

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 5

**RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES
BRUNO MATOS DE FARIAS
DAVI SANTIAGO DE ARAÚJO
FLÁVIA DA SILVA
JUSSARA OLIVEIRA DO NASCIMENTO
LEANDRO DOS SANTOS SILVA
LEONARDO REIS DOS SANTOS**

Rachel Cristina Santos Pires
Bruno Matos de Farias
Davi Santiago de Araújo
Flávia da Silva
Jussara Oliveira do Nascimento
Leandro dos Santos Silva
Leonardo Reis dos Santos
Organizadores

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO
– VOL. 5

1ª Edição



Rio de Janeiro – RJ
2023

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

C764 Construção civil [livro eletrônico]: engenharia e inovação: vol. 5 / Organizadores Rachel Cristina Santos Pires... [et al.]. – Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87809-72-4

1. Construção civil. 2. Engenharia. I. Pires, Rachel Cristina Santos. II. Farias, Bruno Matos de. III. Araújo, Davi Santiago de. IV. Silva, Flávia da. V. Nascimento, Jussara Oliveira do. VI. Silva, Leandro dos Santos. VII. Santos, Leonardo Reis dos.

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
Bruno Matos de Farias
Davi Santiago de Araújo
Flávia da Silva
Jussara Oliveira do Nascimento
Leandro dos Santos Silva
Leonardo Reis dos Santos
Organizadores

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO
– VOL. 5



Rio de Janeiro – RJ
2023

CONSELHO EDITORIAL

EDITOR RESPONSÁVEL	Bruno Matos de Farias
ASSESSORIA EDITORIAL	Helena Portes Sava de Farias
ASSISTENTE EDITORIAL	Milene Cordeiro de Farias
MARKETING / DESIGN DIAGRAMAÇÃO/ CAPA	Gercton Bernardo Coitinho Bruno Matos de Farias
REVISÃO	Autores

COMITÊ CIENTÍFICO

PESQUISADORES	Profa. Kátia Eliane Santos Avelar
	Profa. Fabiana Ferreira Koopmans
	Profa. Maria Lelita Xavier
	Profa. Eluana Borges Leitão de Figueiredo
	Profa. Maria Regina da Silva Pinheiro
	Profa. Cleide Gonçalo Rufino
	Profa. Roberta Kele Ribeiro Ferreira
	Prof. Thiago de Freitas França
	Prof. Daniel da Silva Granadeiro

PREFÁCIO

Todos os artigos abordados neste livro abordam um cenário atual sobre a indústria da construção civil em seus diversos desdobramentos. Com o foco sempre na inovação, tecnologia e pesquisa, os trabalhos visam desenvolver novos caminhos para o desenvolvimento de ferramentas e materiais com o objetivo de otimizar o trabalho dos profissionais do setor, beneficiar os consumidores, gerar benefícios econômicos e motivar a sustentabilidade.

ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREDIAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS, o objetivo deste trabalho, é apresentar as principais leis de inspeção predial e das Normas pertinentes a fim de evitar o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas, apresentando dessa forma a importância da realização da manutenção nessas edificações a fim de minimizar o risco atribuído à ausência desta.

AUTOMATIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DE IMPRESSORAS 3D, este trabalho tem como objetivo principal apresentar os avanços, tendências e a utilização da impressão 3D, na área de construção civil, implementando a impressão 3D na engenharia como uma solução viável para o futuro da engenharia.

ANÁLISE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DA FIBRA NATURAL DO COCO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, o presente trabalho tem como objetivo, utilizar a fibra natural de coco para a produção de concreto e argamassa na construção civil, propondo uma alternativa que se mostra de grande vantagem por sua disponibilidade, por ser um material renovável gerado do consumo do coco e por seu baixo custo de produção.

PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE AUTOVISTORIAS PREDIAIS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, este trabalho tem como objetivo, definir os aspectos técnicos de uma vistoria (o que deve ser vistoriado e como vistoriar com eficácia), como elaborar um laudo técnico de vistoria que atenda tanto ao proponente e concedente, quanto as responsabilidades dos envolvidos (engenheiros, síndicos e o município), e encerramento do laudo devendo ser protocolado junto a prefeitura do Rio de Janeiro.

SISTEMA HIDRÁULICO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES DE PAREDE DE CONCRETO: A UTILIZAÇÃO DO PEX NA CONSTRUÇÃO CIVIL, o presente trabalho tem o objetivo demonstrar a viabilidade da utilização do Policloreto de Vinila (PVC), Policloreto de Vinila Clorado (CPVC) e o Polietileno Reticulado (PEX) em instalações hidráulicas em edificações de parede de concreto, destinada a famílias de baixa renda, através de um projeto já utilizado por uma empresa que atua no cenário nacional, em vários estados.

ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ESTUDO DE CASO DO MUSEU DO AMANHÃ E AQUÁRIO MARINHO DO RIO DE JANEIRO (AQUARIO), este trabalho tem como objetivo, apresentar as vantagens e desvantagens sobre a instalação de painéis solares fotovoltaicos em edifícios, além de fazer uma análise de custos de instalação do sistema e seus métodos no Brasil, assim como apresentar uma comparação de custo entre a energia solar fotovoltaica e a energia hidrelétrica. Além disso, visa também realizar um estudo de caso sobre a implantação do sistema fotovoltaico do Museu do Amanhã e Aquário Marinho do Rio de Janeiro (AquaRio).

A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NA COMUNIDADE RIO DAS PEDRAS LOCALIZADO EM JACAREPAGUÁ NO RIO DE JANEIRO, este trabalho tem como objetivo, demonstrar que além do saneamento básico ser de extrema importância para a vida humana, ele ainda é precário em diversas regiões, mas especificamente na comunidade Rio das Pedras. Além de identificar os principais problemas que a região enfrenta por conta da falta desse sistema, que afeta a qualidade de vida dos moradores da comunidade, e possibilitar a identificação de possíveis melhorias para região, seja em novos sistemas de esgoto, novas redes coletoras, maior periodicidade de coleta de resíduo ou até mesmo a construção de uma estação de tratamento esgoto.

ESTRUTURA DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO UTILIZADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, este trabalho tem como objetivo, demonstrar o conceito dentro de uma linha histórica quanto à utilização do método construtivo de pré-moldados no aspecto geral, a sua utilização de forma onde são abordados e apresentados os tipos de elementos mais comumente utilizados, como são executadas as ligações nas estruturas pré-moldadas, métodos de manuseio e montagem dessas estruturas na obra, além de identificar as vantagens e desvantagens em se utilizar sistemas pré-moldados como principal método construtivo.

REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, o presente trabalho tem como objetivo mostrar a viabilidade da reutilização desses materiais constitui uma alternativa para obtenção de um agregado reciclado, resultado de resíduos quebrados e britados, apresentando características semelhantes ao produto original.

AUTOVISTORIA E PERÍCIA PREDIAL: DIRETIZES, METODOS E IMPORTÂNCIA DE UMA AVALIAÇÃO PREDIAL, tendo em vista a importância de se fazer a inspeção predial, este trabalho tem como objetivo orientar, de uma maneira clara e objetiva, o que é a auto vistoria e como deve ser feita de maneira correta, os profissionais habilitados para conduzir a inspeção, e quais edificações necessitam realizar a vistoria.

UMA ANÁLISE CONCEITUAL NA IMPLANTACAO DE UM SISTEMA DE GESTAO DE QUALIDADE (SGQ) NA CONSTRUCAO CIVIL, o objetivo

deste trabalho é apresentar e analisar os conceitos na implantação de um Sistema de Gestão de Qualidade de forma geral e específica para o setor de construção civil, bem como a sua importância dentro dos setores da organização.

PROCESSOS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS DIRETRIZES NAS ETAPAS CONSTRUTIVAS, o objetivo deste trabalho, é apresentar os sistemas de automatização residenciais desde a fase de projetos até sua execução. Quanto ao processo construtivo do edifício, procurou-se identificar os principais itens e modificações necessárias nos projetos civis tradicionais de edifícios residenciais para a inserção da automação nessas edificações.

UM ESTUDO SOBRE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, este artigo tem como objetivo, apresentar um estudo sobre as manifestações patológicas em pavimentação asfáltica devido ao fato de que estes interferem diretamente na qualidade da estrada, seu próprio asfalto, o que vão afetando os revestimentos que podem abrir ou ceder gerando prejuízos pela baixa qualidade de seus componentes.

UM FUTURO PROBLEMA COM O DESCARTE DE PAINÉIS SOLARES, o objetivo deste trabalho é avaliar os impactos relativos à destinação final das placas fotovoltaicas pós-consumo, com projeção de aumento até 2050.

PRINCIPAIS MÉTODOS DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS UTILIZADOS PARA ANÁLISE DE PONTES DE CONCRETO ARMADO EM AMBIENTES MARINHOS, o objetivo deste artigo é apresentar as principais patologias encontradas em pontes de concreto armado e os principais ensaios utilizados para avaliação destas.

Profa. D.sc Elizandra Cananéa de Sá Elias

Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela
Escola de Química da UFRJ (2010);

Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Sistemas Petrolíferos pela
COPPE (2003);

Licenciatura plena em Química pela UFRRJ (1998)

Professora dos cursos de Graduação em Engenharia Civil, Elétrica,
Mecânica e Produção no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM).
Experiência na área de quimiometria para desenvolvimentos de produtos
como inibidores de corrosão e materiais de referência certificados gasosos
e metodologias de aprendizagem.

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1</i>	11
ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREDIAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS	
<i>Eduardo Obes Leal; Davi Santiago Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 2</i>	24
AUTOMATIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DE IMPRESSORAS 3D	
<i>Yuri Araújo Lima; Davi Santiago Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 3</i>	33
ANÁLISE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DA FIBRA NATURAL DO COCO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Johan Emerson Santos de Assis; Patrick Brasil Rosa; Davi Santiago Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 4</i>	48
PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE AUTOVISTORIAS PREDIAIS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	
<i>Isabelle de Souza Gomes; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 5</i>	64
SISTEMA HIDRÁULICO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES DE PAREDE DE CONCRETO: A UTILIZAÇÃO DO PEX NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Amanda Faria Lacopo; Pablo de Paiva Borges de Araújo; Flávia da Silva; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 6</i>	80
ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ESTUDO DE CASO DO MUSEU DO AMANHÃ E AQUÁRIO MARINHO DO RIO DE JANEIRO (AQUARIO)	
<i>Eduardo Corrêa de Souza; Flávia da Silva; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1</i>	11
ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO PREDIAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS	
<i>Eduardo Obes Leal; Davi Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 2</i>	24
AUTOMATIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL ATRAVÉS DE IMPRESSORAS 3D	
<i>Yuri Araújo Lima; Davi Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 3</i>	33
ANÁLISE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DA FIBRA NATURAL DO COCO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Johan Emerson Santos de Assis; Patrick Brasil Rosa; Davi Santiago de Araújo; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 4</i>	48
PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE AUTOVISTORIAS PREDIAIS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	
<i>Isabelle de Souza Gomes; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 5</i>	64
SISTEMA HIDRÁULICO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES DE PAREDE DE CONCRETO: A UTILIZAÇÃO DO PEX NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Amanda Faria Lacopo; Pablo de Paiva Borges de Araújo; Flávia da Silva; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 6</i>	80
ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: ESTUDO DE CASO DO MUSEU DO AMANHÃ E AQUÁRIO MARINHO DO RIO DE JANEIRO (AQUARIO)	
<i>Eduardo Corrêa de Souza; Flávia da Silva; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

<i>Capítulo 13</i>	192
UM ESTUDO SOBRE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	
<i>Helena Inácio de Abreu; Leonardo Reis dos Santos; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 14</i>	204
UM FUTURO PROBLEMA COM O DESCARTE DE PAINÉIS SOLARES	
<i>Rafael Negrine Soares Pedroso; Leonardo Reis dos Santos; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<i>Capítulo 15</i>	214
PRINCIPAIS MÉTODOS DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS UTILIZADOS PARA ANÁLISE DE PONTES DE CONCRETO ARMADO EM AMBIENTES MARINHOS	
<i>Jéssica César Nunes; Karen de Castro Damasceno; Leonardo Reis dos Santos; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

Eduardo Obes Leal
UNISUAM

Davi Santiago de Araújo
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

A manutenção predial inadequada contribui para a depreciação do patrimônio de edificações públicas levando ao aumento de gastos devido ao retrabalho desnecessário que evitaria na recuperação destes. As etapas abordadas no trabalho são de métodos elaborados de um plano de manutenção que atenda as demandas das escolas públicas. O objetivo do artigo é realizar uma apresentação das principais leis de inspeção predial e das normas pertinentes a fim de evitar o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas e apresentar dessa forma a importância da realização da manutenção nessas edificações a fim de minimizar o risco atribuído à ausência desta. Para tal, a metodologia adotada é descritiva a partir de um uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, analisando os aspectos mais relevantes. Conclui-se que a manutenção predial nas escolas públicas é importante para diminuir danos pessoais e materiais, tanto para os governos como também para a os alunos, professores e para a sociedade em geral, tendo em vista que a má conservação traz riscos de vida, gastos maiores para o governo e perda de estruturas necessárias para a educação.

Palavras-chave: Manutenção predial; escolas públicas; manutenção preventiva

INTRODUÇÃO

As escolas públicas são edifícios que constituem uma importante parcela do patrimônio edificado no contexto histórico de uma nação. Muitas escolas públicas são prédios antigos que necessitam de uma atenção maior pois acabam superando a vida útil do projeto, ou até apresentando degradação precoce.

A manutenção significa resumidamente “conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem a um estado específico ou, ainda, assegurar um determinado serviço” (NETO, 2015).

Os edifícios públicos escolares precisam de obras de reformas ou alterações substanciais nas edificações com a finalidade de não colocar em risco a segurança de quem neles frequentam e habitam ao seu redor.

É imprescindível manter uma manutenção periódica para obter resultados de conservação conjecturado e assim criar condições para que seja atingida a vida útil do imóvel. Ao implantar um sistema de gestão de manutenção que contemple o planejamento de atividades e recursos, é possível obter uma conservação segura e garantir o desempenho do patrimônio (BRASIL, 1993).

Para se preservar o patrimônio escolar tendem a reiterar a importância da conservação da memória da escola, remetendo a seus vínculos com a formação da infância e da juventude e a espaço de transmissão de cultura.

A elaboração do plano de manutenção visa manter a qualidade do ambiente educacional, por ser um lugar específico para as atividades de ensino e do trabalho docente. Nesse contexto se extrai a importância do ambiente escolar, do meio físico, da estrutura onde acontece o ensino e onde o aluno passa grande parte de seu tempo, lugar onde interfere por gerações.

A falta ou a demora pela manutenção predial nas escolas públicas altera na vida útil e nos níveis de desempenho dos sistemas que compõem uma edificação, sendo esta a maior problemática deste estudo.

Existe uma escassez de recursos nas instituições públicas, tanto financeiros quanto de materiais, equipamentos e de mão de obra, onde faz-se necessário um gerenciamento correto das ações de manutenção predial preventiva.

O presente trabalho foi desenvolvido primeiramente através da pesquisa e análise bibliográfica, de uma revisão integrativa de literatura, de natureza qualitativa, a partir de livros e artigos publicados, acerca da temática, cuja análise será descritiva. Este tipo de pesquisa tem como base a análise do material, através da organização e interpretação para o atendimento do objetivo de estudo.

A pesquisa qualitativa é considerada uma dinâmica entre o mundo real e o sujeito, possuindo um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade, não podendo ser descrita em números (GIL, 2007).

Trata-se de um estudo com coleta de dados realizada a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento bibliográfico, assim como referenciais teóricos as normas técnicas referentes ao tema, trabalhos de conclusão de graduação, dissertações e teses de mestrado e de pós-graduação, matérias de importantes revistas do setor, apostilas de cursos da área, apresentações em congressos e cartilhas de orientações.

Com o intuito de alcançar o objetivo do artigo foi apresentado as principais leis de inspeção predial e das normas pertinentes a fim de evitar o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas foi apresentado, dessa forma, a importância da realização da manutenção nessas edificações a fim de minimizar o risco atribuído à ausência desta.

A pesquisa foi direcionada em artigos que citaram as escolas públicas com planos de elaboração para manter a manutenção predial. Os projetos elaborados para as escolas municipais seguem a Lei 6400/2013 - institui a obrigatoriedade de autovistoria periódica das edificações com a elaboração dos respectivos Laudos Técnicos de Vistoria Predial (LTVP) (RIO DE JANEIRO, 2013) e Instituto Brasileiro de Avaliações e perícias da engenharia (IBAPE, 2012).

O estudo foi realizado a partir de uma análise documental de artigos que se referem a manutenção em escolas públicas, que incluem modelos para gestão de manutenção predial e que propõem orientações de preservação das escolas públicas.

Os dados foram coletados através de análise documental de bibliografias relacionada ao tema e objetivo deste presente trabalho. Vale ressaltar que a tese se refere à apresentação das principais leis de inspeção predial e das normas pertinentes a fim de evitar o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas e apresentar dessa forma a importância da realização da manutenção nessas edificações a fim de minimizar o risco atribuído à ausência desta.

O objetivo deste estudo, é apresentar as principais leis de inspeção predial e das Normas pertinentes a fim de evitar o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas, apresentando dessa forma a importância da realização da manutenção nessas edificações a fim de minimizar o risco atribuído à ausência desta.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As escolas como um dos principais centros de difusão de conhecimento e de produção de cultura, podem ser consideradas como “lugares de memória”, por esse motivo é importante que se mantenha uma inspeção predial das estruturas, uma manutenção periódica e que se tenha um plano de manutenção predial nas escolas públicas.

Inspeção predial

O ramo da Engenharia Diagnóstica engloba a inspeção predial que surgiu com a finalidade de auxiliar e orientar os usuários de uma edificação sobre a qualidade de seu uso e manutenção. Essa prática é rotineira nos países desenvolvidos, podendo ser visto em alguns edifícios o certificado de inspeção no quadro de avisos.

Segundo Teixeira (2015), compreende-se que a inspeção predial está vinculada ao conceito de manutenção da edificação, porém de maneira ampla, objetivando uma análise técnica visando orientar seu plano de uso e de manutenção, garantindo a sua vida útil e resguardando a segurança de seus usuários.

No Brasil, segundo a ABNT NBR 16280, é observada a quase inexistência da obrigatoriedade de realização de inspeções predial

periódicas, o tema ainda não é tratado com o devido rigor pelas autoridades. Ainda que constando em Leis municipais na cidade do RJ, tais leis apresentam com punições frágeis e com a indisponibilidade de pessoal técnico qualificado para a realização de fiscalizações (ABNT, 2014).

Segundo a Lei 6400/2013 - institui a obrigatoriedade de autovistoria periódica das edificações com a elaboração dos respectivos Laudos Técnicos de Vistoria Predial (LTVP) (RIO DE JANEIRO, 2013). Este criado de acordo com o contexto vivido na época, onde o edifício Liberdade que se situava no centro da cidade, na Avenida Treze de maio, número 44, município do Rio de Janeiro, desabou.

O desabamento deste prédio de vinte andares ocorreu no dia 25 de janeiro de 2012, e também levou a queda de um prédio adjacente de dez andares (Edifício Colombo, localizado na Rua Manoel Carvalho, nº16) e parte de um sobrado de quatro andares que, por sua vez, danificou a bilheteria do Teatro Municipal (CÂMARA, 2014).

Assim sendo o cenário da época, a preocupação com a vida útil da estrutura aflorou fortalecendo a conscientização sobre a necessidade de uma análise técnica periódica sobre as condições de uma edificação (CÂMARA, 2014).

Criada no âmbito estadual, a Lei nº 6400, de 05 de março de 2013, que foi sancionada pelo Governador do Estado do Rio de Janeiro à época, Sérgio Cabral, e de autoria dos Deputados Pedro Paulo e Luiz Paulo, possui como objetivo principal a determinação da obrigatoriedade da autovistoria no Estado. Nessa instância legislativa, fica determinada uma periodicidade mínima de vistorias decenais para as edificações, como condomínios, prédios residenciais e comerciais, prédios públicos do Governo do Estado e dos Municípios, entre outros, com vida útil inferior a 25 anos, a contar do “habite-se” (ZIRTAEB, 2018).

São edificações com vistoria obrigatória: edificações com 3 ou mais pavimentos, edificações com área igual ou superior a 1000 m² e fachadas com marquise ou varanda projetadas no passeio público. A periodicidade que essas vistorias devem ser realizadas é: decenal para edificações com menos de 25 anos, quinquenais para edificações com mais de 25 anos e as edificações com menos de 5 anos ainda estão com a garantia do incorporador/construtor (ABNT, 2014).

Ainda de acordo com a Lei 6400, o laudo deve conter a identificação do imóvel residencial ou comercial e de seu responsável, a metodologia que foi usada, informações sobre anomalias, características e possíveis causas, prazo que estão garantidas a segurança e estabilidade e, se for o caso, as medidas reparadoras ou preventivas necessárias (ABNT, 2014).

Após a reparação dos dados (recomendada no laudo), e realização das devidas obras, deverá ser realizada uma nova vistoria para identificar se as inconformidades foram reparadas devidamente. Este laudo definitivo deverá indicar que a edificação está em condições adequadas para um bom funcionamento, ou deve indicar as irregularidades ainda existentes (ABNT, 2014).

É importante frisar que, também por orientação da Lei, ficou determinado que a vistoria seja executada por profissionais ou empresas habilitadas junto ao Conselho Regional de Engenharia, e Agronomia (CREA) ou pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro (CAU/RJ), cabendo a cada profissional prestador deste serviço emitir laudo acompanhado de ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) no caso de engenheiro ou RRT (Registro de Responsabilidade Técnica) no caso de arquiteto, junto ao seu respectivo conselho (ZIRTAEB, 2018).

Enquanto em países desenvolvidos já existe a exigência periódica de inspeções para acompanhamento da manutenção das edificações (maintenance rules and regulations), sendo considerado itens variados a exemplo de padrões mínimos de integridade estrutural, calor, ventilação, estado geral dos equipamentos elétricos e hidráulicos, segurança contra incêndio, descarte correto do lixo, controle de insetos, roedores e outras pragas, etc. (IBAPE, 2012).

Manutenção predial em escolas

O tema de elaboração de plano de manutenção predial nas escolas públicas tem mobilizado o interesse de estudos e resultado em uma multiplicidade de práticas de manutenção e conservação predial. Os estudos sobre cultura escolar na busca incansável por vestígios das práticas foram significativamente importantes no direcionamento dos pesquisadores para a consulta aos arquivos escolares, quase sempre encontrados em estado lamentável de organização e conservação (GUSMÃO, 2005).

Segundo a norma ABNT NBR 5674:

A manutenção consiste no “ato ou efeito de resguardar de danos, decadência, prejuízo e outros riscos, mediante verificação atenta do uso e condições de permanência das características técnicas e funcionais da edificação e das suas instalações e equipamentos”. Em seu texto introdutório, afirma que a manutenção: “... deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada...” e que a administração de uma edificação será mais eficiente se adotar uma “... abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições oferecidas pelas edificações” (ABNT, 2012).

Para Kardec & Nacif (2003) o conceito de manutenção é bem mais complexo e assim temos que a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender um processo de produção e serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados.

O conceito de manutenção é bastante difundido e vários descrevem manutenção de maneiras diferentes, porém todas levam a um mesmo objetivo, “manter e/ou recolocar em equipamento ou instalação em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (OLIVEIRA, 2003).

A visão patrimonial para as escolas públicas tem levantado a atenção cuidadosa para o valor histórico e cultural desse patrimônio. De certa forma, a elaboração de projetos e planos de manutenção leva aos questionamentos quanto aos problemas do patrimônio e do interesse pelos “lugares de memória”. A noção de patrimônio pressupõe a guarda de algo herdado, cujo valor social demanda salvaguardá-lo do risco da ruína e do desaparecimento (RODRIGUES, 2006).

Quanto à manutenção do patrimônio escolar, existem maneiras distintas de se resolver um mesmo problema, por isso, antes de decidir sobre um conserto ou obra, deve-se levar em consideração se está em dia a manutenção, arrumando e recuperando aquilo que está quebrado, solto, descolado ou descascado a fim de evitar maiores gastos no futuro. Ao realizar um reparo, deve-se fazê-lo sem a ajuda de um técnico e até mesmo sem a autorização da Secretaria de Educação à qual a escola é vinculada ou da Secretaria de Obras e Saneamento de seu município (CAPELO, 2009).

A avaliação predial, a fim de resolver as medidas para realizar a manutenção, visa a redução de custos. Mas é importante que se considere a necessidade e a importância para a realização da manutenção, pois é através desta que são preservadas as características físicas e de usabilidade da edificação. Sabe-se que todo material tem uma vida útil e que estes, expostos ao meio, sofrem degradação natural, o que pode ser minimizado através de programas de prevenção (ABNT, 2012).

Prevenção ao risco

Segundo Souza & Ripper (1998) *apud* Santos (2012), um dos componentes da edificação que deve ser priorizado é a estrutura, por esse motivo que pensamos na prevenção. A estrutura é que dá toda a sustentação do edifício e, quando se trata de manutenção corretiva em estruturas, nem sempre é um processo simples. Uma estrutura, durante a vida para a qual foi projetada, deve ser utilizada segundo as premissas de projeto e estar sempre sujeita à manutenção mais apropriada.

Segundo Gomide (2015), os custos com a manutenção preventiva devem ser encarados como investimento patrimonial da edificação, havendo, portanto, a necessidade de acompanhamento desses custos pelos gestores. Portanto, os valores gastos com a atividade do plano e estratégia geral da manutenção escolhidos são justificáveis, pois se evita a parada e a falha na operação. Algumas das justificativas para viabilidade dos investimentos com a manutenção preventiva são:

Diminuição dos desgastes naturais, com o conseqüente aumento da vida útil e recuperação de níveis de

desempenho de sistemas, considerados os níveis de segurança, conforto e confiabilidade dos mesmos; evitar deteriorações precoces da instalação devido à ausência de recursos para se praticar a manutenção corretamente, quando esta não foi definida dentro de um plano empresarial (plano de manutenção); reduzir custos e despesas em geral (GOMIDE, 2015).

A defesa do patrimônio escolar implica considerar a memória da educação no rol dos direitos culturais garantidos pela Constituição brasileira. Isto significa levar em conta os princípios constitucionais culturais, isto é, o pluralismo cultural, a participação popular, a atuação estatal como suporte logístico, o respeito à memória coletiva e a universalidade (COSTA, 2011).

Para a análise de desempenho é necessário o respaldo na norma ABNT NBR15575. A norma está focada no atendimento às necessidades dos usuários e a funcionalidade por eles esperada, o que torna por consequência a norma uma análise sobre critérios qualitativos já que a impressão que um usuário tem sobre determinado fator em uma construção é individual, podendo variar entre os usuários (ABNT, 2013).

Segundo a ABNT (2013) NBR 15575, sob o título geral “Edificações habitacionais — Desempenho”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Requisitos gerais;
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
- Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Mesmo não se aplicando diretamente a prédios corporativos, escolas, hospitais e outros, a norma de desempenho parametrizará desempenhos térmico e acústico, estanqueidade à água e outras propriedades requeridas das edificações de qualquer espécie, particularmente a durabilidade (ABNT, 2013).

Assim é que, ao se exigir vida útil de projeto de no mínimo 50 anos para a estrutura de concreto armado de uma edificação habitacional, não há como não se exigir número igual ou superior para um edifício de escritórios, uma repartição pública, uma escola, um hospital e até mesmo uma ponte ou um viaduto. Até mesmo pela inexistência de outras referências oficiais, a norma NBR 15575 deve balizar decisões jurídicas e orientar o meio técnico para o desenvolvimento de outras normas técnicas contemplando outros tipos/destinações de edificações (SANTOS, 2012).

Nesse sentido, a norma se pré-dispõe a transformar essa análise qualitativa em critérios quantitativos, especificando e padronizando as necessidades que as construções devem atender. Assim, tornando possíveis

métodos para a avaliação da edificação, por intermédio de ensaios laboratoriais, análise de projetos e simulação computacional (ABNT, 2013).

Plano de Manutenção predial

Conforme o caderno de orientações para preservação de prédios escolares, os programas de manutenção podem ser classificados de três formas distintas: conforme a complexidade dos serviços, as características da edificação, instalação e equipamentos e a finalidade da manutenção. Nem todos os serviços de manutenção exigem grande especialização técnica e podem ser programados a curto prazo (diária, semanal e mensalmente), devendo ser desempenhados pelo pessoal efetivo, próprio do quadro funcional da escola, os quais estejam envolvidos com as questões de vigilância/inspeção/segurança, alguns serviços de ajardinamento, limpeza geral, remoção de resíduos e tarefas correlatas (SYMPLA, 2016).

Cabe ressaltar que alguns serviços de manutenção exigem conhecimento especializado e/ou de engenharia, devendo ser conduzidos por profissional devidamente habilitado e qualificado para o (s) serviço (s). Esse tipo de manutenção deve ser programado para ocorrer de médio a longo prazo, ou seja, trimestral, semestral e anualmente. Nessa modalidade de manutenção são verificadas as seguintes questões: coberturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, revestimentos, (pisos, paredes e forros), esquadrias, sistemas de prevenção de incêndio, estruturas, entre outros (ALMEIDA, 2009).

Segundo GOMIDE, CABRAL E GULLO (2009), o estudo da engenharia diagnóstica em edificações se divide em 3 campos de ação: sintomatologia, etiologia e terapêutica. As principais ferramentas diagnósticas são os procedimentos técnicos investigativos, que podem ser classificados pela sua progressividade e estão representados pelas vistorias, inspeções, auditorias, perícias e consultorias.

O profissional deverá avaliar a edificação segundo sete critérios, que são divididos em três tipos de análise: técnica, manutenção e uso. Todos os elementos são avaliados em relação aos sete critérios, sendo classificados segundo o que propõe Gomide, 2012: em inferior (I), regular (R) ou superior (S), conforme a Figura 1 e Quadros 16, 17 e 18 apresentadas a seguir:

Figura 1: Parte da listagem de verificação

ÁREAS INSPECIONADAS		TÓPICOS DA INSPEÇÃO						
		Condição Técnica		Condição de Manutenção		Condição de Uso		
		Projeto e As-Built	Funcionalidade	Ações para prevenção de problemas		Conservação e existência de anomalias	Adequação Ambiental	Risco ao usuário
		Projeto	Desempenho	Preventiva	Corretiva	Integridade	Sustentabilidade	Segurança
Edifício	Estrutura	R	R	R	R	R	R	S
	Alvenaria	R	S	I	I	I	R	S
	Divisórias	I	S	R	R	R	R	S
	Pisos	R	S	R	R	S	R	R
	Tetos	I	S	S	S	S	R	R
	Fechaduras	I	S	R	R	R	S	S
	Pinturas	I	I	I	S	I	R	R
	Esquadrias	I	S	R	R	R	R	R
	Inst. Hidrosanitárias	R	S	S	R	S	S	R
	Imperm. de calhas e rufos	I	R	S	S	S	R	R
	Telhados	I	S	S	R	R	S	S
	Guarda-Corpos	I	R	R	R	R	R	R
	Escadas	I	S	R	R	S	R	R
	Sinalizações	I	R	I	I	I	R	I
	Pavimentação	I	S	R	R	S	R	S
Calçamentos	I	R	R	R	S	R	S	

Fonte: Moura (2017)

Cabe aos gestores escolares envolver a comunidade escolar na tarefa de manutenção e conservação das escolas. O gestor escolar tem nas suas mãos dois documentos que podem ajudá-lo a fazer com que alunos, professores, pais e funcionários contribuam na preservação da escola, sendo eles: o projeto pedagógico e o regimento escolar. O regimento escolar além de estabelecer normas pedagógicas, também deve estabelecer normas administrativas relacionadas à utilização do patrimônio e às responsabilidades de cada setor e de cada integrante da comunidade escolar. Assim sendo, segundo Almeida (2009), o regimento escolar deve prever normas sobre:

- A responsabilidade individual e coletiva de manutenção do prédio, dos materiais e dos equipamentos escolares;
- A responsabilidade e os procedimentos para o registro e controle dos bens patrimoniais;
- A forma de aquisição e conservação de equipamentos e materiais;
- Como deve funcionar e quais são as responsabilidades dos serviços de apoio administrativo como serviços de limpeza, higiene e conservação das instalações físicas, a manutenção e a conservação de mobiliários, de equipamentos e dos materiais didático-pedagógicos;
- Como deve funcionar e quais são as responsabilidades dos serviços de apoio técnico-pedagógico como a biblioteca, as oficinas e laboratórios. Por meio do regimento escolar os gestores podem estabelecer claramente as atribuições e as responsabilidades que todos na escola devem ter com a manutenção e conservação do patrimônio da escola.

A regra de ouro é nunca deixar que os problemas se acumulem. Aos primeiros sintomas de desgaste ou deterioração em qualquer item do patrimônio, a orientação é tomar providências imediatamente para que as questões não se agravem. Uma boa estratégia é estabelecer, dentro do plano preventivo, um cronograma de verificações periódicas e cumpri-lo fielmente (SYMPLA, 2016).

RESULTADOS DA PESQUISA

Na pré-seleção das publicações, foram verificados, inicialmente, título e resumo para confirmar se contemplavam a pergunta norteadora do presente estudo e se correspondiam os critérios de inclusão. Dentre as publicações apanhadas, apenas 15 abordavam o objetivo deste estudo.

Os resultados apresentados pela pesquisa, mostram que a manutenção realizada nas escolas públicas é frequentemente do tipo corretiva. A avaliação preventiva é fundamental para a análise crítica e sistêmica dos resultados da manutenção predial empregada. Nela reside a identificação de pontos de melhoria contínua, observação quanto às necessidades de mudanças de procedimentos, problemas de perda de desempenho, aumento da vida em operação dos sistemas, alterações de uso, dentre outros (PUJADAS, 2011).

A avaliação da manutenção predial está na identificação das anomalias que apresentam melhoria contínua e na observação das necessidades de mudanças de procedimento devido à perda de desempenho.

O foco da lei de inspeção técnica predial periódica é a preservação das condições de uso seguro das edificações. Os resultados apresentados pela pesquisa realizada por Neves (2009) relatam o entendimento dos módulos unitários da cidade que evolui do lote para a quadra e desta para os bairros, a abordagem legal que aparenta ter efeito limitado a uma edificação, na prática exerce poder multiplicador de seus efeitos nas políticas urbanas em razão de sua obrigatoriedade para um grande número de edificações. Portanto, é uma lei com potencial de produzir efeitos conjunturais e sistêmicos, com resultados positivos para a cidade como um todo.

Diferentemente do Brasil, nos países de primeiro mundo, manter o patrimônio em boas condições de uso é uma questão cultural e rotineira, a contratação dos serviços de Inspeção Predial para elaboração de um plano para manutenção é realizada naturalmente, demonstrando a consolidação desta atividade nestes países (ANDRADE & COSTA, 2009).

