifício contra a umidade e infiltrações, tanto da água quanto de quaisquer outros líquidos e vapores que possam penetrar as estruturas e que estejam presentes no ambiente em que ele é construído.

A literatura especializada considera a existência de dois sistemas, o rígido e o flexível. Sistemas de impermeabilização rígidos são indicados para impermeabilizar estruturas que não se encontram em situação de movimentação ou que não sofram com ações que causem deformação, sendo apresentados como principais exemplos as caixas d'água, piscinas enterradas e fundações (ENSUS, 2019).

Segundo Souza (2010), os tipos de sistemas de impermeabilização são de acordo com: o processo (moldados in loco ou pré-moldados); a rigidez (rígido ou flexível); o tipo de material usado (cimentício, asfáltico e epoxídico); e o acabamento (auto protegido ou não).

Em contrapartida, os sistemas flexíveis, ao contrário dos rígidos, são aqueles preconizados para estruturas sujeitas a deformações e movimentação, como é o caso de lajes de cobertura e reservatórios elevados, entre outros.

Segundo Silva Junior & Leal Junior (2019), existem várias requisições que são atribuídas pelos tipos de fluídos (água e gás) que auxiliam na escolha do tipo correspondente de impermeabilização que será aplicado na construção civil, levando-se em consideração a ação da água de percolação, líquido sob pressão unilateral ou bilateral, ou mesmo oriundo da umidade do solo ou pela condensação de água.

Assim, é possível compreender que o ato de impermeabilizar consiste em fornecer proteção e isolamento aos materiais que compõem uma edificação da passagem indesejável e danosa de água e gases, de forma que as condições e características que a tornam habitável sejam preservadas.

A norma ABNT NBR 9575 (2010), ressalta que existem duas maneiras de impedir a entrada da água. A primeira através dos sistemas rígidos – em que se utiliza massa como reboco e ainda recebe polímeros, cristalizan-

tes ou hidrofugante, para impedir que haja infiltração nos poros do concreto. A segunda através dos sistemas flexíveis, que são formados por mantas (as mantas negras de asfalto, que já vêm prontas diretamente de fábrica) ou ainda membranas que são moldadas diretamente na obra – as duas possuem asfalto em sua composição e desenvolvem uma camada sobre a superfície a ser protegida.

A ABNT NBR 9575 (2010), ainda destaca que os sistemas rígidos são aqueles que não apresentam características de flexibilidade, sendo compatíveis e aplicáveis às partes construtivas não sujeitas à movimentação. Devem ser aplicados em áreas onde não existem grandes deformações, ou seja, em locais onde há pouca variação térmica e baixa exposição solar. Como exemplos citam-se reservatórios inferiores, subsolos e pisos em contato com o solo. Já os sistemas classificados como flexíveis apresentam características de flexibilidade para acompanhar as movimentações da estrutura, tendo como exemplos de locais para possível aplicação as lajes de cobertura, calhas e terraços.

2.2 Camadas do sistema de impermeabilização

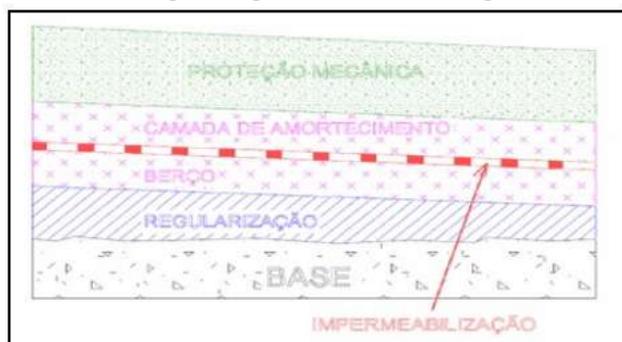
Segundo a ABNT NBR 9575 (2010), o sistema de impermeabilização compõe-se de camadas auxiliares e complementares à impermeabilização (Figura 1), sendo: regularização do substrato; imprimação; camada berço; camada de amortecimento; camada drenante; camada separadora; proteção mecânica e proteção térmica.

- Regularização: busca a homogeneização do substrato, acomodando uma superfície constante e coesa, e de fornecer um certo caimento ou declividade.
- Camada Impermeável (impermeabilização): esta camada tem a função de conter a água, formando uma barreira.
- Camada Separadora: seu objetivo é impedir a aderência dos demais materiais sobre a camada impermeável.
- Proteção térmica (isolante térmico): reduz o gradiente de temperatura

que atua sobre a camada impermeável, resguardando-a contra as implicações danosas do calor excessivo.

- Proteção mecânica: absorve e dissipa os esforços estáticos ou dinâmicos que atuam sobre a camada impermeável, de modo a protegê-la.

Figura 1: Camadas que compõem o sistema de impermeabilização



Fonte: CUNHA (2014)

2.3 Manta asfáltica

A norma ABNT NBR 9952 (2014) determina manta asfáltica como o produto cuja composição tenha como principal componente o asfalto, impermeável, pré-fabricado, obtido por calandragem, extensão ou outros processos.

Segundo a ABNT NBR 9952 (2014), a manta deverá apresentar a espessura mínima nominal de 3 mm; apresentar a estanqueidade, os corpos de prova são submetidos a uma coluna de água com 500 mm por um período de 16 horas; flexibilidade para baixa temperatura (-5°C) e resistência ao impacto.

Joffily *et al* (2015) admitem que na impermeabilização com manta asfáltica, não existe manutenção preventiva. Apenas deve-se aferir a vida útil do sistema e, depois deste período, a impermeabilização deve ser refeita. O estabelecimento da vida útil de uma edificação, igualmente de seus componentes, é um assunto complexo, e, por isso, poucas entidades conse-

guiram constituir parâmetros.

Pereira (1995) finaliza em sua pesquisa acerca das emendas de mantas asfálticas que, ao empregar como adesivo um elastômero especial de poliuretano, o mesmo atende corretamente a colagem entre as mantas asfálticas, suprimindo de vez a colagem de mantas com asfalto quente ou maçarico. Logo, reduz-se os problemas que incidem com o superaquecimento da manta, que pode modificar a química do polímero acionado na massa ou a destruição do estruturante interno, e desta forma, torna-se a manta com menor capacidade de absorver as fissuras do substrato.

2.4 Projeto de impermeabilização

De todas as questões que compreendem a impermeabilização, a ausência de projetos característicos parece ser a razão fundamental do problema.

A ABNT NBR 9575 (2010), destaca que o projeto básico possui dados essenciais para que a impermeabilização seja realizada de forma adequada, exercendo seu papel de preservar a formação de umidade. Ele é indicado para obras de prédios comerciais, residenciais, industriais, assim como barragens, pontes e obras de arte, pelo mesmo encarregado pelo planejamento arquitetônico, de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 13532 de 1995 – Elaboração de Projetos de Edificações – Arquitetura.

Para a ABNT NBR 9575 (2010) o projeto executivo de impermeabilização, assim como os serviços oriundos deste projeto, é a reunião de dados fundamentados no projeto básico, mas têm particularidades específicas de todos os sistemas de impermeabilização a serem usados na edificação e devem ser feitos por profissionais qualificados pelo CREA, com habilitação para cumprir essa função.

O projeto precisa abranger os lugares que serão impermeabilizados e particularidades positivas para que ocorra a articulação com os outros projetos. Ademais, de acordo com as regras indispensáveis, e considerando a base a ser impermeabilizada e as atividades que ela foi projetada para aguentar, o

projeto precisa abranger também a espécie de impermeabilização que será usada, podendo ser mais de uma espécie em uma só construção (ABNT NBR 9575, 2010).

Há necessidade de o projeto ser formado de memorial justificativo e descritivo, esboços e partes características, além de detalhamento do material e insumos a serem utilizados e concretizados.

De acordo com a ABNT NBR 9575 (2010) para a realização do projeto é preciso levar em consideração:

- A estrutura a ser impermeabilizada: espécie e objetivo da estrutura, deformidades antevistas e localização das juntas;
- Condições externas às estruturas: pedidos determinados às estruturas pela água, projetos influentes com a impermeabilização, avaliação de custo e durabilidade, particularidades úteis.

Um projeto característico de impermeabilização, um fornecedor de serviço de qualidade e a vistoria frequente do contratante são os três requisitos fundamentais para assegurar um serviço de confiança.

Uma consideração sobre o projeto é utilizar a linguagem padrão, evitando incertezas. Vale ressaltar que o projeto quando chegar para os operários precisa conter uma linguagem transparente e sucinta.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso que foi realizado em um empreendimento construído na Tijuca nos anos 70 apresenta o processo de impermeabilização com manta asfáltica em uma laje de um dos apartamentos da cobertura, que já sofreu danos causados pela percolação da água através da sua estrutura. Cada uma tem sua característica podemos verificar que em todas foi utilizado o sistema com manta asfáltica.

O projeto de impermeabilização deste estudo de caso foi elaborado com base nas normas técnicas pertinentes à sua execução.

As figuras 2 e 3 mostram o fundo de uma laje com manchas provenientes de uma infiltração.

Figuras 2 e 3: Manchas no teto oriundas de infiltração



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Na parte superior da laje apresentada nas imagens, trata-se de uma laje descoberta. Nela existem diversos pontos de fragilidade que facilitam o acúmulo de água, deixando mais evidente a existência de falhas na impermeabilização. Na figura 4 abaixo, mostra a vista superior dessa laje antes de primeira intervenção:

Figura 4: Vista superior da laje sem a primeira intervenção



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Dado o início do processo de impermeabilização foi feita a retirada de todo o revestimento do piso até chegar ao substrato, conforme a ABNT NBR 9574/2008.

A base e a camada de regularização definem determinadas exigências dos sistemas, a partir do seu grau de fissuração, deformabilidade em decorrência das cargas e movimentação.

Em contrapartida, a camada de regularização deve apresentar a função de regularizar o substrato que será impermeabilizado, de modo que possa acomodar uma superfície constante de apoio apropriado a camada impermeável. Sendo esta camada dimensionada de apropriada a base. Segundo a ABNT NBR 9574 (2008), em seu item 5.8, diz que: “a superfície que passará pela impermeabilização deve encontrar-se senta de protuberâncias e com resistência e textura compatibilizadas como sistema de impermeabilização a ser empregado.”

Ainda se acordo com a Norma supracitada, a etapa de execução da regularização, com argamassa de cimento e areia, deverá ter um traço volumétrico (1:3), e com a granulometria de areia de 0 mm a 3 mm e não teve ter adição de aditivos. A camada de regularização deverá ser aderida ao substrato (ABNT NBR 9574, 2008).

Quanto ao caimento mínimo, a camada de regularização deve possuir um dimensionado para encaminhar os fluidos aos locais devidamente dimensionados em projeto.

3.2 Caimentos

Os caimentos são imprescindíveis para que exista funcionamento adequado do sistema, impedindo a concentração de água e a conduzindo para seu destino final. Assim, a deliberação dos caimentos de uma laje de concreto faz parte do projeto de impermeabilização e possa ser concretizado na fase de anteprojeto de arquitetura. E o projeto de caimentos será realizado segundo os projetos hidrossanitários, já que para sua execução carecer da indicação dos ralos.

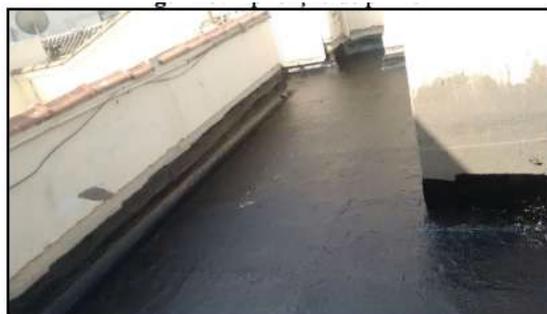
Com o desígnio de direcionar as águas para os ralos e impedir em-

poçamentos e reunião de água sob o revestimento, os caimentos devem ser adimplidos perfeitamente na base da camada impermeabilizante. A ABNT NBR 9575 (2010) destaca que a inclinação do substrato de áreas horizontais externas deverá apresentar no mínimo, 1% em direção aos coletores de água. Em relação às calhas e áreas internas, deve-se levar em consideração um mínimo de 0,5%. A figura 5 exemplifica os caimentos de uma laje recortada com somente um coletor.