Os projetos devem preconizar formas de facilitar as posteriores intervenções na edificação, priorizando o uso racional dos recursos públicos, sem deixar de atender os requisitos básicos de segurança, salubridade, desempenho e conforto do usuário, visto que o objetivo está direcionado à manutenção de escolas públicas, foi considerado também, que uma boa elaboração do projeto da edificação, com estudos detalhados da utilização,

reduzem consideravelmente os custos posteriores com manutenção, como exemplo, pode-se citar a escolha dos materiais.

CONCLUSÃO

Constata-se que a despeito da existência de normas técnicas pertinentes, algumas Leis municipais e estaduais evitam o envelhecimento prematuro dos prédios nas escolas públicas, e intensificam a necessidade e a importância da realização da manutenção nessas edificações que minimizam o risco atribuído à ausência desta.

A realização periódica de inspeções prediais leva à prevenção contra a deterioração precoce. A Lei 6400/2013 é muito citada no trabalho, que institui a obrigatoriedade de autovistoria periódica das edificações com a elaboração dos respectivos Laudos Técnicos de Vistoria Predial oferecendo a segurança, a qualidade, a sustentabilidade e a valorização das edificações estão diretamente relacionadas à manutenção predial.

A determinação de medidas de prevenção de anomalias é uma tentativa de não comprometer as exigências funcionais dos vários elementos construtivos durante a vida útil do prédio. Durante a fase de utilização da edificação é possível evitar a maioria das anomalias atendendo a uma intervenção sistemática dos problemas.

No setor público é lamentável e visível a falta de manutenção dos prédios e equipamentos públicos, com o agravante de observarmos frequentes falhas de projetos e especificações técnicas inadequadas. Nos prédios públicos praticamente não se realiza inspeção predial de acordo e com os objetivos preconizados pelas normas técnicas.

A boa elaboração dos projetos da edificação, com estudos detalhados da utilização, reduzem consideravelmente os custos posteriores com manutenção, como exemplo, pode-se citar a escolha dos materiais.

Conclui-se que uma boa estratégia é estabelecer, dentro do plano preventivo, um cronograma de verificações periódicas e cumpri-lo fielmente. Não deixar que os problemas se acumulem evita surpresas de desgaste ou deterioração em qualquer item do patrimônio, a orientação é tomar providências imediatamente para que as questões não se agravem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, D. **Manual de manutenção da escola**. Nova escola Gestão Escolar, Edição 002, jun 2009. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/gestaoescola/diretor/manual-manutencao-escola-477472.shtml>>. Acesso em: 17 janeiro, 2020.

ANDRADE, T.; COSTA, A S. **Considerações sobre durabilidade, patologia e manutenção das estruturas**. Informe Técnico Tecomat, n. 13, Recife: abr 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 16280. **Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas – Requisitos.** ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15.575-1. **Edificações Habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais.** ABNT, 2013.

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

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2014.

CAPELO, L. J. de. **Caderno de orientações para a preservação de prédios escolares.** 12.^a edição. Paraná: 2009.

COSTA E SILVA, A. **Considerações sobre durabilidade, patologia e manutenção das estruturas.** Informe Técnico Tecomat, n. 13, Recife, 2011.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMIDE, T. L. F. **Profissionalismo na Construção Civil em tempos de Certificação do Desempenho Edifício.** 2015. Disponível em: http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/70/id_colunista/22/id_noticia/8932/Profissionalismo-naConstru%C3%A7%C3%A3o-Civilemtemposdecertifica%C3%A7%C3%A3odoDesempenhoEdil%C3%ADcio. Acessado em: 16 nov. 2019.

GUSMÃO, C. A. Índices de desempenho da manutenção - Um enfoque prático. 2005. Disponível em: <<http://www.datastream.net/latinamerica/mm/articulos/default.asp>>. Acessado em: 16 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DA ENGENHARIA – IBAPE. **Inspeção predial. Check-up predial: Guia da boa manutenção.** 3^a edição, -SP: capítulo 1, Histórico 1.1. Liv. Ed. Universitária de Direito, 2012.

KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3^a edição. Rio de Janeiro: *Qualitymark*: Petrobrás, 2009. 384 p.

MOURA G. H. M. de. DIRETRIZES, ROTEIRO E PROPOSTA DE LAUDO PARA INSPEÇÕES PREDIAIS Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Engenharia civil. Florianópolis: 2017.

NETO, P. G. A. **A Manutenção Predial nas Edificações Públicas, um Estudo sobre a Legislação.** E&S - *Engineering and Science*, v. 1, 3ª edição, 2015.

OLIVEIRA, R. P. Dicionário Técnico de Manutenção e Engenharia Industrial . Livro. 2003. Disponível em <<https://datastream.net/latinoamericana/libro/policarpo.asp?lang=por> – Acesso em: 20 de Janeiro de 2020.

PUJADAS, F. Z. A. Inspeção Predial: A saúde dos edifícios. São Paulo. 2011.

RIO DE JANEIRO. Lei nº6400 de 05 de março de 2013. **Determina a realização periódica por autovistoria.** Rio de Janeiro, 2013.

RODRIGUES, J. F. A. **Manutenção Preventiva e Corretiva, Apostila do Curso Técnico em Segurança do Trabalho.** SENAC-PA, 2006.

SANTOS, M. R. G., **Deterioração das estruturas de concreto armado** – estudo de caso. 2012. 122f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/88.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 3ª edição. São Paulo: Pini, 1998.

SYMPLA, **Sobre o Sympla.** Disponível em <<https://www.sympla.com.br/sobre-sympla>>. Acesso em: 18 março. 2020.

TEIXEIRA, R. **Laudo de Reforma: a NBR 16280 na prática.** São Paulo: Pini, 2015.

ZIRTAEB – **Entrevista - Autovistoria:** 5 anos após lei, imóveis precisam passar por nova inspeção. Disponível em: < <https://zirtaeb.com/1203201-autovistoria-5-anos-apos-lei-imoveis-precisam-passar-por-nova-inspecao/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

Yuri Araújo Lima
UNISUAM

Davi Santiago de Araújo
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

Através de pesquisas bibliográficas, esse trabalho mostra resumidamente a evolução da indústria de construção, que através de um novo método, com o sistema de impressão 3D, conseguiu simplificar o processo da construção civil, o tornando diferente da construção convencional, que para promover uma obra mais limpa e de execução mais rápida e simples. Com criação desse método, possibilitou a criação de novos sistemas de construção, um dos mais conhecidos e usados por empreiteiras ou pessoas que fazem serviços de construção, é o sistema de alvenaria estrutural, que usa tijolos de cerâmica. Os processos de construção, em geral, necessitam de várias pessoas para funcionar, esse fator dificulta o trabalho dos profissionais, tornando um empecilho. Assim, este trabalho teve como objetivo principal apresentar os avanços, tendências e a utilização da impressão 3D, na área de construção civil. Sendo assim, apresentar impressora 3D na engenharia como uma solução viável para o futuro da engenharia.

Palavras-chave: Pesquisa bibliográficas; Impressora 3D; Sistema de construção; engenharia civil; indústria da construção.

INTRODUÇÃO

As máquinas de impressão 3D são a nova tendência do mercado da atualidade. Sua inovadora tecnologia vem provocando um impacto interessante em várias partes da economia, como no setor da construção civil, setor automotivo e saúde (na criação de próteses humana) até nas companhias de brinquedos infantis. Doces e chocolates podem ser feitos no formato de uma bicicleta ou de uma pirâmide através dessa tecnologia, e até mesmo componentes de casas já podem ser “impressas” (ENSINO NACIONAL, 2019).

São máquinas que fazem, camada por camada, os mais diversos modelos de objetos tridimensionais, conduzidos por softwares desenvolvidos especificamente para fins de modelagem, como o AutoCAD 3D. Devido a sua

variedade de utilidade e precisão, o mercado vem aceitando gradualmente a impressão 3D (ENSINO NACIONAL, 2019).

Isso mostra a importância de se estudar as utilidades e as aplicações ligadas a essas máquinas inovadoras, que abrem novas possibilidades para todos e diversos mercados (ENSINO NACIONAL, 2019).

Não é somente dentro das companhias que essa procura vem crescendo. Com seu crescimento gradual e relativa popularização, a impressão 3D também vem chamando a atenção das pessoas interessadas em inovações tecnológicas, tendo em vista a customização de itens “em casa”, com dificuldades menores do que as exigidas pela indústria (ENSINO NACIONAL, 2019).

Com elas será mais fácil construir casas para pessoas em países em desenvolvimento e pessoas em locais de difícil acesso. Não só pela facilidade e agilidade na construção, mas pelos baixos custos e qualidade das mesmas. É uma oportunidade de criar abrigo àqueles que não tinham condições financeiras para isso.

A impressora 3D auxilia na velocidade do planejamento do projeto afeta diretamente a fase de projeto de uma construção. Os responsáveis pelos modelos podem facilmente imprimir uma maquete de um edifício ou casa. Isso facilita a conversa entre a construtora e os clientes.

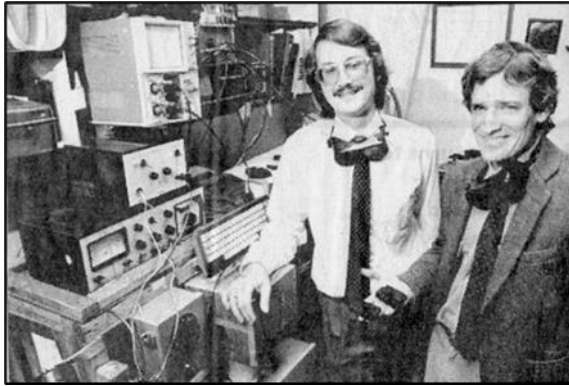
Com tudo esse artigo tem o como objetivo apresentar uma pesquisa bibliográfica sobre os vários tipos de aplicações das impressoras 3D.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A origem da impressora 3D

Algumas pessoas não sabem, mas essa tecnologia não é algo recente. O primeiro equipamento foi desenvolvido em 1984 pelo norte-americano Chuck Hull, a partir da estereolitografia. Na época, a fabricação de partes plásticas chegava a levar até dois meses! Os primeiros objetos fabricados foram lâmpadas usadas na secagem de materiais resinados (figura 1) (TECHTUDO, 2019).

Figura 1: primeira impressora 3D



Fonte: 3Dprint.com (2015)

Era normal que os itens ainda tivessem que ser corrigidos inúmeras vezes em razão de falhas de manufatura e manipulação. Porém, usando os materiais dentro de seu ambiente “controlado”, as impressoras 3D tornaram o processo mais ágil, seguro, flexível e, mais importante, assertivo, com um percentual de falha quase nulo na modelagem (TECHTUDO, 2019).

Surgimento da impressora 3D na construção civil

As principais tecnologias da impressão 3D apareceram no início da década 90, com a uma visão de prototipagem rápida, melhor dizendo, uma forma de fazer com mais agilidade produtos produzidos em tamanho industrial (PORTO, 2016).

O aumento pela procura da impressão 3D ocorreu em 2009, no momento que as primeiras impressoras 3D começaram a ser comercialmente viável, em relação ao modo de reparação rápida, que é a capacidade da impressora autorrepara até mesmo 70% de suas próprias peças (PORTO, 2016).

Deste modo a principal finalidade da ideia da impressão em 3 dimensões (3D) foi exatamente para acelerar o método de finalização e montagem de componentes e produtos. Por esses motivos, são válidos os estudos para aproveitar-se da impressora tridimensional no âmbito da construção civil para melhorar as maneiras de execução das obras de hoje em dia (PORTO, 2016).

Variações de impressoras

À medida que outras áreas fazem altos investimentos na tecnologia de impressão 3D para quebra barreiras, o mercado da construção ainda e iniciante nesse novo conceito.

Em todo o mundo, as pesquisas com impressão em 3 dimensões (3D) seguem a direção dos estudos de uso de materiais biodegradáveis ou recicláveis para construir casas populares, depósitos para abrigos de pessoas necessitada e até pavimentos asfálticos. E já existe resultados reais destes estudos. Robert Flitsch o engenheiro mecânico da universidade de Harvard criou um robô que utiliza a tecnologia da impressão 3D para preenche fissuras nas estradas e conserta rodovias (figura 2) (PT.INFORANDUM.COM, 2016)

Figura 2: Robert Flitsch e sua impressora 3D robótica.



Fonte: MAIS ENGENHARIA (2019)

Nos Estados Unidos, cientistas da Instituição do Sul da Califórnia, criaram a “*Contour Crafting*” que uma impressora 3D que se locomove em cima de trilhos de aço, com capacidade de erguer imóveis em até 24 horas usando concreto de traço fino. Na Itália, impressoras tridimensionais já constrói casas comuns usando fibras e lama no lugar da matéria prima. A companhia oriental WinSun uma das primeiras do mercado a ter o prédio com componentes feitas em impressão tridimensional, anteriormente já tinha apresentado um incrível feito de construir 10 casas em aproximadamente 24 horas utilizando impressão tridimensional, usando como matéria prima descartes de outras obras (PORTO, 2016)

Ultimamente, a companhia da américa do Norte Apis Color criou um equipamento de impressão tridimensional que tem um braço mecânico que conseguiu imprimir um imóvel de 38m² por apenas dez mil dólares e com durabilidade acima de 50 anos. Essa tecnologia está em evolução crescente e espera-se que em alguns anos já tenha a probabilidade de construção em grande escala de residências populares usando impressoras tridimensionais (MAIS ENGENHARIA, 2019).

CARACTERÍSTICAS

Funcionamento

O modo como funciona, a grande inovação está no fato de que através destes equipamentos não é mais necessário realizar um projeto para cada vista, sendo este em seguida confeccionado por alguém competente para esta função. Agora podemos utilizar um programa de modelagem 3D e encaminhar o projeto diretamente para a impressora, que confeccionará o objeto. Através desse sistema, garante-se uma maior exatidão na execução do projeto, pois os imagináveis erros que aconteceriam durante a fabricação são reduzidos, uma vez que a máquina segue precisamente as instruções do material que lhe foi ministrado (PET ENG.CIVIL UFSC, 2016).

Ao receber os comandos as impressoras podem atuar de diversas maneiras, em geral, elas dividem o componente em várias camadas, as quais serão produzidas de baixo para cima. O material também pode ser sobreposto de várias maneiras, a mais habitual consiste na sobreposição de várias camadas, que são postas por meio de um cartucho que tem uma cola especial (figura 3). O segundo processo consiste na aplicação de jatos de material em pó, que são ligados por meio da substância de um cartucho com material adesivo, este é o método de impressão mais rápido. Há também outra técnica que usa como matéria prima materiais sólidos, que são fundidos até chegarem uma viscosidade imaginada para a máquina. O tempo de execução varia de horas a dias, dependendo da complexidade do projeto e do método de impressão empregado (PET ENG.CIVIL UFSC, 2016).

Figura 3: Parede confeccionada com impressora 3D, com destaque para as camadas



Fonte: TECHTUDO (2019)

Contour Crafting

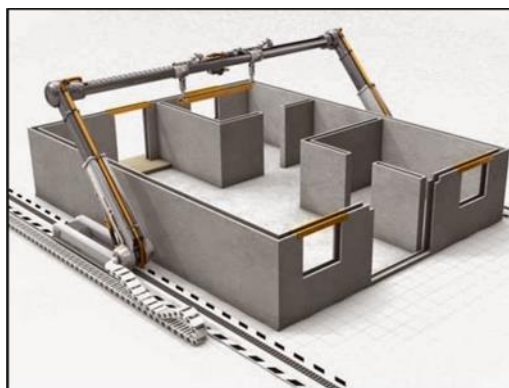
Em 2020 esta tecnologia está chegando à construção civil, através de estudos realizados por Behrokh Khoshnevis, professor do Instituto das Ciências da Informação da Escola Viterbi para a Engenharia, da Universidade do Sul da Califórnia, nos Estados Unidos. Ele é o responsável pela criação da *Contour Crafting* (Construção por Contornos), uma técnica que utiliza uma impressora 3D de grande dimensão para a construção civil. Esta máquina

corresponde a um protótipo gigante ou guindaste, controlados através de um computador. Com ela, é possível construir edifícios sem a necessidade de recorrer à força humana (PET ENG.CIVIL UFSC, 2016).

Inicialmente, a ideia do *Contour Crafting* tinha como objetivo a construção de moldes industriais. Contudo, Khoshnevis decidiu expandir suas pesquisas e estender essa tecnologia para a construção civil. Sua ideia inicial foi utilizar a técnica de construção por contornos para o processo de construção. Algo que seria especialmente útil para regiões atacadas por algum tipo de catástrofe natural, onde seria necessária a construção de moradias rapidamente (PET ENG.CIVIL UFSC, 2016).

A *Contour Crafting* funciona de maneira similar às impressoras 3D comuns, realizando a impressão de baixo para cima. Quanto aos materiais, inicialmente usava-se apenas cimento, mas atualmente já é possível adicionar outros componentes, como o aço, por exemplo. A grande vantagem de utilizar esta tecnologia consiste na possibilidade de adicionar elementos no início da construção. A canalização e as linhas de energia e comunicação são facilmente adicionados durante a construção das paredes. Além disso, este método reduz em muito a produção de detritos, tornando a obra mais econômica e sustentável (figura 4) (PET ENG.CIVIL UFSC, 2016).

Figura 4: Impressora utilizada para a *Contour Crafting*.



Fonte: Engiobra (2015)

Vantagens e desvantagens da utilização da impressora 3D

Vantagens

Uma enorme vantagem proporcionada por essa tecnologia é a redução de máquinas e a economia de recursos vitais, como água e energia. São inovações que favorecem grandemente a construção civil, pois representam maior economia para as construtoras (SINDISTAL, 2018).

Desvantagens

A tecnologia de impressão em 3D já deu mostras do que é capaz. O grande desafio agora é tornar o seu uso viável do ponto de vista dos custos, ainda muito elevados, principalmente para objetos em grande escala. De fato, ainda levará um tempo até que a tecnologia 3D se espalhe pelo mercado, no entanto, ainda serão necessários de cinco a dez anos para que a tecnologia se torne acessível economicamente e se popularize (SINDISTAL, 2018).

ESTUDO DE VIABILIDADE

Analisando os tipos de sistemas que utilizam a impressora 3D o *Contour Crafting* (2020), pode reduzir significativamente o custo da construção comercial. Projeções indicam que os custos serão em torno de um quinto da construção convencional, prometendo eliminar o desperdício de materiais de construção.

Os projetos de construção serão extremamente acelerados; por exemplo, uma casa de 610 metros quadrados pode ser construída em menos de 24 horas. Este rápido tempo de construção minimiza os custos de financiamento de projetos de construção que normalmente levam seis meses ou mais para serem concluídos. Custos reduzidos e a construção automatizada tornarão a construção acessível a qualquer pessoa (*Contour Crafting*, 2020).

O quadro 1 apresenta a diminuição econômica esperada ao utilizar-se a tecnologia, em comparação com os meios convencionais de construção civil.

Quadro 1: Diminuição econômica com as impressoras 3D

Parcela de Custo de Construção Convencional	Devida à	Se automatizado por <i>Contour Crafting</i>
20% - 25%	Financiamento	A Curta duração do projeto e o controle do tempo de lançamento no mercado reduzindo drasticamente o custo do financiamento.
25% - 30%	Materiais	Não haverá desperdício na construção
45% - 55%	Trabalho	O trabalho manual será significativamente reduzido. O poder muscular será substituído pelo poder do cérebro.

Fonte: Adaptado de *Contour crafting* (2020)

CONCLUSÃO

A tecnologia das impressoras 3D vem revolucionando a indústria em seus mais variados ramos, de modo a diminuir o custo e possibilidade de erros, exigindo uma quantidade menor de mão de obra humana e gerando menos resíduos, além de aumentar o nível de individualidade e customização. Assim, este trabalho teve como objetivo principal apresentar os avanços, tendências e a utilização da impressão 3D, na área de construção civil.

Nessa indústria, as impressoras 3D possuem uma tecnologia que gera poucos resíduos e procura a utilização de materiais sustentáveis, a fim de diminuir os males causado ao meio ambiente. Dessa forma, a finalidade é construir de forma mais rápida, duradoura e autossuficiente, gerando cada vez menos impacto ao meio ambiente. A prática de utilizar impressoras 3D para construir edifícios é algo novo, porém é um marco no desenvolvimento de tecnologias para este setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

3DPRINT.COM. **O pai da impressão 3D seletiva a laser para sinterização é premiado como o inventor do ano da UT.** 2015. Disponível em: <https://3dprint.com/106689/sls-2015-inventor-of-the-year/>. Acessado em: 8 de junho de 2020.

CONTOUR CRAFTING. **Construção automatizada de edifícios.** 2020. Disponível em: <http://contourcrafting.com/building-construction>. Acesso em: 19 de março de 2019.

ENSINO NACIONAL. **Introdução as Impressoras 3D.** 2019. Disponível em: <https://www.ensinonacional.com.br/introducao-as-impressoras3d/#targetText=O%20passado%20das%20impressoras%203D,a%20levar%20at%C3%A9%20dois%20meses!.> /. Acesso em: 11 de setembro de 2019.

MAIS ENGENHARIA. **A impressão 3D no mercado da construção civil.** 2019. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/impressao-3d-mercado-da-construcao-civil/>. Acesso em: 11 de setembro de 2019.

PET ENG.CIVIL UFSC. **O uso de Impressora 3D na Construção Civil.** 2016. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/2016/09/o-uso-de-impressora-3d-na-construcao-civil/>. Acessado em: 16 de outubro de 2019.

PORTO, Thomás Monteiro Sobrino. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil**, Rio de Janeiro/ PORTO, T. M. S. – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2016.

Disponível em:
<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019793.pdf>. Acessado em: 8 de junho de 2020.

PT.INFORANDUM.COM. Impressora 3d robótica sobre rodas parece preencher os buracos do futuro - Robótica – 2020. Disponível em: <https://pt.inforandum.com/robotic-3d-printer-wheels-looks-fill-potholes-future-81172>. Acessado em: 8 de junho de 2020.

SINDISTAL. **Impressão 3D traz vantagens à construção civil**. 2018. Disponível em: <https://www.sindistal.org.br/noticias/extra-40/impressao-3d-traz-vantagens-a-construcao-civil/>. 8 de junho de 2020.

TECHTUDO. **Descubra como surgiu a impressora 3D**. 2019. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/04/descubra-como-surgiu-impressora-3d.html>. Acesso em: 11 de setembro de 2019.

Johan Emerson Santos de Assis

UNISUAM

Patrick Brasil Rosa

UNISUAM

Davi Santiago de Araújo

UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

Atualmente no mercado da construção civil tem-se visto uma grande variabilidade de fibras naturais, utilizadas em argamassas e concretos para potencializar características específicas, por isso se torna importante o estudo e conhecimento dessas fibras, para que se conheça seu potencial e suas características de forma a aplicá-lo com melhor proveito. O presente artigo tem como objetivo o uso da fibra natural de coco para a produção de concreto e argamassa na construção civil, uma alternativa que se mostra de grande vantagem por sua disponibilidade, por ser um material renovável gerado do consumo do coco e por seu baixo custo de produção. Foram analisadas as propriedades mecânicas de argamassas e concretos antes e depois da aplicação da fibra, constatando-se uma variabilidade de características importantes para a construção civil, entre elas estão características como o aumento da resistência à compressão e diminuição da permeabilidade, entre outros presentes no estudo a seguir.

Palavras-chave: Construção civil; Fibra de coco; Concreto; Argamassa.

INTRODUÇÃO

Uma das principais atividades humanas atualmente é a construção civil, tanto socialmente quanto economicamente. Na realidade brasileira em 2017 a construção civil representou cerca de 6,3% do Produto Interno Bruto do país (FIBRA, 2017).

Em termos de estabelecimento a construção civil conta com mais de 176 mil empresas ou filiais, o que representa no Brasil 34% do total da indústria. Mesmo com esse crescimento durante os anos a construção civil ainda preocupa quando se fala de meio ambiente, a construção civil é considerada por muitos hoje uma gigante geradora de impactos ao

ambientais, muito desse impacto é em função do consumo excessivo de recursos naturais e pela grande geração de resíduos (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018).

Um dos grandes desafios do setor é implementar ações efetivas que possibilitem e direcionem a indústria em um caminho sustentável.

Sabe-se que desenvolvimento sustentável é suprir as necessidades de utilização de recursos naturais das gerações atuais, sem necessidade de comprometer os recursos das gerações futuras, a construção civil tem muito a contribuir, principalmente na área de aproveitamento de resíduos, recondicionando resíduos em outros subprodutos. Sendo assim para os próximos anos será necessário que profissionais da área se comprometam em diminuir a utilização de matérias primas que não se renovam e ao mesmo tempo estimular o reaproveitamento de resíduos (WWF BRASIL, 2014).

É tarefa de pesquisadores procurar alternativas viáveis tanto ambientais quanto econômicas, e ao mesmo tempo essas soluções precisam mostrar-se eficientes tecnologicamente. O estado da Bahia é um dos maiores produtores de coco do Brasil, e atualmente um dos desafios encontrados no estado é encontrar uma solução para o reaproveitamento dessa grande quantidade de coco produzida, cerca de 76 mil hectares ocupados pela produção, da quantidade produzida pelo estado apenas uma pequena parte é direcionada para reaproveitamento e aplicações específicas (SEAGRI, 2010).

Utilizar fibras naturais de coco em concretos, argamassas e outros elementos da construção civil pode diminuir a exploração excessiva de recursos que são necessários para se produzir outros tipos de misturas cimentícias. O IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com levantamento feito pelo (LSPA) indica que a produção de coco em território Brasileiro em 2017 chegou a 1.721.451 toneladas. Cerca de 11% do coco é considerado fibra o volume de fibra gerado foi de cerca de 950 mil m³ de fibra do coco (IBGE, 2017).

Com esta quantidade enorme de coco produzida, abre espaço para a utilização da fibra natural em diversas atividades. Entre uma delas a adição em de cimento Portland que já é uma realidade e é motivo de diversas pesquisas. Segundo Savastano Júnior e Pimentel (2000), fibras naturais demonstram uma absorção de energia, ao invés do colapso imediato. Quanto ao módulo de elasticidade pelo fato de uma maior deformabilidade das fibras observa-se um aumento nesta propriedade importante.

Al-Oraimi (1995) afirma que uma das vantagens das fibras naturais do coco é a baixa utilização no concreto, uma pequena porcentagem de fibra, de 0,05 a 0,15% do total da mistura, já é possível chegar a benefícios consideráveis, como aumento da resistência mecânica, resistência a impactos diretos, além de outros benefícios como os das fibras sintéticas como aumento da tenacidade e resistência à flexão.

Rodriguez (2011) afirma, quanto a abrasão pode-se notar uma resistência maior, além da diminuição da condutividade de calor se utilizando fibras naturais.

Após alguns artigos publicados, pode-se deduzir que é possível utilizar fibras naturais de coco em concreto, mas ainda precisa-se fechar questões em aberto como a forma de utilização, tamanho das fibras e como trabalhar essa mistura da mistura. O artigo a seguir pretende abordar a utilização da fibra natural de coco em concretos e argamassas e verifica as diversas variabilidades da utilização dessa fibra no teor adicionado.

O método aplicado para este estudo, foi a de coleta de dados em artigos publicados sobre o assunto em questão, na elaboração do artigo procurou-se salientar a importância ambiental de tal projeto para a sociedade, e também para a construção civil.

Após a coleta de dados, foi feita uma filtragem para selecionar as questões que mais se encaixassem na nossa ideia inicial de projeto, que foi um projeto visando a evolução sustentável da construção civil, procurando uma maneira de progredir na engenharia civil e ao mesmo tempo achar soluções ecologicamente viáveis para essa evolução da construção civil.

O presente artigo tem como principal objetivo estudar a viabilidade da utilização de fibras naturais de coco em misturas cimentícias, tendo em vista a abundância do coco produzido e descartado em terras brasileiras, um dos objetivos específicos será verificar as propriedades mecânicas adquiridas com a presença da fibra e sem a presença da fibra, comparar as resistências a compressão e a tração, e definir, se a vantagens em utilizar a fibra de coco na construção civil.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Consumo de Recursos

Na segunda edição da conferência de engenheiros na USP o professor Vahan Agopyn debateu sobre o impacto do consumo de materiais de construção para o meio ambiente, e a importância da utilização e fabricação sustentáveis dessas matérias (PERES, 2012).

O professor apresentou dados alarmantes sobre o consumo de recursos do meio ambiente na sociedade moderna, principalmente na área de construção civil.

Conforme Peres (2012):

Cada um dos habitantes do planeta em 2012 consumiu, em média, 10 toneladas de matéria prima por ano, e em países desenvolvidos esse número pode chegar a 85 toneladas por pessoa. E do total consumido a construção civil é responsável por uma parcela que varia de 40% a 75%.

Conforme Agopyn (2012):

Nós da construção civil somos responsáveis pela metade de todo o material consumido pela sociedade anualmente, e ainda não nos demos conta de que a construção civil e seu consumo intensivo tem ligação direta e forte com o meio ambiente.

Segundo Peres (2012) o consumo de matéria prima para a fabricação de cimento é maior até do que o consumo de matéria para produção de alimentos, o concreto por exemplo só perde em consumo para a água. Porém a construção civil é um dos meios mais importantes na sociedade atual, e tem uma responsabilidade enorme, tanto socialmente como economicamente, por isso é preciso encontrar meios de consumo sustentáveis.

Relevância da Fibra Natural na Engenharia

O principal desafio da construção civil é continuar crescendo e de preferência sem afetar tanto o meio ambiente, tendo isso em vista precisamos criar novas soluções para diversas áreas. A fibra de coco tem como principal benefício a redução da extração de recursos minerais que fabricariam fibras artificiais, como por exemplo a de vidro ou também a fibra de polipropileno (SILVA, 2013)

Silva (2013) afirma, somando-se a redução da extração de recursos naturais, ainda é possível alcançar uma redução na emissão de CO² na atmosfera. A emissão de CO² é um dos principais problemas na fabricação de concreto.

Lima (2010) afirma sobre a emissão de CO², somente pela produção de concreto no Brasil é emitido cerca de 225+/-43 kg CO²/m³, podendo chegar a cerca de 8 bilhões de kg de CO² emitidos ao ano.

A utilização das fibras naturais contribui com uma redução significativa na produção de CO², pois ela possibilita a não utilização de fibras sintéticas convencionais e possibilita ainda o uso e reuso de recursos naturais pela construção civil, diminuindo assim a quantidade de recursos consumidos e também a emissão de gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (SILVA, 2015).

Dimensão da Fibra

Um ponto importante na inclusão da fibra vegetal é a impotência que a dimensão da fibra atua em seu comportamento da mistura. Silva Filho & Garcez. (2007) destacam que o tamanho de e um dos principais influenciados de mudanças de tensões dentro de uma mistura. O comprimento padrão sempre deverá ser menor que a dimensão crítica, para que os seus desenvolvimentos de tensão máxima haja de forma correta. Quando a dimensão critica se torna menor que a dimensão padrão da fibra, a ancoragem se torna insuficiente para produzir tensões de escoamento ou

rupturas nas fibras e assim sendo serão retiradas da matriz, caso ela não esteja atuando de forma adequada no sentido de aprimora as propriedades do compósito, como tenacidade e resistência. Contudo, a fibra exibe comprimento muito elevado a dimensão crítico, a resistência da mistura iniciara um processo de diminuição devido às falhas oriundas do entrelaçado de fibras e acumulação originárias durante a preparação (SILVA FIHO & GARCEZ, 2007).

Em estudos de Ali & Xiaoyang (2013) constataram que teores ideias a serem adicionados a mistura estão entre 1 a 5% em relação ao cimento, quanto aos comprimentos foram testados os seguintes: 25 mm, 50 mm e 75mm. Os resultados obtidos apontaram para um comprimento ideal é de 25 mm, que obteve um resultado mais satisfatório que os demais comprimentos.

Dosagem dos ensaios

Com base em testes feitos por Silva (2013). Foi adicionado no concreto 2,4 kg de fibra para cada 1 m³ de concreto, já para as argamassas foram adicionados 2 kg de fibra para o m³. Os testes foram definidos para o concreto nas idades padrões de 7 dias, 14 dias e 28 dias e para ensaios de compressão axial seguindo a norma ABNT NBR 5739 (ABNT, 2007).

Dessa forma com base nas características proposta por Rodriguez (2011) e pela ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland, foi possível chegar aos números apresentados na tabela 1. Para a dosagem das argamassas foi utilizado um traço 1:2,3 cimentos x areia, e com relação água cimento de 0,55, já para os concretos o traço era de 1:2,3:2,9 cimentos x areia x brita, com relação água cimento de 0,63.

Tabela 1: Dosagem dos ensaios

Mistura	Traço (kg/m ³)	Cimento (kg/m ³)	Areia (kg/m ³)	Brita (kg/m ³)	Água (kg/m ³)	Fibra (kg)
Concreto de Referência	1:2,3:2,9:0,63	341,68	771,98	990,60	205	-
Concreto com adição de fibra STD	1:2,3:2,9:0,63	341,68	771,98	990,60	205	2,4
Argamassa de Referência	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	-
Argamassa com fibra de 25 mm	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0
Argamassa com fibra 50 mm	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0
Argamassa com fibra STD	1:2,3:0,55	413,79	933,94	-	227,58	2,0

Fonte: Adaptado de Silva (2013)

Em um dos estudos feitos por Ali & Xiaoyang. (2013) foi aprofundada a questão de haver uma aumento da resistência a tração do concreto com a

utilização da fibra de coco, foi realizado um teste para a idade de 28 dias para saber qual a energia necessária para retirada da fibra, nesse estudo foram utilizadas fibras de 10, 20, 30, 40 e 50mm. Foi concluído pelos autores que o traço ideal para os melhores resultados é o 1:3:3 cimento x areia x brita com uma fibra de aproximadamente 25 mm de comprimento que foi considerado o comprimento crítico necessário para a perfeita utilização da fibra.

Trabalhabilidade

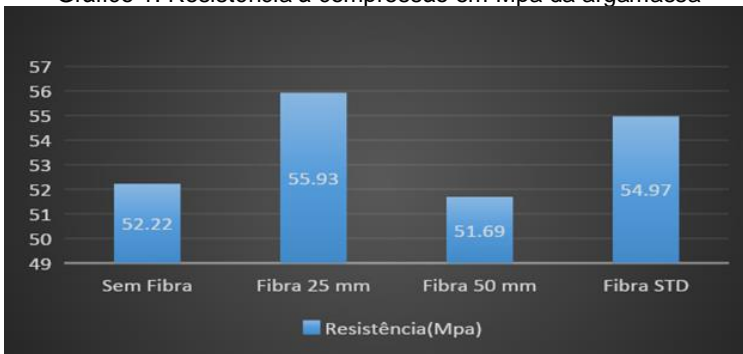
Uma pergunta que pode vir à tona seria o porquê da não utilização de mais fibra para um aumento de resistência ainda maior e resposta está na trabalhabilidade da massa, tanto da argamassa quanto do concreto. Savastano Junior & Pimentel (2000) afirmam que ao aumentarmos o percentual de fibras, principalmente as fibras vegetais, está diretamente ligado a diminuição da trabalhabilidade.

Ainda segundo Savastano Junior & Pimentel (2000) essa redução da trabalhabilidade é dada especialmente pelo fato da absorção da água feita pelas fibras presente em concretos e argamassas, e também um aumento da superfície que será molhada, por isso os comprimentos menores como o de 25 mm são mais utilizados, pois não prejudicam a fluidez e reduz apenas 1,73% da consistência comparada a uma amostra em que não é utilizada a fibra vegetal.

Resistência

Quando se fala de argamassa a nossa resistência a compressão também é aumentada de forma considerável, como evidenciado no gráfico 1, ao ser utilizada em argamassas a fibra de coco que possui 25 mm de comprimento gera um acréscimo de resistência a compressão equivalente a 7,10% maior do que uma argamassa que não utilize a fibra em questão, já a fibra com comprimento de 50 mm gera um decréscimo de resistência a compressão de cerca de 1,01%, quanto a fibra STD, ela gera por volta de 5,27% a mais de resistência. Silva (2013).

Gráfico 1: Resistência à compressão em Mpa da argamassa

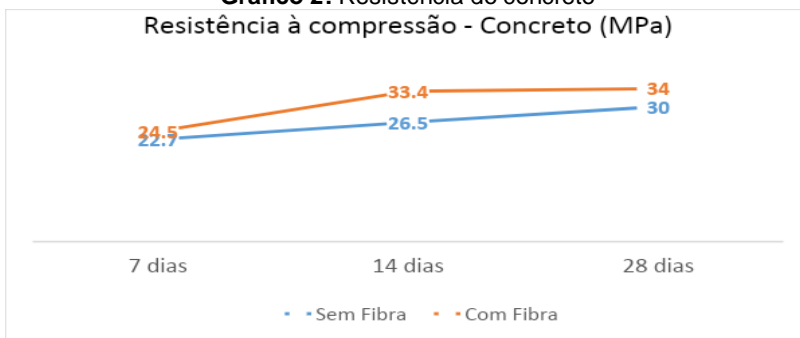


Fonte: Silva (2013)

Ali & Xiaoyang (2013) ainda sobre argamassas estudaram e buscaram avaliar a ligação que ocorre entre a fibra vegetal e as argamassas, testando assim os efeitos que cada dimensão de fibra é capaz de proporcionar a mistura da argamassa, chegando assim a ao resultado esperado e estuda que aponta para aproximadamente 30 mm de comprimento de fibra, indicando que fibras próximas a 30 mm tem uma adesão maior a mistura da argamassa.

Quanto ao concreto temos um aumento de resistência a compressão ainda maior se comparado com os efeitos da fibra aplicada em argamassas como mostra o gráfico 2, entretanto é bom salientar uma possível degradação da fibra quando presente e meios muito alcalinos. Savastano Junior & Pimentel (2000).

Gráfico 2: Resistência do concreto
Resistência à compressão - Concreto (MPa)



Fonte: Silva (2013)

Segundo Silva (2013), além de melhorar as resistências à compressão axial foi possível notar nos testes uma diminuição em fissuras proporcionadas pela cura do concreto sem a fibra em relação ao concreto. A presença da fibra contribuir para o descarregamento mais uniforme das energias das estruturas possibilitando que a energia seja descarregada ao longo da mesma estrutura de concreto. A absorção de água feita pela fibra

pode proporcionar uma melhor cura ao concreto já que ao absorver a água presente se diminui a relação água agregado fornecendo assim a possibilidade de uma melhor hidratação da cura.

Comparativo com outra fibra vegetal

Todas as fibras naturais possuem cinco substâncias básicas, celulose, pectina, hemicelulose, extrativos como proteína gordura entre outros, e a lignina. A celulose é responsável pela resistência da fibra por ter uma polimerização elevada e também por sua organização molecular, e representa de 40 a 90% da massa da fibra, a outro componente mais presente nas fibras naturais é a lignina, que representa 1 a 30% da fibra (ALBINANTE et al. 2012).

Quando refere-se a fibras vegetais, a umidade é um ponto a se considerar, pois o aumento dessa umidade em fibras é relativamente bom para a trabalhabilidade, já que ao aumentar essa umidade natural as fibras não conseguiriam absorver tanta água da mistura cimentícia deixando assim de prejudicar a fluidez, foi comparada a umidade natural da fibra de coco e de três tipos de fibra de bananeira e basicamente constatou-se que em termos de umidade essa fibras possuem basicamente o mesmo valor como visto na tabela 2 (VIEIRA & SOUZA, 2017).

Tabela 2: Teor de umidade das fibras

Fibra	Teor de Umidade (%)
Coco	20,0
Bananeira (Parte Interna)	22,0
Bananeira (Parte Intermediaria)	22,0
Bananeira (Parte Externa)	19,0

Fonte: Adaptada de Albinante et al. (2012)

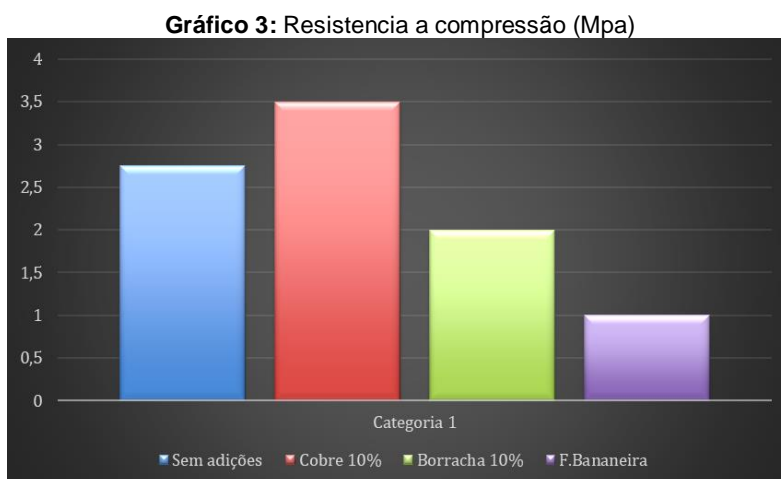
Um fator importante nas fibras naturais é o teor de lignina, que é a segunda substancia química mais presente nas fibras naturais perdendo apenas para a celulose, a lignina um polímero orgânico presente em fibras naturais como as de árvores ela é responsável, juntamente com a celulose pela resistência e pela rigidez da fibra, veremos na tabela 3 que a lignina presente nas fibras de bananeira se mostra bem abaixo do teor presente na fibra de coco, em todos os 3 tipos de fibra de bananeira testados (ALBINANTE et al. 2012).

Tabela 3: Teor de lignina

Fibra	Teor de lignina (%)
Coco	44,6
Bananeira (Parte Interna)	10,2
Bananeira (Parte Intermediaria)	14,0
Bananeira (Parte Externa)	18,6

Fonte: Adaptada de Albinante et al. (2012)

Em pesquisa feita por Prachum & Marestoni (2016) foram analisadas as consequências da aplicação de determinados resíduos no concreto, entre essas adições estava a fibra de bananeira aplicada a compostos cimentícios, e os resultados mostram o cuidado que deve-se ter ao aplicarmos matérias no concreto, podemos ver no gráfico 3 uma comparação entre diferentes aditivos, entre eles cobre e borracha e a fibra de bananeira, o decréscimo de resistência ocorre pela baixa capacidade da fibra de aderir a mistura do concreto. Em virtude da utilização de cimentos diferentes não é possível e até métodos de ensaio distintos não é possível fazer uma comparação precisa entre as resistências da fibra de coco e a fibra de bananeira.



Fonte: Prachum & Marestoni (2016)

EFEITOS SOBRE O CONCRETO

Fissuração

Silva (2013), afirma que uma das principais finalidades da aplicação de fibra em matrizes cimentícias é o ganho considerável na resistência à tração e flexão, retardando assim o aparecimento de fissuras. A diminuição da fissuração do concreto além de aumentar a segurança da construção, evitando a infiltração de organismos agressivos ao aço, também pode contribuir economicamente, com a manutenção, visto que a progressão de fissuras em amostras com a aplicação da fibra é mais lenta aumentando o tempo em que é necessária intervenção.

A figura 1 apresenta o efeito positivo de se incorporar a fibra de coco em amostras cimentícias, no momento da falha a matriz permanece presa, assim podemos deduzir que há uma boa aderência da fibra com a matriz cimentícia, é o chamado fenômeno de ponte, gerado pela aplicação da fibra que impede que a fissuração progrida no material (QUINTERO & GONZÁLEZ, 2006).

Figura 1: Corpos de prova com adição de fibra de coco



Fonte: Quintero & González (2006)

Durabilidade

Em pesquisa, Jhon (2005) pode atestar a durabilidade de argamassas, ele comparou a argamassa aplicada em uma parede que foi construída 12 anos antes, foi comparado fibras novas com as fibras presente na parede em questão, foi possível concluir que a amostra da parede antiga tinha uma menor presença de unidades lignina comparado as fibras novas. Além dessa conclusão ele também observou que as amostra da parte externa da parede, que são expostas a ciclos de intempéries, apresentou um teor ainda menor de lignina em relação a parede interna.

Segundo Toledo (2001), é possível considerar a fragilização da fibra, fragilização essa que ocorre pelo processo de mineralização, o que é resultado da migração da hidratação, mais especificamente o hidróxido de cálcio, que migra para cavidade central e vazios da fibra, onde ocorre a cristalização que provoca ruptura, sem precisar de muito alongamento, acabando assim por não contribuir como desejado para o aumento da tenacidade e resistência.

Savastano Junior & Pimentel (2000) faz um alerta quanto a formação de cristais de hidróxido de cálcio, ele afirma que a presença de grandes cristais pode induzir a decomposição prematura das fibras naturais, mais especificamente sua parcela lignina, com uma possível perda de resistências em idades mais avançadas. Isso ocorre principalmente pela elevada taxa de alcalinidade da água presente em matrizes cimentícias.

Soluções Possíveis

Algumas soluções possíveis para esse problema é a utilização de matrizes de baixa alcalinidade, também pode-se aplicar aditivos para a redução dessa alcalinidade, como o de carbonatação acelerada, aditivos aplicados na própria fibra podem ser utilizados, como por exemplo polímeros ou agentes que amenizem a decomposição, temos também ainda segundo Savastano Junior & Pimentel (2000), a impermeabilização feita diretamente na matriz com agentes repelentes de água, e uma opção é aplicar em locais

que permaneçam secos constantemente, assim não haveria a necessidade da aplicação de alguma das outras opções.

Efeitos na aplicação em lajes

Foi verificado também o uso da fibra de vegetal como agregado para o concreto de lajes maciças, foi possível detectar uma diminuição em quesitos importantes como, a diminuição de seu peso e custo final de fabricação, a aplicação da fibra em concreto de lajes chega proporcionar em média um aumento em seu fck de cerca de 30% de resistência a tração, como visto nos ensaios do gráfico 4, requisito importante quando falamos em lajes, já que para não fissurar principalmente em sua parte inferior é preciso uma resistência a tração do concreto, que por sua vez tem resistência a tração muito baixas comparada a suas resistências a compressão, por isso a utilização do aço em estruturas de concreto armado (VIEIRA & SOUZA, 2017).

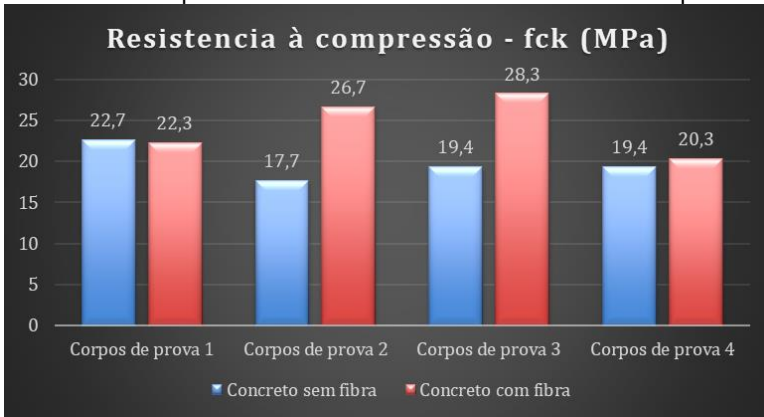
Gráfico 4: Comparativo dos resultados das resistências à tração



Fonte: VIEIRA & SOUZA (2017).

Quanto a compressão os resultados ainda são satisfatórios, com um aumento de resistência a compressão em média de 23,2% visto no gráfico 5, além do aumento a compressão a cura é potencializada já que se abre uma oportunidade de hidratação melhor, por ser uma fibra vegetal ela absorve mais água diminuindo assim o fator água agregado, essa cura mais hidratada proporciona uma diminuição da fissuração do concreto ocasionada pela retração (SILVA, 2013).

Gráfico 5: Comparativo dos resultados das resistências à compressão



RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Como visto no gráfico 2, o aumento da resistência é notável e varia com a idade da matriz, para 7 dias, teve um aumento de cerca de 8% na resistência a compressão da amostra, em 14 dias o aumento teve um pico e chegou a 20% em relação à matriz sem a fibra, na idade de 28 dias foi observado 12% de melhoria.

Os resultados obtidos foram extraídos de estudos bibliográficos sobre o assunto, é importante salientar que esses dados foram obtidos em testes controlados em laboratórios, a execução de maneira errada tanto do traço quanto da quantidade de fibra aplicada, ou até mesmo comprimento da fibra, podem expressar variações nos resultados, a aplicação da fibra, sejam elas sintéticas ou naturais precisa de um certo cuidado, justamente para evitar aparecimento dos cristais de portlandita como expressado pôr o hidróxido de cálcio (SAVASTANO JUNIOR & PIMENTEL, 2000).

Portanto, são apresentadas as soluções na hora da aplicação, para evitar possíveis transtornos é essencial a aplicação correta, a aplicação incorreta das fibras pode ocasionar uma diminuição da vida útil da matriz ou até mesmo representar em valores irrisórios no aumento da resistência, inviabilizando a utilização da mesma já que não teria ganho alguma das resistências.

A fibra de coco pode proporcionar grandes ganhos, tanto no âmbito socioeconômico quanto em relação ao meio ambiente, a utilização passa por um desenvolvimento acadêmico desse assunto com pesquisa e aplicação de fato, também é preciso um engajamento de outras partes, como por exemplo da construção civil, utilizando-se de mão de obra qualificada para o uso de novas técnicas.

CONCLUSÃO

Neste estudo abordou-se através de pesquisas realizadas no Brasil e no mundo por diversos autores, que a utilização da fibra de coco é uma opção viável, economicamente e também para o meio ambiente, destinando os resíduos a uma outra finalidade, tornando-o um novo produto. A pesquisa mostrou que a utilização das fibras ajuda em diversos aspectos físico-químicos de matrizes cimentícias na construção civil, desde a diminuição da fissuração até ao aumento de resistência.

Países como o Brasil, com abundância de matéria prima, tem enorme potencial para o mercado das fibras naturais visto que o país produz e descarta toneladas de matéria prima anualmente, e por outro lado a utilização da técnica poderia diminuir o impacto ambiental, diminuindo a utilização de fibras sintéticas, que são fabricadas com auxílio de recursos não renováveis, como o termoplástico.

A economia com transporte pode ser um ponto a ser considerada, já que as fibras vegetais são mais leves exigindo assim um menor esforço no transporte e até de armazenamento, a aplicação em larga escala poderia contribuir na geração de novos empregos e assim contribuiria não somente para com a construção civil, mas sim para a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **A Versatilidade do Cimento Brasileiro** 2018. Disponível em: <https://abcp.org.br/cimento/tipos/>. Acesso em: 09 de março de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5739. **Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ALBINANTE. S. R; PACHECO. E. B. A.V; VISCONDE. L. L. Y; TAVARES. M. I. B. **Caracterização de Fibras de Bananeira e de Coco por Ressonância Magnética Nuclear de Alta Resolução no Estado Sólido**. Universidade Federal do Rio de Janeiro 2012.

AGOPYAN; V. **Conferência de engenharia USP. Conference of Engineering**. Segunda Edição, 2012. Disponível em: www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=848&ed=853&f=2. Acesso em: 15 de maio de 2020.

AL ORAIMI. Caracterização mecânica e comportamento de impacto de concreto armado com fibras naturais, **Compos Struct**. v32, p. 165-170. 1995.

ALI, M; XIAOYANG, L. N. **Investigações experimentais sobre resistência de união entre fibra de coco e concreto**. *Materials e Design*, v.44, p.595-608, 2013.

FIBRA. Federação das Indústrias do Distrito Federal: **Construção Civil representa 6,2% do PIB Brasil 2017**. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticiais/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. IBGE, 2017 p.40-41.

JHON, V. M ; SJOSTROM, C. ; CINCOTTO, M . A ; AGOPYAN, V; OLIVEIRA, C . T. A. **Durability of slag mortar reinforced with coconut fibre**. v27 p. 565-574 Maio de 2005.

LIMA, J. A. **Avaliação de conseqüências da produção de concreto para as mudanças climáticas**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais impactos ambientais da construção civil e como evita-los** 2018. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/impactos-ambientais-da-construcao/>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

PRACHUM. J. V.L; MARESTONI. L. D. **Análise comparativa de propriedades do concreto adicionado com resíduos de cobre, borracha e fibra de bananeira**. *Revista Mundi Engenharia* 2016.

PERES, P. **Construção civil é o ramo que mais consome materiais no mundo, afirma professor da Poli**. Edição Nº 110 – Ciência e Tecnologia USP. 2012. Disponível em: usp.br/aun/antigo/exibir?id=4848&ed=853&f=2. Acesso em: 19 de outubro de 2019.

RODRÍGUEZ, N. J. **Avaliação das características de isolamento da fibra de cocoe seu uso para modular temperaturas em lajes de concreto com o auxílio de um elemento finito**. *Energy and Buildings*. v.43 p. 1268-1270. 2011.

QUINTERO, S, L, G; GONZÁLEZ, L, O, S. **Uso de fibra de coco para melhorar as propriedades mecânicas do concreto**. *Universidad del Norte, Barranquilla, Colômbia* p.148-149, 2006.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; PIMENTEL, L. **Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 4 n.1 p. 100-115. 2000.

SEAGRI. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Situação atual perspectivas de aproveitamento do coco e da casca** 2010. Disponível em: www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/3_comunicacao02v9n1.pdf. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

SILVA, E. M. L. **Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco**. Ambiência Guarapuava (PR), pp. 669 - 683. 2015.

SILVA, E. M.L. **Aplicação de Fibra de Coco em Matrizes Cimentícias**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia ambiental. p. 1559. 2013

SILVA FILHO, L. C. da; GARCEZ, M. Compósitos de engenharia de matriz. In Isaia, G. C. **Material de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo. 2007. p.1438. 2007.

TOLEDO, R. F. D. Materiais **Compósitos reforçados com fibras naturais: caracterização experimental**. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001

VIEIRA, V. V. M; SOUZA, M. J. **Concreto com adição de fibra de coco para a produção de lajes maciças**. p.8. Centro Universitário de Barra Mansa – UBM, 2017.

WWF BRASIL. World Wide Fund Nature. **O que é Desenvolvimento Sustentável**. 2014. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em 17 de setembro de 2019.

Isabelle de Souza Gomes
UNISUAM

Flávia da Silva
UNISUAM

Bruno Matos de Farias
UNISOCIESC

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

O presente artigo faz uma breve análise sobre a obrigatoriedade da realização de Autovistorias Prediais no município do Rio de Janeiro, sobre os aspectos técnicos e legais que se fazem presentes, e quanto a sua importância no cenário atual da construção civil, onde cada vez mais se faz presente um engenheiro legalmente habilitado, para o acompanhamento de obras de manutenção e/ou alteração inicial da construção, ou na realização de vistorias para identificar as possíveis anomalias construtivas ou falhas de manutenção que possam interferir sobre a saúde e habitabilidade dos residentes. Com foco no entendimento e em como proceder diante das legislações em vigor no município do Rio de Janeiro, este artigo tem como objetivo definir os aspectos técnicos de uma vistoria (o que deve ser vistoriado e como vistoriar com eficácia), como elaborar um laudo técnico de vistoria que atenda tanto ao proponente e concedente, quanto as responsabilidades dos envolvidos (engenheiros, síndicos e o município), e encerramento do laudo devendo ser protocolado junto a prefeitura do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Construção Civil; Autovistoria Predial; Legislação.

INTRODUÇÃO

No Brasil, por questões culturais, pela ausência de recursos e, acima de tudo pela desinformação quanto a manutenção predial e residencial, as preocupações aparecem após a ocorrência de incidentes ou até mesmo acidentes. Pouco se constata sobre os benefícios da execução de manutenções e vistorias técnicas periódicas. Para alguns, essas práticas estão associadas a custos, transtornos ou aborrecimentos (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

As vantagens da realização de autovistorias prediais são superiores aos fatores negativos, porém muitos não se dão conta. Agora a exigência da

execução de vistorias técnicas periódicas é obrigatória por lei (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Do início da execução, até a entrega de uma edificação é fundamental alcançar o padrão máximo de qualidade. Dessa forma é imprescindível que os locais sejam bem fiscalizados, certificando que todas as falhas de construção sejam observadas e, posteriormente, corrigidas (BELGO, 2018).

Um dos métodos mais praticados é a análise e o reconhecimento do local, tendo em vista os elementos que constituem uma edificação, seja na fase de construção, ou depois de pronta. Esse método é a vistoria técnica na construção civil, que serve como um registro das condições encontradas no local vistoriado (BELGO, 2018).

A vistoria pondera a necessidade de registrar as particularidades de cada edificação, atuando como um parâmetro que será analisado por construtoras, compradores e especialistas da área de engenharia. Este trabalho será utilizado para ações preventivas, corretivas e inclusive como garantia jurídica aos envolvidos (BELGO, 2018).

Edificações mais antigas demandam de cuidados especiais, diferentes do praticado em construções modernas. Desse modo, para que uma edificação conserve suas qualidades relacionadas à segurança, desempenho e seu valor patrimonial, devem-se seguir principalmente cuidados acerca das manutenções e, caso haja, modificações a serem executadas (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

No município do Rio de Janeiro, a maioria dos edifícios são bem construídos, mas ainda assim, a ausência de conservação, a execução de obras sem a orientação de um profissional especializado, e a má utilização da construção são as principais causas dos acidentes ocorridos (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Em 2012 a cidade do Rio de Janeiro foi palco de notícias de desabamentos de prédios, como o ocorrido no edifício Liberdade, na Avenida Treze de maio, centro do Rio de Janeiro. A ruína deste prédio de vinte andares aconteceu no dia 25 de janeiro de 2012, e culminou no colapso de outros prédios adjacentes, o Edifício Colombo com dez andares, e parte de um sobrado de quatro andares que, como consequência, destruiu a bilheteria do Teatro Municipal (SOUZA, 2018).

Sendo assim, se faz necessário um maior conhecimento sobre este assunto para os especialistas da área, bem como maior divulgação para obtenção de mais investimentos e a preocupação, a ponto de que as medidas a serem tomadas sejam preventivas e não corretivas.

Visto a relevância da vistoria predial para a segurança da edificação, é de suma importância que a legislação seja efetivamente cumprida pela sociedade, e que inspeções e manutenções sejam também realizadas (SOUZA, 2018).

Para a elaboração deste artigo, foram utilizados dois métodos, o empírico, que advém do conhecimento pelas experiências do autor deste

artigo, e dedutivo, que advém do estudo geral para o particular, e através do raciocínio lógico.

O estudo qualitativo foi realizado através de levantamentos bibliográficos sobre o tema, com base em cartilhas fornecidas pelo CREA/RJ (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro), na legislação vigente no Rio de Janeiro (leis estaduais, municipais e decretos) e em livros, artigos e notícias publicadas sobre o referido tema.

O objetivo deste artigo é apresentar a importância da Autovistoria Predial. Os objetivos específicos são como proceder diante das legislações em vigor no município do Rio de Janeiro, com foco em definir os aspectos técnicos de uma vistoria (o que deve ser vistoriado e como vistoriar com eficácia), e como elaborar um laudo técnico de vistoria que atenda tanto ao proponente e a concedente.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A vistoria técnica predial

A Inspeção Predial é uma ferramenta fundamental de diagnóstico e enfoque na qualidade das edificações. Distinguir as anomalias, falhas de conservação e avarias de uso, além de abordar os sistemas das edificações, classificá-las pela prioridade técnica em relação a intervenção e fornecer subsídios fundamentais para permitir ao inspetor predial ou representante legal da edificação o gerenciamento das ações de manutenção, reformas, enfim, cumprir o plano de conservação predial associado ao programa de intervenções primárias, visando a preservação do patrimônio em sua vida útil, aplicável a todas as edificações, independentemente da tipologia e idade (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2013).

O principal objetivo da autovistoria é avaliar a edificação de forma preliminar e preventiva. Esse diagnóstico deve ser realizado tanto em construções antigas (prontas), quanto em estruturas em fase de construção, com a geração de relatórios, e em posse das informações essenciais sobre a situação do local (BELGO, 2018).

Basicamente, a Autovistoria Predial se divide em três fases: execução da vistoria técnica predial; elaboração do laudo técnico, onde devem ser retratadas todas as condições da edificação analisada; e comunicação à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Após a vistoria deverá ser elaborado um relatório técnico, conhecido como o Laudo Técnico de Vistoria Predial - LPTV, apresentando as informações do condomínio, no qual deverá contemplar a análise de elementos e equipamentos existentes no prédio, o seu funcionamento, estado atual e problemas encontrados (COSENZA, 2017).

Recomenda-se ao profissional responsável pela vistoria e elaboração do laudo, que escolha uma equipe multidisciplinar, independentemente do tipo e tamanho do prédio a ser vistoriado (COSENZA, 2017).

Verificar previamente a existência de laudos técnicos anteriores, ou documentações que registrem o acontecimento de acidentes ou irregularidades, tais como: incêndios, anomalias estruturais, obras e laudos da Defesa Civil (CARTILHA LTPV, 2014).

Devem ser vistoriados todos os ambientes do condomínio, externos e internos, dando atenção especial as estruturas, instalações, acabamentos e sistemas de combate a incêndio (COSENZA, 2017).

Aspectos legais e realização da vistoria

Diante da necessidade da realização de vistorias técnicas preventivas e corretivas no Rio de Janeiro, foram instituídas leis para regulamentar e determinar a obrigatoriedade da realização do mesmo (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

Segundo a PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2019), no aspecto legal que o tema demanda, buscou-se as principais leis em vigor:

- No âmbito municipal, a Lei complementar nº 126 de 26 de março de 2013.
- No âmbito municipal, o Decreto nº 37.426 de 11 de julho de 2013.
- No âmbito estadual, a lei nº 6400, de 05 de março de 2013.

Em 05 de março de 2013 foi instituída a estadual Lei nº 6.400, que determina a realização periódica por autovistoria, a ser realizada pelos condomínios ou por proprietários dos prédios residenciais, comerciais e pelo poder público, e cria laudo técnico de vistoria predial no estado do Rio de Janeiro (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

Art. 1º Fica instituída, no Estado do Rio de Janeiro, a obrigatoriedade de autovistoria, decenal, pelos condomínios ou proprietários dos prédios residenciais, comerciais, e pelos governos do Estado e dos municípios, nos prédios públicos, incluindo estruturas, subsolos, fachadas, esquadrias, empenas, marquises e telhados, e em suas instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, eletromecânicas, de gás e de prevenção a fogo e escape e obras de contenção de encostas, com menos de 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, a contar do "habite-se", por profissionais ou empresas habilitadas junto ao respectivo Conselho Regional de Engenharia, e Agronomia - CREA ou pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro - CAU/RJ. LEI ESTADUAL Nº 6.400 DE 05 DE MARÇO DE 2013.

Em 26 de março de 2013 a Lei Complementar nº 126/2013, no âmbito municipal, tornaram obrigatória a prática de vistorias técnicas periódicas pelos responsáveis por imóveis no Município do Rio de Janeiro (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019):

Art. 1º Fica instituída a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas periódicas, com intervalo máximo de cinco anos, nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro, para verificar as suas condições de conservação, estabilidade e segurança e garantir, quando necessário, a

execução das medidas reparadoras. LEI COMPLEMENTAR Nº 126 DE 26 DE MARÇO DE 2013.

Em 12 de julho de 2013 foi publicado o Decreto Municipal nº 37.426/2013, que regulamenta a Lei Estadual nº 6.400/2013 e a Lei Complementar nº 126/2013 e instituiu os diversos prazos e procedimentos a serem observados por ocasião da realização das vistorias técnicas (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019):

Art. 1º Ficam os responsáveis pelas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro, inclusive as edificações tombadas, preservadas e tuteladas, obrigados a realizar vistorias técnicas periódicas, com intervalo máximo de cinco anos, para verificar as condições de conservação, estabilidade e segurança e garantir, quando necessário, a execução das medidas reparadoras.

Art. 2º A vistoria técnica deverá ser efetuada por engenheiro ou arquiteto ou empresa legalmente habilitados nos respectivos Conselhos Profissionais, CREA/RJ ou CAU/RJ, que elaborará o Laudo Técnico atestando as condições de conservação, estabilidade e segurança.

Art. 6º Feita a vistoria técnica, sendo verificada a existência de risco iminente para o público, o responsável pelo imóvel deverá, imediatamente, providenciar as obras necessárias para sanar o risco, que deverão ser acompanhadas por profissional habilitado, sem prejuízo da imediata comunicação do fato à Defesa Civil para verificar se é necessário o isolamento da área.

Art. 7º As obras internas nas unidades do condomínio, que possam modificar a estrutura existente do prédio, deverão ser obrigatoriamente comunicadas ao responsável pelo prédio e realizadas com o acompanhamento de profissional técnico legalmente habilitado. DECRETO Nº 37.426 de 11/07/2013.

Diante das Leis e Decretos regulamentados no município do Rio de Janeiro foram estipulados prazos e critérios (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019):

- Em prédios com menos de vinte e cinco anos de vida útil, a contar do habite-se devem ser realizadas de dez em dez anos.
- Em prédios com mais de vinte e cinco anos de vida útil, devem ser realizadas de cinco em cinco anos.

Pontos de verificação na vistoria

Vistoria em estruturas

As vistorias na construção civil devem analisar principalmente os elementos estruturais. Trata-se de um diagnóstico abrangedor, pois

consideram-se desde os elementos estruturais, que sustentam a edificação, e findam em itens de acabamentos, nos quais são interferidos por anomalias estruturais, como exemplo as alvenarias e esquadrias (BELGO, 2018).

Nessa investigação é importante avaliar as condições do local e analisar se os insumos utilizados nas estruturas, como o concreto, seguem os padrões de qualidade. Sempre comparar as informações descritas em projeto com o que foi executado (BELGO, 2018).

Identificar os elementos estruturais de sustentação e como esses esforços são transmitidos a estrutura. Verificar se há presença de eflorescência ou qualquer outra patologia nas estruturas (COSENZA, 2017).

Em análises de vigas-pilares e lajes-pilares verificar principalmente suas bases e ligações com outros elementos estruturais, bem como sua conexão com alvenarias, presença de deformação, e/ou rachaduras, fissuras e trincas (COSENZA, 2017).

Para os elementos estruturais em balanço, como varandas e marquises especialmente, atentar-se as deformações aparentes, cargas acidentais e outras características que possam induzir potencialmente a ruína do elemento. Na ocorrência de dúvidas quanto à estabilidade da peça, deve-se realizar ensaios específicos para a verificação da capacidade estrutural (COSENZA, 2017).

Vistoria em diferentes instalações

A vistoria das instalações elétricas concentra as verificações de lâmpadas, interruptores, tomadas, equipamentos e fiações. A fiscalização deve verificar se as instalações estão apropriadas para uso (BELGO, 2018).

É imprescindível averiguar a existência de cabos ou fios soltos e desgastados, e se todas as instalações estão conforme os padrões exigidos. Analisar se existem pontos de luz adequados, a distribuição de tomadas, e se o padrão de energia fornecido está conforme as normas de segurança (BELGO, 2018).

As instalações hidráulicas englobam todos os itens que se conectam com a vazão hídrica predial. No momento da vistoria deve ser observado se existem vazamentos nas tubulações ou se existem canalizações com defeitos. Este processo se estende a todos os materiais nas instalações, como pias, vasos sanitários, torneiras, chuveiros, entre outros pontos de distribuição de água (BELGO, 2018).

No decorrer da vistoria nas instalações hidráulicas é fundamental analisar se as instalações estão devidamente conservadas, bem como se o fluxo de distribuição de água é satisfatório (BELGO, 2018).

A avaliação e inspeção nas instalações de gás, abrangerão tanto na utilização de gás natural fornecido por concessionárias, como a utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP) fornecido por várias distribuidoras particulares (BELGO, 2018).

Vistorias em Acabamentos

Verificar se existem falhas nos revestimentos externos e internos, marcas de infiltração e umidade (soltos ou estufados), fissuras e furos não vedados. Verificar se elementos externos nas fachadas estão devidamente fixados (COSENZA, 2017).

Na vistoria, atenção deve ser dada as esquadrias em geral, devendo observar os seguintes itens (COSENZA, 2017):

- Janelas: ter fácil abertura, com boa fixação, sem elementos soltos, vedação uniforme, parapeitos devidamente fixados,
- Venezianas inteiriças, sem vidros quebrados e quaisquer materiais que possam ocasionar risco de queda.
- Portas: de fácil abertura; nas portas de medidores de gás (PI) e quadro de marcadores de luz (PC), verificar se não há facilidade no acesso de pessoas não autorizadas.
- Aberturas de ar-condicionado: verificar fixação dos aparelhos e drenos devidamente vedados (principalmente nas instalações de máquinas para split que ficam expostas na fachada).
- Portões automáticos: verificar o funcionamento e se há necessidade de manutenção.

Sistema de combate a incêndio

Analisar os subsistemas prediais, principalmente os elementos hidráulicos, que fazem a alimentação do sistema, a fim de evitar e identificar possíveis falhas quanto ao não funcionamento adequado, e gerando riscos quando for necessária sua utilização para o combate a incêndios (COSENZA, 2017).

No início da vistoria analisar todas as documentações pertinentes e confirmar se o condomínio possui o AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros). É imprescindível que o sistema de prevenção e combate a incêndios predial esteja em conformidade com a legislação vigente (COSENZA, 2017).

Os principais elementos que formam esse sistema devem ser inspecionados para que a ação de todo o conjunto seja eficaz na prevenção e no combate ao incêndio, como por exemplo extintores, hidrantes, mangotinhos, chuveiros automáticos, iluminação e saídas de emergência (COSENZA, 2017).

Frequentemente encontramos situações em que as falhas, e anomalias nesses sistemas ocorrem devido à falta de manutenção preventiva (COSENZA, 2017).