3.3 Aplicação da Manta Asfáltica

O procedimento de colagem deste produto deverá iniciar com a aplicação de primer sobre a superfície regularizada e seca, aguardando sua secagem. A figura 5 ilustra um terraço que passou pela aplicação de primer para futura aplicação da manta. Ressalta-se ainda que foi executado o rodapé.

Figura 5: Aplicação de primer



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Em toda a área que ocorreu a ação da impermeabilização o primer foi aplicado na laje com auxílio de uma trincha de lã, foram executadas duas demãos até superfície ficar completamente homogênea, respeitando um intervalo de 6 horas entre as demãos.

Após a secagem do primer foi feita a colagem da manta asfáltica 3mm de espessura, com auxílio de chama de maçarico, foi assegurado ade-

rência completa da manta na laje e nos rodapés até 30cm do piso acabado.

É essencial que se certifique da adequada aderência entre a manta e o substrato, impedindo, de tal modo, bolhas ou diferentes problemas que possam danificar o desempenho do sistema.

As emendas correspondem aos principais pontos críticos da impermeabilização com mantas asfálticas. Logo, é imprescindível que se faça uma sobreposição de 10 cm entre as mantas. As emendas podem ser adimplidas com a chama de maçarico à gás, asfalto aplicado a quente ou elastômero especial de poliuretano (Figura 6).

Após a colocação da manta foi feito um teste de estanqueidade (Figura 7) com uma lâmina d'água, por 72 horas, a fim de detectar qualquer falha na impermeabilização (ABNT NBR 9574, 2008).

Figura 6: Execução de manta asfáltica com maçarico Figura 7: Teste de estanqueidade



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Com o final do teste, constatou-se o pleno funcionamento do sistema e a eficiência do procedimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo apontam que um planejamento deficiente poderá colaborar com consequências desastrosas para a obra e, por conta disso, atingirá também toda a empresa que está executando os serviços. Um mínimo descuido em uma atividade pode ocasionar demoras e escalada de custos, portanto, o sucesso do empreendimento poderá ser afetado. A redução de custos passa a ser acompanhada por objetivos de desempenho

antes deixados em segundo plano, nos quais se destacam a qualidade, rapidez, confiabilidade e flexibilidade.

Os custos foram otimizados, pois durante a realização do projeto todas as decisões foram antevistas, atendendo-se ainda para os eventuais custos recorrentes, subsequente ao uso, manutenção e suporte do produto ou serviço.

Tendo em vista essas inovações, a manta asfáltica, por ser um produto com elevada resistência mecânica e química permite, como mecanismo de impermeabilização, maior proteção aos substratos, além de ter uma vida útil elevada, desde que seja executada conforme projeto específico.

A aplicação do check list na obra visitada evidenciou a existência de projeto e capacitação dos profissionais envolvidos na fiscalização do sistema, pois a fiscalização deve ocorrer em todas as etapas da impermeabilização e não só no teste de estanqueidade. Exemplo disto é que a regularização executada de forma errada possivelmente ocasiona erros na aplicação do produto, quando o aplicador queima a manta excessivamente.

Destaca-se ainda a seriedade da preparação de um projeto de impermeabilização. O profissional responsável pela elaboração do projeto, deverá ter acesso aos projetos de arquitetura e demais projetos que tenham ligações diretas ou indiretas com a impermeabilização, além de informações básicas, históricos da construção, a existência de pressão negativa ou não, dentre outros.

Através desta análise, ele poderá assim relacionar e especificar as áreas nos quais deverão ter a impermeabilização e o material a ser aplicado.

5. CONCLUSÃO

O estudo das inovações tecnológicas de impermeabilização, com a aplicação de manta asfáltica na construção civil dentro do estudo de caso, permitiu a confirmação entre embasamento teórico e prática, apontando para a viabilidade como impermeabilizante nos diversos segmentos dos processos construtivos.

É um tipo de material que tem boa aceitação, apresenta elevada resistência mecânica e química, permite maior proteção aos substratos e impermeabilização, além de ter uma vida útil elevada, desde que seja executada conforme projeto específico.

Assim sendo, as hipóteses levantadas respondem ao objetivo inicial na pesquisa, ou seja, ratificando a eficácia da manta asfáltica dentre as diferentes formas de impermeabilização na construção civil, visando a integridade da edificação, segurança, conforto do usuário, e a estanqueidade das partes construtivas que a solicitem.

Deste modo, o grande desafio centraliza-se na procura por novas tecnologias de produção, de gestão empresarial e de informação, o que demanda habilidades específicas na tomada de decisão e, por consequência, abrem-se as portas de mercado que oferece metodologias que ajudam o construtor a ter visão mais ampla dos resultados, que o empreendimento pode propiciar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9574. Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projetos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9952. Manta Asfáltica para Impermeabilização. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13532. Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura. Rio de Janeiro, 1995.

BARBOSA, R. M. E. Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fevereiro, 2018.

CUNHA, E. H. da. Impermeabilização. 2014. Disponível em: <https://pt.scribd.net/mayaramarques718/aula-16-impermeabilizacao>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

ENSUS. Encontro de Sustentabilidade em Projeto 5: 2019: Florianópolis, Anais [do] ENSUS 2019 - VI “Encontro de Sustentabilidade em Projeto”/ Universidade Federal de Santa Catarina, realizado em 08,09 e 10 de maio de 2019 - VIRTUHAB - Grupo de Pesquisa; [organizado por Lisiane Ilha Librelotto, Paulo César Machado Ferroli]. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB 2019 459p

JOFFILY, I. de A. L.; ARAÚJO, A. R.; ARAGÃO, G. A. Estudo da amplitude térmica mensal nas mantas asfálticas na cidade de Brasília no ano de 2013. 14ª Simpósio brasileiro de impermeabilização. 2015.

PEREIRA, G.R. Emendas entre mantas asfálticas, Conceito Revolucionário. Revista Impermeabilizar, São Paulo, Palanca, n.81, p.192-196, mai. 1995.

RODRIGUES, R. M.; SOBRINHO JÚNIOR, A. S.; LIMA, E. E. P. Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil. Inter Scientia. v. 4. n.2, 2016.

SILVA JUNIOR, A. J. da; LEAL JUNIOR, V. A importância do projeto de impermeabilização para redução de manifestações patológicas. Disponível em: < <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5020/TCC%20Alivino%20e%20Valceli.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 de abr. 2019.

SIQUEIRA, F. Tecnologia de Impermeabilização. Belo Horizonte: UFMG, 03 dez. 2013. Disponível em:< <http://www.demc.ufmg.br/dalmo>>. Acesso: 22 de abr. 2019.

SOUZA, C. F. de. Avaliação da execução de sistemas de Impermeabilização flexível com manta asfáltica. Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil. Salvador, BA, 2010.

CAPÍTULO XV

A USABILIDADE DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NA URBANIZAÇÃO DAS CIDADES

*Ana Cleia dos Santos Ferreira
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

No processo de urbanização no Brasil tem se verificado a crescente impermeabilização das superfícies, o que se torna uma questão problemática nas cidades. Como consequência a população sofre com constantes alargamentos e enxurradas decorrentes diretamente do escoamento da água da chuva. Nesse contexto, o pavimento intertravado apresenta uma alternativa para os projetos de drenagem urbana, pois são concebidos de modo a promover o escoamento adequado das águas, buscando reduzir, os problemas do excesso de água urbana. A busca pela urbanização sustentável, uma alternativa para reduzir estes impactos é a utilização de pavimentos permeáveis. A urbanização das cidades deve ser implementada e concretizada, visando não só a mobilidade urbana, mas a permeabilidade das vias de tráfego. O pavimento intertravado de concreto pré-moldado cresce, como, alternativa de pavimentação drenante. Ao dimensionar um projeto de pavimento intertravado, há uma preocupação em desenvolver características hidráulicas, mecânicas e arquitetônicas. O transforma o pavimento intertravado o asfalto ecológico.

A urbanização das cidades e a ocorrência de desastres ambientais em áreas urbanas provocadas por fenômenos naturais tem se intensificado. Terremotos, furacões, chuvas intensas e invernos rigorosos tem uma referência cada vez mais intensa e grave a proporção que as cidades se expandem e a população urbana cresce. A modificação do ambiente natural pelo rápido crescimento populacional urbano, não planejado tem trazido como resultado grande impacto ambiental.

Segundo o IBGE (2000), verificou-se que a maioria dos municípios brasileiros possuem algum tipo de serviço de drenagem urbana (76,6%), independente da extensão de suas redes e eficiência do sistema de forma geral. Dentre os impactos causados pela urbanização, podemos citar: a questão da impermeabilização devido a falta de planejamento do uso do solo.

No Brasil o pavimento asfáltico que é derivado da destilação do petróleo tem sua utilização ampliada em todo o país, para a pavimentação de vias urbanas e rodovias. As consequências do largo uso desse material são evidentes nas grandes e pequenas cidades. Devido a sua cor escura, o asfalto absorve os raios solares, contribui para elevação da temperatura nos grandes centros urbanos, sendo a principal causa da poluição dispersa do calor. Além disso, o solo asfaltado prejudica o escoamento de água, aumentando os riscos de enchentes e enxurradas, devido a sua impermeabilidade.

A solução para gerenciamento das águas urbanas, são projetos eficientes que integrem adoção de técnicas compensatórias que de acordo com Rocha (2015), são medidas que visam aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento de uma área, com a intenção de compensar o impacto da urbanização no ciclo hidrológico.

Segundo o engenheiro civil Alexander Maschio, gerente regional da (ABCP, 2015), o pavimento intertravado é uma solução muito mais sustentável do que o asfalto usinado. A opção pela pavimentação intertravada sendo utilizada peças pré-moldadas de concreto traz ganhos ambientais quando comparado ao derivado de petróleo. Seu processo de fabricação

consome menos energia, além de a permeabilidade do material favorecer maior rapidez no escoamento da água da chuva para o solo. Para as rodovias, minimiza o risco de veículos aquaplanagem e de ocorrer acúmulo de água na pista. Mais um ponto favorável é que a capacidade de reflexão de luz do pavimento intertravado permite que poupe a iluminação pública.

Para o projeto de engenharia de pavimentação, as peças de concreto pré-moldadas são de fácil execução e exigem pouca manutenção. E as vias podem ser projetadas para qualquer nível de tráfego (desde o muito leve até muito pesado). Todos os materiais em produção nacional, ecologicamente estáveis, com grande vida útil, e reciclável, caso necessário.

O sucesso no Estados Unidos e em alguns países da Europa como Inglaterra e Alemanha, o pavimento intertravado, o uso de blocos de concreto pré-moldados vem sendo utilizados no Brasil (ROCHA, 2015). Em um modelo nacional, a exemplo da prefeitura de São Paulo que recomenda a implantação do uso dos blocos de concreto pré-moldados para auxiliar a cidade para ser mais ecológica. (SÃO PAULO, 2010).

Com o crescimento do interesse pelas características do pavimento intertravado de concreto pré-moldados, surge a preocupação de execução do pavimento intertravado sem padrão técnico, segundo Moretti (1997), o município deveria observar a função primordial que são qualidade do pavimento, arborização e a infraestrutura do local. Oferecendo passeio pavimentados integralmente, rampas e degraus regulamentados para melhor circulação aos usuários das vias públicas.

O objetivo do estudo, consiste em apresentar a eficiência do Pavimento Intertravado como alternativa sustentável, arquitetônica e estrutural. Solução para a demanda de projeto de pavimentação e urbanização das cidades, tendo como objetivos específicos:

- Realizar revisão bibliográfica sobre aplicação e uso do pavimento intertravado;
- Definir o uso das Normas para a execução dos projetos de pavimento intertravado.

2.1. O Histórico do Pavimento Intertravado

No mundo da Engenharia de Pavimentação, o revestimento com pedras foi executado na Mesopotâmia há quase 5.000 anos a.C e utilizada pelo Império Romano desde 2.000 a.C (Figura 1). As pedras eram ortogonais tomadas da natureza aplicadas formas semelhantes e assentadas próximas, no solo onde se desejava pavimentar (ICPI, 2011).

Figura 1: Via Ápia, Roma



Fonte: ICPI (2011)

De forma a facilitar o passeio e torna mais transitáveis as vias movimentadas, os romanos passaram, assim, a se utilizar pedras talhadas manualmente moldadas para que houvesse melhor ajuste entre elas. As pedras talhadas, conhecidas como paralelepípedo (ABCP, 2010).