Elaboração de laudo técnico

Após a conclusão das verificações na construção, deverá ser feito o relatório técnico, também conhecido como o Laudo Técnico de Vistoria Predial – LPTV, no qual é elaborado pelo profissional responsável pela vistoria, descrevendo detalhadamente o que foi realizado e explicando as conclusões que se deseja alcançar. Neste sentido, este documento terá o propósito de atestar a realização da inspeção, assim como das condições atuais da edificação (IBAPE, 2012).

Segundo o IBAPE (2012), os tópicos essenciais para elaboração do laudo técnico são:

- Identificação do solicitante;
- Classificação do objeto da inspeção;
- Localização;
- Data da Diligência;
- Descrição Técnica do objeto;
- Tipologia e Padrão Construtivo;
- Utilização e Ocupação;
- Idade da edificação;
- Nível utilizado;
- Documentação solicitada, documentação entregue e documentação analisada;
- Descrição do Critério e Método da Inspeção Predial;
- Das informações gerais consideradas;
- Lista de verificação dos elementos construtivos e equipamentos vistoriados, descrição e localização das respectivas anomalias e falhas constatadas;
- Classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco;
- Indicação de prioridade;
- Avaliação da conservação e condições de uso da edificação e dos sistemas construtivos;
- Recomendações técnicas;
- Recomendações gerais e de sustentabilidade;
- Relatório Fotográfico;
- Recomendação do prazo para nova Inspeção Predial;
- Data do laudo;
- Assinatura do profissional responsável, acompanhado do nº do CREA ou do CAU;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT);

O laudo técnico deve certificar as condições da edificação e estar obrigatoriamente acompanhado de seus respectivos Registros de Responsabilidade Técnica (RRT), CAU/RJ, ou Anotações de

Responsabilidade Técnica (ART), CREA-RJ, devendo serem entregues aos responsáveis pela edificação, que repassará as informações aos moradores, proprietários e usuários do local (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

O laudo deve ser armazenado para consulta pelo no prazo de vinte anos, em local de fácil acesso e visível (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Se engenheiro responsável pela autovistoria indicar a necessidade de obras de reparos, após a conclusão das vistorias, deve ser desenvolvido um laudo técnico complementar, que informe essas modificações realizadas, e assegure as condições de conservação, estabilidade e segurança após as obras de reparo (IBAPE, 2012).

As fotografias são imprescindíveis na elaboração do laudo técnico, principalmente nos locais em que forem identificados os problemas, e deste modo, ser possível indicar devidamente o erro, para alcançar a correção das falhas construtivas (BELGO, 2018).

A solicitação de documentos para confecção do laudo técnico e vistoria será de iniciativa dos engenheiros responsáveis. Deve-se exigir principalmente os projetos de fundação e estruturas, instalações elétricas, hidráulicas, esgotamento sanitário e arquitetura predial. O condomínio deverá apresentar toda a documentação e providenciar, se necessário, a elaboração de plantas (CARTILHA LTPV, 2014).

A análise do grau de risco está associada a natureza do elemento construtivo, a partir da análise das falhas e anomalias construtivas verificadas na vistoria, considerando os riscos apresentados aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da autovistoria predial (COSENZA, 2017).

Nesse sentido, se tem a seguinte classificação de graus de risco (COSENZA, 2017):

- **CRÍTICOS**, caracterizam-se por provocar danos à saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente. Apresentam perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento nos custos, comprometimento sensível de vida útil predial e desvalorização acentuada.
- **REGULARES**, são aqueles que provocam a perda de funcionalidade sem gerar prejuízos à operação direta dos sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização.
- **MÍNIMOS**, que são aqueles que geram pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de ter baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Responsabilidades

Em suas particularidades técnicas e procedimentais, a autovistoria predial na construção civil só deverá ser realizada por profissionais

legalmente habilitados, como engenheiros civis e arquitetos, com registros em seus respectivos conselhos (BELGO, 2018).

No momento da escolha do profissional que realizará a vistoria, deve-se levar em consideração o tipo de inspeção a ser realizada, e os ambientes a serem vistoriados. Assim será possível contratar um especialista para a atividade desejada (BELGO, 2018).

No decorrer da execução da autovistoria, o profissional deverá seguir métodos devidamente planejados, para reunir o máximo de informações essenciais, e assim assegurar as condições do local, incluindo testes de qualidade e relatórios fotográficos (BELGO, 2018).

Exime-se de qualquer responsabilidade técnica a empresa ou profissional, quando as observações e orientações existentes no Laudo de Inspeção Predial não forem implementadas pelo proprietário ou responsável legal da edificação, bem como por qualquer anomalia e falha decorrente de deficiências de: projeto, execução, especificação de materiais, e/ou deficiência de manutenção, bem como qualquer outra alheia ao trabalho de inspeção procedido (IBAPE, 2012).

Exime-se de qualquer responsabilidade técnica a empresa ou profissional, sobre a análise de elementos, componentes, subsistemas e locais onde não foi possível executar a Inspeção Predial. Deve-se explicitar a redação específica desses impedimentos no laudo (IBAPE, 2012).

Protocolo na prefeitura e encerramento da vistoria

O responsável pela edificação deve informar à prefeitura a conclusão do laudo técnico e a avaliação que constate que a edificação dispõe de condições satisfatórias para uso, no que se refere a estabilidade estrutural, segurança e preservação (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

No entanto, se o laudo técnico recomendar a execução de obras de reparo para a adequação do imóvel, o período estabelecido para o cumprimento dessas intervenções deve ser informado ao órgão (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

O profissional responsável pela autovistoria poderá protocolar, a qualquer momento, se o resultado do laudo técnico recomendar a necessidade de obras de reparos na edificação (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Após o término das obras de reparo, deve ser elaborado o laudo técnico complementar comprovando que o imóvel se encontra em condições satisfatórias de conservação, estabilidade e segurança, e o mesmo deverá ser comunicado novamente a prefeitura (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2014).

Deste modo, autovistoria predial estará concluída e deverá ser repetida no prazo máximo de 5 (cinco) anos. (CARTILHA LTPV, 2014)

Os comunicados das autovistorias prediais são enviados à Coordenação Geral de Fiscalização de Manutenção Predial da Secretaria Municipal de Urbanismo, órgão incumbido de conduzir o cadastro eletrônico, por meio de preenchimento do formulário online à disposição no site da

Prefeitura, na página da Secretaria Municipal de Urbanismo, ou acessando diretamente o processo digitando: www.rio.rj.gov.br/smu/vistoriatecnica (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

ESTUDO DE CASOS - PERCEPÇÃO DAS PARTES ENVOLVIDAS: O PODER PÚBLICO E PROFISSIONAIS HABILITADOS

O processo de vistoria das edificações no Município do Rio de Janeiro se tornou obrigatório a partir de 2014 e determinados personagens estão diretamente envolvidos na eficácia dessa mudança. Por isso, é fundamental conhecer a percepção desses agentes quanto ao tema e o advento dessa legislação (SOUZA, 2018).

Posicionamento do poder público frente à Autovistoria

Quanto ao ente público municipal

No âmbito municipal, a Lei Complementar nº 126/2013, estabelece a exigência da realização de vistorias técnicas das edificações pertencentes ao Município do Rio de Janeiro, bem como, sua periodicidade e as penalidades decorrentes do seu descumprimento pelos responsáveis dos imóveis (SOUZA, 2018).

São passíveis de aplicação de multas as situações abaixo (SOUZA, 2018):

- I – O não cumprimento da autovistoria no prazo estipulado;
- II - A não elaboração de laudo técnico que ateste condições satisfatórias da edificação, após o prazo informado para as medidas corretivas;
- III - A não comunicação ao município que o imóvel se encontra em condições apropriadas para uso.

A penalidade multa aplicada nessa situação é renovada mensalmente, enquanto perdurar a obrigação não atendida. Nesse sentido, fica evidente a preocupação do poder executivo de zelar pelas edificações, para que possuam as condições de equilíbrio, segurança, durabilidade devidamente atestadas (SOUZA, 2018)

Contudo, um baixo quantitativo de edificações buscou estar em estado de conformidade com a legislação, e nesse cenário, o posicionamento do governo em relação ao método de fiscalização para garantir a realização das Autovistorias no município ainda se mantém inalterado apesar dos resultados (SOUZA, 2018).

Quanto ao ente público estadual

De forma análoga ao ente municipal, o Agente Estadual manifesta seu apoio à autovistoria por meio da edição de leis. Notadamente, a Lei nº 6.400, de 05 de março de 2013 (SOUZA, 2018).

Assim, o Estado mediante o seu poder regulatório determina a realização periódica por autovistoria, a ser efetuada pelos responsáveis e/ou proprietários dos imóveis residenciais, comerciais, e pelo poder público em edifícios públicos, incluindo estruturas, acabamentos, fachadas, instalação, coberturas e telhados, e em obras de contenção de encostas, criando o Laudo Técnico de Vistoria Predial (LTVP) no Estado do Rio de Janeiro (SOUZA, 2018).

Portanto, há coerência normativa entre os diferentes órgãos do governo, que embasa e consolida a autovistoria (SOUZA, 2018).

Posicionamento do responsável pelo imóvel

A execução da autovistoria predial é dever do responsável pelo imóvel, sendo esta do condomínio, do proprietário ou do morador do imóvel, conforme dispõe a Lei Municipal Complementar nº 126/2013 (SOUZA, 2018).

Entretanto, o quantitativo de edificações que se encontram em inconformidade com a legislação, após 5 (cinco) anos de vigência da obrigatoriedade, ainda é bastante elevado (SOUZA, 2018).

Diante desse cenário de descumprimento, o SECOVI, em 2014, realizou um estudo para identificar os motivos do fraco engajamento do mercado às novas regras impostas. A partir do universo amostral de 786 condomínios foram apurados os seguintes dados: 23% declararam falta de recursos; 16% falta de previsão para execução do serviço e 16% pretendiam realizar a autovistoria antes do fim do prazo, mas não entendiam bem a lei, o escopo e nem haviam procurado um prestador de serviço habilitado (SOUZA, 2018).

Tal pesquisa evidenciou certa resistência para o atendimento às normas, entretanto, esse percentual vem diminuindo ao longo do tempo e à medida que a lei vai se firmando na sociedade (SOUZA, 2018).

Posicionamento dos profissionais legalmente habilitados

Com o objetivo de identificar a percepção dos profissionais habilitados quanto o advento das novas regras, foram analisadas posições de membros do CAU-RJ e o CREA-RJ por meio de entrevistas com tais agentes, sobre a nova legislação e o papel do poder público:

Segundo o entrevistado, Jeferson Salazar, CAU-RJ, a aplicação de multa prevista em lei é mais educativa do que punitiva, mas a fiscalização da Prefeitura é essencial para o efetivo cumprimento da lei (SOUZA, 2018).

Segundo o entrevistado, Agostinho Guerreiro, CREA-RJ, a legislação é excelente, mas houve falhas estratégicas, à medida que concedeu um prazo exíguo para a adequação das edificações à norma (SOUZA, 2018).

Numa segunda perspectiva, o entrevistado, Manoel Lapa, CREA-RJ, dá ênfase a uma abordagem mais técnica sobre a vistoria predial. No seu ponto de vista, a legislação à medida que impõe penalidades, também deveria ser mais clara quanto às atribuições e os itens a serem vistoriados, uma vez que são observados os parâmetros estruturais e no caso de acidentes por quaisquer outros motivos, esse profissional poderá ser responsabilizado com culpa (SOUZA, 2018).

Itens comuns relevantes para os agentes envolvidos

A percepção de validade da autovistoria

As entidades de classes, como observado ao longo do capítulo, apoiam a exigência de análise especializadas das edificações, bem como a importância das autovistorias (SOUZA, 2018).

Nesse sentido, o CAU-RJ (2016), cita acidentes havidos no Rio de Janeiro e São Gonçalo, com vítima fatal, devido ao desabamento de marquises. Tais episódios ocorreram em razão da ausência de manutenção adequada e de prevenção de acidentes nas edificações por profissional especializado (SOUZA, 2018).

Em entrevista, o síndico André Castelo Branco, do Condomínio Porto Seguro, em Ipanema, declarou ter contratado uma empresa de autovistoria para promover as análises na edificação de que é o responsável, o que evidencia a preocupação com a segurança e das estruturas prediais não somente pelos profissionais especializados, mas também da sociedade (SOUZA, 2018).

O modo de fiscalização e cobrança de multas

Decorrido um ano após a obrigatoriedade legal de autovistoria das edificações, apenas 134 multas foram aplicadas, entretanto, somente vinte e sete foram pagas de fato, conforme dados disponibilizados pelo Jornal O Globo. Esse dado sustenta a narrativa de ineficiência do governo na estruturação de um sistema confiável para a fiscalização e acompanhamento das edificações associada a certa inércia de atuação pelos responsáveis na contratação de autovistorias (SOUZA, 2018).

Nesse cenário, o engenheiro especializado em inspeção predial, David Guretz em entrevista, dá ênfase que uma fiscalização mais eficiente poderia culminar em uma maior participação social, uma vez que os órgãos públicos ficam restritos as verificações das unidades que promoveram suas vistorias e apresentaram laudos, deixando de avaliar as edificações que não tomaram qualquer medida e precisam ser sensibilizadas da necessidade de realização de vistorias prediais regulares (SOUZA, 2018).

Contudo, mesmo diante dessa representatividade baixa, não há indícios de andamento de uma reforma no procedimento de fiscalização às edificações pela administração pública, embora as entidades de classe tenham se manifestado sobre essa necessidade (SOUZA, 2018).

O alcance da lei entre a população

Fica perceptível a dificuldade que essa nova prática está enfrentando em criar raízes entre os deveres habituais dos administradores de imóveis (SOUZA, 2018).

De acordo com a opinião do Engenheiro Civil, Manoel Lapa, CREA-RJ, é preciso considerar que os imóveis que mais necessitam de autovistoria por profissionais especializados estão em regiões mais pobres (SOUZA, 2018).

Neste sentido, um dos fatores que podem estar atuando na difusão abaixo do esperado da autovistoria no município pode não ser necessariamente apenas a falta de alcance do Governo, mas também a forte desigualdade da região. Neste ponto, vale lembrar que os bairros de maior adesão à nova legislação foram Copacabana, Tijuca e Barra da Tijuca, que são áreas com alto poder aquisitivo (SOUZA, 2018).

O arquiteto Sydnei Dias Menezes, presidente do CAU-RJ, considera que há uma questão cultural da população acerca do baixo índice de realização das autovistorias, para ele não existe o costume de se contratar arquitetos ou profissionais habilitados para fazerem as obras e a lei que impõe as vistorias prediais não prepara a sociedade para o entendimento de que é fundamental possuir um acompanhamento permanente de um profissional em qualquer serviço referente ao campo de obras e reformas (SOUZA, 2018).

Em suma, fatores como o custo de realização da autovistoria, a tradicional cultura de informalidade nesse segmento de mercado, somada a ausência de conscientização dos indivíduos se aliam na formulação do caso de ineficácia da legislação e devem ser confrontados em conjunto para resolução dessa situação (SOUZA, 2018).

CONCLUSÃO

Com a criação da Lei nº 6.400, Lei complementar nº 126 e o Decreto nº 37.426, o município do Rio de Janeiro teve um grande benefício, no que tange a segurança das edificações.

Os acidentes ocorridos depõem a favor da implementação de uma legislação que torne obrigatória a execução da manutenção predial nas edificações. Neste sentido, a implementação da legislação atua como grande incentivo para os profissionais responsáveis pela execução da vistoria predial.

Uma vez que há a necessidade da execução da autovistoria predial é necessário que ela seja realizada por profissional legalmente capacitado e

habilitado, e caso não seja, este fato pode acarretar custos e riscos aos que residem no local.

Além disso, o decreto é um grande benefício para a manutenção predial no Rio de Janeiro, não apenas como incentivo, mas como redutor dos custos aplicados nesta área. A realização de vistorias periódicas auxilia os síndicos e moradores a fazer um plano de manutenção para a edificação, os reparos serão realizados na maioria dos casos sem caráter emergencial. Dessa forma, os custos de manutenção serão, na maioria das vezes, inferiores aos casos em que há o colapso ou falhas totais dos componentes construtivos, representando economia e o mais importante, a segurança para os moradores.

No entanto, ao fazer uso da legislação para execução da autovistoria predial, uma das dificuldades encontradas por profissionais da área reside na falta de padronização, tanto dos procedimentos quanto na documentação que deve ser apresentada como laudo.

É importante salientar que a vistoria na construção civil é um procedimento de registro, e ao final deve originar em um relatório detalhado sobre o local vistoriado.

O laudo técnico predial impreciso é nocivo à verificação da segurança, e deste modo, essa incoerência no procedimento, reconhecida por diversos profissionais da área, deve ser acompanhada e modificada para que sua prática seja adequada.

O poder público deve considerar a complexidade do tema e atuar através de seus órgãos fiscalizadores em direção não somente ao cumprimento da lei, mas também para que a manutenção predial seja executada com eficiência e com a qualidade esperada, e que por fim, resulte em benefícios cada vez mais notórios para todos os intervenientes do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BELGO B. A. **Vistoria Na Construção Civil: O Que É E Qual Sua Importância Para O Projeto?** 2018. Disponível em: <<https://blog.belgobekaert.com.br/vistoria-na-construcao-civil-o-que-e-e-qual-sua-importancia-para-o-projeto/>> Acesso em 16 de setembro de 2019.

CARTILHA AUTOVISTORIA. **Avaliação Predial (Síndicos e administradores; Arquitetos e engenheiros)**. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://autovistoria.rio.rj.gov.br/public/download/CartilhaAutovistoria.pdf>> Acesso em 23 de novembro de 2019.

CARTILHA LTPV, **Cartilha de Autovistoria Predial e Laudo Técnico de Vistoria Predial**. CREA-RJ. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.gjengenharia.eng.br/gjengenharia/images/Cartilha-LTVP_WEB_ok.pdf> Acesso em 08 de março de 2020.

CAU-RJ 2016. CAU/RJ **Ressalta importância da autovistoria em edificações**. Rio de Janeiro, 19 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://www.caurj.gov.br/caurj-ressalta-importancia-da-autovistoria-em-edificacoes/>> Acesso em 08 de março de 2020.

COSENZA, L. **Guia de Procedimentos – Elaboração de Laudo Técnico de Vistoria Predial (LPTV)**. SENGE-RJ. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/portalsenge_prod_assets/documents/244/original/GUIA_DE_PROCEDIMENTOS_-_AUTOVISTORIA.pdf?1433958070> Acesso em 23 de novembro de 2019.

DECRETO Nº 37.426 de 11/07/2013. Disponível em: <<http://autovistoria.rio.rj.gov.br/decretoregulamentador.php>> Acesso em 08 de março de 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA - IBAPE. **Norma De Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://ibapenacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3oPredialIBAPE-Nacional.pdf>> Acesso em 23 de novembro de 2019.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **Diretrizes Técnicas de Inspeção Predial (DTPC)**. São Paulo. 2013. Disponível em <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wpcontent/uploads/2017/10/arqnot8007.pdf>> Acesso em 23 de novembro de 2019.

LEI COMPLEMENTAR Nº 126 DE 26 DE MARÇO DE 2013. Disponível em: <<http://autovistoria.rio.rj.gov.br/lei126-2013.php>> Acesso em 08 de março de 2020.

LEI ESTADUAL Nº 6.400 DE 05 DE MARÇO DE 2013. Disponível em: <<http://autovistoria.rio.rj.gov.br/lei6400-2013.php>> Acesso em 08 de março de 2020.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Vistoria Técnica de Edificações**. 2019. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://autovistoria.rio.rj.gov.br/>> Acesso em 23 de novembro de 2019

SOUZA, M. **Panorama da Autovistoria no Rio de Janeiro: Inspeção E Manutenção De Edificações Multiresidenciais: 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 Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025463.pdf>> Acesso em 05 de abril de 2020.

Amanda Faria Lacopo
UNISUAM

Pablo de Paiva Borges de Araújo
UNISUAM

Flávia da Silva
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo explicar o processo de instalação hidráulica de água potável para água fria e água quente, em paredes de concreto, utilizando um método tradicional e um método moderno, o PEX, fazendo uma comparação entre os mesmos através de um estudo de caso, para assim apresentar a viabilidade de uso dos mesmos. No estudo de caso sabe-se que o processo adotado foi o moderno, portanto o método tradicional será feito uma simulação, a fim de analisar esses processos executivos, comparar custos, tempo de execução e identificar as vantagens e desvantagens desse sistema, a fim de concluir se realmente o novo método é adequado para a necessidade desse modelo construtivo com paredes de concreto. Depois de apresentados esses métodos se expõem cada processo executivo a este estudo.

Palavras-chave: Parede de Concreto; Instalação Hidráulica; PEX.

INTRODUÇÃO

Devido à nova realidade da construção civil onde se exige cada vez mais velocidade e qualidade nas construções, novos métodos construtivos têm surgido, a fim de atender a essa realidade. Um deles é o sistema de paredes de concreto que vem revolucionando e acelerando a maneira de construir, onde para que isso seja possível o campo das instalações tem que acompanhar esse progresso se reinventando com novas tecnologias e também novos métodos para aplicação. Uma dessas novas tecnologias de instalações hidráulicas em paredes de concreto tem sido empregada no cenário nacional por uma empresa brasileira.

Em obras de paredes de concreto a instalação hidráulica é feita depois que o apartamento foi concretado, para futuramente evitar rompimentos e entupimentos, deixando apenas tubos corrugados na laje para se fazer a passagem e sendo fechada em shafts e sancas. Assim sendo, qual

método utilizar (tradicional ou moderno) para a instalação hidráulica de água potável em empreendimentos multifamiliares de parede de concreto, levando em conta a viabilidade?

A inserção de uma nova tecnologia para instalação hidráulica em empreendimentos de parede de concreto no mercado, vem como uma grande possibilidade para aumentar a eficiência hidráulica e a diminuir custos e prazos, principalmente em empreendimentos padronizados. Por se tratar de uma tecnologia nova e de qualidade, o Pex se expande cada vez mais no mercado. Neste estudo será realizada uma simulação de aplicação dos métodos tradicionais para que se possa comparar com o método moderno que vem sendo aplicado pela construtora, através de um estudo de caso que também foi realizado por esta empresa, para que se possa fazer um levantamento entre esses principais métodos de instalações hidráulicas, ambos focados em água potável. Serão apresentados os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento, mostrando que o método moderno é o mais indicado para edificações de paredes de concreto, expondo nas conclusões as principais vantagens e desvantagens, além das considerações finais e propostas para trabalhos futuros

O presente trabalho tem o objetivo demonstrar a viabilidade da utilização do Policloreto de Vinila (PVC), Policloreto de Vinila Clorado (CPVC) e o Polietileno Reticulado (PEX) em instalações hidráulicas em edificações de parede de concreto, destinada a famílias de baixa renda, através de um projeto já utilizado por uma empresa que atua no cenário nacional, em vários estados. Assim o intuito é avaliar a real valia da utilização do novo material, o pex em paredes de concreto, fazendo um comparativo com os materiais já conceituado no mercado o CPVC e o PVC.

Serão expostos esses materiais, suas características e como se aplicam esses métodos, tendo por base um modelo de projeto utilizado por uma construtora nacional, que vem trabalhando com esse sistema há cerca de anos. Para levantamento de dados o projeto será analisado item a item, falando sobre o preparo antes da concretagem para a passagem das tubulações, a colocação das conexões até o fechamento em shaft ou drywall.

No final do trabalho serão apresentados os resultados obtidos mostrando, em resumo, os custos, prazo e qualidade de cada um, também serão verificadas as vantagens e desvantagens de cada material.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Materiais para Instalações Hidráulicas

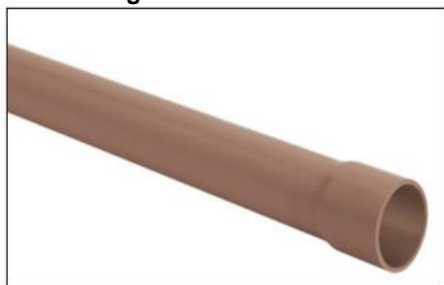
Policloreto de Vinila (PVC)

A utilização do PVC cresce rapidamente, cerca de 4 a 7% ao ano e esse crescimento rápido e sustentável não se deve somente a relação custo-

benefício do PVC, que, aliás, é excelente, mas também pelo fato de que não há nenhum outro material que possa ser modificado por aditivos na mesma extensão do PVC. Esse polímero pode ser processado com praticamente todas as tecnologias comuns (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2019).

O PVC é um dos plásticos mais utilizados atualmente, aplica-se para diversas finalidades como em garrafas, cabos elétricos e tubos, como apresentado nas figuras 1 e 2, onde mostra os dois principais tipos de tubos, o roscável e soldável. A produção do PVC tem como principal destino a construção civil e a base para a produção industrial deste material começou somente em 1912, por Fritz Klatte, segundo Benvic (2011).

Figura 1: PVC Soldável



Fonte: Catálogo Predial Amanco (2019)

Figura 2: PVC Roscável



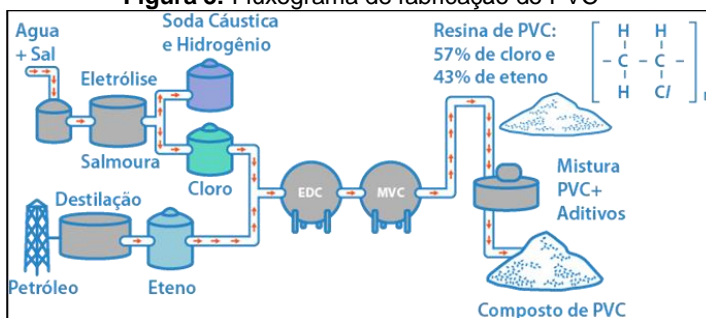
Fonte: Catálogo Predial Amanco (2019)

São dois os tipos de fornecimento de PVC os soldáveis e roscáveis, os soldáveis são fabricados em geral na cor marrom, utilizam um adesivo (cola) especial para efetuar a união entre os tubos e conexões e são mais empregados em instalações hidráulicas prediais, já os roscáveis geralmente vem na cor branca, possuem paredes mais espessas, usam roscas para se fazer a união e são mais utilizadas em instalações provisórias, devido ao sistema de rosqueamento. ambos os tipos de tubos são encontrados em 3 ou 6 metros. Segundo Salgado, os principais benefícios são a boa resistência a produtos químicos e a corrosão além de possuírem pouca rugosidade, gerando pouca perda de carga nas instalações e ainda a facilidade das instalações (SALGADO, 2010).

A figura 3 apresenta o processo na produção do PVC, onde mistura-se sal marinho, pelo processo de eletrólise, obtém-se o cloro, soda cáustica e hidrogênio. A eletrólise é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada (Salmoura). Assim se dá a obtenção do cloro, que representa 57% da resina de PVC produzida. Já o petróleo, representa 43% desta resina, passa por um caminho um pouco mais longo passa por uma destilação do óleo cru, obtendo-se aí a nafta leve que passa, então, pelo processo de craqueamento catalítico (quebra de moléculas grandes em moléculas menores com a ação de catalisadores para aceleração do processo), gerando-se a eteno. Tanto os cloros como a eteno estão na fase gasosa e eles reagem produzindo o DCE (Dicloro-Etano) (INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC, 2019).

A partir do DCE, obtém-se o MVC (Monômero Cloreto de Vinila), unidade básica do polímero. O polímero é formado pela repetição da estrutura monomérica). As moléculas de MVC são submetidas ao processo de polimerização, ou seja, elas vão se ligando formando uma molécula muito maior (Polímero), conhecida como PVC (Policloreto de Vinila), que é um pó muito fino, de cor branca, e totalmente inerte. A principal matéria-prima do PVC é o sal marinho, um recurso natural renovável (INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC, 2019).

Figura 3: Fluxograma de fabricação do PVC



Fonte: Instituto Brasileiro PVC (2019)

Existem diversas normas relacionadas aos materiais e serviços feitos em PVC, serão citadas apenas as normas relacionadas a instalações hidráulicas de água potável.

- ABNT NBR 5648: Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria - Requisitos;
- ABNT NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria;
- ABNT NBR 7665: Sistemas para adução e distribuição de água - Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica;
- ABNT NBR 6483: Conexões de PVC - Verificação do comportamento ao achatamento;
- ABNT NBR 7231: Conexões de PVC – Verificação do comportamento ao calor;
- ABNT NBR 5687: Tubos de PVC – Verificação da estabilidade dimensional.

Antes de começar o processo de execução é preciso que se saiba o tipo de tubo e conexão que será utilizado na instalação essas informações variam de acordo com a necessidade do projeto tanto no que desrespeito ao dimensionamento quanto ao layout do local. As dimensões dos tubos de PVC podem variar de acordo com o tipo de diâmetro. Existem muitas conexões no mercado, possuem muitos diâmetros e formatos tanto nas soldáveis como nas roscáveis, porém algumas são utilizadas com mais frequências.

Vale ressaltar que as conexões utilizadas em projeto são as soldáveis, pois as roscáveis são recomendadas para instalações provisórias,

e devido ao fato das conexões serem bem semelhantes, só serão vistas as soldáveis.

O processo do PVC soldável é bem simples, um de seus fabricantes disponibiliza em seu acervo de catálogos o processo de execução. Primeiramente deve-se cortar o tubo no esquadro e chanfrar a ponta, com uma lixa d'água, tirar o brilho das superfícies com o objetivo de melhorar as aderências a serem soldadas, limpar as superfícies lixadas com uma solução limpadora eliminando as impurezas que podem impedir a ação do adesivo, em seguida, aplicar com um pincel uma camada fina e uniforme de adesivo plástico na parte interna da bolsa, cobrindo apenas um terço da mesma e uma camada igual na parte externa do tubo, sem demora, juntar as duas peças, forçando o encaixe até o fundo da bolsa, logo após a junção das peças remover o excesso do adesivo e deixar secar (CATÁLOGO PREDIAL AMANCO, 2019)

A instalação dos registros em tubulação de PVC também é bem simples, primeiro é necessário determinar o alinhamento da tubulação e retirar a porca e a bolsa destacável, observando sempre o sentido do fluxo da água orientado no corpo do produto, em seguida, aplicar o adesivo plástico por igual na extremidade da bolsa do registro e na ponta do tubo, realizando depois a soldagem, seguidamente colocar a porca do registro na outra ponta do tubo e soldar a ponta destacável unindo a bolsa destacável no corpo do registro através da porca da bolsa, lembre-se que o aperto deve ser manual (CATÁLOGO PREDIAL AMANCO, 2019).

Policloreto de Vinila Clorado (CPVC)

O CPVC é muito bem-visto e vem sendo utilizado desde 1960 nos Estados Unidos da América e na Europa, usado principalmente para conduzir fluidos industriais além de água quente. Existem 8 diferentes comprimentos que podem ser conectados uns aos outros através de acoplamentos CPVC. Esses tubos são utilizados em sistemas que necessitam de uma alta resistência mecânica, a altas temperaturas e altos níveis de pressão (CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

Ainda segundo a Tigre para aumentar a segurança são seguidas as exigências da norma brasileira ABNT NBR 7198, condições extremas de pressão e temperatura. Recomenda-se ainda que esse sistema opere 80°C em Serviço, com picos de 95°C, portanto usa-se uma válvula térmica (CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

O CPVC contém todas as propriedades do PVC, sua produção é semelhante, com a diferença de que resiste a condução de líquidos sob pressão a alta temperatura por ter mais cloro em seu percentual. Exatamente pela necessidade de conduzir não somente água fria, mas também água quente se criou este material (TECNOLOGIA DO PVC, 2006).

Dentre todas as instalações hidráulicas que conduzem água quente a CPVC é a mais barata em todos os aspectos, tanto na hora da compra como na instalação e manutenção. Na hora de se fazer o transporte, manuseio e

estocagem é preciso que se tenha alguns cuidados com esse material como explica o Catálogo Predial Aquatherm Tigre (2018): “No transporte, os tubos devem ser apoiados em toda sua extensão e deve-se evitar curvâ-los, arrastá-los, batê-los ou ançá-los sobre o solo. Para a estocagem, os locais devem ter fácil acesso e ser à sombra, livre de ação direta ou exposição contínua ao sol” (SALGADO, 2010).

A ideia é evitar o aquecimento excessivo, a fim de evitar deformações nos tubos empilhados, as características do CPVC exigem esses transporte e estocagem especial devido suas propriedades (CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

Segundo a ABNT NBR 15884/2011 que estabelece os requisitos, inspeções e métodos de ensaio para fabricação e recebimento de conexões para sistemas prediais de distribuição de água quente e fria de policloreto de vinila clorado (CPVC) para o consumo humano, instalados por processo de soldagem química, com tubos fabricados de acordo com a ABNT NBR 15884-1, em aplicações e classificação de serviço.

As condições de serviço devem ser combinadas com as pressões de projeto (PD) de 900 KPa (estática + sob repressão) para temperaturas de até 70 °C e de 2 400 kPa (estática + sobre pressão) para uma temperatura de 20 °C. Os sistemas devem seguir as exigências da norma brasileira ABNT NBR 7198/1993 mesmo em condições extremas de pressão e temperatura. Há também as normas internacionais ASTM (American Society for Testing and Materials) D- 2846, F-439 e F-442 (as duas últimas para os diâmetros de 73 a 114mm, aplicadas a conexões e a tubos respectivamente), que se mostram mais exigentes que a norma brasileira. Este sistema é recomendado para operar na temperatura de serviço de 80°C, conduzindo água sob pressão de 60 m.c.a. e suportando temperaturas ocasionais de 95°C. (CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

O CPVC é bem parecido com PVC no que tange a sua tubulação e conexões, são elas soldáveis, pois é deste tipo que será aplicado ao projeto.

No processo de execução da tubulação a forma é igual a do PVC, porém nas juntas é preciso que se faça uma verificação antes da solda, observando o ajuste entre a ponta do tubo e da bolsa da conexão.

É fundamental que exista uma interferência entre as peças, pois não se estabelece a soldagem se não ocorrer pressão entre as superfícies (CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

O primeiro passo é aplicar um adesivo especial (diferente), na conexão e na ponta do tubo, fazer isso com auxílio de um pincel. Em seguida é preciso encaixar de uma vez as extremidades a serem soldadas e manter a junta sob pressão manual por um período aproximado de 30 segundos até que o adesivo tenha resistência.

No caso de reparo no sistema CPVC devido a um dano acidental, uma vez que esse produto não requer manutenção preventiva, devem-se utilizar as luvas soldáveis. Corta-se o tubo com comprimento semelhante aos das luvas, e também um novo seguimento de tubo no mesmo tamanho, em seguida utilize as duas luvas e coloque-as primeiramente nas extremidades

do novo trecho de tubo, depois é só soldar primeiramente na linha já existente e depois no novo trecho, é importante tomar algumas precauções como, no caso de eventuais excessos de adesivo devem ser retirados com uma estopa, não interferi na junta soldada nos primeiros 15 minutos e esperar por 24 horas para fazer o teste de pressão (CATALOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE, 2018).