Mas as dificuldades de produção artesanal dessas e a falta de conforto de rolamento impulsionaram o desenvolvimento das peças de concreto pré-moldados (Pavimento Intertravado) que oferecem um rolamento mais uniforme (ABCP, 2010).

O pavimento intertravado conquistou popularidade nas últimas décadas e emergiu em diversos países como uma, alternativa prática, versátil e econômica, quando comparada a outros tipos de pavimentação (TETRA-CON, 2019).

O crescimento da preocupação ambiental e da importância das questões de sustentabilidade no mercado da construção contribuíram para a

maior aceitação desse tipo de pavimentação. O Pavimento Intertravado contribui para a realização de obras mais limpas e sustentáveis. Além favorecer a permeabilidade no local onde é instalado permitindo a drenagem de águas pluviais (SANTOS, 2015).

2.2. A Classificação de Pavimento

De acordo com o manual de pavimentação do DNIT (2006), o pavimento de uma rodovia consiste de uma superestrutura formada por um sistema de camadas de espessura finito, construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, e a resistir aos esforços horizontais, tornando mais durável a superfície de rolamento. A classificação do pavimento é elaborada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes DNIT (2006), dando prosseguimento ao Programa de revisão e atualização de normas e técnicas, apresenta a classificação do pavimento em Flexível, Semi-Rígido e Rígido.

2.2.1. Pavimento Flexível

Opavimento cujo revestimento de camadas asfáltica e com base de brita ou solo compactado. O asfalto é o revestimento mais utilizados na pavimentação de vias de tráfego, principalmente devido às suas características de flexibilidade e facilidade de execução do projeto. Neste tipo de pavimento, as cargas são distribuídas nas camadas subjacentes e são suportadas pela fundação. A preparação de base, sub-base, leito e subleito são a prioridade. Segundo o Manual da DNIT (2006), o pavimento flexível é aquele em todas as camadas sofrem deformações elásticas significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

É o pavimento cujo revestimento camada asfáltica e com base estabilizada quimicamente (cal, cimento). Segundo a DNIT (2006) o pavimento semi-rígido é aquele que se caracteriza por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias.

2.2.3 Pavimento Rígido

Na pavimentação existem, entretanto, diferentes formas de se utilizar o concreto como pavimento. O pavimento rígido é feito de concreto. É aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez com em relação as camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicados Manual do DNIT (2006).

De acordo com Balbo (2009), o revestimento do pavimento rígido é feito com concreto o qual pode ser elaborado por pré-moldagem ou produção in loco.

Neste tipo de pavimento, é aplicada a execução de juntas de dilatação, pois esse tipo de pavimento as cargas são absorvidas e suportadas pela camada de concreto, portanto esta pode ser armada ou não. A importância das juntas em todas as estruturas de concreto, é preciso familiarizado com conceitos de movimentação térmica e elasticidade. O pavimento sofre variações volumétricas em relação a mudanças de temperatura, devido a exposição do pavimento ao sol, estes efeitos são potencializados. Em soma as movimentações térmicas, produzidas pelas variações de temperaturas, resultam em tensões no concreto permanentes, como trincas e fissuras. Resultados deformações plásticas, são, portanto, as juntas de dilatações o ponto de alívio de tensão, e evita que haja deformações indesejadas e excessiva no concreto (DNIT, 2006).

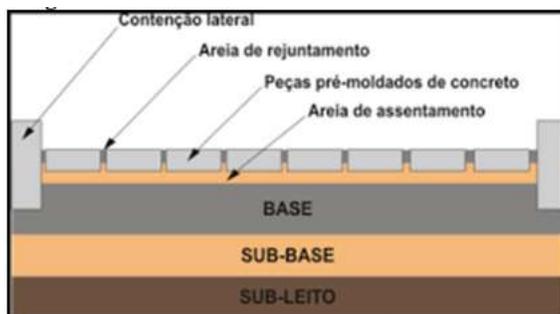
3. A CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

A classificação do pavimento intertravado é elaborado pela Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), órgão autorizado pela normatização técnica no Brasil e classifica o pavimento como flexível.

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora ABNT NBR 9781 (2013), o pavimento intertravado: pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cuja juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção. O pavimento intertravado é composto das seguintes camadas (figura 2).

- Contenção lateral: impede o deslocamento lateral dos blocos da camada de rolamento, promovendo o intertravamento.
- Areia de selagem: Proporciona a transferência de esforços entre os blocos de concreto, permitindo que eles trabalhem juntos uns com outros, e suportem as cargas solicitadas.

Figura 2: Modelo estrutural do Pavimento Intertravado



Fonte: ABCP (2010)

Segundo o Manual ABCP (2010), definições do intertravamento são a capacidade que as peças de concreto adquirem de resistir a movimentos de deslocamento individual, seja de vertical, horizontal ou de rotação em rela-

ção a seus vizinhos. O intertravamento é de soma importância para o bom desempenho e a durabilidade do pavimento. As condições indispensáveis e necessárias para o trabalho do intertravamento são a contenção lateral e junta preenchida com areia.

Segundo Balbo (2007) pavimentar uma via propicia o aumento operacional para o tráfego de veículos, através da implantação de uma superfície mais regular e mais aderente, proporcionando aos usuários maior conforto no deslocamento e mais segurança de pista úmida ou molhada.

O glossário de termos técnicos rodoviários as define como MANUAL DNIT (2017):

- Subleito: maciço de terra que serve de fundação para o pavimento ou revestimento.
- Sub-base: camada corretiva do subleito e complementar à base, com as mesmas funções desta, e executadas quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base.
- Base: camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os ao subleito, e sobre a qual se constrói o revestimento.
- Revestimento: camada mais cima do pavimento que recebe diretamente as ações verticais e horizontais dos veículos e do rolamento quando ao conforto e segurança.

3.1 Peças de Concreto Pré-Moldadas e seus Formatos e Dimensões segundo a ABNT NBR 9781:2013.

O pavimento intertravado com peças de concreto permitem uma variação em tamanhos, formatos e cores disponíveis no mercado da construção. As peças de concreto pré-moldadas deverá atender as especificações da ABNT NBR 9781.

3.1.1 Tipo I

Peças de concreto com formato próximo ao retangular, com relação comprimento/largura igual a dois, que se arranjam entre si nos quatros lados. Assentados em fileiras ou espinha de peixe (Figura 3).

Figura 03: Blocos em Cores Diversas



Fonte: Mundial Blocos e Pisos (2019)

3.1.2 Tipo II

Peças de concreto com formato único, diferente do retangular, em formato em I ou S. Assentamento só em fileira.

3.1.3 Tipo III

Peças de concreto com formato geométricos característico como trapézio, hexágonos, sextavado etc. e peso superior a 4kg. Assentamento diversificado (Figura 4)

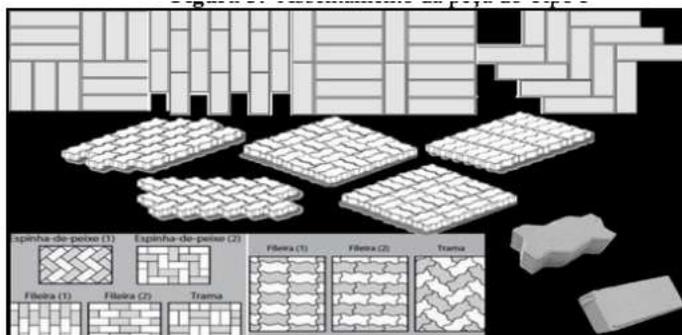
Figura 04: Bloco tipo III



Fonte: Tema Terra (2019)

Conjunto de peças de concreto de diferentes tamanhos ou uma única peça com juntas falsas. Assentamento diversificada (Figura 5).

Figura 5: Assentamento da peça do Tipo I



Fonte: Tema Terra (2019)

4. O PROJETO A ESTRUTURAL DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

A Implantação do Pavimento Intertravado, segue a recomendações do Pavimento Flexível são necessárias a execução das camadas: subleito (fundação), sub-base, base e revestimento. Utilização de mão-de-obra capacitada, equipamento e ferramentas apropriadas, observar legislação MTE.

4.1 Subleito

A execução do subleito um cuidado deve ser observado a preparação do subleito, pois ele é a fundação do pavimento intertravado, sendo ele um pavimento flexível. Segundo a ABNT NBR 12307:1991, temos os seguintes requisitos mínimos subleito, camada que cuida o terreno de fundação do pavimento, deverá ser construído do solo natural do local ou emprestimo, e em cumprimento a ABNT NBR 12307:1991. Regularização subleito autoriza trabalho de Terraplanagem e Nivelamento do subleito. O subleito

deverá estar limpo sem raízes e qualquer tipo de matéria orgânica e controle do Índice de suporte Califórnia (CBR):

- (CBR) $>2\%$ e Expansão volumétrica ≤ 2 ;
- Nivelamento mínimo 2% do subleito, seguindo até o revestimento;
- O rebaixamento deve ser mínimo 1,5 m do lençol freático da cota final do pavimento pronto.

4.2 Sub-Base

Nessa camada sua estrutura destina a resistir e distribuir os esforços pela utilização contínua dos veículos, cuja camada que constrói revestimento seguindo o procedimento:

- Sub-base: CBR $\leq 20\%$
- Expansão volumétrica $\leq 1\%$

4.3 Base

A camada do pavimento intertravado baixo do revestimento, fornecendo suporte estrutural. O desempenho de sua rigidez alivia as tensões no revestimento e distribui as tensões nas camadas inferiores.

- CBR $\geq 80\%$
- Expansão volumétrica $\leq 0.5\%$

A utilização de material para sub-base e base são:

- Agregado reciclado ABNT NBR 15115;
- Solo cimento ABNT NBR 11798;
- Brita graduado ABNT NBR 11806;
- Estabilizado granulometricamente ABNT NBR 11804;
- Brita graduada tratada com cimento (BGTC) ABNT NBR11803.

A camada com estrutura com peças de concreto e material de rejuntamento, e que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos. Segundo a ABCP Instituição responsável pelo selo de qualidade e controle, quando as resistências e espessura do revestimento recomendadas pela ABCP (Quadro 01), para o tráfego do mesmo quadro.

Quadro 01: Espessura e Resistência dos blocos de concreto

<i>TRÁFEGO</i>	<i>ESPESSURA REVESTIMENTO</i>	<i>RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES</i>
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: PMSB, IP-06, p113

4.5 Vantagens e Desvantagens do Pavimento Intertravado

4.5.1 As Vantagens segundo a Cartilha ABCP (2011) do Pavimento Intertravado

- Pavimento redutor de poluição
- Tráfego mais seguro
- Pavimento permeável
- Manutenção simples e barata

4.5.2 As Desvantagens do Pavimento Intertravado segundo os especialistas á Revista Construção Mercado

- Custo inicial que é alto
- Baixa qualidade de mão obra para executar este tipo pavimentação
- Precisa ser bem dimensionado e execução ao projeto dentro da técnica na compactação das camadas.
- A desvantagem é o tempo de execução que é mais longo e requer mais numero de operário.

4.6 O pavimento intertravado e seu uso na urbanização das cidades

A usabilidade do pavimento intertravado nas vias urbanas, cresce a cada década, sendo cada vez implementada nas construções como alternativa de pavimentação em projetos de aeroportos terminais transporte coletivos, faixa de sinalização, demarcações de vias, estacionamentos, portos, aeroportos, vias urbanas e estradas leves e pesadas, etc. (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Pavimento intertravado em Aeroporto



Fonte: Santos (2016)

Figura 7: Pavimento Intertravado, calçadas e ruas



Fonte: Mosaicos Amazona (2019)

5. CONCLUSÃO

É possível acompanhar o nível de ampliação do conhecimento acerca do Pavimento Intertravado e sua usabilidade é necessária. Neste intuito, o tema buscou apresentar o bom desempenho do revestimento em peças de concreto pré-moldados depende, entre outros aspectos do uso de técnicas adequadas de controle de execução das camadas de assentamento. A usabilidade desse tipo de pavimentação e a implantação desse sistema asseguraram uma pavimentação com um bom desempenho estrutural, arquitetônico e ambiental. Diante da alternativa da usabilidade do pavimento intertravado temos a oportunidade de apresentar os projetos as prefeituras com o desejo de temos cidades planejadas, vias mais regulares e mais aderentes, proporcionando a população maior conforto no deslocamento e ambientes ecologicamente sustentáveis.

Quando falamos em pavimento intertravado, nos referimos ao um conjunto de medidas com base infraestrutura com fácil implantação. O pavimento Intertravado é uma alternativa ecológica, arquitetônica e estrutural. Esse conjunto nas últimas décadas fez do pavimento intertravado o asfalto ecológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9781. Peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12307. Regularização do Subleito. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15953:2011 – Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16416. Pavimento permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAN – ABCP. Manual de Pavimentação Intertravado. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAN – ABCP. Cartilha de Pavimentação Intertravado. Rio de Janeiro, 2011.

BALBO, J. T. Pavimentação asfáltica: Materiais, projetos e restauração. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BALBO, J. T. Pavimento de concreto. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES (DNIT). Manual de Pavimentação. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES (DNIT). Glossário termos técnicos rodoviários – IPR/DNIT 2º Edição. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/impressao/ppts/0000000105.pdf>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE – ICPI. Structural Design of interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots. 2011. Disponível em: www.icpi.org/techspec/027/display/?key=1185. Acesso em: 03 de junho de 2019.

JUNIOR, I. J. A. Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas- Estudos de caso Guaiuba, 2007, 221 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia de transporte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MORETTI, R. de S. Normas Urbanísticas para Habitação de Interesse Social. São Paulo- SP, 1997. Disponível em: <https://cimentomaua.com.br/seção/reforma-e-construção/>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

MOSAICOS AMAZONAS. Piso Intertravado Permeável Disponível em: <https://www.mosaicosamazonas.com.br/dica/piso-intertravado-permeavel>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

MUNDIAL BLOCOS E PISOS. Pisos Bernine: Pavimento em Blocos. 2019. Disponível em: <http://www.blocodeconcreto.net/produto/PISOS-BERNINE-blocos-de-concreto/12/>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO IP-06/2004. Dimensionamento de Pavimento com Blocos Intertravados de Concreto.

PINTO, S; PREUSSLER, E.S. Pavimentação Rodoviária – Conceitos fundamentais sobre pavimento flexíveis, Editora Synergia, 2010. IBP, Rio de Janeiro.

ROCHA, S. Pavimento intertravado: Solução sustentável para combater enchente. 2015. Disponível em: <http://www.revistaprisma.com.br/novosite/noticia.asp?cod=3080>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

SANTOS. A. Cimento Itambé. 2015. Disponível em <http://www.cimentoitambe.com.br/pavimento-intertravado-asfalto-ecologico/>. Acesso em: 20 maio de 2019.

SANTOS, A. Pavimentos Intertravados. 2016. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/pavimento-intertravado-asfalto-ecologico/>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal - Projeto de lei do município 01-0285/2010. Dispõe sobre a obrigatoriedade do uso de pavimentação ecológica ou permeável nas vias internas dos condomínios verticais e horizontais, no Município de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: [htt://camaramunicipalsp.qaplaweb.com.br/iah/fulltext/projeto/PLO285-2010.pdf](http://camaramunicipalsp.qaplaweb.com.br/iah/fulltext/projeto/PLO285-2010.pdf). Acesso em: 15 de junho de 2019.

TETRACON. Pisos Intertravados. 2019. Disponível em: <https://tetracoinind.com.br>. Acesso em: 09 de abril de 2109

TEMA TERRA. Pavimentos Intertravados. 2019. Disponível em: <http://www.tematerrapavimentos.com.br/>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

CAPÍTULO XVI

ESTUDO DE CASO DE PROVÁVEIS PATOLOGIAS NO PAVIMENTO RÍGIDO DO TERMINAL SULACAP BRT TRANSOLÍMPICAS

*Anna Carolina Souza Antunes
Lester Felipe Lázaro
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

Atualmente no Brasil existem diversas estradas construídas com pavimentos rígidos. Nota-se, que as mesmas vêm apresentando patologias, geralmente associadas à aplicação de técnicas executivas e materiais inadequados. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise sobre as patologias encontradas no pavimento rígido do BRT entre o Terminal Sulacap e o Jardim Oceânico, comentar sobre as possíveis causas, assim como as medidas de reparos que devem ser adotadas visando a recuperação estrutural da via. No estudo de caso foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema de patologias no concreto armado, objetivando fundamentar a pesquisa, auxiliado por fotos e dados documentados. No estudo de campo, através da análise visual, foram encontradas fissuras, assentamentos diferenciados do pavimento e buracos que parecem ser provocados por erros de construção, assim como pelo esgotamento do material. É notório que se deve ter uma fiscalização maior nas etapas de execuções a fim de que, desta forma, seja possível diminuir os riscos de surgimentos de patologias.

No período entre a década de 20 e 50, na América Latina, houve um impulso inicial na construção dos pavimentos de concreto. Porém, o desenvolvimento deste setor não se manteve equilibrado, haja vista que houve a expansão da indústria de petróleo, que proporcionou crescimento no setor da indústria asfáltica acarretando uma monotonia, no período entre 1960 a 1990, na construção de pavimentos de concreto (SILVA & CARNEIRO, 2014).

Em países como Alemanha e Estados Unidos, durante a segunda guerra mundial, havia uma preferência por pavimento de concreto na construção de autoestradas. Nesta ocasião, a Alemanha já possuía em torno de 92% das suas autoestradas pavimentadas com concreto, e os Estado Unidos, por sua vez, detinham cerca de 79% das vias rurais e 86% das urbanas (SILVA & CARNEIRO, 2014).

No Brasil, a primeira estrada de concreto foi iniciada em 1925 e finalizada em 1926. A mesma está localizada entre Riacho Grande e Cubatão, no denominado Caminho do Mar, e conta com 8 km de extensão. Os 20 cm de espessura da base de concreto foram feitos de macadame hidráulico, constituído por 500 litros de cimento, 300 litros de água, e uma barricada de cimento para cada metro cúbico de brita. No Rio de Janeiro, em 1927, foi implantado o pavimento de rígido na construção da estrada de Petrópolis, composto totalmente em concreto (BALBO, 2016).

Com a evolução das técnicas de construção no ano de 1938, foi empregado o uso de bordas espessas (que eram operadas apenas pelos americanos) em um trecho de 120 km de uma longa Rodovia, chamada BR-232, que liga Recife e Caruaru, atualmente chamada de Rodovia Luiz Gonzaga, que se iniciou com pista simples e a partir de 2002 foi duplicada. Na década de 50, a Via Dutra, onde principalmente toda pavimentação era asfáltica, foi ampliada em 60km no trecho de saída do Rio de Janeiro, utilizando-se placas PCS (Pavimento de Concreto de Cimento Portland Simples, que são confeccionadas em loco) com 200 mm de espessura, sobre bases de maca-

dame hidráulico. Ademais, cabe mencionar que a mesma foi duplicada em 1998, como uso de novos equipamentos importados (BALBO, 2016).

Atualmente no Brasil existem diversas estradas construídas com pavimentos rígidos, e apresentando patologias, geralmente associadas à aplicação de técnicas executivas e materiais inadequados. Não obstante, esses fatores também podem estar relacionados à escassez de uma manutenção de rotina, pois, para garantir funcionamento do concreto rígido, é necessário o acompanhamento permanente de episódios desses defeitos, assim como de sua evolução, realizando reparos que certifiquem o estado estrutural desse pavimento e permitindo que, com o passar do tempo, eles não se tornem mais agravantes.

Diante desse cenário, o objetivo deste artigo consiste em realizar um estudo de caso em um trecho da via expressa do BRT para avaliar, visualmente, as patologias encontradas, suas prováveis causas e suas possíveis correções. Para a realização deste objetivo, será feita uma inspeção fotográfica em loco, mostrando as patologias encontradas.

O estudo tem como objetivo fazer uma análise sobre as patologias encontradas no pavimento rígido do BRT entre o Terminal Sulacap e o Jardim Oceânico.

Logo, a metodologia adotada para identificar as patologias na estrutura foi à inspeção visual, por intermédio da qual foram diagnosticadas fissuras em diversos pontos do pavimento estudado.

Portanto, as etapas adotadas foram:

- A primeira etapa foi constituída com visitas ao local, a fim de promover a verificação das possíveis placas que apresentavam problemas que poderiam ser de origem patológica;
- Na segunda etapa, por sua vez, foi realizado um levantamento minucioso a respeito das possíveis patologias apresentadas nas placas em cada caso. A verificação foi realizada de forma visual e, para uma avaliação mais detalhada, será necessário um estudo mais aprofundado em laboratórios e com acesso a mais informações.
- Na terceira etapa foram analisadas as possíveis patologias levantadas, e as

mesmas foram correlacionadas com as possíveis causas.

- Na quarta etapa avaliaram-se as possíveis intervenções de reparo e de manutenção (se houver possibilidade), ou de demolição, a fim de corrigir as patologias em cada uma das distintas situações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O pavimento de concreto é considerado como rígido quando ocorre o acúmulo de efeitos das tensões de tração na flexão produzidas pela repetição de cargas. Quando ocorre a superação da resistência do concreto, acontece a ruína estrutural, que se desenvolve de acordo com o número de solicitação de carga que o material pode suportar até a sua ruptura (PITTA, 1998).

2.1 Definição de pavimento rígido

DNIT (2006) classifica o pavimento rígido como sendo aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Um exemplo típico são os pavimentos constituídos por lajes de concreto de cimento Portland.

Segundo Carnelutti (2018), os pavimentos rígidos têm a espessura é determinada em função da resistência à flexão das lajes de concreto, sendo este um revestimento constituído por ligantes de cimento. O concreto é constituído por uma mistura relativamente rica de cimento Portland, areia, agregado graúdo e água, distribuído numa camada devidamente adensada. Essa camada, por sua vez, funciona ao mesmo tempo como revestimento e base do pavimento.

Os pavimentos de concreto têm uma camada de rolamento ou revestimento elaborada com concreto, o que pode ser feito com diversas técnicas de manipulação e elaboração do mesmo, tais como a pré-moldagem ou produção in loco, apresentando suas particularidades de projeto, execução,

operação e manutenção (BALBO, 2016).

2.2 Concreto como material estrutural e tipo de concreto

O concreto é o material estrutural de maior uso na atualidade e, no entanto, não é nem tão resistente nem tão tenaz quanto o aço, mas possui excelente resistência à água. Ao contrário da madeira e do aço comum, a capacidade do concreto de resistir à ação da água, sem deterioração séria, faz dele um material ideal para estruturas destinadas a controlar, estocar e transportar água. De fato, uma das primeiras aplicações conhecidas do concreto consistiu em aquedutos e muros de contenção de água, construídos pelos romanos. As razões para o uso tão difundido do concreto são: a facilidade com que elementos estruturais de concreto podem ser executados, numa variedade de formas e tamanhos; mais barato e mais facilmente disponível no canteiro de obra (MEHTA & MONTEIRO, 2008).

Para se obter um concreto resistente, durável, econômico e de bom aspecto, deve-se estudar: as propriedades de cada um dos materiais componentes; as propriedades e os fatores que podem alterá-las; a proporção correta e execução cuidadosa da mistura, o concreto deve ser transportado, lançados nas fôrmas e adensado corretamente; cura cuidadosa, a hidratação do cimento continua por um tempo bastante longo e é preciso que as condições ambientes favoreçam as reações que se processam, desse modo, deve-se evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento. Denomina-se cura do concreto o modo de executar o controle do concreto durante a fabricação e após o endurecimento (ALMEIDA, 2002).

Dentre os tipos de concretos utilizados como material estrutural, temos o concreto simples, isto é, sem armadura de aço, o concreto armado, que apresenta armadura não protendida, e o concreto protendido, que conta com armadura de aço ativa.

O concreto simples é usado na fabricação de blocos de concreto, na construção de brocas de fundação, na construção de tubulações, no cimento de pisos, entre outros (BOTELHO, 2006).