Poliétileno Reticulado (PEX)

Atualmente é o método para condução de água potável, que vem se destacando no cenário nacional, principalmente quando o processo é em paredes de concreto, é utilizado na empresa que será estudada.

Há mais de trinta anos têm sido usados os tubos de polietileno reticulado, na Europa e na América do Norte com bons resultados para condução de água quente e fria. No Brasil sua primeira regulamentação ocorreu em 2011. Os processos eram guiados pelo manual do fabricante ou mesmo por norma genérica da ISO (Organização Internacional para Padronizações), porém tiveram que se adequar às especificações da ABNT NBR 15939 (HYDRO-PEX, 2013).

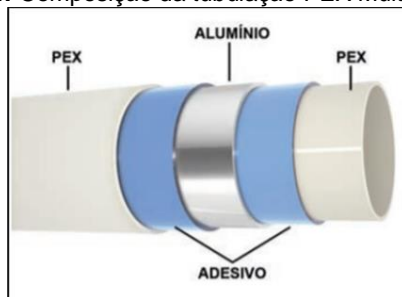
O PEX é gerado eliminando hidrogênio do tubo de polietileno de alta densidade, que gera esse novo produto, onde suas principais qualidades são descritas neste capítulo. Suporta pressão até 12,5 bar e temperaturas de -100 a +95 °C (pico curta duração até 110 °C). Sua baixa condutividade térmica proporciona fornecimento instantâneo de água quente com economia de energia (HYDRO-PEX, 2013).

Os tubos PEX podem ser reticulados por três processos distintos, e estes processos levam a diferença nas características de material. Em função disto as normas estabelecem um ajuste no índice reticular, ou seja, cada tipo de PEX tem um índice reticular mínimo exigido e mediante este ajuste, todos os tubos PEX tem desempenho mecânico esperado similar (HYDRO-PEX, 2013).

Encontrado em duas versões, o PEX que é utilizado em água fria é chamado monocamada e o de água quente denomina-se multicamadas, este é mais usado, é o que será estudado, pois foi utilizado pela empresa do estudo de caso. São fabricados com uma camada de alumínio em seu interior, que é separada com o auxílio de um adesivo entre as partes de PEX e o alumínio, absorvendo a expansão térmica e evitando a formação de trincas no tubo, ou seja, a diferença das multicamadas para as tubulações tradicionais se dá em sua composição (CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE, 2015).

O PEX multicamadas é composto por cinco camadas conforme é apresentado na Figura 4.

Figura 4: Composição da tubulação PEX Multicamadas



Fonte: Catálogo Tigre (2016)

A primeira camada do tubo é de polietileno reticulado, que efetua a proteção do tubo contra a ação corrosiva do fluido. A segunda camada é um revestimento adesivo especial que garante a adesão entre as camadas do tubo. Para compor a terceira camada é utilizado o alumínio, esta camada garante a grande resistência ao calor e a pressão do fluido transportado, garante também a flexibilidade para a tubulação de PEX, sem que haja a necessidade de utilizar conexões por todo o trajeto da tubulação, garantindo a resistência mecânica da tubulação, controlando a dilatação e elevando a temperatura de trabalho para 95 ° C, compressão de 100 metros de coluna d'água. Na quarta camada é utilizado novamente o adesivo especial. Por último, na quinta camada, é utilizado o polietileno reticulado, protegendo o tubo contra a ação de agentes externos, como por exemplo, a água, o ar, o cimento, a terra ou qualquer outra substância presente onde o tubo for instalado (EMMETI, 2019).

Antes de 2011 os processos eram, geralmente, direcionados pelos manuais dos proprietários e normas internacionais, porém a partir do dia 15 de maio de 2011 criou-se a ABNT NBR 15939/2011. Estabelecidas pelo ABNT/CB-02 (Comitê Brasileiro de Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas) as novas regras estão subdivididas em três partes: Aspectos Gerais dos produtos; procedimentos para projeto de PEX; procedimentos para instalação.

Alguns aspectos foram mantidos como, as temperaturas, características e condições, por exemplo, são as mesmas recomendadas pela norma internacional (HYDRO-PEX, 2013).

Toda a instalação referente a PEX aplicada na construção civil, não importando se é em paredes de concreto ou outro método de construção civil deve-se seguir nas recomendações da ABNT NBR 15939/2011.

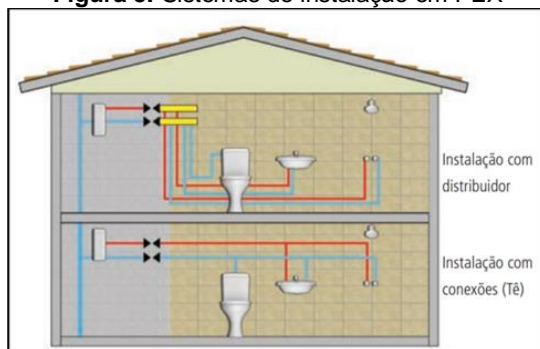
As conexões da linha PEX podem ser metálicas ou de polissulfona (PSU), plástico de última geração utilizado na engenharia com excelente desempenho hidráulico mesmo sob altas temperaturas, com bolsa metálica inoxidável e ponta embutida com anéis de borracha para vedação e são encontradas nas dimensões externas de 16mm, 20mm, 25mm, 32mm. (EMMETI, 2019)

As conexões metálicas além do excelente desempenho hidráulico pela baixa rugosidade do material, as conexões resistem a temperaturas até 95°C (EMMETI, 2019)

Assim como nos métodos tradicionais existem diversas conexões para o sistema em PEX, ainda mais pelo fato de existir duas formas de execução: rosca e prensar.

Existe dois processos existentes de instalação de PEX, por distribuidor e por conexões como mostra a figura 5.

Figura 5: Sistemas de instalação em PEX



Fonte: Catálogo Técnico Tigre (2016)

O sistema de instalação com distribuidor é o mais tradicional e funciona como uma instalação elétrica, primeiro se passa um tubo guia que vai do barrilete até os pontos de consumo, em seguida o PEX (Polietileno Reticulado) passa por dentro desse tubo guia. Neste sistema não há conexões intermediárias devido aos tubos flexíveis, a água é transportada sem causar problemas, isso permite a manutenção e reparos sem a necessidade de efetuar quebras. Além disso, por eliminar emendas, esta forma de utilizar o material reduz a possibilidade de vazamentos (ASTRA, 2019).

O sistema com conexões funciona com as tubulações rígidas, é instalado nos ramais, sub-ramais conexões de 90° e Tê, dessa forma apresenta algumas diferenças, as pressões causadas pelo Golpe de Aríete e a possibilidade de fazer o percurso com o tubo, esse método possui menor quantidade de tubos, mas perde a flexibilidade e a redução de conexões (ASTRA, 2019).

De acordo com os estudos, a construtora do estudo de caso utiliza o método do PEX para instalação hidráulica por apresentar muitos benefícios, tanto na hora da instalação, quanto a qualidade do material. Por ser um material bom, não só a construtora do estudo de caso utiliza esse método, outras empresas também, como a Direcional e ela confirma a facilidade da instalação e a qualidade do material, por não trazer problemas futuros.

ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será visto o projeto sendo executado em um empreendimento de paredes de concreto.

O Empreendimento

O Residencial Jardim dos Lírios, localizada em paciência na zona oeste do Rio de Janeiro, possui 14 torres, cada uma com cinco andares, sendo 11 torres com 8 apartamentos por andar, chamados de 4PP germinados e 3 torres com 4 apartamentos por andar, chamados de 4PP isolados, totalizando assim quinhentas unidades residenciais.

O sistema do empreendimento é o de parede de concreto e sua instalação hidráulica optou-se por a implantação do PEX para acompanhamento da velocidade da forma no processo de construção diária.

Parede de Concreto

Um sistema construtivo em que a estrutura e a vedação da parede de concreto são moldadas e formadas in loco. Essa é uma definição bem explicativa desse sistema que também pode parcialmente ser incorporada as instalações e esquadrias (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2019).

Este sistema tecnológico trabalha com a construção racionalizada, permitindo a realização de um planejamento bem detalhado da obra. Também reduz improvisações e o serviço artesanal, isso faz com que diminua o número de mão de obra operaria.

Com a mão de obra qualificada e maior produção em menos tempo, melhoram os indicadores de produtividade. O sistema de Parede de Concreto vem conquistando o mercado brasileiro por oferecer todas as vantagens de uma metodologia construtiva voltada à produção de edificações em grande quantidade, como exige o cenário construtivo no Brasil (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2019).

Instalação Hidráulica com PEX na Parede de Concreto

Este projeto vem sendo aplicado pela Construtora desde 2014, tendo em vista que são modelos padronizados e iguais diferenciando apenas dos apartamentos PNE'S (Portador de Necessidades Especiais), será analisada apenas uma unidade, pois sabe-se que os modelos são padronizados.

Características

Esse projeto tem características bem específicas, possui uma tipologia padronizada que compreende, dois quartos, uma sala, um banheiro e uma cozinha combinada com a área de serviço totalizando 40,56 m².

A Figura 6 trata-se do projeto arquitetônico do estudo de caso.

Figura 6: Projeto de um apartamento



Fonte: Construtora Tenda (2020)

É importante frisar que o modelo em análise possui paredes de concreto, portanto é totalmente proibida à quebra, mesmo que só para reparos e manutenções nas instalações, por isso é importante que a construtora pense antes da execução, fazendo um bom planejamento para que todas essas variáveis que influenciam no resultado final não seja uma surpresa.

Procedimentos para realização da instalação hidráulica com PEX

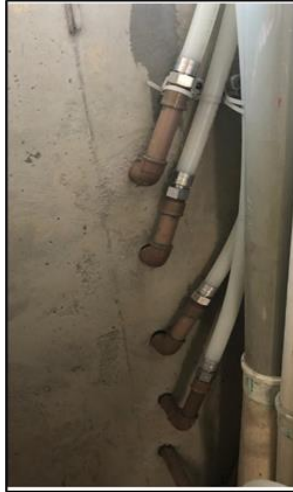
O procedimento para a realização do projeto exigia alguns pré-requisitos, o primeiro vem do fato de não se poder fazer quebras, e exigia o procedimento de deixar o tubo guia antes da concretagem, ou no caso a própria tubulação de água (o que não é o indicado). Após a concretagem o procedimento é a ligação dos metais, torneiras e louças.

Hoje em dia, é pensado em todas as variáveis, a construtora vem adotando um método de instalação hidráulica que facilita qualquer manutenção ou reparos nas instalações. Neste empreendimento, a instalação não é feita dentro das paredes de concreto, são feitas todas externas e depois fazendo o fechamento com sancas e rebaixamento de teto, facilitando assim qualquer reparo ou manutenção.

O empreendimento adota a utilização de hidrômetro individual para cada unidade residencial, as prumadas que abastecem os apartamentos passam pelo banheiro de cada apartamento da coluna onde estariam posicionadas.

A figura 7 mostra uma das prumadas que abastecem uma coluna de apartamentos, cada prumada abastece 5 apartamentos, uma torre 4PP tem 4 colunas que equivale a 4 prumadas de abastecimento. Após a instalação das prumadas é utilizado o EPS para fazer a vedação, este que não necessita de guia e montante para a fixação.

Figura 7: Prumada de abastecimento de água



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

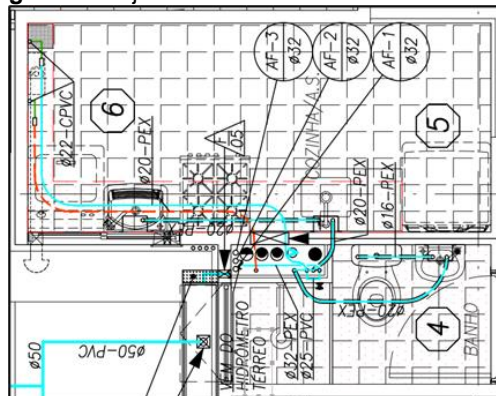
É importante que na execução um engenheiro tenha a norma como base para a realização do procedimento, evitando eventuais surpresas.

Conforme visto os parâmetros no Capítulo 3, no caso desse projeto os adotados para a instalação do PEX foi o de instalação com distribuidor.

Antes de qualquer coisa é preciso que passe um tubo guia de ϕ 1.1/2" no radier antes da concretagem, esse tubo vem do da prumada principal de cada coluna para as áreas de serviço, banheiro e cozinha conforme a figura 8.

O projeto detalhado conforme o anexo 1 e 2 é real e foi efetuado no estudo de caso.

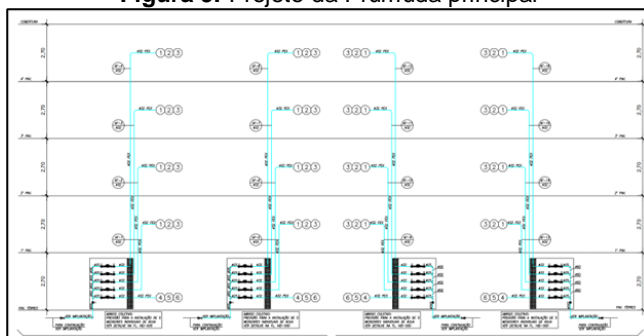
Figura 8: Projeto de Hidráulica do Radier da Torre



Fonte: Construtora Tenda (2020)

A instalação hidráulica se inicia no barrilete onde se tem o registro e o hidrômetro de cada apartamento é feito de PVC, cada coluna tem 1 barrilete, a partir do shaft de cada coluna principal que fica localizada no banheiro é feito com PEX (Figura 9).

Figura 9: Projeto da Prumada principal



Fonte: Construtora Tenda (2020)

A tubulação hidráulica até o registro geral da torre é feita com tubo PVC, após o registro segue com tubulação PVC fazendo os barriletes, ao passar do barrilete segue mais um pedaço com tubulação em PVC para que se possa fazer a transposição para o PEX. A prumada principal segue com PEX de 32mm, a partir da prumada principal é feita a ligação ao banheiro, cozinha e área de serviço.

Primeiro é feita a ligação do lavatório do banheiro com o PEX de 20mm e em seguida a do vaso sanitário com PEX de 16mm, logo depois, é realizada a ligação com PEX de 20mm na Pia da cozinha e tanque e por fim, é passado um PEX de 20mm que interliga o aquecedor e o chuveiro para água quente e fria.

Após toda a instalação é feita a fixação do shaft e rebaixamento de teto no banheiro e na cozinha faz o fechamento da sanca.

Esse método foi adotado por esta empresa por ser um material de qualidade, mesmo sendo um material custoso, ele reduz o tempo de instalação e mão de obra, e por ser um empreendimento de paredes de concreto, é o mais qualificado por não ter conexões intermediárias evitando possíveis vazamentos em shafts e facilitando assim a manutenção ou reparo já que em paredes de concreto não se pode efetuar quebras mesmo que seja apenas para reparos, logo, o PEX acaba tendo mais vantagens que os outros. Desde que implantaram esse método em 2014 não houve nenhuma reclamação de vazamentos em shafts ou problemas com o material e isso acabou tornando um diferencial, e esse método pode ser utilizado em qualquer tipo de estrutura, não só em paredes de concreto.

CONCLUSÃO

Ao longo dos anos muitos materiais foram sofrendo modificações e até mesmo substituídos, com intuito de atender melhor o abastecimento de água.

Sabe-se que o material mais utilizado nas instalações hidráulicas é o PVC, evidentemente pelo custo e fácil instalação, porém não tem as propriedades necessárias para a condução de água quente, fazendo com que o CPVC atenda às necessidades desta condução.

Em contrapartida o PEX ainda é caro, o que faz com que a população se afaste um pouco dele, porém em larga escala ele acaba trazendo lucros como em edificações multifamiliares de parede de concreto, pois são muitos apartamentos que são construídos em pouco tempo, portanto precisa-se de um material eficiente e nesse aspecto ele se sobressai.

Logo, conclui-se que apesar de ser um material mais custoso, a utilização do PEX na instalação hidráulica quando comparado ao PVC e CPVC é o mais recomendado no mercado, principalmente para construtoras que trabalham com parede de concreto, este material tem um melhor isolante térmico e elétrico em condições extremas, não possui conexões intermediárias, a execução com esse material em relação aos outros é a mais rápida e pode ser utilizado tanto para a água quente quanto para a água fria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5648. **Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5626. **Instalação Predial de Água Fria.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7665. **Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6483. **Conexões de PVC – Verificação do comportamento ao achatamento.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7231. **Conexões de PVC – Verificação do comportamento ao calor.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5687. **Tubos de PVC – Verificação da estabilidade dimensional.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15884. **Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Policloreto de Vinila Clorado (CPVC)**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15939. **Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Policloreto Reticulado (PEX)**. Rio de Janeiro, 2011

ASTRA. **Manual Técnico**. 2019. Disponível em: <<http://www.astrasa.com.br/arquivos/pdf/manualtecnico-astrapex.pdf>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2020

CATÁLOGO PREDIAL AMANCO. **Linha Predial**. 2019. Disponível em: <http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_asset/file/135/catalogo-Predial-Master-2019-FINAL-Web.pdf>. Acesso em: 10 novembro de 2019.

CATÁLOGO PREDIAL PEX TIGRE. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-predial-pex.pdf>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2020.

CATÁLOGO PREDIAL AQUATHERM TIGRE. **Aquatherm**. 2018. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/agua-quente/aquatherm>>. Acesso em: 10 de novembro de 2019.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE. **Linha Pex predial monocamada e multicamada**. 2016. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-predial-pex.pdf>>. Acesso em: 02 de março de 2020.

CONSTRUTORA TENDA. 2020. Disponível em: <<https://www.tenda.com/encontre-seu-imovel/rj/rio-de-janeiro/jardim-dos-lirios>>. Acesso em: 10 de março de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto**. 2019 Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>>. Acesso em: 09 de novembro de 2019.

EMMETI. **Catálogo Técnico**. Disponível em: <<http://www.emmeti.com.br/catalogos>>. Acesso em: 10 de novembro de 2019.

HYDRO-PEX. **Manual Técnico**. 2013. Disponível em:
<<https://pt.scribd.com/document/154831090/Manual-Hydro-Pex-2013>>.
Acesso em: 26 de fevereiro de 2020.

HYDRO-PEX. **Tubulação flexível em PEAD reticulado**, 2011. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/6156/24235/hydro-pex.pdf>>.
Acesso em 26 de fevereiro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC. **A Fabricação do PVC**. 2019. Disponível em: <<https://pvc.org.br/o-que-e-pvc>>. Acesso em: 09 de novembro de 2019.

NUNES, L.R, RODOLFO JR., A., ORMANJI, W., Tecnologia do PVC. 2. Ed. Braskem, 2006.

SALGADO, J. **Instalação Hidráulica Residencial: A Prática do dia a dia**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2010.

Eduardo Corrêa de Souza
UNISUAM

Flávia da Silva
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

A produção de energia através das hidrelétricas utiliza um recurso natural e renovável, a água. No entanto, durante a construção das usinas hidrelétricas ocorrem grandes desmatamentos, além de possíveis desvios de rios, o que pode acarretar prejuízos à fauna e à flora do local. Por conta disso, novos métodos de geração de energia vêm se popularizando. Este artigo tem como principal função mostrar as vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico, dissertar sobre os desafios para a sua implantação, além de compará-lo com o sistema hidrelétrico e testar sua viabilidade. Buscou-se, através de exemplos reais com base em pesquisas de custo, apresentar uma comparação do valor e do tempo de retorno do investimento feito na instalação e execução do sistema solar fotovoltaico, para que mediante essas informações pudessem ser feitas as comparações e testes citados acima. Por fim, verificou-se o custo da energia produzida pelo sistema solar fotovoltaico com base na média da sua expectativa de vida útil e de seus componentes, baseado nas informações fornecidas por seus fabricantes. Com base nessas informações foi possível afirmar que o custo da implantação de um sistema solar fotovoltaico ainda é pouco viável, e é necessário a implantação de políticas de incentivo fiscal, para torná-lo mais competitivo em relação a energia hidrelétrica.

Palavras-chave: Energia solar; Sistema fotovoltaico; Energia renovável.

INTRODUÇÃO

Devido a crescente demanda por fontes de energia elétrica renovável e a forte preocupação em preservar o meio ambiente, além da crescente demanda por energia e desenvolvimento industrial, cada vez mais pode-se verificar o surgimento e desenvolvimento de técnicas de se produzir energias mais baratas e eficientes do que a convencional energia hidrelétrica. Isso se dá por que, por mais que a princípio as fontes de energia solar exijam um investimento muito alto, o custo-benefício, em longo prazo, acaba por compensar (NASCIMENTO, 2017).

Esta preocupação com a geração de energias renováveis se tornou ainda maior para o Brasil logo após o fechamento do Acordo de Paris, na COP 21, do ano de 2015, pois o mesmo se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa. As metas estipuladas são de 37% e 43% em relação aos níveis do ano de 2005. Essas metas devem ser batidas nos anos de 2025 e 2030, respectivamente (NASCIMENTO, 2017).

No Brasil há um alto nível de irradiação solar, ou seja, o país tem um grande potencial para gerar a energia elétrica a partir dessa fonte. Entretanto, essa fonte de energia é pouco utilizada e apresenta relevância inferior a de outros países onde a incidência solar é bem inferior a do Brasil, como Alemanha, Espanha e França (NASCIMENTO, 2017).

Segundo o ambientalista Stephen Tindale, do Greenpeace, "O Brasil é privilegiado, pois além de ventos, tem muito sol. A energia solar pode ser uma boa alternativa para o país cumprir suas metas" (COSTA, 2002).

A pesquisa foi desenvolvida com o intuito de testar a viabilidade do uso do sistema solar fotovoltaico no Brasil, além de, compará-lo ao sistema de geração de energia hidrelétrico, verificar a capacidade do sistema solar on-grid e off-grid, e por fim calcular uma média de custo da energia produzida pelo sistema solar fotovoltaico mediante a sua vida útil e de seus componentes.

Os experimentos foram realizados com base em cálculos teóricos feitos com base em valores pesquisados na internet, assim como, estudos precedentes a este.

Este estudo tem o objetivo de apresentar as vantagens e desvantagens da instalação de painéis solares fotovoltaicos em edifícios, além de fazer uma análise de custos de instalação do sistema e seus métodos no Brasil, assim como apresentar uma comparação de custo entre a energia solar fotovoltaica e a energia hidrelétrica. Além disso, visa realizar um estudo de caso da implantação do sistema fotovoltaico no Museu do Amanhã e Aquário Marinho do Rio de Janeiro (AquaRio).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Módulos Solares Fotovoltaicos

Divergindo do consenso, os módulos solares fotovoltaicos não produzem eletricidade através do uso de calor, mas sim por uma reação química, logo, eles são compreendidos como elementos básicos para a transformação de energia eletromagnética em energia elétrica. Podem também, ser considerados dispositivos semicondutores, que quando expostos à luz, produzem uma corrente elétrica (MARQUES et al, 2009).

Os módulos solares fotovoltaicos são produzidos com materiais semicondutores. Geralmente utilizam-se os elementos do grupo IV da tabela periódica, pois os mesmos têm como característica principal a presença de 4 elétrons de valência, logo, possibilitam a ocorrência de 4 ligações covalentes. Um dos exemplos destes elementos é o silício (Si), que é o mais utilizado na

produção das células fotovoltaicas. Na concepção destas placas são utilizados dois tipos de silício diferentes, criando assim, cargas positivas e negativas. Na criação da carga positiva o silício é combinado com o fósforo, já para a carga negativa temos a combinação com o boro (MARQUES et al, 2009).

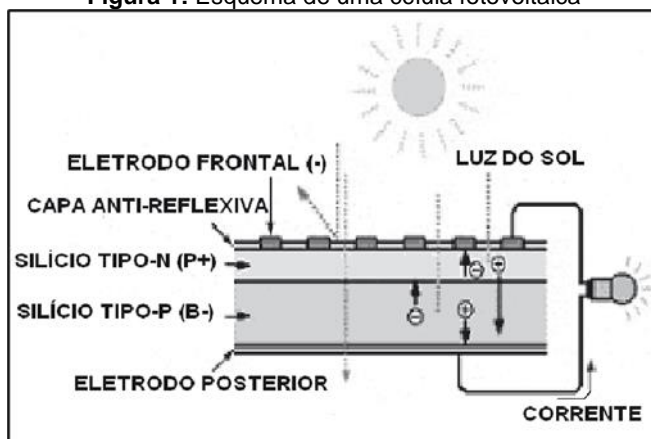
Já no grupo V tem-se a presença de átomos pentavalentes, que quando inseridos na rede cristalina, precisam de uma quantidade de energia pequena para liberar o elétron a mais, contido em sua camada de valência, para a banda de condução. A energia necessária é por volta de 1,12 eV, para o elemento silício. Sendo assim, podem-se chamar os elementos do grupo V de dopante N ou impureza N, pois os mesmos são dopantes doadores de elétrons (MARQUES et al, 2009).

Nos átomos do grupo III, temos os elementos denominados dopantes P, pois os mesmos são aceitadores de elétrons. Esses átomos soltam com facilidade a lacuna extra para a banda de valência (MARQUES et al, 2009).

Quando há a junção de um cristal do tipo N e um cristal do tipo P verifica-se a formação de uma junção do tipo N-P. Devido a esta união, se estabelece em P uma carga negativa e em N uma carga positiva, gerando um campo elétrico na região de junção (MARQUES et al, 2009).

Os fótons são as partículas de luz emitidas pelo sol no nível atômico. Quando a junção N-P recebe esta iluminação acontece o efeito fotoelétrico, que é quando os fótons são absorvidos pelos elétrons. Este efeito gera a ocorrência de alguns elétrons saindo da banda de valência para a banda de condução. Quando os elétrons atingem a banda de condução, eles são conduzidos pelo semiconductor até que o campo elétrico da região de junção os puxe, a Figura 1 serve para ilustrar como ocorre esta troca (MARQUES et al, 2009).

Figura 1: Esquema de uma célula fotovoltaica



Fonte: MARQUES et al (2009)

Por intermédio de uma ligação externa, esses elétrons são transportados para fora da célula e podem ser utilizados. A cada elétron retirado da célula outro irá retornar da carga para ocupar o seu lugar, deixando assim claro que, as células fotovoltaicas não conseguem armazenar energia elétrica, tornando obrigatória a inclusão de uma bateria, para o caso de sistemas autônomos, ou ligar o sistema na rede elétrica, para o caso de sistemas híbridos (MARQUES et al, 2009).

Sistemas Autônomos (OFF-GRID)

Como citado anteriormente, os painéis solares autônomos são caracterizados por necessitarem de um conjunto de acumulação de energia. No geral, os bancos de acumulação químicos (baterias) são utilizados. A energia que é produzida pela placa solar fica retida nas baterias e é distribuída a locais onde for solicitada (MARQUES et al, 2009).

As baterias são indispensáveis para quase todos os sistemas autônomos, o que torna a despesa com este sistema um pouco mais elevada, pois, este material necessita de reparos e têm duração funcional de quadro a seis vezes inferior à dos sistemas solares fotovoltaicos.

Esses sistemas são mais consumidos se o valor para estender a rede pública for proibitivo, ou a região for inacessível.

Os sistemas autônomos devem conter: (MARQUES et al, 2009).

- Painel solar fotovoltaico: É o grupamento de módulos fotovoltaicos; quem gera a energia.
- Conjunto de baterias: É a associação das baterias, comumente de chumbo-ácido. É o depósito da energia a ser utilizada em horários e dias em que a incidência de luz é menor ou em que não haja essa incidência.
- Controladores de carga solar: É a proteção da bateria contra o excesso de descarga ou sobrecarga.
- Inversor: É o conversor da energia elétrica de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), para que seja possível utilizá-la em eletrodomésticos convencionais.

Sistemas Conectados (ON-GRID)

Para os sistemas on-grid, sistemas conectados à rede, não é necessário o uso de armazenamento de energia através de baterias, o que o torna mais barato e eficiente do que os sistemas off-grid. O sistema conectado produz energia e redireciona o excedente que não é utilizado para a rede elétrica além de recolher energia da rede em momentos em que o consumo for superior a geração. Sendo assim, a rede elétrica passa a funcionar como um banco de baterias, o que faz com que o sistema on-grid dependa de regulamentação e legislação favorável.

Os principais componentes de um sistema on-grid são:

Painel solar fotovoltaico: É o grupamento de módulos fotovoltaico; quem gera a energia.

Inversor: É o conversor da energia elétrica de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), para que seja possível utilizá-la em eletrodomésticos convencionais.

Proteção contra sobretensões e descargas atmosféricas: Serve para isolar o sistema de transientes de tensão indesejável. Por mais que os módulos fotovoltaicos atuais tenham uma grande tolerância aos picos de tensões, alguns componentes, como os inversores, por exemplo, precisam de proteção contra essas descargas.

Comparação da Despesa da Implantação por Unidade de Potência

A comparação da despesa de implantação por unidade de potência é considerada o modo mais básico de se comparar os modos de se obter energia, porque os investidores não se atraem com facilidade por investimentos iniciais altos, em especial com taxas de juros elevadas.

Um estudo publicado em 2005 verificou o investimento de implantação de 47 sistemas isolados de 100 a 6600 W, dos anos de 1987 até 2004. O estudo indicou que o sistema apresenta uma propensão em reduzir os preços em cerca de 1U\$/W por ano, e seus custos variam em torno de 7 a 10 U\$/W (HEGEDUS, 2005).

Segundo estudo publicado através do Programa de Sistemas Fotovoltaicos de Potência, organizado pela Agência Internacional de Energia, os custos de implantação estão ficando menores a cada ano. Esse estudo também indicou que os módulos isolados têm a tendência a custar mais caro do que os módulos que são conectados com a rede, já que o módulo com conexão não exige baterias e nenhum dos outros componentes associados a ela (IEA, 2006).

A variação do custo de um conjunto isolado com até 1 kW, em 2004, era de 9 a 25 U\$/W, onde seu custo habitual era por volta de 13 U\$/W. Já para sistemas acima de 1 kW a variação os preços são moderadamente menores. Os conjuntos com conexão com a rede chegam a 6 U\$/W (IEA, 2006).

Mediante essas comparações, existem outras contas a serem realizadas, como o quanto de energia é gerada diariamente. Nessa comparação, há uma desvantagem na quantidade gerada de energia pelo sistema fotovoltaico, que produz apenas 6 horas, conforme a sua posição geográfica. Por outro lado, o sistema com fonte não intermitente é capaz de gerar energia durante o dia inteiro e durante a noite. Portanto, para que essa produção de energia elétrica através de um sistema fotovoltaico seja igual à

de um sistema com fonte não intermitente, diariamente, seria necessário aumentar sua potência em 4 vezes, o que também elevaria as despesas provenientes da sua implantação para 52 U\$/WPICO (13×4). Esta comparação é um ótimo argumento para se manter utilizando os sistemas de produção de energia hidrelétrica, levando em conta que a energia fotovoltaica se torna 50 vezes mais custosa que a usual energia hidrelétrica, tendo em vista uma central de pequeno porte (SHAYANI et al, 2006).

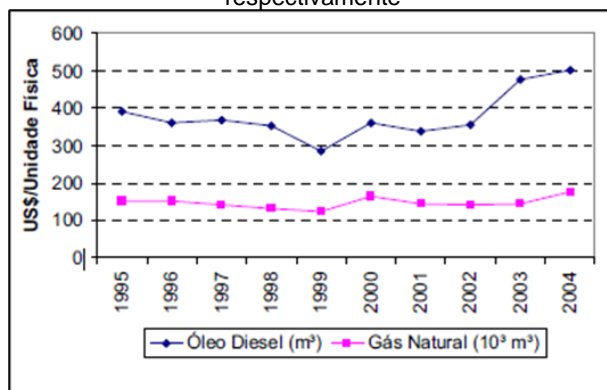
No entanto, há uma incoerência nesta conta, pois a mesma não considera o gasto com combustíveis das usinas térmicas, gastos com manutenção e operação, os quais são 5 vezes mais econômicos na geração de energia pela fonte solar. Pode-se verificar um acréscimo superior a 20% da conta de utilização dos combustíveis fósseis, entre 2005 e 2006 (Tabela 1). Verifica-se pela Figura 2 uma evolução dos custos do gás natural e do óleo diesel, anualmente, a partir do ano de 1999 até 2004 (MME, 2005).

Tabela 1: Valores de arrecadação da CCC

Ano	Valor da CCC (R\$ milhões)
2004	3327
2005	3419
2006	4110

Fonte: ANEEL (2006)

Figura 2: Preço do óleo diesel e gás natural em US\$/m³ e US\$/103m³, respectivamente



Fonte: MME (2005)

Comparação da Energia Gerada no Decorrer da Vida Útil do Sistema

Para confrontar as diferenças de preço entre as energias provenientes de fontes solares e as demais fontes, de forma mais justa, é preciso utilizar critérios técnicos, que não levem em conta impactos ambientais e sociais, entre outros fatores que possam ter seus valores

considerados subjetivos. Para tal, utiliza-se o seguinte método (SHAYANI et al, 2006):

1) Compara-se o custo da energia produzida, e não a potência instalada. Como a energia proveniente do sol possui o custo de sua execução e manutenção muito ínfimo, sobretudo por não precisar de combustíveis para funcionar e não haver peças móveis que sofram manutenção de alta complexidade, o investimento da instalação é dividido ao longo de sua vida útil, que corresponde à energia produzida; e

2) Compara-se com a despesa da energia de fontes convencionais que é arcada por quem a consome, em seguida às indústrias que transmitem e distribuem essa energia, e não pelo valor tarifado por sua usina geradora. A produção através do sistema de energia solar pode ocorrer diretamente na superfície de onde ela será consumida, portanto, deve-se utilizar como referência de valor para as unidades convencionais a energia que é tarifada por uma concessionária de distribuição na classe residencial. Esta estabelece sua tarifa, considerando, além de outras despesas:

- Energia que é produzida pela usina;
- Da rede distribuidora;
- Das linhas que transmitem essa energia;
- Execução e manutenção;
- Encargos do setor, principalmente a conta de consumo de combustíveis fósseis (CCC), que é um acréscimo na energia hidráulica para subsidiar, quando necessário, a produção de energia termelétrica, e compensar financeiramente pelo uso da utilização dos recursos hídricos.

Valor da Energia pela Expectativa de Vida Útil do Sistema Solar Fotovoltaico

A expectativa do funcionamento de um painel fotovoltaico foi definida como, aproximadamente, 30 anos. Para os demais componentes do sistema temos tempos de vida úteis estimados pelos fabricantes, como por exemplo: (SHAYANI et al, 2006).

- Conjunto de baterias = 5 anos;
- Controlador de carregamento = 10 anos; e
- Inversor de frequência = 10 anos.

Logo, para o cálculo das despesas provenientes da instalação de um sistema solar fotovoltaico mediante seu tempo em operação, devem ser considerados os custos de cada aparelho e suas reposições ao longo de 30 anos: (SHAYANI et al, 2006).

- 6 vezes a mais do valor dos conjuntos de baterias;
- 3 vezes a mais do valor dos controladores de carga;

- 3 vezes a mais do valor dos inversores de frequência; e
- O valor de um painel solar.