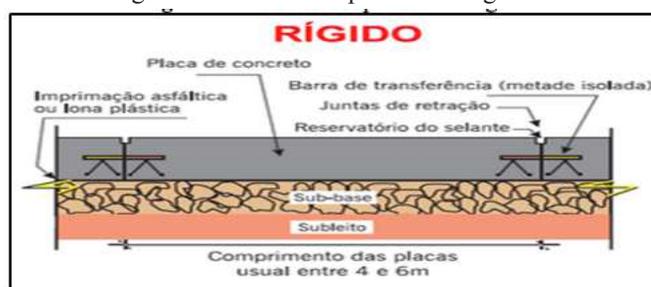
Segundo Souza Junior (2014), o concreto armado é o resultado da junção do concreto simples com barras de aço, a fim de resistir aos esforços exercidos sobre a estrutura, seja de tração ou compressão. Quando estão trabalhando em conjunto, o concreto e o aço, com seus coeficientes de dilatação praticamente iguais, resultam em uma ótima aderência entre si. A durabilidade da estrutura, por sua vez, é dada pelo desempenho do concreto e sua ação sobre a armadura de aço, que a envolve e a protege da deterioração.

O concreto protendido é um concreto no qual, pela tração de cabos de aço, são introduzidas pré-tensões de tal grandeza e distribuição, que as tensões de tração resultantes do carregamento são neutralizadas a um nível ou grau desejado. A protensão é um artifício que consiste em introduzir numa estrutura um estado prévio de tensões capaz de melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob diversas condições de carga (VERÍSSIMO, 1998).

2.3 Aspectos teóricos sobre pavimentos rígidos

Segundo Silva & Carneiro (2014), o pavimento rígido apresentado na Figura 1, popularmente conhecido como pavimento de concreto, absorve grandes tensões de tração na flexão causada pelo carregamento, não solicitando, necessariamente, ter uma fundação de grande suporte. Entretanto, o mesmo necessita de um suporte constante e uniforme.

Figura 1: Estrutura de pavimento rígido



Fonte: Silva & Carneiro (2014)

No que se refere à estruturação desse tipo de pavimento, as camadas de revestimento e base são unificadas. Quanto à distribuição de esforço, eles mantem sua característica em grandes áreas, mantendo sua distribuição e absorção em grande parte das tensões. Desta forma, o comportamento estrutural pouco deformável se mantém, sem haver interferência da qualidade do solo.

O pavimento rígido pode ser caracterizado como sendo um revestimento confeccionado com placas de concreto que podem ser ou não armadas com barra de aço, e que estão relacionadas ao concreto cimento, geralmente apoiadas sobre uma sub-base de material granular ou de material estabilizado com cimento. Sua espessura é estabelecida de acordo com a resistência das camadas subjacentes e a resistência à flexão das placas, geralmente não utiliza subleito, que se trata de um reforço, pois suas características quanto a estabilidade já o fazem suprir esta necessidade. Desta forma, basta um boa compactação e terraplanagem para se obter um bom resultado no emprego deste tipo de placa (ARAUJO, 2016).

O desenvolvimento do concreto se deve, sem dúvidas, à sua facilidade de conformação. Em pouco tempo, verifica-se que o novo material apresenta boa resistência à compressão, contando, porém, com baixa resistência à tração, o que motivou a adição de aço à argamassa de concreto, originando o concreto armado.

2.4 Tecnologias do concreto e aspectos construtivos

O concreto, um dos insumos de mais utilização na construção civil na atualidade, representa muito mais que uma simples mistura de cimento, areia, água e pedras, pois recebem aditivos e novos traços que conferem características específicas para atender a diversas especificações.

As Normas Brasileiras da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) fornecem os padrões a serem utilizados em ensaios, sendo feito o controle tecnológico do concreto.

- A ABNT NBR 12654 (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes

do Concreto) trata dos ensaios a serem efetuados nestes materiais;

- A ABNT NBR 12655 (Concreto – preparo, controle e recebimento) estabelece uma dosagem experimental para concretos com resistência igual ou superior a 15 Mpa;
- A ABNT NBR NM 67 trata do teste de consistência, também conhecido como ensaio de abatimento ou slump test;
- A ABNT NBR 6118 trata de corpos de prova do concreto entregue, para testar o Fck do concreto.

Os concretos produzidos com quaisquer ligantes hidráulicos, desse modo, necessitam de controle tecnológico estrito para desempenharem satisfatoriamente seu papel como revestimentos ou como bases de pavimentos (BALBO, 2016).

São apresentadas as principais características de concretos de pavimentação na figura 2, bem como os motivos de controle que são potencialmente sujeitos a controle estrito.

Figura 2: Principais características de concretos de pavimentação

Estado do concreto	Características	Motivo de controle	Consequências deletérias possíveis
Fresco	Trabalhabilidade	Compatibilidade com o processo construtivo	Inúmeras imperfeições estruturais e mesmo geométricas
	Segregação/exsudação	Qualidade superficial	Lameliação, textura inadequada
	Retração plástica	Evitar fissuras de superfície	Degradação estrutural
Endurecido	Retração de secagem	Evitar fissuras de contração não programadas	Ruptura precoce
	Resistência estática	Adequação ao projeto estrutural	Ruptura precoce
	Módulo de elasticidade	Adequação ao projeto estrutural	Estados de tensão não previstos
	Resistência à fadiga	Adequação ao projeto estrutural	Ruptura precoce
	Porosidade/permeabilidade	Percolação de água	Empenamento higrométrico, reação álcali-agregados, corrosão de armaduras
	Expansão térmica	Efeitos relacionados a cargas ambientais	Empenamento não controlado
	Abrasividade	Qualidade superficial	Perda de qualidade funcional

Fonte: Balbo (2016)

2.5 Principais patologias nos pavimentos rígidos

De acordo com a Norma do DNIT 061/2004 – TER, os tipos de defeitos que intercorrem nos pavimentos de concreto de cimento Portland são:

- Alçamento das placas: Nas juntas apresentam-se desnivelamento nas placas, próximo a intervenções ou canaletas;
- Fissura de canto: Fissura que interrompe a junta e possui como comprimento a metade da borda, na transversal ou longitudinal e geralmente atinge a placa toda;
- Placa dividida: Apresenta 4 ou mais divisões de fissuras nas placas;
- Escalonamento ou degrau nas juntas: Ocorre na junta, quando a um deslocamento vertical diferenciado e permanente entre as placas nessa região;
- Falha na selagem das juntas: Qualquer falha no material selante que possibilite infiltração de água ou acúmulo de material na junta;
- Desnível pavimento – acostamento: Desnível na borda do pavimento que forma um degrau;
- Fissuras lineares: Fissuras que dividem a placa em duas ou três partes, e atinge a espessura da placa;
- Grandes reparos: Área maior que $0,45\text{m}^2$ que foi retirado pavimento original e preenchido com material de enchimento;
- Pequenos reparos: Área menor ou igual que $0,45\text{m}^2$ que foi retirado pavimento original e preenchido com material de enchimento;
- Desgaste superficial: Os agregados surgem na superfície da placa, e se define por descolamento da argamassa;
- Bombeamento: Presença de finos (lama fluida, visivelmente terrosa) nas trincas, bordas ou juntas. São originais do solo da fundação;
- Quebras localizadas: Áreas da placa com quebrada em pedaços pequenos, de formas diferente sem ângulo específico, em média de 1,5m;
- Passagem de nível: São defeitos ocorridos na passagem de nível;
- Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação: São defeitos que ocorrem na superfície e não atravessam a espessura da placa, atingindo apenas de 6mm a 13mm, formando ângulos de 120° , causando descolamento da camada fissurada na superfície;
- Fissuras de retração plástica: Fissuras superficiais formadas nos ângulos de 45° e 60° , de pequena espessura (0,5mm) e profundidade, e pequenos comprimentos.

- Esborcinamento ou quebra de canto: São localizadas em uma distância máxima de 60 cm do canto da placa, em formato de cunha;
- Esborcinamento das juntas: Quebra de no máximo 60 cm da placa, localizada no canto e que não atinja toda a placa;
- Placa ‘bailarina’: Placa em que é possível verificar a ação do tráfego na mesma direção da movimentação vertical da placa;
- Assentamento: Grandes ondulações na superfície, que tem como peculiaridade o afundamento dos pavimentos;
- Buracos: São concavidades na superfície da placa;

2.6 Aspectos envolventes nas prováveis causas

O emprego da inspeção visual como forma de avaliação de problemas encontrados, sendo eles analisados pelo tipo de severidade, de acordo com a norma estabelecida pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Essa norma, por sua vez, é indicada para realização do cálculo do Índice de Condição do Pavimento (IPC), utilizando os resultados obtidos na inspeção visual, indicando a possibilidade ou não de reparo e forma de realização caso haja a possibilidade de intervenção no pavimento avaliado (ARAÚJO, 2016).

Como estabelecido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte 737 (Manual de Recuperação de Pavimento Rígido), as causas para os principais tipos de defeito nos pavimentos rígidos são (DNIT IPR 737, 2010):

- Alçamento das placas: Falta de junta de dilatação relacionada a variações climáticas significativas, causando dilatação no pavimento;
- Placa dividida: A causa está relacionada à origem da fissura, podendo ela dividi-la em quatro ou mais partes. Os motivos podem ser devido a deficiência no suporte da fundação do pavimento, subdimensionamento de espessura do pavimento ou fadiga do concreto;
- Escalonamento ou degrau nas juntas: Ocorre pela perda contínua da eficiência da junta de dilatação, que se destina a transferir uma carga a outra

placa, podendo sua causa ser, também, deficiência na sub-base, com placas de dimensões curtas associadas a tráfego intenso e canalizado;

- Falha na selagem das juntas: Geralmente se trata de deficiência na selagem ou material selante impróprio;
- Desnível pavimento – acostamento: Mesmas causas de escalonamento;
- Fissuras lineares: Nas Fissuras Transversais as causas podem ser: deficiência na cura, profundidade do corte inadequado na junta, problemas na serragem das juntas, placas muito grandes, deficiência no suporte da fundação, espessura inadequada. As fissuras transversais de canto podem existir devido: à deficiência na localização nas barras de transferências ou colagem de concreto, com placa velha e nova. Para a causa das fissuras longitudinais: placas mais largas que 3.8m, placa empenada ou bordas elevadas devido ao intemperismo associado ao tráfego pesado, corte de profundidade inadequado. Nas fissuras diagonais: a junção de fissura transversal com longitudinal ou problema com o suporte da fundação. Fissuras de canto as causas são: inadequada transferência de carga na junta, inadequada espessura do pavimento, deficiência na uniformidade de suporte da fundação, variações climáticas que provoquem a empenamento da placa. As fissuras não direcionadas possuem as seguintes causas: a grande maioria é retração plástica, que acontece antes da pega, podendo ser também provenientes de aditivos no concreto;
- Desgaste superficial: Suas causas podem ser: elevada quantidade de água na mistura de concreto, cimento ruim, agregados em situações inadequadas, deficiência de finos no concreto, excesso de água no acabamento provocando descolamento;
- Bombeamento: Suas causas podem ser: execução inadequada, falta de uma sub-base ou falta de lençol plástico na divisão da placa com a sub-base;
- Passagem de nível: Suas causas podem ser: Falha na execução ou projeto deficiente
- Esborcinamento ou quebra de canto: Suas causas podem ser: utilização inadequada pelo tráfego, retirada brusca das formas antes da resistência adequada do concreto;

- Esborcinamento das juntas: Suas causas podem ser: retirada precipitada da forma, entrada de material inadequado na junta muito aberta no momento de tempo frio, prematura serragem da junta;
- Placa ‘bailarina’: Suas causas podem ser: tráfego intenso, associado a juntas deficientes e a ineficiência do suporte da fundação;
- Assentamento: Suas causas podem ser: uniformidade inadequada na fundação, projeto inadequado ou sub-base;
- Buracos: Suas causas podem ser provocadas pela gradatividade de outros defeitos.

3. PATOLOGIAS DOS PAVIMENTOS RÍGIDOS ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO

Os problemas encontrados nos pavimentos rígidos são geralmente oriundos de erro nos materiais escolhidos ou de execução, havendo a necessidade de realização constante de manutenção rotineira onde é feito um controle de qualidade da construção.

3.6 Desenvolvimento da pesquisa

O estudo foi realizado em um terminal do BRT, inaugurado 17 de setembro de 2016 (BRT RIO [2], 2016). Este terminal possui uma menor demanda de linhas de BRT e horário especiais de funcionamento (funcionam parcialmente no sábado e não funcionam no domingo), e que atende somente a linha 53 (expresso) que faz o trajeto Terminal Sulacap x Jardim Oceânico (Figura 3) (BRT RIO [1], 2016).

Figura 3: Principais o trajeto Terminal Sulacap x Jardim Oceânico



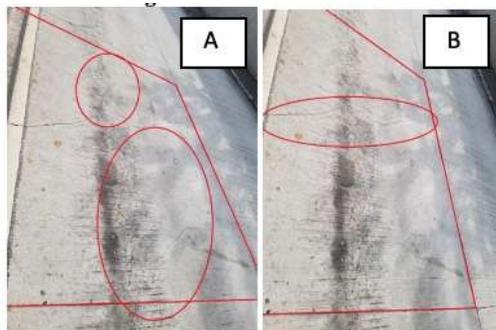
Fonte: Marques (2017)

Durante as visitas foram observadas anomalias nas placas de pavimento rígidos, situadas no local de embarque e desembarque. Analisaram-se, então, duas placas que apresentaram o maior número de problemas para estudo de caso.

No primeiro caso foram observadas fissuras de canto ilustrado na Figura 4a e 4b, cuja ocorrência, se deve a uma das seguintes causas:

- Falta ou deficiência dos dispositivos de transmissão de carga nas juntas, tais como barras de transferência, encaixe tipo macho-fêmea ou entrosagem dos agregados, quando a junta for executada por serragem;
- Subdimensionamento da espessura do pavimento;
- Recalque diferencial da fundação do pavimento, devido à falta de uniformidade da capacidade de suporte desta fundação;
- Empenamento dos cantos da placa, devido às variações térmicas e de umidade entre a superfície superior e a inferior da placa.

Figura 4: Fissuras de Canto



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Quando forem encontrados defeitos típicos dos pavimentos, deve-se adotar o manual de recuperação de pavimentos rígidos do DNIT IPR 737 (2010), pois o mesmo define, através do quadro 1, essas patologias.

Quadro 1: Defeito típicos dos pavimentos

Defeitos nº	Tipo	Defeitos nº	Tipo
1	Alçamento de placa (<i>BLOW- UP</i>)	11	Bombeamento
2	Fissura de canto	12	Quebras localizadas
3	Placa dividida	13	Passagem de nível
4	Escalonamento ou degrau nas juntas	14	Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação
5	Defeito na selagem das juntas	15	Fissuras de retração plástica
6	Desnível pavimento – acostamento	16	Esborcinamento ou quebra de canto
7	Fissuras lineares	17	Esborcinamento de juntas
8	Grandes reparos (área > 0.45m ²)	18	Placa bailarina
9	Pequenos reparos (área < ou = 0.45m ²)	19	Assentamento
10	Desgaste superficial	20	Buracos

Fonte: Adaptado de DNIT IPR 737- manual de recuperação de pavimentos rígidos (2010)

Os defeitos estão relacionados ao grau de severidade que denomina a intensidade do defeito, sendo esses graus definidos segundo a norma da DNIT IPR 737 (2010):

a) Baixo (B): Gera baixo desconforto de rolamento.

b) Médio (M): Gera médio desconforto de rolamento.

c) Alto (A): Gera o comprometimento a segurança de rolamento, restringe o tráfego e leva a reparo imediato.

Diante do caso de patologia mencionado anteriormente, deve-se realizar o reparo do local com o formato geométrico de um quadrado ou retângulo, pois foram verificadas na placa três prováveis patologias, sendo elas: fissura de canto - 2B, placa dividida - 3B e quebras localizada - 12B. Portanto, nesse caso, deve-se isolar a área de trabalho e definir as dimensões mínimas de reparo. Porém, as arestas delimitadoras deverão ultrapassar de 5 a 15 cm, para cada lado do defeito.

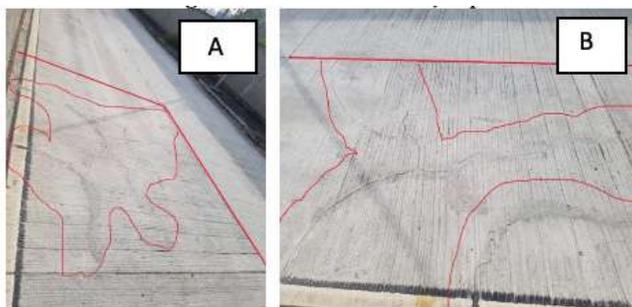
Na segunda placa foram verificadas duas prováveis patologias, sendo

elas:

- a) Fissura de retração plástica – 15B;
- b) Fissuras lineares – transversais – 7M.

As fissuras superficiais encontradas (Figuras 5a e 5b) têm possíveis causas que podem ser de Retração plástica do concreto. Essas fissuras, normalmente, têm origem na fase de execução do pavimento, mais especificamente durante a cura, pois o processo de cura inadequado ou insuficiente, ou excesso de água de amassamento do concreto, podem dar origem às mesmas. Porém, as fissuras de retração plástica não apresentam grandes problemas em pavimentos rígidos, a não ser quanto à estética (MAGGI & CASTELLANO, 2006).

Figura 5: Fissuras de retração plástica



Fonte: Arquivo Pessoal - Terminal Sulacap x Jardim Oceânico (2019)

Para recuperação das fissuras superficiais apresentadas no segundo caso, deve-se isolar a área de trabalho, fazer a retirada das poeiras, grãos de areia e partículas soltas das fissuras, através jato de ar limpo. Com a área limpa, pode-se aplicar microcimento, fluorsilicato, nata de cimento, resina epóxi ou similar, objetivando fechar superficialmente as fissuras. A aplicação deles pode ser dada por meio de bicos injetores; porém, o mais simples é a aplicação por gravidade, que é feita com o auxílio de um aplicador com o material já misturado (VITORIA, 2016).

De acordo com os elementos apontados acima, pode-se descrever os prováveis defeitos e seu grau de severidade. Porém, para uma análise mais

detalhada, é necessário um estudo aprofundado e minucioso em laboratório, e com acesso a mais informações. Logo, os dados percorridos nesse capítulo foram de análise visual dos possíveis defeitos.

4. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um estudo sobre patologias no pavimento do BRT Terminal Sulacap x Jardim Oceânico. Logo, foi apresentado um levantamento das principais manifestações patológicas do local, sendo percorridos seus sintomas, origens e causas.

O estudo de caso buscou contribuir com dados acerca do que pode provocar os surgimentos de problemas patológicos em pavimentos rígidos. Ainda, foram mencionadas informações sobre as medidas a serem adotadas na recuperação dos mesmos. Portanto, é de suma importância os engenheiros terem o correto diagnóstico dessa anomalia, para poderem agir de forma eficiente e proporcionarem uma recuperação adequada ao tipo de problema encontrado.

Nos casos apresentados, pode-se constatar que as patologias encontradas foram fissuras, provocadas por erros de métodos construtivos. Logo, é notório que se deve ter uma fiscalização maior nas etapas de execuções, a fim de que, desta forma, possa-se diminuir os riscos de surgimentos de patologias. Nesse contexto, torna-se relevante o estudo nessa área, pois a apresentação de novos casos patológicos pode fomentar conhecimentos inovadores para área acadêmica e profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR NM 67. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 12654. Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 12655. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

ALMEIDA, L. C. Concreto. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2019.

ARAÚJO, M. A., Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação—Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, Edição 11, Vol. 10, p. 187-196. Novembro de 2016. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao?pdf=6003>. Acesso: 29 de abril de 2019.

BALBO, J. T. Pavimentos de concreto. Oficina de Textos, 2016.

BOTELHO, M. H. C. Concreto armado, eu te amo, para arquitetos. São Paulo: Edgard Blucher, p. 34, 2006.

CARNELUTTI, F. G. Análise de desempenho dos ligantes asfálticos em ensaios mecânicos executados em pavimentos flexíveis, 2018.

BRT RIO [1]. Conheça o BRT, Rio de Janeiro, agosto de 2016. Disponível em: <<http://www.brtrio.com/conheca>>. Acesso em: 26 de maio de 2019.

BRT RIO [2]. Terminal de Sulacap é inaugurado com serviço expresso de BRT. Rio de Janeiro, agosto de 2016. Disponível em: <<http://www.brtrio.com/noticia/prefeitura-inaugura-terminal-de-sulacap-e-inicia-quatro-novos-servicos-de-brt>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT. IPR 719. Manual de pavimentação. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT. IPR 737. Manual de recuperação de pavimentos rígidos. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT. TER 061. Pavimento rígido – Defeito - Terminologia. Rio de Janeiro, 2004.

MAGGI, P.; CASTELLANO, T. G. Patologia em Pavimentos Rígidos. In: Anais do VI Simposio EPUSP sobre estruturas de concreto, 2006.

MARQUES, R. BRT Trans Olímpica recebe selo Prata na avaliação segundo o Padrão de Qualidade BRT. 2017. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/transolimpica-avaliacao/>>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. São Paulo: IBRACON, 2008.

PITTA, M. R. Dimensionamento de pavimentos rodoviários e urbanos de concreto pelo método PCA 1984. 3. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, p. 47, 1998.

CARVALHO, J. D. N. Revista Tecnológica, v. 17, p. 9, 2008. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/download>>

ad/8169/5163>. Acesso em: 29 de abril de 2019.

SILVA, J. E. M.; CARNEIRO, L. A. V. Pavimentos de concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga, 2014.

SOUZA JÚNIOR, T. F. Estruturas de Concreto Armado. Universidade Federal de Lavras. s.n.t. 2014. Disponível em: <http://www.tooluizregio.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/2790/30/arquivos/File/Disciplinas%20Conteudos/Quimica%20Subsequente/Quimica%20Inorganica/Carlos_3Sem_Concreto.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2019.

VERÍSSIMO, G. S. Concreto Protendido: Fundamentos Básicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 4. Ed, 1998, p. 05/07. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/CP-vol1.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

VITÓRIA, P. I. S. Métodos de Reparos de Fissuras em Pavimentos Rígidos em Sítios Aeroportuários. Tese de Doutorado - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. 147f.

CAPÍTULO XVII

ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE MUROS DE ARRIMO

*Julio Cesar de Almeida Nascimento Oliveira
Tallitta Mabelly Dantas Cavalcanti
Iara da Silva de Almeida
Bruno Matos de Farias
Rachel Cristina Santos Pires*

RESUMO

O presente texto, intitulado “Estabilização de Taludes através da utilização de Muros de Arrimo”, aborda os tipos de muros como meio para tornar mais estável os taludes, tendo em vista que esses se apresentam como um recurso construtivo bastante versátil e podem ser vistos com frequência no território brasileiro. Os Taludes são áreas geralmente acentuadas, cuja superfície delimita um maciço terroso ou rochoso. Cada vez mais há necessidade do entendimento dos processos de estabilização e suas formas de contenção, haja vista as desastrosas consequências que os deslizamentos acarretam, estado eles ligados ao aumento da precipitação causado pelas drásticas mudanças de clima, desflorestamentos e aumento da urbanização, principalmente nas áreas sujeitas aos deslizamentos e por isso é comum assistirmos a casos de ocorrências de movimentos de terra. Este estudo tem como objetivo analisar e demonstrar o que é, como funcionam, quais os tipos, e as vantagens e desvantagens da utilização de Muros de Arrimo para contenção de taludes, considerando suas características físicas e comparando-o economicamente com outros muros.

Estruturas de contenção são obras de engenharia civil necessárias quando o estado de equilíbrio natural de um maciço, de solo ou de rocha, é alterado por solicitações que podem ocasionar deformações excessivas e até mesmo o seu colapso. A estrutura deverá, então, suportar as pressões laterais (empuxo) do material a ser contido, de forma a garantir segurança ao talude (SOUZA JUNIOR, 2013).

Portanto, os locais topográficos devem ser estudados previamente, proporcionando conhecimentos para um panejamento de uma obra segura, sendo calculado e executado para impedir deslizamentos que possam gerar desastres futuros. Logo, para a engenharia, uma solução a ser adotada como contenção para o solo é a execução do muro de arrimo, pois este garante maior estabilidade de contenção da terra, a fim de que ela não ceda futuramente.

Portanto, na verificação de um muro de arrimo, seja qual for a sua seção, devem ser investigadas as seguintes condições de estabilidade: tombamento, deslizamento da base, capacidade de carga da fundação e ruptura global (GERSCOVICH, 2010).

Logo, engenheiros civis devem ter um conhecimento maior sobre a estabilidade quanto ao deslizamento, tombamento e ruptura do solo de fundação, pois atualmente tornou-se bastante comum encontrar relatos de desastres naturais nos meios de comunicação. Tal fator é de extrema relevância, porque além de muitas vidas perdidas, esses desastres também causam prejuízos econômicos, ambientais e sociais.