Segundo a cotação feita no mês de novembro de 2019, os sistemas solares fotovoltaicos de 1,98 kW PICO apresentam um preço estimado na tabela 2. Esta configuração tem a intenção de aproveitar o sistema com o seu maior custo-benefício, já que a totalidade dos painéis foi dimensionada para se ter o melhor aproveitamento das propriedades do controlador de carga, conduzindo a uma redução das perdas de investimento através de um superdimensionamento. O valor do sistema, para produzir energia no decorrer da sua vida útil, está representado na tabela 3.

Tabela 2: Custo de implantação de um sistema fotovoltaico

Item	Preço Unitário [R\$]	Valor Total [R\$]
44 Painéis fotovoltaicos 15V 3A 45Wpico	198,6	8.738,40
1 Controlador de carregamento 48Vcc 40A	529,9	529,9
1 Inversor 48Vcc 4000W	1.057,81	1.057,81
24 Baterias 105Ah	575,90	13.821,60
Valor total: 24.147,71		

Fonte: O AUTOR (2019)

Tabela 3: Custo do sistema fotovoltaico na sua vida útil (30 anos)

Item	Custo [R\$]
1 x Painel	8.738,40
3 x Controlador	1.589,70
3 x Inversor	3.173,43
6 x Baterias	82.929,60
Total: R\$ 96.431,13	

Fonte: O AUTOR (2019)

Tendo em vista o investimento aplicado no decorrer da vida útil do sistema, e baseando-se na energia que ele produz neste tempo, pode-se fazer a comparação. O Laboratório de Fontes Alternativas do ENE/UnB elaborou um estudo que indica que apenas 50% da produção de energia do painel isolado é aproveitada, pois há perdas no inversor, nos conjuntos de baterias e, pelas baterias do tipo chumbo-ácido, no período final de sua vida útil, terem dificuldade em aproveitar a ação dos raios solares sobre elas (SHAYANI et al, 2006).

Com base nas informações disponíveis no Atlas Brasileiro de Energia Solar, o Brasil recebe, em média, 3 mil horas de brilho do sol. Este valor corresponde a uma incidência diária de 4.500 a 6.300 Wh/m².

Logo, para uma incidência de sol média diária de 5,4 kWh/m², e a utilização média de 50%, citado acima, os sistemas de 1,98 kW PICO geram diariamente: $1,98 \text{ kWh/m}^2 * 5,4 \text{ kWh/m}^2 * 0,5 = 5,35 \text{ kWh/dia}$.

O custo que corresponde à sua vida útil é de: $5,35 \text{ kWh/dia} * 365 \text{ dias} * 30 \text{ anos} = 58,58 \text{ MWh}$.

O que gera um custo da energia proveniente da incidência solar, sendo de: $96.431,00 \text{ [R\$]} / 58,58 \text{ [MWh]} = 1.646,14 \text{ [R\$/MWh]}$.

Haja vista que os sistemas solares fotovoltaicos on-grid possuem um fator de rendimento de 84%, por não utilizarem um conjunto de baterias, e consequentemente ser mais barato, este sistema é mais competitivo com os modos de geração mais usuais. O custo para se gerar essa energia é de, aproximadamente:

- Custo do equipamento: $96.431,13 - 82.929,60 = 13.501,53 \text{ [R\$]}$
- Geração de energia: $1,98 \text{ kWh/m}^2 * 5,4 \text{ kWh/m}^2 * 0,84 * 365 \text{ dias} * 30 \text{ anos} = 98,34 \text{ MWh}$

Custo para se gerar energia proveniente do sol conectada à rede elétrica: $13.501,53 \text{ [R\$]} / 98,34 \text{ [MWh]} = 137,30 \text{ [R\$/MWh]}$.

ESTUDO DE CASO

Os estudos realizados foram os do Museu do amanhã (Figura 3), localizado na Praça Mauá, e o do Aquário Marinho do Rio de Janeiro (Figura 4), AquaRio, localizado no bairro da Gamboa, ambos na zona Central do Rio de Janeiro.

O intuito deste estudo foi o de averiguar o dimensionamento aplicado a essas estruturas, a fim de entender melhor o funcionamento de projetos de instalações de placas solares fotovoltaicas em edifícios e comparar os dados fornecidos com os dados apresentados neste artigo.

Figura 3: Museu do Amanhã



Fonte: LESSA (2016)

Figura 4: AquaRio



Fonte: FARIA (2016)

Museu do Amanhã (MAR)

Com uma área de 15 mil metros quadrados construídos e uma cobertura metálica em balanços de 65 metros de comprimento em direção à baía de Guanabara e 70 metros sobre a praça, além de uma localização isolada de outros edifícios, o Museu do Amanhã teve seu projeto pensado para a sustentabilidade e, principalmente, para a utilização da energia solar.

Sua estrutura é composta por uma cobertura com 48 hastes metálicas (Figura 5) que se movem durante o dia de acordo com a posição do sol, nelas estão instaladas 5.492 placas solares. Com essa movimentação é possível captar de forma eficiente a luz do sol durante todo o dia, além de permitir a entrada dessa luz natural. Essas hastes captam por volta de 185 kW/h o que representa, aproximadamente, 9% do consumo necessário para abastecer o edifício.

Figura 5: Hastes fotovoltaicas do Museu do Amanhã



Fonte: HISOUR (2017)

Custo dos Equipamentos e Quantidade de Energia Gerada

Baseado no método utilizado no item 2.2.3 é possível fazer uma estimativa do custo dos componentes utilizados no telhado solar do Museu do Amanhã. Tendo em vista a utilização de 5,492 mil placas solares fotovoltaicas de 1,98 Kwpico (tabelas 4 e 5):

Tabela 4: Custo do sistema fotovoltaico do AquaRio

Item	Preço Unitário [R\$]	Valor Total [R\$]
5492 Painéis fotovoltaicos 15V 3A 45WPICO	198,60	1.090.711,20
62 Inversores 48Vcc 4000W	1.057,81	65.584,22
Valor total: R\$ 1.156.295,42		

Fonte: O AUTOR (2019)

Tabela 5: Custo do sistema fotovoltaico na sua vida útil (30 anos)

Item	Custo [R\$]
1 x Paineel	1.090.711,20
3 x Inversor	196.752,66
Total: R\$ 1.287.463,86	

Fonte: O AUTOR (2019)

Aquário Marinho do Rio de Janeiro (AquaRio)

Com o título de maior aquário da América do Sul, uma extensão de 26 mil metros quadrados de área construída, 5 mil animais marinhos e uma média de 1 milhão de visitantes por ano, e a necessidade de manter equipamentos que tratam 4 milhões de litros de água por hora, além de sistemas de iluminação e ar-condicionado para os visitantes, o Aquário Marinho do Rio de Janeiro é um potencial consumidor de energia elétrica. Pensando nisso, seus idealizadores o projetaram para estar em uma posição privilegiada com relação à emissão solar, a fim de utilizar essa incidência como forma de gerar energia através das placas fotovoltaicas. O prédio foi construído em uma área sem outros edifícios ao redor e com sua face virada para o norte, o que favorece o recebimento de luz sobre o mesmo.

O AquaRio tem o maior telhado solar (Figura 6) já instalado em áreas urbanas do Brasil. São 2 mil placas solares fotovoltaicas com uma área do tamanho de um campo de futebol, que medem, no total, aproximadamente 6 mil metros quadrados.

Figura 6: Telhado do AquaRio



Fonte: LEMOS (2017)

A conta de luz do AquaRio era de 300 mil reais por mês. Com o objetivo de redução de 30% do gasto com energia elétrica, o aquário contratou uma empresa que instalou e vai operar o sistema por 20 anos. Dessa forma a empresa irá produzir a energia e vendê-la para o aquário a um preço menor do que o da energia convencional fornecida pela companhia elétrica. Segundo o diretor do aquário Marcelo Szpilman, cerca de 320

toneladas de gás carbônico deixam de ser emitidos, por ano, graças e essa geração de energia limpa.

Custo dos Equipamentos e Quantidade de Energia Gerada

Baseado no método utilizado no item 2.2.3 é possível fazer uma estimativa do custo dos componentes utilizados no telhado solar do AquaRio. Tendo em vista a utilização de 2 mil placas solares fotovoltaicas de 1,98 kW/PICO (tabelas 6 e 7):

Tabela 6: Custo do sistema fotovoltaico do AquaRio

Item	Preço Unitário [R\$]	Valor Total [R\$]
2000 Painéis fotovoltaicos 15V 3A 45Wpico	198,60	397.200,00
23 Inversores 48Vcc 4000W	1.057,81	24.329,63
Valor total: 421.529,63		

Fonte: O AUTOR (2019)

Tabela 7: Custo do sistema fotovoltaico na sua vida útil (30 anos)

Item	Custo [R\$]
1 x Painel	397.200,00
3 x Inversor	72.988,89
Total: R\$ 470.188,89	

Fonte: O AUTOR (2019)

CONCLUSÃO

Neste artigo foi abordado o tema da instalação de painéis solares fotovoltaicos em edifícios, como eles funcionam, os custos relativos à sua instalação pela unidade de potência, e o custo da energia pela expectativa de vida útil de seus componentes.

Além disso, foi realizado um estudo superficial para a obtenção dos custos da implantação do sistema solar de dois edifícios cariocas: O Aquário Marinho do Rio de Janeiro (AquaRio); e o Museu do Amanhã (MAR). Afim de compreender melhor, e testar a viabilidade da instalação deste sistema de captação de energia e a sua implantação em outros edifícios.

Ao verificar os estudos aqui apresentados, pode-se afirmar que é necessária uma implantação de uma política de incentivo fiscal, pois, somada aos custos ambientais, o preço do sistema solar fotovoltaico se torna cada vez mais competitivo e conseqüentemente mais viável a cada dia.

O cenário atual ainda não é muito favorável à implantação dos sistemas fotovoltaicos autônomos, porém, os sistemas interligados a rede são excelentes complementos para o sistema hidrelétrico, tendo em vista que, seu uso gera uma grande economia nas contas além de ter um custo de

implantação e manutenção muito inferior ao dos sistemas off-grid, o que diminui o seu tempo de retorno do investimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resoluções homologatórias – Biblioteca virtual. Boletim energia 214.** 2006. Disponível em <http://aneel.gov.br/arquivos/PDF/boletim214.htm>. Acesso em: 06 de outubro de 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional – BEN. Brasília: MME, 2005. Ministério de Minas e Energia. Portaria N° 45, de 30 de março de 2004. Diário Oficial da União de 01.04.2004, seção 1, p. 53, v. 141, n. 63.

COSTA, M. **Grã-Bretanha quer se tornar líder em energia renovável.** BBC Brasil, 2002. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/ciencia/021023_energiامتc.shtml. Acesso em: 06 de outubro de 2019.

FARIA, C. **Rio de Janeiro - AquaRio. 2016.** Disponível em: <https://www.eaiferias.com/2016/09/rj-aquario.html>. Acesso em: 25 de abril de 2020.

HEGEDUS, S. E. N. O. “**Real BOS and system costs of off-grid PV installations in the US: 1987-2004**” in Photovoltaic Specialists Conference, 2005. Conference Record of the Thirty-first IEEE, vol., no.pp. 1651- 1654, 3-7 Jan. 2005.

HISOUR. **Museu do Amanhã, Rio de Janeiro, Brazil.** 2017. Disponível em: <https://www.hisour.com/pt/museu-amanha-rio-de-janeiro-brazil-7348/>. Acesso em: 25 de abril de 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **World Energy Outlook 2006.** IEA Photovoltaic Power Systems Programme – International statistics – System prices – Trends in photovoltaic applications. Disponível em: <http://www.iea-pvps.org> Acesso em: 06 de outubro 2019.

LEMOS, F. **AquaRio investe em mais sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.oglobo.globo.com/rio/aquario-investe-em-mais-sustentabilidade-21396016>>. Acesso em: 25 de abril de 2020.

LESSA, B. **Museu do Amanhã.** 2016. Disponível em: https://www.museudoamanha.org.br/sites/default/files/Visite_1280x800_MdA-BernardLessa_1456509569_189.60.197.72.jpg>. Acesso em: 25 de abril de 2020.

MARQUES, R.; KRAUTER, S.; LIMA, L. **Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro.** Fortaleza, Revista Tecnológica Fortaleza, v.30, n.2, 2009.

NASCIMENTO, R. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas.** Brasília, 2017.

SHAYANI, R; OLIVEIRA, M; CAMARGO, I. **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais.** Brasília, 2006.

Carlos Florencio dos Santos
UNISUAM

Letícia de Farias Ramos
UNISUAM

Jussara Oliveira do Nascimento
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

A importância do Saneamento Básico para a vida urbana é indiscutível por conta da contribuição para meio ambiente e saúde da população. O descarte inadequado de resíduos sólidos, a falta de abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário e a falta de drenagem eficaz, afeta diretamente a população. A preocupação com o saneamento básico quase sempre esteve relacionada à transmissão de doenças, e por isso a implementação de um bom sistema tem sido cada vez mais necessária. O presente trabalho mostra a forte relação que a comunidade do Rio das Pedras localizada na Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro sofre com a falta de saneamento básico e infraestrutura. O estudo teve como objetivo entender o sistema de saneamento da comunidade, mais especificamente, apresentar a dificuldade dos moradores quando fortes chuvas afetam a região causando amplos alagamentos, e conseqüentemente o sistema de drenagem não funciona ocasionando transtornos e os impedindo de ir e vir. Além de demonstrar os problemas que a população da região enfrenta através de uma pesquisa de campo feita na comunidade com os moradores, o intuito é apresentar possíveis melhorias nos serviços de coleta de resíduos, drenagem e esgoto para que conseqüentemente melhore a qualidade de vida, através da implantação de infraestrutura básica suprir a necessidade da atual população da região.

Palavras-chave: Saneamento básico; Qualidade de vida; Coleta de Lixo; Drenagem Urbana.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o saneamento básico é definido pela Lei nº11.445/2007, sendo um direito assegurado pela Constituição. Segundo o Instituto Trata Brasil (2018), cerca de 35 milhões de pessoas não possuem água tratada em casa e quase 100 milhões não possuem coleta de Esgoto Sanitário. O

saneamento é de suma importância para a vida humana, pois a falta dele gera inúmeros problemas de saúde e consequentemente a qualidade de vida (PLANALTO, 2007).

O Art. 3º para os efeitos desta Lei considera:

Saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

O contato com o consumo de água sem tratamento, esgoto e condições insalubres está ligado diretamente a altas taxas de mortalidade infantil. As principais doenças causadas pela ausência do Saneamento são diarreias, parasitoses, febre tifoide e leptospirose.

Pesquisas revelam que 50% das internações são devido à falta de tratamento adequado de esgoto (EOS, 2019).

O crescimento populacional no Rio de Janeiro nos últimos anos incentivou o desenvolvimento de estruturas habitacionais inadequadas com insuficiência de saneamento básico. Com o aumento de favelas, casas, shoppings centers etc., o consumo de água para abastecer essas novas construções obteve um significativo crescimento e com isso a geração de esgoto é maior. Segundo o Ministério das Cidades, os impactos causados pelo crescimento urbano afetam intimamente os serviços de saneamento básico. Quanto maior a população, mais intenso será o consumo de água, a geração de lixo e o acúmulo de poluição. Por isso, o grande desafio é alcançar o a eficiência nas quatro vertentes do segmento (ASSEMAE, 2015).

Devido a este crescimento, o Estado aos poucos criou projetos para receber o esgoto gerado dessas regiões para fins de tratamento. Boa parte desses lugares, principalmente em comunidades, o Saneamento Básico não é presente e a população é obrigada a improvisar novas Redes Coletoras para transportar o esgoto. Normalmente são transportados para rios, lagos e córregos mais próximos, fazendo com que fiquem contaminados e com isso proliferando doenças para a população pela ausência de Saneamento.

Mediante problemas que a ausência do saneamento causa na população, como alguns relatados, é considerado importante mostrar a realidade do saneamento em uma localidade de uma grande cidade, a Comunidade Rio das Pedras, no Rio de Janeiro. Mesmo a cidade em questão sendo uma metrópole, o saneamento em alguns bairros ainda não é universalizado e muitas metas em relação ao assunto em questão precisam ser alcançadas, a fim de propor melhoria na qualidade de vida das pessoas ali residentes. O estudo se justifica perante a falta de salubridade ambiental na região, mesmo diante do conhecimento de que saneamento básico é direito de todos.

O estudo foi desenvolvido através de pesquisas fundamentadas em literatura, que demonstram a relevância de um bom sistema de saneamento,

assim como observações de campo na Comunidade Rio das Pedras. A pesquisa campo feita através de um formulário sistêmico, contempla oito perguntas voltadas para o dia a dia de quem mora na região, abrangendo as quatro vertentes do saneamento. Preenchida por cerca de 1500 moradores da comunidade, demonstrando o descontentamento em relação à precariedade do sistema.

O objetivo deste estudo é demonstrar que além do saneamento básico ser de extrema importância para a vida humana, ele ainda é precário em diversas regiões, mas especificamente na comunidade Rio das Pedras. Além de identificar os principais problemas que a região enfrenta por conta da falta desse sistema, que afeta a qualidade de vida dos moradores da comunidade, e possibilitar a identificação de possíveis melhorias para região, seja em novos sistemas de esgoto, novas redes coletoras, maior periodicidade de coleta de resíduo ou até mesmo a construção de uma estação de tratamento esgoto.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Saneamento Básico no Brasil

O saneamento básico pode ser definido como um “conjunto de ações técnicas e socioeconômicas que, quando aplicadas resultam em maiores níveis de salubridade ambiental” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

A Lei 11.445/2007 que comanda sobre o assunto no Brasil, define como saneamento básico “o conjunto de serviços e infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgoto sanitário, limpeza urbana de resíduos sólidos, e de drenagem e manejo das águas pluviais” (PLANALTO, 2007).

A Organização Mundial da Saúde, OMS, define que o “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico antrópico que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social” (BRITO & ARAUJO, 2017).

A ausência ou insuficiência de investimento em saneamento básico prejudica a saúde populacional. A má prestação dos serviços de saneamento básico impacta diretamente na vida das pessoas, não só na saúde, mas na qualidade de vida em geral. Além disso, as cidades podem ter problemas de desvalorização dos imóveis, diminuição de turismo, degradação do meio ambiente etc.

No Brasil cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso aos serviços de abastecimento de água tratada e os serviços de esgotamento sanitário contam com apenas 46% de tratamento dos esgotos gerados e 52,4% de coleta, segundo pesquisa feita pelo SNIS 2017 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017; TRATA BRASIL, 2017).

A história da água no Rio de Janeiro

O abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro vem sendo implantado desde a luta entre os portugueses e franceses que viviam alojados na Ilha de Villegagnion que utilizavam a água do Rio Carioca para seu consumo diário (COPACABANA EM FOCO, 2011).

Em 1565 a cidade criada por Estácio de Sá que ficava entre a Urca e o Pão de Açúcar foi aberto um poço que se chamado de “Lagoa de água ruim” e esse poço com o tempo não conseguia atender o consumo das pessoas que chegavam de Portugal, então os Índios que vivam na região cederam a água do Rio Carioca (COPACABANA EM FOCO, 2011).

Os Padres Franciscanos ao virem para o Brasil em 1607 conseguiram por meio de doação terrenos no Morro de Santo Antônio até a beira da Lagoa de Santo Antônio onde conseguiram se estabelecer. Como a região doada era distância da civilização, o Conselho da Câmara estabeleceu que a região fosse um curtume, cujos couros seriam lavados nas águas do local. O forte cheiro espalhou-se pelas redondezas que incomodou os padres e as reclamações foram sendo constantes e obrigou a Câmara a melhorar o esgotamento da lagoa em 1641. Isso foi considerada uma das primeiras obras de saneamento da cidade do Rio de Janeiro (COPACABANA EM FOCO, 2011).

Em 1723 foi criado o Aqueduto que captava água no Alto de Santa Tereza, que passavam pelo caminho da rua Almirante Alexandrino e chegava no local onde hoje é o Arco da Lapa, onde havia um chafariz que os escravos recolhiam a água e levava para casas de seus senhores. No início do Aqueduto em Santa Tereza, foi construído o reservatório do Carioca que se chamava “Mãe D’água” bica pública que é utilizada nos dois de hoje por excursionistas (COPACABANA EM FOCO, 2011).

As nascentes do corcovado foram sendo explorados e conhecidos mananciais vizinhos na cidade, na direção do Rio Comprido, Andaraí, Tijuca, Gávea e Botafogo. A população da época clamava por mais água e no final do século XVIII, a deficiência do serviço teve implicações políticas e o Tiradentes se comprometeu a abastecer a cidade com as águas dos mananciais da Tijuca. A medida que o Rio foi crescendo, foram aproveitados os mananciais explorados. A distribuição de água para residências particulares, repartições públicas e templos religiosos era ainda um privilégio para poucos. Com tempo foram construídos os reservatórios da Caixa Velha da Tijuca (1850); o da Quinta da Boa Vista (1867); o da Ladeira do Ascurra (1868); no Morro do inglês e o do Morro do Pinto (1874) (COPACABANA EM FOCO, 2011).

A população da cidade do Rio de Janeiro ia crescendo e demonstrava a necessidade de água para sua sobrevivência. A Majestade Imperial viu o clamor da população a determinar que se buscasse água em fontes capaz de satisfazer todas as necessidades, empreendendo uma grande obra que ateste as gerações futuras. Nesse momento surge o sistema determinado de

“Sistema Acari ou de Linhas Pretas” que foi utilizar as águas da serra de Duque de Caxias e Nova Iguaçu, cortando toda a Baixada Fluminense e trazendo água para a Metrôpole. As captações até o ano de 1940 representava 80% do volume de água disponível (COPACABANA EM FOCO, 2011).

Em 1951 iniciou-se um planejamento para suprir a necessidade de água até 1970 e o manancial escolhido foi o Rio Guandu com uma vazão de 1,2 milhões de litros por dia. O projeto das redes coletoras que era para terminar no Reservatório do Engenho Novo foi se estendendo até a Zona Sul, interligando o Reservatório dos Macacos e que foi ativado em 1958. Naquela época o ideal era abastecer 7,5 milhões de pessoas no ano de 2000 e por esse motivo foi ativada a segunda adutora do Guandu Veiga Britto que interliga a Elevatória do Lameirão (COPACABANA EM FOCO, 2011).

Água Potável

A água potável é a própria água para o consumo humano. Para ser considerada potável deve atender aos padrões de potabilidade. Se houver algumas substâncias que contrarie estes padrões, ela é considerada imprópria para consumo humano. De acordo com a Lei do Saneamento, água potável é um conjunto das atividades operacionais, manutenção e infraestruturas necessárias para tal fim, e correspondem à cadeia que vai da captação às ligações prediais, inclusive os seus instrumentos de medição (PLANALTO, 2007).

Sistema Guandu (deixar esse tópico dentro da história da água no RJ, antes de falar em água potável)

O Rio Guandu pertence ao Estado do Rio de Janeiro, e está localizado próximo da Serra das Araras, entre Paracambi e Piraí, e deságua na baía de Sepetiba no município do Rio de Janeiro. Ele é considerado um rio de grande importância para o Estado, pois abastece toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. O fornecimento de água para a população só é possível após passar por tratamento na ETA (Estação de Tratamento de Água) (Figura 1) do Guandu, que é considerada a maior estação de tratamento do mundo, com uma vazão de 45m³/s (ALVES, 2003).

Após o tratamento pode ser considerada água própria para consumo humano, e em seguida é transferida para as elevatórias menores que tem a função de armazenar e distribuir para a cidade do Rio de Janeiro, alimentando assim as residências, condomínios, shopping, escolas etc.

Figura 1: Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu



Fonte: Portal Tratamento de água (2019)

Esgoto Sanitário

Os esgotos prediais são lançados nas redes de esgotos da cidade. Esta rede, que toda cidade possui ou deveria possuir, pode ser instalada através de vários sistemas, como sistema unitário (no qual as águas pluviais e as águas residuárias e de infiltração são conduzidas para uma mesma canalização ou galeria), sistema separador absoluto (no qual há duas redes públicas inteiramente independentes: uma para águas pluviais e outra somente para águas residuárias e de infiltração) e sistema misto ou separador combinado (no qual as águas de esgoto têm canalizações próprias, mas esses condutos estão instalados dentro das galerias pluviais) (ARAUJO, 2012).

Tratar o esgoto significa tirar dele detritos, substâncias químicas e microrganismos nocivos, deixando as águas tão limpas quanto possíveis antes de devolvê-las à natureza. Para isso são necessários sistemas de esgotamento que garantam boas condições de higiene com ventilação, sistemas de inspeção e limpeza.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), mais de 100 milhões de brasileiros não possuem coleta de esgoto e 35 milhões sequer têm acesso a água potável (SNIS, 2018).

Em 2018, o SNIS–AE trouxe informações sobre os serviços de água de 5.146 municípios, que representa 92,3% do total de municípios brasileiros, abrangendo 98,1% da população urbana. Com relação aos serviços de esgotos, o SNIS obteve informações de 4.050 municípios, que representa 72,7% do total de municípios, abrangendo 92,9% da população urbana (SNIS, 2018).

A grande quantidade de municípios com índice de tratamento de esgoto coletado superior a 90,0% (1.580) pode trazer a conclusão equivocada de que há elevado tratamento de esgotos nos municípios da amostra do SNIS, porém, o índice apenas indica que todo esgoto que é coletado no município possui tratamento, refletindo, portanto, a capacidade das estações de tratamento de esgotos, e não o nível de tratamento em relação aos esgotos gerados. Assim, para que o índice de tratamento de esgoto coletado seja interpretado corretamente é interessante que ele seja analisado em conjunto com o índice de tratamento de esgoto coletado referido à água consumido (SNIS, 2018).

Coleta de Resíduos na Cidade do Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro enfrentou no decorrer da história até os dias atuais os desafios da coleta e armazenamento sustentável dos resíduos sólidos. A população veio a crescer desenfreadamente aumentando a produção de “lixo” e a preocupação da administração pública com o descarte dos resíduos. Sem os recursos técnicos atuais e a preocupação de um desenvolvimento pautado na sustentabilidade do meio ambiente, os resíduos antigamente eram lançados na Baía de Guanabara, pois acreditavam que o regime das marés levaria os resíduos. O despejo de tais resíduos viria a causar no futuro sérios danos ao meio ambiente e a saúde da população.

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PMGIRS da cidade do Rio de Janeiro, criado em 2015 pela Prefeitura do Rio, tem como objetivo proteger a saúde pública e a qualidade de vida, incentivar a reutilização, reciclagem, recuperação de resíduos sólidos, entre outros (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2013)

Na cidade do Rio de Janeiro, os resíduos sólidos recolhidos pela COMLURB atingiram a média de 9.227 toneladas diárias no ano de 2014, sendo 53,1% de resíduo domiciliar, 30,7% de resíduo de limpeza urbana, 3% de resíduo de grandes geradores (incluindo resíduos da construção civil), 5,4% de resíduos da Rede Municipal de Saúde, de remoção gratuita e o restante (1,5%) sendo outros resíduos (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2013).

Sistema de Drenagem na Cidade do Rio de Janeiro

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais onde inclui ainda a hidrografia e os talwegues. É constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e enchentes, possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável (CONFEEA, 2019).

A drenagem e a sustentabilidade trata-se hoje de um tema muito importante, no entanto, não se considera preocupação de grande parte da humanidade, o que prolifera o desordenamento das áreas habitadas.

Com base nos planos de saneamento básico, preservação e tratamento das águas pluviais, neste caso na cidade do Rio de Janeiro, observou-se a importância da execução dos canais de drenagem e o fluxo de escoamento que se forma após a obra, a fim de acabar com enchentes no perímetro urbano.

Por vias transversas, a evolução tecnológica nas nações mais adiantadas e o intercâmbio comercial foram os responsáveis pela implantação de medidas sanitárias em cidades ainda desprovidas desses sistemas. Foram os riscos de contaminação pelas tripulações dos navios comerciais e turísticos que fizeram com que os portos das cidades, mais vulneráveis, deixassem de ser escalas, justificando a preocupação com a melhoria das condições sanitárias.

SANEAMENTO BÁSICO NA COMUNIDADE RIO DAS PEDRAS

Comunidade Rio das Pedras

O Rio das Pedras é uma comunidade de classe média e classe médio-baixa. Localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, faz parte de Jacarepaguá, sendo dividido entre os bairros Itanhangá e Anil (Figura 2). As fronteiras de Rio das Pedras estão definidas pelo Parque Nacional da Tijuca, e é considerado o bairro mais populoso de Jacarepaguá com cerca de 120.000 habitantes (RP PORTAL, 2017).

O Rio das Pedras recebeu esse nome em razão de um rio que começa na Floresta da Tijuca e corre inteiramente através da favela. Há cerca de 35 anos esse rio era limpo o suficiente para crianças brincarem, pessoas tomarem banho e lavarem suas roupas. Com o crescimento populacional esse rio foi sendo contaminado de esgoto e ele desagua na Bacia de Jacarepaguá (RP PORTAL, 2017).

Com cerca de 90 hectares de terra, o Rio das Pedras é dividido em duas partes principais: uma área norte mais consolidada e uma área sul com a sua infraestrutura mais recente e mais precária (RP PORTAL, 2017).

Historicamente atraindo trabalhadores vindos do Nordeste, hoje muitos dos habitantes de Rio das Pedras são migrantes que antes de chegarem à comunidade, já conheciam parentes ou amigos que viviam na região e recomendavam o local (RP PORTAL, 2017).

Figura 2: Mapa da Comunidade Rio das Pedras



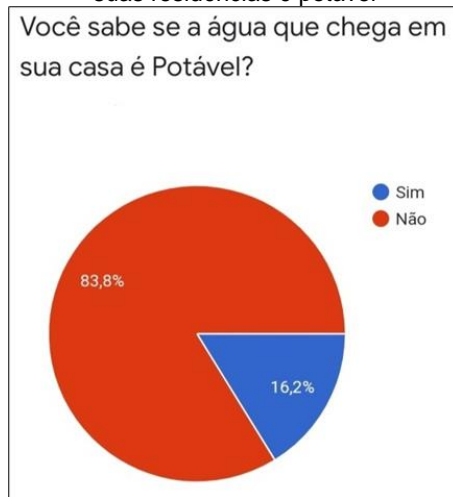
Fonte: David Miranda (2017)

Abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água na comunidade é realizado pela CEDAE - (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro). Na região não existe Estação de Tratamento de Água (ETA). A água vem de um reservatório mais próximo onde é interligado a redes de distribuição para fazer o transporte até a comunidade.

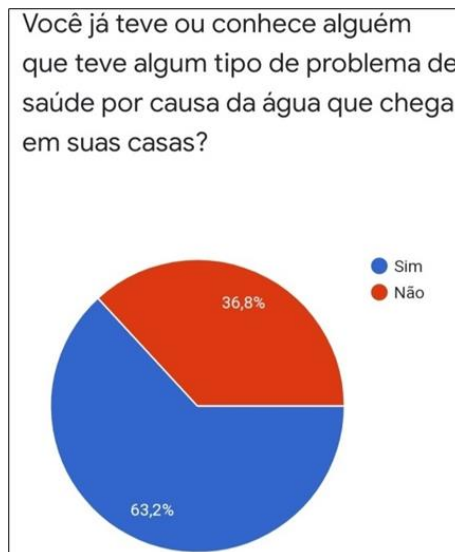
Uma pesquisa feita em campo com a população residente dessa região (Gráfico 1), comprova que cerca de 83,8% dessa população não sabe se a água que chega em suas casas fornecida pela CEDAE é potável. Outra pesquisa (Gráfico 2) revela que 63,2% das pessoas entrevistadas conhecem outras pessoas que vivem na comunidade e que já teve problema de saúde por consumi-la água fornecida na região.

Gráfico 1: Pesquisa feita em Campo – Se a população sabe se a água que chega a suas residências é potável



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Gráfico 2: Pesquisa feita em Campo – Se a população já teve ou conhece pessoas que teve problema de saúde por causa da água que chega a suas Residências



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Esgoto Sanitário

O Sistema de Esgoto Sanitário em alguns pontos dessa comunidade é precário (Figura 3), como por exemplos: Areal um; Areal dois; Areinha; Rua Velha; Rua Nova e a principal avenida que corta toda a Comunidade. Em outros pontos existem redes coletoras executadas pela CEDAE (Companhia Estadual de Água e Esgoto) que interliga em uma elevatória de esgoto existente para a estação de tratamento. Essa elevatória de esgoto tem capacidade de bombear esgoto com uma vazão 135 l/s e com a capacidade de atender cerca de 33 mil habitantes, de pouco mais de 100 mil habitantes que vivem na comunidade (AIB, 2011).

Esta estação funciona para alguns trechos da comunidade e adjacências. Em outros pontos, por exemplo: Areal um, Areal dois, Pantanal, Areinha, Rua velha, essa estação não recebe esgoto gerado dessas regiões citadas e os moradores tiveram que implantar redes coletoras para um canal existente que interliga a Bacia de Jacarepaguá para desaguar o esgoto para esse canal, contribuindo cada vez mais com a poluição dos rios da região (AIB, 2011).

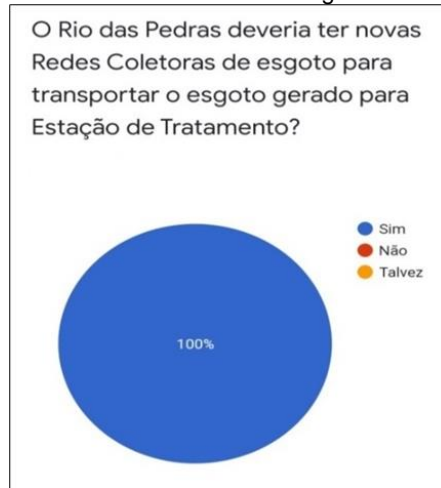
Figura 3: Canal entre Areal e Areinha interligando a Bacia de Jacarepaguá



Fonte: Strobl (2017)

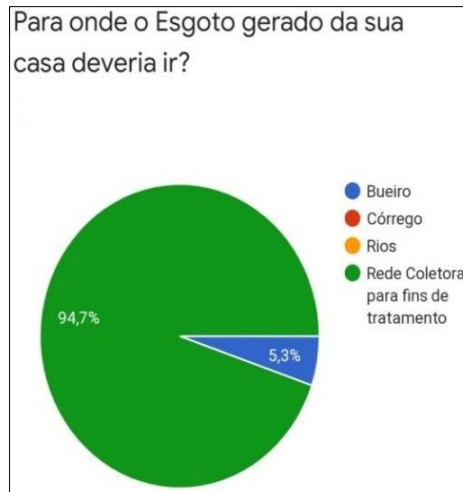
A pesquisa feita em campo com alguns moradores comprova que 100% das pessoas que responderam aprovam a implantação de novas redes coletoras de esgoto na região (Gráfico 3). E 94,7% aprovam que o esgoto gerado na comunidade deveria passar por novas redes coletoras e ligar uma estação de tratamento (Gráfico 4), contribuindo assim com o saneamento e o meio ambiente da comunidade.