Sendo assim, as principais normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a serem estudadas para contenção com muro de arrimo são a ABNT NBR 11682, a ABNT NBR 6122 e a ABNT NBR 6118.

A ABNT NBR 6118:2014 é a principal norma para o projeto de estruturas de concreto armado; já a ABNT NBR 6122:1994, por sua vez, fixa as condições básicas a serem observadas no projeto e execução de fundações; por fim, pode-se mencionar que a NBR 11682/1991 prescreve as

condições exigíveis no estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes resultantes de cortes e aterros realizados em encostas.

Nesse contexto, o estudo busca apresentar dados obtidos através de referências bibliográficas sobre o tema em questão. Para melhor compreensão dos métodos construtivos do muro de arrimo, será discorrido cada método construtivo responsável para proteger, apoiar ou escorar das áreas que apresentam riscos de desmoronamento, garantindo assim, a segurança e a estabilidade da construção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As estruturas de arrimo estão entre as mais antigas construções humanas. Elas possibilitam a estabilidade contra rutura de encostas, sejam elas maciços rochosos ou de terra. No Brasil, um dos principais motivos para a ocorrência de movimentos de massas (deslizamentos) é a ocupação desordenada de encostas, fator esse que ocorre principalmente nas áreas urbanas das cidades. Mediante essa situação, pode-se identificar a necessidade da utilização de mecanismos de segurança que possam diminuir e/ou eliminar tais riscos (OLIVEIRA, 2004).

Portanto, segundo Gerscovich (2010), para conter desníveis pequenos ou médios, são utilizados Muros de Gravidade e estruturas corridas que se opõem aos empuxos horizontais pelo peso próprio, tendo sua divisão em:

- a) Muros de alvenaria de pedra;
- b) Muros de concreto ciclópico ou concreto gravidade;
- c) Muros de gabião;
- d) Muros em fogueira (“crib wall”);
- e) Muros de sacos de solo-cimento;
- f) Muros de pneus;
- g) Muros de Flexão.

Logo, para garantir a segurança das futuras construções, em caso de terrenos com inclinação, deve ser feita uma estabilidade dos taludes antes da execução da obra, de forma a tornar o terreno mais plano e apto para a

construção. Em obras onde haja a necessidade de fazer um corte no terreno para se construir uma estrada ou edificação, o mesmo é de grande importância.

2.1 Talude

A contenção de talude deve ser adotada sempre que necessário, pois quando há ruptura do mesmo, ocorrem consequências e perdas de vidas, invalidez dos colaboradores, danos econômicos para os trabalhadores, e perda de credibilidade da empresa, tanto da parte de acionistas como da sociedade em geral etc. (ZANARDO, 2014).

Portanto, sempre que houver obras de barragens de contenção de rejeitos, barragens de usinas hidrelétricas, cortes de estradas ou rodovias e na mineração, a análise de estabilidade do talude deve ser feita (ZANARDO, 2014).

Porém, segundo Marangon (2010), é viável buscar soluções mais simples em obras de estabilização, pois elas são as mais adequadas, na maioria das vezes. Logo, as obras de alto custo só se justificam quando o processo de estabilização não pode ser mais controlado pelas obras mais simples. Entretanto, antes da escolha do método a ser adotado para a contenção, deve-se realizar um estudo de análise da estabilidade das causas que podem levar os taludes a escorregar. Vale ressaltar, sobretudo, que as mesmas são causas complexas, pois envolvem uma infinidade de fatores que se associam e entrelaçam, e, portanto, esse estudo levará em consideração como critério as soluções. A figura 1 apresenta modelo de estabilidade de taludes.

Figura 1: Estabilidade de taludes



Fonte: Gerscovich (2010)

De acordo com o que cita a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 11682:1991, os taludes podem ser classificados como:

- Talude artificial: Talude formado ou modificado pela ação direta do homem;
- Talude estável: Talude que não apresenta nenhum sintoma de instabilidade, tais como: trincas, sulcos, erosão, cicatrizes, abatimentos, surgências anormais de água, rastejo, rachadura em obras locais;
- Talude natural: Talude formado pela ação da natureza, sem interferência humana.

2.2 Tipos de muro de contenção

Segundo Marchetti (2008), o muro de arrimo é uma estrutura volumétrica (formadas de blocos) destinada a estabilizar encostas junto às edificações nas áreas urbanas, pontes, estradas ou ruas. A construção de um muro de arrimo representa sempre um elevado ônus no orçamento.

2.2.1 Muro de Arrimo por gravidade

As estruturas que utilizam solo e pneus são estruturas recentes, que visam o reaproveitamento dos pneus descartados. A estrutura é lançada em camadas horizontais de pneus, os quais são amarrados por corda (de

polipropileno com 6 mm de diâmetro) ou arame, e preenchidos por solo compactado. Os muros de solo-pneus apresentam baixo custo e elevada resistência mecânica do material (NOGUEIRA, 2016).

Como revestimento externo, o muro de pneus (Figura 2) pode receber concreto projetado sobre tela metálica, impedindo a erosão do material de preenchimento dos pneus, vandalismo ou incêndios.

Figura 2: Muro de pneus



Fonte: Nogueira (2016)

2.2.2 Muro de Gabião

São contenções feitas de gaiolas metálicas preenchidas com pedras e formada com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção. Quando os muros são de grande altura, gabhões mais baixos (altura = 0,5m), que apresentam maior rigidez e resistência, precisam ser colocados nas camadas inferiores, onde as tensões de compressão são mais expressivas. A rede metálica que compõe os gabhões (Figura 3) é de resistência mecânica elevada. Se houver a ruptura de um dos arames, a dupla torção dos elementos continua a forma e a flexibilidade da malha, absorvendo as deformações excessivas. Esta proteção funciona contra a ação das intempéries e de águas e solos desfavoráveis (PATRICIO, 2013).

Figura 3: Muro de Gabião



Fonte: Patricio (2013)

2.2.3 Muro de Pedra

É o mais antigo muro de arrimo utilizado, sendo considerado o tipo mais simples de contenção de arrimo, pois o mesmo é de fácil construção e de baixo custo. Os muros de pedras (Figura 4) arrumadas manualmente possui também grande competência na drenagem (GÓES, 2016).

Figura 4: Muro de pedras



Fonte: Góes (2016)

2.2.4 Muro de Concreto Ciclópico

O muro de concreto ciclópico, visualizado na figura 5, é uma estrutura composta de concreto e agregados de grandes dimensões. A sua execução é simples, em forma com concreto e blocos de pedregulho de dimensões variadas.

Pode ser aplicado em contenção de taludes superiores a 3 metros, e

possui uma facilidade de construção e baixo custo de execução. Esse processo suprime a capacidade drenagem do muro, sendo necessária a instalação de um sistema drenante no tardo (lado em contato com o solo) para suavizar a pressão da estrutura construção (GÓES, 2016).

Figura 5: Muro de concreto ciclópico



Fonte: Góes (2016)

2.2.5 Muros em Fogueira (“crib wall”)

São estruturas formadas por elementos pré-moldados de concreto armado, madeira ou aço, que são montados no local, em forma de “fogueiras” sobrepostas e interligadas longitudinalmente, cujo espaço interno é preenchido com brita ou terra. São estruturas capazes de se acomodarem a recalques das fundações e funcionam como muros de gravidade (Figura 6). É uma estrutura de contenção de baixo custo e geralmente utilizadas em obras de rodoviárias (LUVIZÃO, 2010).

Figura 6: Muro em fogueira



Fonte: Góes (2016)

2.2.6 Muro de Sacos de Solo Cimento

Segundo Góes (2016), os muros de sacos de solo cimento (Figura 7) são aplicados para a proteção superficial de taludes e de margens de cursos d'água, principalmente em obras emergenciais localizadas em áreas urbanas. Tendo como características a rapidez de execução, grande flexibilidade e baixo custo.

Porém, deve-se ter uma seleção criteriosa do solo a ser utilizado na mistura de cimento e do solo, que cria um material de melhores características, com maior resistência ao cisalhamento.

Figura 7: Muro de sacos de solo cimento



Fonte: Góes (2016)

2.2.7 Muros de Flexão

Segundo Nogueira (2016), os muros de flexão (Figura 8) diferem dos demais pelas armaduras instaladas no seu interior serem as responsáveis por resistem ao empuxo horizontal de terra. Assim, o muro trabalha a flexão. Geralmente com seção transversal em forma de “L”, os muros de flexão tem altura de 5 m a 7 m e base com largura aproximada de 60% da sua respectiva altura.

Em geral, são construídos em concreto armado, tornando-se anti-econômicos para alturas acima de 5 a 7m. A laje de base em geral apresenta largura entre 50 e 70% da altura do muro. A face trabalha à flexão e se necessário pode empregar vigas de enrijecimento, no caso alturas maiores.

Porém, quando a fundação do muro de flexão apresentar como material competente rocha sã ou alterada, pode-se ser ancorar a base com tirantes ou chumbadores (rocha), para melhorar sua condição de estabilidade (NOGUEIRA, 2016).

Figura 8: Muro de flexão



Fonte: Nogueira (2016)

2.2.8 Muro Atirantado

Segundo Corsini (2011), as cortinas atirantadas (Figura 9) são compostas de concreto armado que recebem a tração de tirantes para contenção de terrenos. “O tirante, basicamente, é um elemento metálico que é introduzido no solo para transferir carga de dentro de um maciço para uma parede ou outra estrutura de contenção”, descreve Carlos Peão, engenheiro civil e superintendente comercial da Geosonda, empresa de serviços de engenharia. A porção do tirante imersa no solo tem a sua extremidade ancorada, enquanto a extremidade externa transfere a carga do sistema para a estrutura de concreto armado. Trata-se de uma obra de elevado custo, sendo necessária inspeção periódica para verificar as condições dos tirantes, se contém corrosão nas cabeças dos tirantes, se há trincas, infiltrações e, principalmente, se os tirantes estão perdendo a protensões.

Figura 9: Muro a flexão atirantado



Fonte: Corsini (2011)

2.2.9 Muro com Contraforte

São geralmente utilizados para grandes alturas e sua estrutura parece com o muro de concreto (Figura 10), mas ele contém elementos conhecidos como contrafortes, que agem como paredes de concreto localizadas a frente do muro, gerando maior rigidez e elevando a resistência a tombamentos (ROCHA, 2016).

Figura 10: Muro com Contraforte



Fonte: Góes (2016)

2.3 Relatos de deslizamentos de terra no Brasil

Brasil é um país com grandes possibilidades de movimentos de massa, devido as fortes chuvas de verão, desmatamentos, atividades humanas (cortes de talude, construções irregulares, aterros). Nesse contexto, estes fatores aumentam os riscos em áreas de relevo íngreme.

Logo, é comum, em época de chuvas, ocorrerem deslizamentos ou escorregamentos de taludes e encostas, principalmente em zonas urbanizadas, nas quais as ocorrências são mais graves. Na Região Serrana, em 2011, ocorreu a maior tragédia no Brasil (Figura 11), um grande desastre natural da história do país, havendo o deslizamento de grande proporção de solo, que matou cerca de 918 pessoas (G1, 2011).

Figura 11: Deslizamento na Região Serrana



Fonte: G1 (2011)

Em 1988, no Morro do Borel, localizado no bairro da Tijuca, houve diversos escorregamentos de solo ocasionados pela forte chuva que atingiu a comunidade. Houve, nesse caso, grandes desmoronamentos (Figura 12) e inúmeras mortes, ocorrendo ainda a interdição de diversas casas e barracos, deixando um grande número de desabrigados (D'ORSI, 2016).

Figura 12: Escorregamentos de solo Morro do Borel



Fonte: D'Orsi (2016)

Na Comunidade no bairro do Complexo do Alemão, em dezembro

de 2001, houve um escorregamento superficial de solo e lixo (Figura 13), que promoveu a destruição de casas e obstruiu passagens. Cabe mencionar, ainda, que o acidente provocou a morte de 4 pessoas (D'ORSI, 2016).