Gráfico 3: Pesquisa feita em Campo – Se no Rio das Pedras deveria ter novas redes coletoras de esgoto



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Gráfico 4: Pesquisa feita em Campo – Para onde o Esgoto gerado deveria ir



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Porém, para construção de novas redes coletoras, a comunidade deve passar por um levantamento técnico que demonstre se a ETE existente comporta ou não a vazão que toda comunidade precisa. Caso não seja suficiente, deveria sim ser construída uma nova ETE para atender a todos os moradores. O Governo do Estado do Rio de Janeiro deveria atentar-se para essa e outras regiões de Jacarepaguá para que pudesse ser feito um investimento nessas áreas precárias. Possivelmente, a criação de novas redes coletoras interligadas a uma Estação de Tratamento de Esgoto que

suporte a capacidade de toda a comunidade, melhoraria bastante a qualidade de vida dos moradores e do meio ambiente.

Coleta de Resíduos

O lixo é o conjunto de resíduos sólidos resultantes da atividade humana e ele é constituído de substâncias putrescíveis, combustíveis e incombustíveis. O lixo tem que ser bem acondicionado para facilitar sua remoção. Quando o lixo é disposto de forma inadequada, em áreas urbanas, por exemplo, os problemas sanitários e ambientais são inevitáveis. Isso porque estes locais tornam-se propícios para a atração de animais que acabam por se constituírem em vetores de diversas doenças, especialmente para a população que vive na região.

O sistema de coleta de resíduos na comunidade Rio das Pedras é feito pela empresa Comlurb regularmente, mas ainda assim é comum encontrar nas ruas no entorno da região excesso de “lixo” espalhado (Figura 4). Essa abundância de resíduo causa dano aos moradores quando ocorrem fortes chuvas na região, prejudicando o escoamento da água e consequentemente causando alagamentos. Porém, grande parte da culpa é também dos moradores do local, que por muitas vezes despejam o “lixo” em local impróprio.

Figura 4: Principal Via da Comunidade (Avenida Engenheiro Souza Filho)

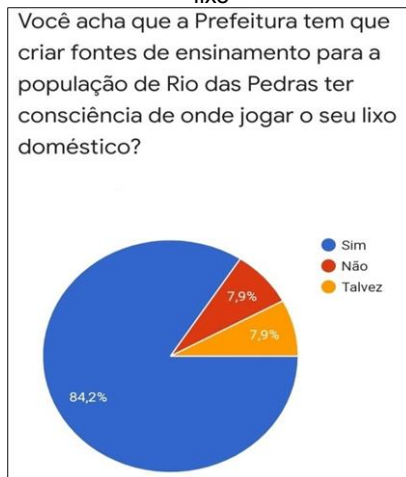


Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

É possível perceber que os moradores têm consciência do dano que pode causar à saúde este mau descarte do “lixo” e 82% (Gráfico 5) concordam que a Prefeitura do Rio deveria contribuir com mecanismos de disseminação de conhecimento para que conscientize ainda mais a população da região a fazer um correto descarte de seus resíduos. Assim

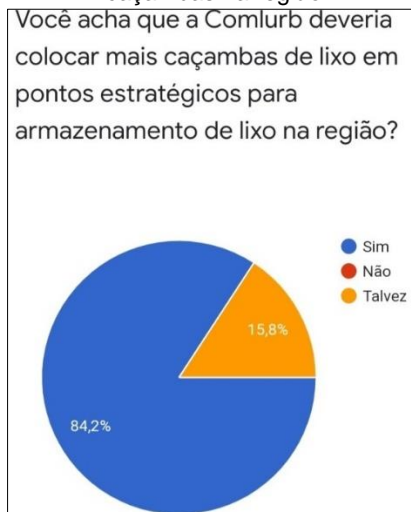
como 84,2% (Gráfico 6) afirmam que deveria ter mais caçambas de lixo disponíveis na região.

Gráfico 5: Pesquisa feita em Campo – Se a Prefeitura deve criar fontes de ensinamento para a população do Rio da Pedras ter consciência de onde jogar seu lixo



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Gráfico 6: Pesquisa feita em Campo – Se a Comlurb deveria colocar mais caçambas na região



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Drenagem Urbana

É de grande conhecimento o problema de alagamentos em áreas urbanas devido às fortes chuvas em nosso país, mas especificamente a cidade do Rio de Janeiro. Essa problemática piora ainda mais quando falamos de comunidades com um precário sistema de drenagem.

A comunidade de Rio das Pedras sofre incansavelmente com essa problemática que afeta a cidade do Rio de Janeiro, pois com o grande volume de chuva e a falta de um bom sistema de escoamento na região, grande parte da comunidade fica debaixo d'água (Figura 5), que por consequência são causados pelo acumulado de resíduos descartados erradamente por moradores da região.

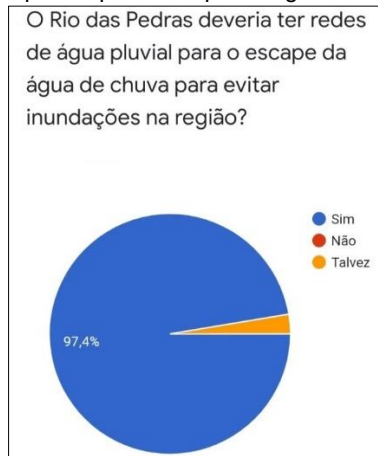
Figura 5: Principal Via da Comunidade (Avenida Engenheiro Souza Filho)



Fonte: Globo G1 (2010)

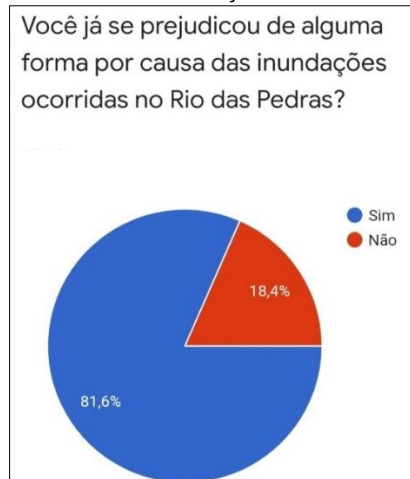
Observou-se que quase 100% dos moradores concordam que a comunidade deveria ter um sistema com mais redes de água pluviais para que a água da chuva escape e evite inundações (Gráfico 7). Assim como 81% dos moradores já se prejudicou de alguma forma devido às inundações causadas pelas chuvas (Gráfico 8). Uma possível solução para essas inundações seria a manutenção preventiva das Galerias de Águas Pluviais, para evitar possíveis obstruções quando ocorrerem fortes chuvas.

Gráfico 7: Pesquisa feita em Campo – Se o Rio das Pedras deveria ter redes de água pluvial para escape da água da chuva



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Gráfico 8: Pesquisa feita em Campo – Se de alguma forma se prejudicou com inundações



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Com toda pesquisa de campo finalizada, percebeu-se que grande parte dos moradores já sofreu com a má qualidade da água, a distribuição das redes de esgoto que não atende a todos, a insuficiência da coleta de lixo na região e o processo de drenagem que não funciona. Desta forma, concordando que todo o sistema de saneamento básico dentro da comunidade é falho e precisa de melhorias.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostra a importância do saneamento básico dentro das comunidades, principalmente na comunidade Rio das Pedras, tanto para prevenção de doenças e prevenção do meio ambiente. A situação atual é agravante para a população, pois todas as vezes que chove forte, as ruas da região enchem impedindo as pessoas de saírem ou chegarem em suas casas.

A água que é distribuída pela CEDAE na comunidade, segundo a companhia de água, é potável. Porém existem casos dentro da comunidade de pessoas que tiveram problemas de saúde e não sabem se foi através da água ou não, já que a concessionária afirma distribuir uma água potável. É necessário criar um estudo melhor das redes de distribuição, acompanhar e monitora a qualidade da água da comunidade em vários pontos das redes, para então afirmar se existe um ponto contaminação ou não, para enfim tratar e evitar que mais pessoas tenham problemas de saúde por consumi-la.

O sistema de esgotamento sanitário é precário, e é necessário criar redes coletoras de esgoto e implantar outra Estação Elevatória de Esgoto (EEE) na região para receber o esgoto que é desaguado nos rios, assim como verificar a capacidade de tratamento na estação que irá receber todo esse esgoto, contribuindo para melhoria da saúde da população e meio ambiente.

O sistema de drenagem na comunidade é péssimo nos locais onde existem e muito pior em lugares onde não existem. É fundamental que o Estado olhe com mais atenção para essa comunidade e crie um sistema de drenagem eficaz para atender toda a população e crie meios de incentivar os moradores a não jogar lixos nas caixas de drenagem.

Os resíduos sólidos gerados na região têm um quantitativo considerado grande e nos pontos onde existem caçambas de lixo acumula muito rápido, fazendo com que as caçambas fiquem lotadas ao ponto de os moradores jogarem lixo do lado de fora da caçamba. A prefeitura deveria criar mais pontos de coleta e colocar mais caçambas de lixo espalhadas na comunidade para que evite esse acúmulo, que conseqüentemente causará entupimento nas redes de drenagem.

Por fim, é fundamental um estudo do saneamento básico dentro dessa comunidade para melhorar as quatro vertentes do saneamento (Água, Esgoto, Drenagem e Resíduos), pois a cada chuva forte em determinados períodos do ano fica pior e têm mais enchentes, conseqüentemente causando drásticas perdas aos moradores, principalmente os que vivem em casas térreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVES, G. A. **Ações poluidoras na Bacia do Rio Guandu e suas conseqüências para ETA Guandu.** Companhia Estadual de Águas e Esgoto, 2003. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622011000200007>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

ARAUJO, E. P. **Apostila de Esgoto Sanitário e Águas Pluviais**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSEMAE - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO. **Saneamento e sua relação como desenvolvimento urbano**. 2015. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/artigos/item/650-saneamento-e-sua-relacao-com-o-desenvolvimento-urbano>. Acesso em: 26 de setembro de 2019.

AIB. **Inaugurada Elevatória de Esgotos no Rio das Pedras**. 2011. Disponível em: <<https://aibnews.com.br/inaugurada-elevatoria-de-esgotos-no-rio-das-pedras/>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

BRASIL, Trata. **Principais Estatísticas: Água**.2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>. Acesso em: 26 de setembro de 2019

BRITO, J. C. M. de; ARAUJO, N. B. D.de. **Avaliação Técnica de Planos Municipais de Saneamento Básico da Baixada Fluminense: um estudo de caso para dois municípios**. Rio de Janeiro 2017. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021403.pdf>>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

CONFEA. **Sistemas de drenagem urbana**, Ricardo Aragão. 2019. <https://www.passeidireto.com/lista/32799247-casos-processo-do-trabalho-ii/arquivo/61424548-sistemas-de-drenagem-urbana>. Acesso em:28 de novembro de 2019.

COPACABANA EM FOCO. **A história do abastecimento começa no Rio de Janeiro**. 2011. Disponível em: <<https://ama2345decopacabana.wordpress.com/planejamento-urbano/a-historia-do-abastecimento-comeca-no-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 21 de março de 2020.

EOS. Organização e Sistemas Ltda:**A importância do saneamento básico para a sociedade**. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/a-importancia-do-saneamento-basico-para-a-sociedade/>. Acesso em: 26 de setembro de 2019.

GLOBO G1. REDE. **Enchente, forte temporal em 1998 na favela do Rio das Pedras em Jacarepaguá**. Rio de Janeiro 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Rio/0,,MUL1559608-5606,00.html>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/panorama-dos-planos-de-saneamento-basico-no-brasil>>. Acesso em: 26 de novembro de 2019.

MIRANDA, DAVID. **Crivella condena Rio das Pedras ao inferno da remoção e pede para o povo orar**. Rio de Janeiro 2017. Disponível em: <<https://davidmirandario.com.br/2017/10/crivella-condena-rio-das-pedras-ao-inferno-da-remocao-e-pede-para-comunidade-orar/>>. Acesso em: 23 de junho de 2020.

PLANALTO. **Presidência da República**: Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 27 de setembro de 2019.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Resíduos Sólidos**. 2013. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/residuos-solidos>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

STROBL, T. **Limpeza no canal em Rio das Pedras**. Rio de Janeiro 2017. Disponível em: <<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10159513278575375&set=g.1395260750542626&type=1&theater&ifg=1>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019

RP PORTAL. **História do Rio das Pedras**. Rio de Janeiro 2017. Disponível em: <<http://portalrp.com/rio-das-pedras/historias/>>. Acesso em: 23 de junho de 2020.

TRATAMENTO DE ÁGUA, PORTAL. **Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu**. Rio de Janeiro 2019. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/rio-ganhar-estacao-de-tratamento-agua/>>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

Daniel de Souza Tito
UNISUAM

Elias de Souza Tito
UNISUAM

Jussara Oliveira do Nascimento
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

No universo da construção civil é perceptível como se buscam cada vez mais novas ideias de processos que racionalizem materiais e conseqüentemente tornem os modelos construtivos ainda mais produtivos. Os sistemas construtivos em concreto pré-moldado tem mostrado uma grande capacidade de racionalização através de um considerável ganho de velocidade de execução da obra, minimização considerável nas perdas dos materiais utilizados, maior utilização de mão de obra ainda mais qualificada e um melhor acabamento final da construção. Este trabalho tem como objetivo demonstrar o conceito dentro de uma linha histórica quanto à utilização do método construtivo de pré-moldados no aspecto geral, a sua utilização de forma onde são abordados e apresentados os tipos de elementos mais comumente utilizados, como são executadas as ligações nas estruturas pré-moldadas, métodos de manuseio e montagem dessas estruturas na obra, além de identificar as vantagens e desvantagens em se utilizar sistemas pré-moldados como principal método construtivo.

Palavras-chave: Sistemas Construtivos; Pré-Moldado; Vantagens; Desvantagens.

INTRODUÇÃO

Concreto Pré-moldado são elementos como pilares, vigas, lajes de concreto moldados fora de sua posição definitiva de utilização na construção. Seu emprego faz parte de dois preceitos, onde um aponta para a industrialização da construção e outro para a racionalização da execução de estruturas de concreto. Eles são utilizados em alguns campos como: edificações, construção pesada, infraestrutura urbana, entre outros.

A ABNT NBR 9062/2017, cujo título é Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado, fala sobre a diferença entre elementos pré-fabricados e pré-moldados.

Além do pré-moldado, existem os pré-fabricados, possuindo também muita versatilidade e agilidade no processo de construção. Ambos precisam atender aos padrões e especificações técnicas, porém a diferença entre eles é que os pré-fabricados são produzidos industrialmente, sob condições rigorosas de controle de qualidade e dispõe de laboratórios e instalações próprias, já os pré-moldados são feitos dentro do canteiro de obras (ABNT, 2017).

O aumento do uso de concreto pré-moldado teve seu desenvolvimento iniciado no final do século XIX até o início da Segunda Guerra Mundial. Ainda que, de forma menos entusiasmada, este procedimento sofre avanços na Europa Ocidental além dos Estados Unidos, onde novas soluções são buscadas a fim de adicionar mais flexibilidade de projeto e produção e por consequência fugir das criticadas mesmices arquitetônicas desenvolvidas nestes moldes (EL DEBS, 2017).

No Brasil, o emprego do concreto pré-moldado vem sendo pouco utilizado devido razões de natureza macroeconômica como: o sistema tributário que penaliza o emprego de elementos pré-moldados de fábricas; a economia instável causa dificuldades ao planejamento e os investimentos a longo prazo; além das razões de natureza culturais como: o conservadorismo; a escassez de oferta de equipamentos; além da falta de meios para ligações e o manuseio dos elementos (EL DEBS, 2017).

A utilização do concreto pré-moldado pode atuar reduzindo o custo dos materiais das estruturas de concreto, em resumo o próprio concreto e a armadura. Com isso, ele vem ganhando muito espaço nos canteiros de nosso País, trazendo vantagens no planejamento e posterior execução do projeto, aumentando a qualidade das construções. Logo, o crescimento do emprego deste processo só é possível, se houver um aumento no grau de desenvolvimento tecnológico e social do País, pois aumenta a oferta de equipamentos, a mão de obra obtém maior valorização, além das exigências em relação à qualidade dos produtos.

Estruturas de Concreto Pré-moldado é um tema bastante amplo, o mesmo tem como objetivo explorar as características de seu uso, bem como suas vantagens e desvantagens. Além de mostrar o longo caminho percorrido para o seu desenvolvimento no ramo da Engenharia Civil.

A utilização deste método pode ser positiva em diversos aspectos tanto técnicos como financeiros. Nos aspectos técnicos: a diminuição de imprevistos; melhor qualidade do concreto; montagem rápida e silenciosa através da execução das conexões entre os elementos; maior controle da obra; redução de resíduos de construção. Já nos aspectos financeiros temos: redução do risco de roubo no canteiro de obras; redução de custos pela redução de prazos; eliminação de desperdícios e redução de riscos de acidentes.

Em contrapartida, este processo, como em qualquer outra área da engenharia possui limitações relacionadas aos equipamentos de transporte e montagem, restrições à movimentação no canteiro da obra, dificuldade de

transporte em grandes centros; limitações de formas arquitetônicas e necessidade de previsão de ampliações no projeto inicial.

Tudo deve ser muito bem avaliado e planejado para que o projeto seja concebido considerando a finalidade, as restrições, vantagens e desvantagens do seu uso, e, principalmente, o custo-benefício de sua utilização.

Profissionais qualificados na área da Engenharia Civil podem optar por este processo o que pode acelerar sua obra e entregar o projeto dentro do prazo, o que não é comum nesta área. Já os clientes saem satisfeitos, além da economia financeira e diminuição de óbices.

Pretende-se estudar a importância desse método construtivo, identificar alguns dos principais elementos utilizados, apontando os tipos de ligações que ocorrem entre esses elementos e suas características, além de destacar vantagens e desvantagens quanto ao seu emprego.

O estudo foi desenvolvido com base no método dedutivo, utilizando-se a pesquisa bibliográfica. Foi por meio desta pesquisa bibliográfica, onde foram buscadas informações e coletados dados em artigos e sites, permitindo concluir que a utilização do concreto pré-moldado está cada vez mais presente nas construções civis.

Os objetivos que este estudo pretende alcançar é basicamente demonstrar as particularidades no uso deste método construtivo, além de analisar os principais elementos pré-moldados sob aspectos executivos, suas características, bem como seu processo de ligações, atividades de manuseio e montagem, listando-se vantagens e desvantagens em comparação com outros procedimentos executivos.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Utilizações do Concreto Pré-Moldado

Analisando o uso do concreto pré-moldado dentro do universo das diversas partes estruturais de uma construção da engenharia civil, verificou-se diversos pontos a serem analisados como: o tempo de construção; o controle dos componentes pré-moldados e de materiais na construção, verificando o quanto é utilizado e o quanto é desperdiçado; o impacto que seu emprego tem no desenvolvimento tecnológico e social do país; além de identificar a valorização da mão de obra e maior oferta de equipamentos.

No que se refere a custo, segundo El Debs (2017) quando feita uma análise básica de custo da hora de operário de regiões mais desenvolvidas e menos desenvolvidas, e tirando como base o custo da hora de operário em canteiro de obra de alguns países da Europa, o mesmo chega a valer até cinco vezes o custo da hora de operário do Brasil.

Da mesma forma apresenta-se outra comparação que exemplifica essa questão, é a relação do custo de um dia de trabalho especializado com o custo do metro cúbico de concreto em regiões mais desenvolvidas e menos desenvolvidas.

Ainda para El Debs (2017), com a utilização do concreto pré-moldado deve-se destacar o fato de que com a sua utilização estariam sendo melhoradas, nestes países, as condições de trabalho na construção civil, afetando, sobretudo, os países mais desenvolvidos socialmente.

Mesmo em países em desenvolvimento, como o Brasil, existe uma acentuada tendência de escassez de mão de obra qualificada ou que se sujeitaria às condições de trabalho da construção civil tradicional.

Principais Elementos do Sistema Construtivo em Concreto Pré-Moldado

O método construtivo de pré-moldados apresenta sugestões de produtos, como bloco de fundações, pilares, lajes, vigas, estacas entre outros, o qual vem apresentando um crescimento na construção civil. Esses objetos podem ser utilizados em várias classificações na construção civil, da mais simples até a mais elaborada, como residenciais, industriais, mercados, Shopping Centers, ou em qualquer obra que esse sistema construtivo atender, além de apresentar uma redução considerável no tempo de construção (ACKER, 2002).

Fundações

As fundações compostas por elementos pré-moldados são diferentes quando comparados ao modelo tradicional de construção. No modelo construtivo tradicional, onde as estruturas são moldadas in loco, os pilares são engastados no bloco de fundação, o que consiste em uma estrutura travada e rígida, com a utilização de pré-moldado isso não ocorre. Com o uso de pré-moldados as Fundações são executadas conforme o projeto e recebem os pilares posteriormente (SENDEN, 2015).

Outra grande exemplo de fundações bastante utilizada nas construções são as estacas em concreto pré-moldado, pois apresentam-se como uma excelente e importante alternativa construtiva para fundações profundas em geral e também para estruturas de arrimo. É importante citar ainda, que tendo em vista a sua função principal as estacas podem dividir-se em estacas normais (executadas tento de concreto armado quanto de concreto protendido) e estacas prancha (EL DEBS, 2017).

Pilar

Os pilares pré-moldados são comumente construídos em seções quadradas ou retangulares podendo ser utilizado juntamente a outros sistemas como alvenaria, estruturas metálicas, entre outros, sempre conforme especificação e necessidade do projeto. Sua superfície de concreto é lisa e as bordas chanfradas, a peça pode ser maciça ou já ser confeccionada com orifícios para escoamento da água. Geralmente, os pilares requerem uma seção transversal mínima de 300 mm, não apenas por

motivo de manuseio, mas também para acomodar as ligações viga-pilar (ACKER, 2002).

Esses elementos apresentam maior dificuldade quanto a sua padronização haja vista sua alta complexidade, possuindo tamanhos variados de acordo com o projeto arquitetônico. Em suma, devem ser constantes ao longo de toda a estrutura podendo recuar em um nível intermediário a fim de satisfazer as necessidades da arquitetura.

Na sua produção, no intuito de facilitar o processo de transporte e montagem, são posicionados furos, de acordo com cálculo estrutural, que servirão para o içamento das peças. Já em seus níveis de pavimento, os elementos possuem insertos estruturais ou consoles para promover suporte de apoio das vigas (ACKER, 2002).

A figura 4 mostra um sistema que possui pilares com o tipo de console retangular em concreto para dar suporte às vigas da estrutura.

Figura 4: Pilares pré-moldados

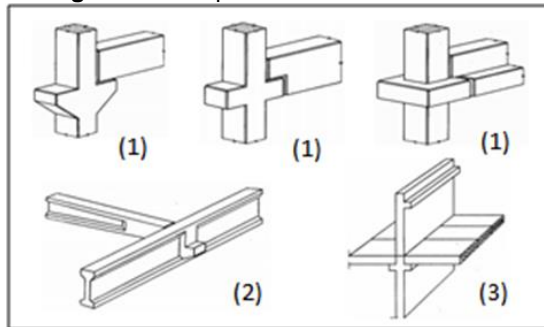


Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Console

Segundo Acker (2002), consoles são elementos de alta complexidade empregados nas estruturas pré-moldadas para as ligações viga-pilar (1), ligações viga-viga (2), bem como ligações piso-parede (3) (Figura 5).

Figura 5: exemplos de consoles de concreto



Fonte: ACKER (2002)

Essa região da estrutura apresenta grande probabilidade no surgimento de problemas justamente pelo fato de representar as ligações das estruturas. Esse complemento estrutural, geralmente, pode-se apresentar das seguintes formas (ACKER, 2002):

- a) Console retangular com uso de dente de Gerber:

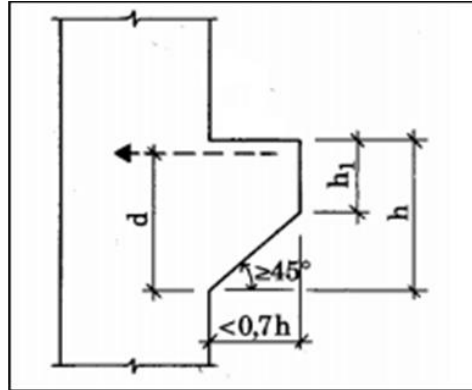
No caso de as vigas serem retangulares, o console pode apresentar forma retangular onde a largura e altura da viga apresentam metade do dente de Gerber. Esse tipo de console é muito utilizado quando, por motivo arquitetônico ou estrutural, se pretende esconder o apoio em um plano de alvenaria.

- b) Console trapezoidal:

Utilizados para apoio de vigas do tipo I, são executados normalmente na largura do pilar. Acker (2002) apresenta algumas recomendações quanto a suas dimensões.

Basicamente a altura " h_1 " de sua face não deve ser inferior que a metade da altura total " h ". O comprimento do console não deve ser maior que $0.7h$, com trecho inferior inclinado a 45° , terminando faceado a lateral do pilar conforme apresentado na figura 6.

Figura 6: Dimensões recomendada para console trapezoidal



Fonte: Adaptado de ACKER (2002)

Ainda é possível encontrarmos outros tipos de consoles como os Complementares ou os do tipo para laje alveolar, ambos são utilizados para o aumento da seção de apoio e podem ser apresentados de forma retangular, trapezoidal (Figura 7) ou, no caso de laje alveolar, até mesmo metálico (SENDEN, 2015).

Figura 7: Pilares com dois consoles trapezoidais

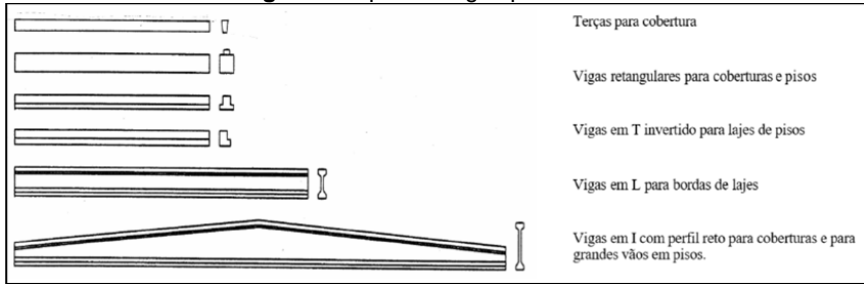


Fonte: TeA (2020)

Viga

De modo geral, são elementos que demandam um estudo mais detalhado do cálculo estrutural de um projeto. As vigas pré-moldadas possuem, usualmente, uma tendência de repetição para facilitar a fabricação, e podem ser tanto de concreto armado quanto de concreto protendido (Figura 8), variando em diversos tipos, quanto a finalidade, e formas. Para cada tipo, existe uma variedade de formas de seções transversais padronizadas disponíveis nos catálogos dos fabricantes (ACKER, 2002).

Figura 8: Tipos de vigas protendidas



Fonte: ACKER (2002)

Para as vigas retangulares é sempre melhor procurar adotar seções padrões, pois são as que apresentam a maior variedade de seções. Podem ser confeccionadas de concreto armado ou protendido.

No caso de utilização de vigas retangulares protendidas, suas dimensões ficam limitadas devido à máquina que posiciona e realiza a protensão dos cabos. Para as vigas retangulares de concreto armado é possível variar melhor suas dimensões, geralmente esse tipo de viga apresenta dente de Gerber, para apoio sobre o console localizado no pilar (BERTOLI, 2007).

Laje

Esses elementos pré-moldados não possuem a necessidade de grandes escoramentos e apresenta praticidade no processo de montagem. Dispõe de alto desempenho mecânico, consegue vencer grandes vãos, além de deter um acabamento satisfatório em suas faces inferiores. Existem lajes completamente pré-moldadas, moldadas totalmente em fábricas, e outras parcialmente pré-moldadas, composta de um sistema misto (Figura 9) (ACKER, 2002).

Figura 9: Formato de lajes

Laje	Seção da forma	Peça produzida
<i>Piso Duplo T</i>	Retângulo com prolongamento de dois I	
<i>Piso T</i>	Retângulo com prolongamento de um I	
<i>Piso U Invertido</i>	Retângulo com um I em cada extremidade	
<i>Piso Vazado</i>	Processo por máquinas extrusoras	
<i>Piso Múltiplo T</i>	Retângulo com prologamento de I	

Fonte: SENDEN (2015)

Acker (2002) menciona alguns dos tipos principais de lajes pré-moldadas mais comumente encontradas no mercado:

a) Lajes alveolares

Esses elementos possuem como principal característica, alvéolos, que são furos longitudinais que tem a intenção de reduzir seu peso próprio. São principalmente utilizadas em construções de grandes vãos como shopping centers, escolas, hospitais, etc. El Debs (2017) aponta esse tipo de elemento pré-moldado como um dos mais empregados no mundo, em especial na América do Norte e Europa. As lajes alveolares são encontradas tanto em concreto protendido quanto em concreto armado, disponíveis em espessuras diferentes a fim de satisfazer as diferentes necessidades de vão e de carga.

b) Lajes com painéis nervurados

Normalmente são feitas de concreto protendido, combinando capacidade de porte com vãos grandes. As extremidades podem ser chanfradas a fim de proporcionar uma junta divisória. Esse tipo de laje é apropriado para grandes vãos industriais, centro de distribuição, armazéns e similares.

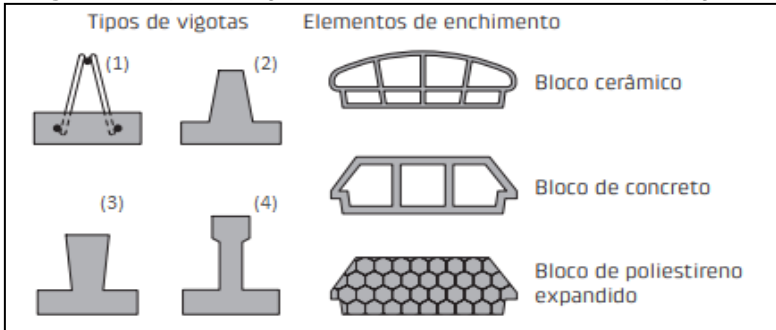
c) Sistemas compostos por meio de placas (painéis) pré-moldadas

São painéis produzidos com armaduras treliçadas, produzidos em concreto armado ou protendido, e possui acabamento liso em sua face inferior. É um típico processo que evidencia um sistema misto, de parte pré-moldada e outra moldada no local, trabalhando unidas no estágio final, apresentando uma capacidade estrutural composta.

d) Sistemas compostos por lajes com vigotas

Esse é outro tipo de sistema misto, compostos de vigotas pré-moldadas, feitas de concreto armado ou concreto protendido, posicionadas paralelamente entre si, de forma espaçada entre 0,4 e 0,8 m uma da outra. São utilizados também elementos de enchimentos pré-fabricados que são posicionados entre as vigotas (Figura 10).

Figura 10: Tipos de vigota e elementos de enchimentos empregados



Fonte: EL DEBS (2017)

(1) Vigota de concreto armado com treliça, a mais popular e comumente utilizada em construções residenciais de poucos pavimentos e facilmente encontrada no mercado.

(2) e (4) Vigotas de concreto armado comum funcionam bem com lajes pré-prontas, podem ser apoiadas em sua mesa facilitando a montagem dos panos de laje.

(3) Vigota protendida é indicada para lajes que recebem maiores cargas.

Principais Ligações e Montagens

Os pré-moldados vêm ganhando espaço em diversas construções industriais, comerciais, além das obras residenciais. Quando comparada com a construção tradicional, a qual é feita de maneira artesanal e demanda muita mão de obra, os pré-moldados ganham em agilidade, pois suas peças já chegam prontas e são montadas com máquinas (G1, 2016).

Pode-se afirmar que os pré-moldados são estruturas normatizadas dentro dos padrões de qualidade e segurança e por isso não é preciso preocupação com cuidados especiais, apenas deve-se verificar se existe algum tipo de patologia durante sua aplicação (G1, 2016).

A utilização das peças pré-moldadas ainda não foi adotada pelo mercado como um todo. Por isso, é necessário que o projetista considere, desde o início do projeto, todas as possibilidades em cada tipo de obra. Além disso, este procedimento também tem movimentação diferente da tradicional entre os seus vários componentes. Se os elementos não forem utilizados de modo compatível, podem anular as vantagens do método construtivo de pré-moldagem (ACKER, 2002).

Dentre as diversas linhas de estudo no ramo das estruturas de concreto pré-moldado destaca-se o estudo das ligações entre os seus variados elementos. Isso porque o entendimento sobre o comportamento de um sistema estrutural de concreto pré-moldado está imediatamente vinculado ao entendimento sobre o comportamento de suas ligações, que são responsáveis, entre outros, pela redistribuição dos esforços de toda estrutura.

Ainda sobre o assunto, as ligações são regiões de comportamento complexo, onde incidem concentrações de tensões, e, portanto, necessita de uma atenção especial por parte dos pesquisadores e profissionais projetistas. O impacto das ligações na construção de concreto pré-moldado é tão preponderante que grande parte dos especialistas afirma que a imensa dificuldade em seu projeto e em sua execução é o que tem trazido essa barreira a superação dos métodos construtivos convencionais pelos pré-moldados (ORDONEZ, 1974).

Existem diversos tipos de ligações entre elementos pré-fabricados, que poderão ser utilizados de acordo com a particularidade de cada obra. Os principais são: (ALBARRAN, 2008).

- Ligação pilar-fundação, entre a base do pilar e a fundação;
- Ligação pilar-pilar, entre o topo e a base de pilares distintos, geralmente realizados em elementos de altura elevada;
- Ligação pilar-laje, entre a seção do pilar e a face transversal da laje;
- Ligação viga-pilar; entre as extremidades da viga e o apoio dos pilares, geralmente na região dos nós;
- Ligação viga-viga, entre extremidades de vigas ou vigas principais e secundárias;
- Ligação laje-viga, entre as extremidades da laje e apoio das vigas que recebem as lajes;
- Ligação laje-laje, entre painéis pré-fabricados.

Ligações pilar-fundação

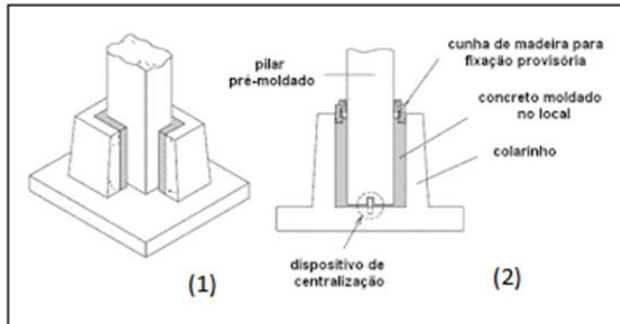
Os principais tipos de ligação entre pilar e fundação são divididos, basicamente, em: (JAGUARIBE, 2005).

a) Cálice:

No que diz respeito à transmissão de carga para fundação, este método representa o tipo de ligação pilar-fundação mais utilizada do Brasil em estruturas de pré-moldados. A ligação em si é feita embutindo-se um trecho do pilar em uma cavidade no elemento da fundação, seu posicionamento em planta e nível é feito mediante o uso de dispositivos de centralização. Sua fixação, antes da concretagem da junta, é feita por intermédio de cunhas de madeira dispostas nos quatro lados do cálice, impedindo assim seu deslocamento (JAGUARIBE, 2005).