Figura 13: Escorregamento superficial de solo e lixo Complexo do Alemão

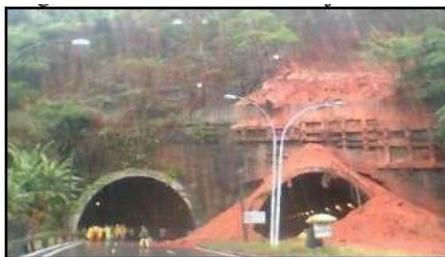


Fonte: D'Orsi (2016)

Em outubro de 2007, houve um escorregamento (Figura 14) de cerca de 3 toneladas de solo de uma encosta junto ao Morro Cerro-Corá, no bairro do Cosme Velho.

Esse acidente provocou grandes transtornos no fluxo do trânsito na cidade do Rio de Janeiro, pois houve a interdição das duas pistas do túnel Rebouças por vários dias (D'ORSI, 2016).

Figura 14: Escorregamento solo de uma encosta junto ao Morro Cerro-Corá



Fonte: D'Orsi (2016)

Em abril de 2010, na Comunidade do Morro dos Prazeres, no bairro

de Santa Teresa, houve escorregamento de solo residual e lixo (Figura 15), que deixou 30 vítimas fatais, proporcionou a destruição de residências e obstruiu a passagem na comunidade (D'ORSI, 2016).

Figura 15: Escorregamento de solo residual e lixo Morro dos Prazeres



Fonte: D'Orsi (2016)

No bairro de Santa Teresa, no ano de 2010, houve escorregamento de solo em talude de corte (Figura 16), o qual provocou a destruição parcial de 3 (três) moradias e a destruição total do acesso junto à crista do talude (D'ORSI, 2016).

Figura 16: Escorregamento de Solo em Talude de Corte



Fonte: D'Orsi (2016)

Observa-se, assim, que nos últimos anos, os deslizamentos em en-

costas e morros urbanos vêm ocorrendo com uma frequência alarmante, devido ao crescimento desordenado e ocupações de novas áreas de risco. Esses escorregamentos costumam ocorrer em taludes de corte, aterros e taludes naturais, sendo agravados pela ocupação e ação humana. Logo, o Município é o responsável pela implantação da política urbana, bem como instruir uma política de desenvolvimento urbano local, segundo a Constituição Federal.

2.4 Discursão do Estudo

A incapacidade de prover moradias adequadas às classes mais populares do nosso país tornou-se o principal motivo de ter-se hoje, nas grandes cidades do Brasil, um número elevado de famílias que residem em áreas de risco, principalmente em encostas. Na falta de condições de adquirir uma residência ou um terreno dentro de áreas legalizadas, muitas dessas famílias encontram como única solução a construção de edificações em áreas públicas ou privadas com menor valor de mercado em função das restrições à ocupação legal, ocupando áreas onde o mercado normalmente não possui interesse ou possibilidade de atuação (REIS, 2017).

Nesse contexto, esse crescimento acelerado de moradia leva a ausência de fiscalização dos órgãos competentes. No Rio de Janeiro o órgão responsável pela contenção de encostas é a GEO- RIO, que analisa, fiscaliza, e define os projetos dentro dos parâmetros do decreto e define se o terreno poderá ou não ser construído, sempre levando em conta a segurança e melhorias para população. Portanto, todos os projetos de contenção de taludes devem atender o que estabilidade a GEO-RIO e, assim sendo, o tipo de obra e serviço a ser adotado deve ser o que melhor se adequa à estabilização da encosta, pois as características são particulares de cada lugar (litologia, morfologia, drenagem). Nesse contexto, é de suma importância a inspeção para identificar as características particulares de cada lugar (litologia, morfologia, drenagem) (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2009).

A contenção de taludes pode ser por meio de muro de arrimo, como

Logo, alguns parâmetros podem ser avaliados, sendo eles (GERSCOVICH, 2010):

- O muro de alvenaria armada com bloco estrutural é recomendado para alturas inferiores a 2 metros, ele deve ser composto por drenagem para reduzir a pressão da água sobre a estrutura.
- O muro de concreto armado é recomendado para alturas inferiores a 5 metros, o mesmo pode ser adotado em solos que não possuem alta resistência de suporte. Quando o mesmo for atirantado, pode ser adotado para alturas entre quatro e seis metros.
- O muro de pedra sem argamassa pode ser adotado para contenção de taludes com alturas de até 2m. Portanto, em altura superior altura 3m, deve-se empregar argamassa de cimento e areia para preencher os vazios dos blocos de pedras.
- O muro de solo-pneus pode ser adotado para contenção de terrenos que sirvam de suporte a obras civis pouco deformáveis, isto é, estruturas de fundações ou ferrovias.
- O muro de concreto ciclópico deve ser adotado em altura entre 4m e 5m. Deve-se adotar mão de obra qualificada para execução da obra.

Além dos muros de arrimo, outras técnicas podem ser empregadas nas intervenções para estabilização de encostas, até mesmo obras sem estruturas de contenção.

Logo, devem-se prevenir construções de moradias próximas a taludes, pois segundo a Silva (2010), em casos muito altos ou íngremes, acima de 15m, a distância mínima entre a casa e a borda do talude deve ser de 5m, e a distância do talude para casa de 10m, conforme mostra o esquema na figura 17 a seguir.

Figura 17: Medidas mínimas entre encostas



Fonte: Manual de ocupação (2015)

Os muros de arrimos para estabilidade de taludes apresentados nesta pesquisa indicam que o método adotado deve ser analisado pelo engenheiro. O mesmo deve, portanto, avaliar os parâmetros que influenciam nas questões econômicas, construtivas, ambientais e sociais.

3. CONCLUSÃO

Antes de iniciar um projeto de contenção, os locais topográficos devem ser estudados previamente, proporcionando conhecimentos para um planejamento de uma obra segura, sendo calculado e executado para impedir deslizamentos que possam gerar desastres futuros. Logo, para garantir a segurança das futuras construções em terrenos com inclinação, antes da execução da obra deve ser feito um muro de contenção.

Tratando-se de obra de contenção, deve-se atender o que estabelece as principais normas da ABNT, que são a ABNT NBR 11682, a ABNT NBR 6122 e a ABNT NBR 6118. As mesmas estabelecem as principais normas para o projeto muro de flexão.

Diante dos dados percorridos na pesquisa, pode-se concluir que o tipo de muro de arrimo a ser adotado deve ser a que melhor se adequa à estabilização do talude, já que as características são particulares de cada lugar. Ademais, conclui-se que os profissionais de engenharia devem avaliar os parâmetros que influenciam nas questões econômicas, construtivas, ambientais e sociais.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 11682. Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro, 1991.

CEPDEC/CBMES DEFESA CIVIL DO ES. Estabilização de Taludes – Roney Gomes do Nascimento – Gerência de Operações. Disponível em: https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Did%C3%A1tico/CBPRG%20%202017/Estabiliza%C3%A7%C3%A3o_de_Taludes.pdf. Acesso em 20 de abril de 2019.

CORSINI, R. Taludes atirantados. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/6/taludes-atirantados-227250-1.aspx>>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

D’ORSI, R. N.; PAES, N. M.; MAGALHÃES, M. A.; JUNIOR, L. R. S.; VALENTE, L. R. S.. Os 50 Maiores Acidentes Geológico-geotécnicos a cidade do Rio de Janeiro entre 1966 e 2016. 2016. Disponível em: <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/wp-content/uploads/2016/12/PDF_estrutura-do-livreto_50maiores-acidentes-a5.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

GERSCOVICH, D., Estabilidade de Taludes, 2ª Ed. Oficina de Textos, 2010.

GÓES, L. S. Contenção como Muro de flexão. Trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia. Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2016. 54f

LUVIZÃO, G. Revitalização da Margem do Rio do Tigre: Contenção. 2010. 130 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

MANUAL DE OCUPAÇÃO (Recife). Como Estabilizar em Costa. 2015. Disponível em: <<http://www.proventionconsortium.net/themes/default/pdfs/morros/cap10.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MARANGON. Capacidade de Carga dos Solos. 2010. Unidade 7. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/09-MS-Unidade-07-Capacidade-de-Carga2013.pdf>>. Acesso em: 23 de maio de 2019.

MARCHETTI, O. Muros de Arrimo. Rio de Janeiro: Blucher, 2008. 160 p.

NOGUEIRA, L. C. Estabilidades de Taludes Utilizando Muros de Gabião. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. 107f.

OLIVEIRA, L. C. D. Análise Quantitativa de Risco de Movimentos de Massa com Emprego de Estatística Bayesiana. 2004. Tese de Doutorado. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

PATRICIO, R. P. Adequação do FMEA para gerenciamento de riscos em obra de infraestrutura, após a aplicação da análise preliminar de risco na execução de muro de gabião. 2013.

RIO DE JANEIRO. Smo. Secretaria Municipal de Obras (Org.). Fundação Geo-Rio. 2009. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smo/geo-rio>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

REIS, J. B. A. S. A questão habitacional no município de Ouro Preto/MG e suas consequências sociais. Monografia (Graduação em Serviço Social) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2017. 47 f.

ROCHA, A. R. A. Estudo comparativo de muros de arrimo executados em concreto armado, quando dimensionados para alturas diferentes. 2016.

SILVA, R. R.. Proposta para estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe PE com a consideração de um tratamento global. 2010.

SOUZA JÚNIOR, J. G. Influência da Compactação nas Condições de Estabilidade de Muros de Peso em Gabião. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2013. 92 f.

ZANARDO, B. F. Análise de Estabilidade de Taludes de Escavação em Mina de Bauxita - Estabilidade de Muros de Peso em Gabião. Trabalho - Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014, 38 f.

MINI CURRÍCULO DOS AUTORES

ALDAIR DOS SANTOS SANTA MARIA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: aldaiREngcivil3@gmail.com

ALESSANDRO DE MELO TULLER

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: engalessandroTuller@gmail.com

ANA CAROLINA ALMEIDA MACHADO

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: carolinaamachado@outlook.com

ANA CLEIA DOS SANTOS FERREIRA

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: acsferreira28@gmail.com

ANNA CAROLINA SOUZA ANTUNES

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: carolinaantunes92@gmail.com

ANTÔNIO JOSÉ DE SOUSA GONÇALVES

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: anjosg@gmail.com

ARTHUR HÉLDER DAMASCENO DE OLIVEIRA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: arthurhelder7@gmail.com

CAROLINE SOUZA GONÇALVES

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: caroline.cssouza@gmail.com

CLEBER RODRIGUES

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: engcleberprof@bol.com.br

EDSON NASCIMENTO DOS SANTOS

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: edsonsanttos.eng@gmail.com

EVELAINE BARRETO DE OLIVEIRA FREITAS

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: evelainefreitas.ef@gmail.com

FABIANNE MARIA DE LIRA BARROS MANSSOUR

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: fabiannemanssour@gmail.com

GERALDO RAIMUNDO QUARESMA JUNIOR

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: geraldo.quaresma.junior@gmail.com

IGOR BATISTA VIANA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: igor.viana.93@gmail.com

JEFERSON PEREIRA SILVA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: jeferson.pereira.silva01@gmail.com

JEYZA CAROLINE BARROCA SOARES

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: jeyza.soares@gmail.com

JULIO CESAR DE ALMEIDA NASCIMENTO OLIVEIRA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: julionascimentojr@gmail.com

LESTER FELIPPE LÁZARO

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: esterfelippe@gmail.com

LUANA ALMEIDA MONTEIRO

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: luamonty17@gmail.com

LUCAS CÉSAR ANDRADE NASCIMENTO

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: lucas.nascimento15@hotmail.com

LUCAS OLIVEIRA MARINS

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: lucasengp@hotmail.com

MILTON DE ARAÚJO FONTES

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: milmat2003@yahoo.com.br

PRISCILA GALDINO DO ESPÍRITO SANTO

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: priscila@avancorealizacoes.com.br

RAIMUNDO MATHEUS ALVES DA SILVA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: matheus@temakprojetoobras.com.br

ROMÁRIO DA SILVA MIRANDA

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: romariosmiranda11@gmail.com

TALLITTA MABELLY DANTAS CAVALCANTI

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: talitadantass@hotmail.com

THAMYRES PAIXÃO DAMASCENO

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: thamyrespaixao@hotmail.com

THIAGO GARCIA CARVALHO

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: thiagorj.garcia@gmail.com

VANESSA DE CARVALHO VASCONCELLOS

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: vanessavasconcellos1987@gmail.com

WILLIAM CÂMARA MARREIRO

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
E-mail: wcmarreiro@gmail.com

Formato: E-book
Tamanho: 16 x 23 cm
ISBN 978-85-94431-24-0