A figura 1 (2) representa o Pilar posicionado dentro do cálice com os travamentos provisórios, onde cunhas de madeira são utilizadas para manter a peça na posição desejada até seu posicionamento permanente / (1) ilustra o conjunto pilar x cálice.

Figura 1: Detalhe do cálice com pilar



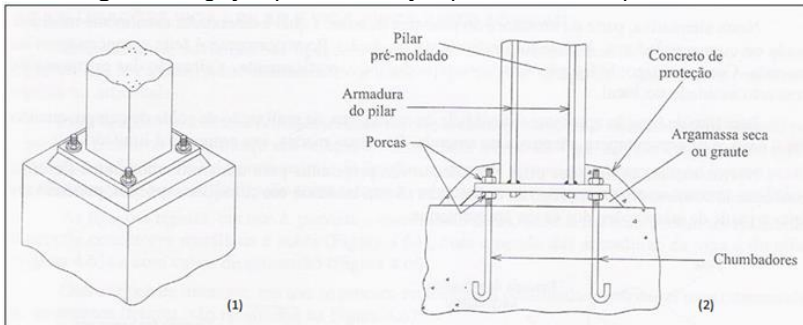
Fonte: SEDEN (2015)

b) Chapa de Base:

Nesse tipo de ligação as forças atuantes no pilar são transmitidas para a fundação através uma chapa metálica soldada a sua base e afixada à fundação através de chumbadores. O nível e o prumo são estabelecidos por meio de porca e contra porca. Após a fixação do pilar com a fundação, o espaço vazio entre eles é preenchido com argamassa seca ou graute, conforme descrição do projeto (JAGUARIBE, 2005).

Na figura 2 (2) detalha o nivelamento e prumo do pilar, feito mediante regulagem das porcas da parte abaixo da chapa. / (1) representa a Ligação pilar x fundação já finalizada.

Figura 2: Ligação pilar x fundação por meio de chapa de base



Fonte: SENDEN (2015)

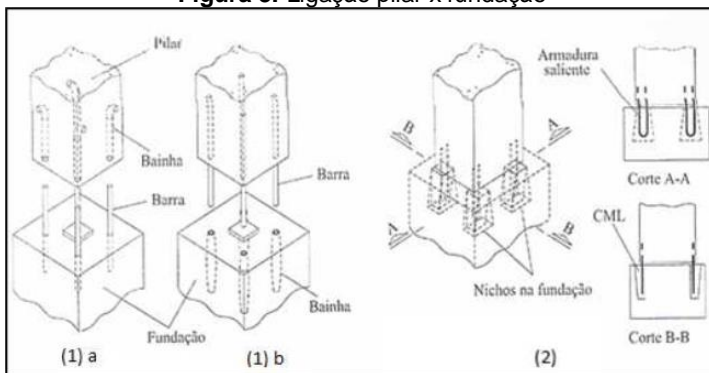
b) Emenda de armadura com bainha e graute:

Existirá uma projeção da armadura do pilar ou da fundação para fora do elemento nesse tipo de ligação, caracterizando assim o que chamamos de espera. A ligação se dá quando a armadura projetada é introduzida em bainha previamente colocada no elemento adjacente, onde o espaço entre a bainha e a barra é preenchido com graute, assim como o espaço entre a fundação e o pilar (JAGUARIBE, 2005).

Sendo que neste caso será necessário um escoramento provisório para a concretagem da ligação.

Na figura 3 (1)'a' a bainhinha está posicionada no pilar. / (1)'b' mostra a bainhinha posicionada no bloco de ligação. / (2) representa a ligação finalizada.

Figura 3: Ligação pilar x fundação



Fonte: SENDEN (2015)

Ligações Pilar-Pilar

Existem praticamente duas situações distintas de ligação pilar-pilar a serem projetados e executados. O primeiro tipo de ligação acontece na região das vigas ou a meia altura entre pisos, sendo que nesse primeiro caso, há a possibilidade de diminuir a quantidade de ligações a serem efetuadas no local de montagem, embora o tipo de ligação a ser realizada seja mais complexo. No segundo caso, a ligação é feita na região em que os momentos fletores no pilar são mais baixos, sendo, por tanto a sua solicitação menos crítica para o comportamento da estrutura (ALBARRAN, 2008).

O autor cita ainda que a execução das ligações pilar - pilar parafusadas é extremamente semelhante às ligações realizadas entre pilar-fundação. A ligação entre pilares é executada através de bainhas, que se encaixam através das barras de espera que estão posicionadas no pilar imediatamente abaixo, sendo posteriormente grauteadas para preencher a ligação. A continuidade das armaduras é garantida através de esperas rosqueáveis, que posteriormente são parafusadas à armadura dos pilares sendo depois o espaço preenchido com graute.

Ligações Pilar e Laje

Esse tipo de ligação é a que possui uma maior complexidade de ser determinada pelos profissionais projetistas. Na ótica da execução, não há o contato entre o pilar e a laje devido à colocação de placas de isopor no alvéolo das lajes, onde se cria uma junta entre a capa de consolidação (concreto de capeamento posterior) e o pilar. Apenas em alguns outros casos específicos,

na busca de eliminar a junta de concretagem e para permitir a ligação entre o pilar e a laje, é realizada a ligação com a introdução de uma armadura entre os elementos (MELO, 2004).

Ligações Viga – Pilar

Para esse tipo ligação usa-se geralmente chumbadores, ligações com pino de encaixe, com parafusos e com perfil metálico de encaixe.

Segundo Acker (2002), é evidente a existência de uma tendência para embutir insertos metálicos nas ligações viga–pilar. A vantagem encontrada com esta solução é que a interseção entre pilar e viga é limpa, sem qualquer saliência de um consolo. Por esta razão, essa ligação é extremamente atrativa quando se leva em consideração o ponto de vista estético, existindo várias soluções no mercado.

Uma dificuldade que pode ser apontada para ligações embutidas é o nivelamento e altura das peças, o mínimo de irregularidade pode comprometer bastante a qualidade da ligação.

Ligações Viga – Viga

A ação de solidariedade entre as vigas está basicamente dividida em ligação entre peças com o mesmo eixo e ligação entre vigas secundárias e vigas principais. “A ligação entre vigas com o mesmo eixo ocorre, normalmente, quando se pretende deslocar a ligação para fora da região crítica (nó entre a viga e o pilar), onde os momentos fletores são mais baixos” (ALBARRAN 2008).

Segundo o mesmo autor a ligação entre viga secundária e viga principal é realizada por meio da continuidade das armaduras superiores através de negativos existentes na viga principal e também das armaduras superiores, com o processo de concretagem nessa parte superior da viga sendo executada “*in loco*”.

Ligações Laje – Viga

Essa ligação entre laje-viga precisa ser observada por meio de dois sentidos distintos: sobre o ponto de vista construtivo e sobre o da continuidade estrutural a ser projetada na viga de apoio (ALBARRAN, 2008).

“Nos modelos comuns, a laje alveolar pré-fabricada é considerada um grande pano rígido e funciona como um diafragma na estrutura. O seu apoio sobre a viga ocorre em grandes áreas e, em função do atrito, a aproximação é aceitável” (MELO, 2004).

A superfície de contato entre a laje, a viga e o concreto complementar precisa ser o mais rugosa possível, de maneira que consiga garantir uma melhor ligação entre esses elementos. As diversas soluções a serem apresentadas para a ligação entre laje e viga não depende da tipologia de laje a ser adotada. As vigas que apresentam as abas para o apoio das lajes

alveolares, por exemplo, apresentam ainda estribos salientes ou até mesmo esperas que se destinam não apenas com a finalidade de resistir aos esforços cortantes, mas como também a garantir uma resistência ao cisalhamento na área da junta entre a viga pré-fabricada e o concreto de complemento (ALBARRAN, 2008).

Ligações Laje – Laje

Assim como na ligação Pilar - pilar, aqui também são apresentados dois tipos de ligações de montagem laje – laje: ligações laterais entre dois painéis de laje adjacentes e ligações de topo entre extremidades de duas peças de laje.

A primeira ligação citada está relacionada ao tipo de laje a ser utilizada, onde as juntas longitudinais dos painéis serão solicitadas essencialmente aos esforços de cisalhamento. Já a segunda ligação é geralmente utilizada em vigas ou abas de apoio de lajes maciças onde existe uma necessidade de continuidade das lajes sobre os apoios (ALBARRAN, 2008).

Para o caso das lajes alveolares, as juntas longitudinais precisam possuir uma superfície dentada ou rugosa, conhecidas como chaves de cisalhamento, que “trabalham como barreiras mecânicas que previnem qualquer deslizamento significativo ao longo da junta” (ACKER, 2002).

Processo de Manuseio e Montagem

A montagem dos elementos pré-moldados, que de modo geral consiste em seu posicionamento definitivo na obra, deve ser realizada por intermédio de máquinas e equipamentos, utilizando pontos de suspensão definidos em projeto, na figura de dispositivos auxiliares apropriados, localizado nas peças de concreto (Figura 11) (ABNT, 2017).

Figura 11: Içamento de viga retangular



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

El Debs (2017) afirma que os dispositivos auxiliares utilizados para o manuseio e montagem dos elementos, destinados, na maior parte das vezes, ao içamento, estão divididos em dispositivos internos e externos.

Existem diversos fatores que influenciam na correta escolha do equipamento a ser utilizado no processo de manuseio e montagem dos elementos pré-moldados. El Debs (2017), por sua vez, lista alguns desses fatores:

- Pesos, dimensões e raios de levantamento das peças mais pesadas e maiores;
- Número de levantamentos a serem realizados e frequência das atividades;
- Mobilidade necessária, condições disponíveis de campo e espaço;
- Necessidade de transporte dos elementos levantados;
- Necessidades de manter os elementos no ar por período considerável;
- Condições topográficas de acesso; e
- Disponibilidade e custo do equipamento.

Vantagens e Desvantagens com utilização em Concreto Pré-Moldado

O uso dos elementos pré-moldados traz consigo características específicas, num misto de facilidades a serem contempladas e necessidades a serem observadas no decorrer da execução do projeto. Sendo assim, podemos destacar algumas vantagens e as desvantagens obtidas na utilização de pré-moldados como método construtivo.

Vantagens com utilização em Concreto Pré-Moldado

O uso de elementos pré-moldados na construção favorece a organização das etapas da construção, o que em suma gera uma velocidade na execução da obra, sendo esta uma das maiores vantagens obtida. Executar parte da estrutura fora do local de sua utilização facilita a produção das peças e reduz o cimbramento da estrutura, outra grande vantagem do sistema pré-moldado.

Para El Debs (2017), “nos casos em que a construção é executada com um único elemento pré-moldado, as vantagens seriam a redução do cimbramento e no nível do solo, as facilidades de execução de fôrma, moldagem e da armação”.

Acker (2002) pontua algumas outras vantagens relativas à utilização dos pré-moldados, tais como:

- **Produtos feitos na fábrica** – possibilita um processo de produção mais eficiente e racional, com trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade, e etc.

- **Uso otimizado de materiais** – quando comparado a construções moldadas no local, possui um maior potencial econômico, desempenho estrutural e durabilidade, tendo em vista que são utilizados equipamentos modernos no processo de fabricação das peças.
- **Menor tempo de construção** – Segundo Acker (2002), “menos da metade do tempo necessário para construção convencional”.
- **Qualidade** – o Controle de produção é pautado em procedimentos, instruções, inspeções regulares, testes e utilização dos resultados dos equipamentos de controle, matéria-prima, outros insumos, processos de produção e produtos. Onde resultados de inspeção, por exemplo, ficam disponíveis aos clientes.
- **Adaptabilidade** - para Acker (2002) futuramente, haverá uma diminuição na demolição das edificações, e maior demanda de projetos para adaptar essas construções já existentes.
- **Construções menos agressivas ao meio ambiente** – devido a sua redução de até 45% dos materiais, redução do consumo de energia que chega até 30%, além da diminuição do desperdício com demolição, que pode chegar até 40%. Apresentando-se assim como uma alternativa viável no contexto do meio ambiente.

Desvantagens com utilização em Concreto Pré-Moldado

No entanto, com a utilização do sistema de pré-moldado, faz-se necessário observar algumas necessidades peculiaridades, que, de alguma forma, desfavorece seu emprego. El Debs (2017) aponta que as desvantagens estão relacionadas a colocação dos elementos no seu lugar definitivo de utilização, como:

- **Custos de transporte e montagem dos elementos** - Por se tratar de elementos que necessitam de equipamentos específicos para seu manuseio (Transporte, montagem), o transporte se torna mais caro que o das matérias-primas dos componentes para uma obra em estrutura tradicional.
- **Limitações de transporte** – peças têm limitações de tamanho com a finalidade de se respeitar gabaritos de transporte.
- **Disponibilidade e acesso dos equipamentos** – está relacionada principalmente com o fato de serem necessários equipamentos especiais como caminhões, guias, guindastes e afins; sendo essencial uma logística bem alinhada.
- **Ligações entre os elementos** – fator esse que, segundo El Debs (2017) constitui em uma das dificuldades do emprego de pré-moldados. Pois ligações simplificadas acarretam em estruturas mais pobres quanto às solicitações, enquanto as ligações que tentam reduzir o monolitismo das estruturas convencionais são mais caras e trabalhosas.

CONCLUSÃO

Ainda que em nosso país exista resistência no mercado quanto à utilização do sistema construtivo de concreto pré-moldado, por motivos já mencionados inicialmente, gradativamente, a utilização desse método vem conquistando seu espaço no ramo da construção civil. Por se tratar de um sistema construtivo industrializado, como apontou El Debs (2017), o método é bastante utilizado em construções de maiores proporções como galpões, indústrias, estádios, grandes instituições, e afins. Isso pode estar ligado ao fato da repetição na padronização de suas estruturas, capacidade logística de acomodar e receber equipamentos e dispositivos auxiliares de manuseio na área de execução da obra, trazendo assim rapidez no processo de construção, além de outros fatores.

De acordo o estudo realizado, o concreto pré-moldado possui vantagens significativas no processo de construção, assim como desvantagens a serem consideradas, além de uma atenção rigorosa quanto à ligação entre os elementos estruturais como vigas, pilares e lajes. Fato é que para se tirar melhor proveito do método construtivo em questão faz-se extremamente necessário considerar essa forma de construção desde o início do projeto preliminar, numa atuação integrada entre arquitetos e calculistas, a fim de avaliar a viabilidade de seu emprego, bem como o seu custo-benefício.

Por tanto, o método construtivo de pré-moldados é uma tecnologia que está disseminada, tem avançado bastante, mas não possui característica predominante sobre os demais métodos de construção. Sua concepção em um projeto deve seve ser encarado com “pé no chão”, devido às dificuldades inerentes ao seu processo. Por outro lado, o mesmo escritor alerta sobre se ter os “olhos no futuro”, pois à medida que aumenta o desenvolvimento social e tecnológico no país, avançam também as chances de evolução e utilização da técnica de construção em elementos pré-moldados, principalmente considerando que vivemos em um mundo cada vez mais preocupado e atento às alternativas e parâmetros sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARRAN, E.G. **Construção com Elementos Pré-Fabricados em Betão Armado**. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9062. **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017.

ACKER, A. V. **Manual de Sistemas Pré-fabricado de Concreto**. FIB/2002.

BERTOLI, R. C. **Concreto pré – moldado: Execução de vigas e pilares**. Monografia do curso de Engenharia Civil da Universidade São Francisco. 2007.

EL DEBS, M. K. **Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações**. 2 ed. São Paulo, SP. Oficina de Textos. 2017

G1. **Pré-moldados e pré-fabricados são opções rápidas para construir**. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/mercado-imobiliario-do-interior/noticia/2016/02/pre-moldados-e-pre-fabricados-sao-opcoes-rapidas-para-construir.html> Acesso em: 24 de maio de 2018.

JAGUARIBE JR, K. B. **Ligação pilar-fundação por meio de cálice em estruturas de concreto pré-moldado com profundidade de embutimento reduzida**. 2005. Dissertação (Mestrado) -Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MELO, C. E. E. **Manual Munte de Projetos Pré-Fabricados de Concreto**. São Paulo: ED. PINI, 2004.

ORDÓÑEZ, J. A. F. (1974). **Prefabricación: teoría y práctica**. Barcelona, Editores Técnicos Asociados.

SENDEN, H. O. T. S. **Sistemas Construtivos em Concreto Pré-Moldado**. Projeto de Graduação. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015.

T&A **Pré-Fabricados**. Disponível em: http://www.tea.com.br/?page_id=395 Acesso em: 25/03/2020.

Gilmar da Silva de Souza
UNISUAM

Sidnei de Figueiredo Juvenio
UNISUAM

Jussara Oliveira do Nascimento
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

Com a evolução da construção civil e o consumo exagerado aumentaram significativamente a demanda por recursos naturais, cada vez mais escassos, bem como problemas ambientais decorrentes do incorreto descarte de resíduos gerados por esse setor produtivo. A quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD) gerados pelas atividades da construção civil cresceu em importância mundial, pois diariamente são descartadas milhões de toneladas de entulho em todo mundo. Diante disso o despejo adequado de resíduos de construção passou a ser de fundamental importância para a preservação do meio ambiente, bem como o desenvolvimento de soluções que visam minimizar os impactos causados pelo descarte inadequado desses materiais. O presente trabalho pretende mostrar que a reutilização desses materiais constitui uma alternativa para obtenção de um agregado reciclado, resultado de resíduos quebrados e britados, apresentando características semelhantes ao produto original. Além disso, é relevante frisar que ao realizarmos esta prática, contribuimos diretamente com a preservação do meio ambiente, pois além de deixarmos de extrair da natureza uma enorme quantidade de matéria prima, deixamos de depositar esses materiais em aterros sanitários, lixões ou terrenos vazios e mudamos o cenário de degradação causado por esses resíduos.

Palavras-chave: Resíduos de construção; Reciclagem; Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

O despejo de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) nas grandes cidades tem se tornado cada vez mais difícil de ser realizado. Com os locais de depósito cada vez mais escassos, esse problema ganha uma maior dimensão, pois os custos de remoção e gerenciamento desses materiais ficam cada vez mais elevados, fato este que vem a contribuir para o surgimento de aterros clandestinos que trazem consigo enormes

consequência de poluição ambiental e grandes custos sociais, tanto para população quanto para o governo (BRASILEIRO & MATOS, 2015).

Conforme a resolução, nº 307 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) criada em 2002, os geradores de resíduos de construção e demolição devem ser responsáveis pelos entulhos produzidos em atividades como, construções, reformas, reparos, demolições de estruturas e estradas, remoção de vegetação e escavação de solos, dando um destino ambientalmente correto a esses materiais.

De acordo com algumas diretrizes estabelecidas, podemos destacar as seguintes: Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e secundariamente, a reutilização, a reciclagem e a destinação final; os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Ainda de acordo com esta resolução, deverão constar projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores e o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo (BRASIL, 2002).

A degradação causada pela má deposição dos RCD vem fazendo crescer a preocupação em todo o mundo quanto à preservação do meio ambiente, logo a reciclagem e o reaproveitamento do entulho visam diminuir esse impacto. Logo podemos concluir que a reciclagem de resíduos de construção como tijolos, blocos, placas de revestimento, telhas, argamassa e concreto, constitui desde que beneficiados, uma boa alternativa para a reutilização destes materiais em novas obras e produções, evitando-se novas retiradas de materiais primários da natureza (CORRÊA, 2009).

Optou-se pelo tema para mostrar as necessidades e a importância da reutilização dos resíduos gerados na construção e demolição em obras da construção civil, como vantagens econômicas e os impactos na natureza.

O presente projeto acadêmico expõe artigos científicos, normas, leis e sites especializados com a intenção de esclarecer as necessidades e importância da reutilização de resíduos e reciclagens em obras da construção civil.

O objetivo deste estudo é expor as taxas de desperdício dos materiais utilizados na construção civil, apresentando vantagens econômicas e os impactos que os mesmos podem causar ao meio ambiente.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Definição de entulho e sua relação com meio ambiente

Independentemente de suas utilizações e características, podemos definir Resíduos de Construção e Demolição (RCD), ou simplesmente entulhos, como o lixo proveniente de construções ou demolições de obras,

tais como alvenarias, concretos, tijolos, argamassa, gesso, madeira, metais, plásticos, entre outros materiais sem valor e serventia (BRASIL,2010).

De acordo com Silva (2013), o setor da construção civil tem como características a responsabilidade por erguer produções de qualidade futuramente usufruídas pela sociedade além da capacidade de absorção de grande contingente de mão de obra. Diante dessa problemática, se faz necessário e oportuno a adoção de medidas ambientalmente corretas, ou seja, sustentáveis. É nesse contexto que a reciclagem e reutilização de resíduos de construção ganha importância, estas simples atitudes além de reduzirem custos de materiais nas construtoras, minimizam os impactos ambientais, uma vez que contribuem com a limpeza do meio ambiente e impede a retirada de novos recursos minerais da natureza.

Ainda segundo Silva (2013), em muitos países da Europa a reciclagem deste resíduo é um mercado desenvolvido, em grande parte pela escassez de recursos naturais que aqueles países têm. Devido a questões ambientais e econômicas, nas últimas décadas a construção civil vem avançando muito no que diz respeito ao desenvolvimento de novos estudos e tecnologias que visam evitar desperdícios desnecessários e que permitam uma maior utilização dos resíduos. Pesquisas realizadas em vários países como França, Alemanha, Dinamarca, Holanda Japão, Bélgica, etc., já mostram resultados bastante positivos.

Na Alemanha há reciclagem de cerca de 60% do entulho gerado; na Holanda, mais de 80% (CABRERA, 1997).

As aplicações, no entanto, variam conforme o país, em função de características particulares como oferta de materiais de construção e resíduos, disponibilidade de locais para deposição, rigor de normas relativas a materiais a serem utilizados na construção etc. (LIMA, 1999).

O EPS nas últimas décadas vem ganhando espaço na construção civil, não só por sua característica como isolante térmico, mas também por ser leve e fácil de manusear, as aplicações do EPS são variadas. Podemos encontrá-lo em todas as áreas da construção. Além disso, pode ser visto em obras de engenharia que incluem estruturas grandes, como estradas, pontes, ferrovias, prédios públicos e mesmo pequenas residências familiares. (ABIQUIM, 2020). Onde o material reciclado pode ser reutilizado na construção civil ou destinado a outras indústrias.

Legislações e Normas técnicas brasileiras referentes aos resíduos sólidos e RCC

Os RCC estão sujeitos a legislação Federal referente aos resíduos sólidos, bem como, à legislação específica de âmbito, estadual e Municipal e às Normas Técnicas Brasileiras (IPEA, 2012).

Conforme a resolução, nº 307 do CONAMA de 2002, é definido em seu art. 2º os resíduos de construção civil aqueles oriundos de construções, reformas, reparos e demolições de obras, e os decorrentes da preparação e escavação de terrenos, como por exemplo: tijolos, blocos cerâmicos,

concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., frequentemente chamado de entulhos de obra. É importante salientar que a resolução CONAMA foi recentemente alterada pela resolução 469/2015, tendo o seu inciso II do artigo 3º revisto. Conforme o art. 3º desta mesma resolução, tais resíduos são divididos em classes, da seguinte forma:

I – Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Exemplo: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis a outras finalidades. Exemplo: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram produzidos tecnologias ou finalidades economicamente viáveis que possibilitem a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção. Exemplo: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles infectados ou prejudiciais à saúde provenientes de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bens como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Além da Resolução CONAMA, existe a lei nº 12.305 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, as responsabilidades dos geradores e do poder público. A PNRS propõe em seu art. 13º, inciso I, literal h, que os resíduos da construção civil são aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições, incluídos os decorrentes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).

Dentre os objetivos da PNRS, pode-se destacar os seguintes (MACHADO, 2012):

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

- Adoção, desenvolvimento, e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- Gestão integrada de resíduos sólidos;
- Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- Regularidade, continuidade, funcionalidade, e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 13.312, de 2016 (BRASIL, 2016);
- Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: produtos reciclados e recicláveis;
- Bens, serviços, e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;
- Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
- Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável;
- Destaca-se também o decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que regulamenta a Lei Nº 12.305, criando o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências (BRASIL, 2010).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a PNRS define a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (MACHADO, 2012).

De acordo com a ABNT NBR 10004/2004 a definição de resíduo sólido, abrange todo material nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (ABNT, 2004).

Os quadros 1 e 2, mostram uma visão geral das leis resoluções e normas técnicas de abrangência nacional, relacionado a resíduos sólidos, bem como e o gerenciamento dos mesmos.

Quadro 1: Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e RCC (IPEA)

Norma	Descrição
NBR 10.004/2004	Resíduos Sólidos – Classificação
NBR 15.112/2004	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projetos, implantação e operação
NBR 15.113/2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projetos, implantação e operação
NBR 15.114/2004	Resíduos sólidos da construção civil - Áreas para reciclagem - Diretrizes para projetos, implantação e operação
NBR 15.115/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camada de pavimentação – Procedimentos
NBR 15.116/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Fonte: Adaptado de ABNT (2004)

Quadro 2: Instrumentos legais e normativos de abrangência nacional (IPEA)

Documento	Descrição
Decreto Nº. 7.404/2010	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e das outras providencias.
Lei Federal Nº 2.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias.
Lei Federal nº 13.312/2016 (vigente) Lei Federal nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987 de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei Nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providencias.
Resolução Nº 348/2002	Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos

Resolução Nº 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil
Lei Federal nº 10.257/2001	Estatuto das Cidades. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dão outras providências.
Lei Federal nº 9.605/1998 (Lei de crimes ambientais)	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Lei Federal nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências

Fonte: Adaptado de BRASIL

Usinas de reciclagem

Usina de reciclagem de RCD nada mais é, do que uma usina de britagem adaptada para trituração do entulho onde o RCC pode ser de 2 tipos conforme quadro 3. Normalmente possuem equipamentos tais como alimentador vibratório, britadores como os de mandíbula ou de impacto, peneiras vibratórias para classificação e transportadores de correia que fazem as pilhas. De modo geral, os equipamentos utilizados na reciclagem de resíduos de construção são provenientes do setor de mineração, que são adaptados ou simplesmente utilizados na reciclagem (LIMA, 1999).

Quadro 3: Caracterização dos Resíduos de Construção Civil

Tipo	Descrição
RCC – Resíduo da Construção Civil – CONCRETO	Composto de Diferentes concentrações de resíduos inertes de areia brita, cimento, consolidados ou não em diversas granulometrias
RCC – Resíduo da Construção Civil – MISTO	Composto de diferentes concentrações de resíduos inertes de cor cinza (concreto); resíduos inertes de cor vermelha (cerâmicos crus ou cozidos, de tamanhos diversos e parte de solos ou argila)

Fonte: Adaptado de Proguaru (2020)

Após a separação, o entulho passa por uma averiguação para saber se apresenta condições de reaproveitamento, seguindo esse processo, o material passa por um processo de britagem. O material a ser britado é lançado no alimentador vibratório, onde existe uma grelha para retirada de materiais finos, como areia ou terra, esses materiais são levados em transportadores de correia, formando um depósito ao lado do equipamento.

As figuras 1 e 2 abaixo apresenta um modelo de alimentador vibratório e um britador de mandíbula.

Figura 1: Alimentador vibratório



Fonte: Metso (2020)

Figura 2: Britador de mandíbula



Fonte: Hedel (2020)

Os britadores de mandíbula são usados para realização de britagens primárias e secundárias, permitindo a fragmentação de agregados de grandes dimensões em agregados menores. Em geral o material processado é rebitado (por moinhos de martelos, britadores de mandíbulas de menor porte, etc.) (LIMA, 1999).

Neste equipamento (figura 3) o resíduo é britado em uma câmara de impacto, pelo choque com martelos maciços fixados a um rotor e pelo choque com placas de impactos fixas. O material processado nesse tipo de britador costuma ser mais uniforme, tanto no formato quanto em faixa granulométrica (LIMA, 1999).

Figura 3: Britador de Impacto



Fonte: Metso (2020)

Os britadores de martelo (figura 4) são utilizados para esmagar materiais de tamanhos diversos, o mesmo é usado como britador secundário, pois apresenta boca de entrada de materiais relativamente pequena e produz alta porcentagem de miúdos gerando o agregado reciclado (figura 5) (LIMA, 1999).

Figura 4: Britador de martelo



Fonte: Hjcrusher (2020)

Figura 5: Agregado reciclado



Fonte: Proguaru (2020)

Após o processo de britagem, o material processado é levado por um transportador de correia em direção as peneiras vibratórias onde passam por um processo de peneiramento com o objetivo de separar o agregado de acordo com suas granulometrias. Nas peneiras vibratórias os materiais são separados através de uma malha de tela ou chapa perfurada, o resíduo a ser separado é lançado na peneira, que sob o efeito vibratório ocorre o deslocamento das partículas separando-as de acordo os seus tamanhos. (SILVA, 2013).

Ao fim de todo o processo de peneiramento, o produto obtido pode ser inserido no mercado e assim utilizado no ciclo produtivo de obras de construção civil. O concreto reciclado, por sua vez, já vem demonstrando uma boa atuação numa série de usos em obras urbanas, com custos bastante benéficos, é possível programar sua utilização em concretos para: bases de pavimentos e estruturas residenciais. (SILVA, 2013).

Utilizando como Pavimento

Segundo a ABRECON (2019), uma das formas mais simples e práticas de reciclagem de resíduos de construção e demolição consiste na sua utilização, como camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, ou ainda revestimento primário de vias não pavimentadas.

A utilização de RCD para confecção de blocos de concreto, para utilização em piso intertravado. Onde foi utilizado RCC (cinza) provenientes dos resíduos de concreto e argamassas da demolição parcial do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade federal do Rio de Janeiro (HUCFF), onde foi utilizado para confecção do concreto seco o cimento CPV e o aditivo superplastificante na fabricação dos blocos. (SIPRES, 2019)

De acordo com a norma NBR 15116/2004, o agregado reciclado pode ser usado em concreto não estrutural desde que seja usado o material da classe A.

As vantagens da utilização desses materiais devem-se ao fato que a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho baseou-se em uma revisão bibliográfica de outros trabalhos anteriores, além de leis e resoluções referentes ao assunto e algumas normas regulamentadoras. O objetivo desta pesquisa foi fazer um levantamento do processo produtivo de agregados reciclados, bem como a avaliação da viabilidade de seu uso e as diferentes possibilidades de reaproveitamento dos mesmos em diversas atividades dentro da construção civil, bem como a análise dos benefícios ambientais e econômicos que a prática permite.

Como foi visto, através das usinas de reciclagem de entulhos de construção civil, é possível produzir agregados como areia, brita, pedrisco, rachão reciclados, etc. que podem ser utilizadas com similaridade de desempenho em relação aos produtos convencionais que normalmente são usados. Os agregados reciclados podem ser destinados em obras de pavimentação, que consiste em sua forma mais simples de utilização, obras de drenagens, contenção de encostas, como agregado para produção de concreto não estrutural, confecção de argamassa de assentamento de alvenaria, fabricação de artefatos de concreto, tais como blocos de vedação, pisos intertravados, briquetes, manilhas de esgoto, entre outras utilizações.

Conforme os estudos realizados, pode-se concluir que o reaproveitamento de materiais reciclados é totalmente possível, a reciclagem além de proporcionar importantes benefícios ambientais e socioeconômicos, injeta no mercado consumidor um material com grande potencial de utilização, desde que sejam escolhidos os usos adequados desses reciclados e respeitadas às limitações técnicas.

A reciclagem de resíduos de construção civil ganha cada vez mais visibilidade e espaço no país e no mundo, sendo assim novos estudos e pesquisas ainda precisam ser realizados para seu melhor entendimento e aplicação e conseqüentemente uma mudança do cenário atual, pois sem sombra de dúvidas, são incontestáveis os benefícios e contribuições que está simples prática pode proporcionar para a sociedade atual e para as gerações vindouras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/noticia/view/55/top-5-artigos-sobre-eps-na-construcao-civil-que-voce-precisa-ler.html>>. Acesso em 11 de Junho de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10004. **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15112. **Resíduos da Construção civil e resíduos volumosos: Areias de**

transporto e triagem: Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15113. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros: Diretrizes para projetos, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15114. **Resíduos sólidos da construção civil: Áreas para reciclagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15115. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camada de pavimentação, Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15116. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

ABRECON. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2009. Disponível em: <<http://www.abrecon.com.br>>. Acesso em 16 de março de 2020.

BUCELBRITAS. Disponível em: <http://www.bucelbritas.pt/produtos_servicos.php>. Acesso em 18 de março de 2020.

BRASIL. Lei Federal N°2.305, de 12 de agosto de 2010 - **Institui a Política Nacional de resíduos Sólidos**, Brasília, 2010.

BRASIL. Lei Federal N°6.938, de 31 de agosto de 1981 - **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências**, Brasília, 1981.

BRASIL. Lei Federal N°7.404, de 23 de dezembro de 2010 - **Este Decreto estabelece normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, 2010.

BRASIL. Lei Federal N°9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**, Brasília, 1998.

BRASIL. Lei Federal N°10.257, de 10 de julho de 2001 - **Estatuto das Cidades. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providencias**, Brasília, 2001.

BRASIL. Lei Federal N°13.312, de 12 de julho de 2016 - **Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**, Brasília, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 307, 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 17 de julho de 2002.

BRASILEIRO, L..L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil,** Piauí, 2015, Cerâmica 61, p: 178-189.

CABRERA, J.L.A. **Morteros de Albañilería com escombros de demolición. Materiales de Construcción,** v. 47, n. 246, p. 43-8, abr/jun, 1997.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, CONAMA 307. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília, 2002.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, CONAMA 348. **Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 17 de agosto de 2004, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.** Brasília, 2004.

CORRÊA, L. R. **Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG,** Minas Gerais, 2009.

HEDEL. Disponível em: <<http://hedel.ind.br/produtos/britador-de-mandibulas-5>>. Acesso em 18 de março de 2020.

HJBRUSHER. Disponível em: <<http://www.hjcrusher.com.pt/2-hammer-crusher-2.html>>. Acesso em 18 de março de 2020.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Relatórios de Pesquisa.** Brasília, 2012.

JOHN, V.M.& AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** São Paulo, 2000.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclada e de suas aplicações em argamassas e concretos.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 1999. 240 p.

MACHADO, P.A.L. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos.** Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, v. 24, n. 7, jul. 2012.

METSO. Disponível em: <<https://www.metso.com/br/produtos/alimentadores/alimentador-vibratorio/>>. Acesso em 18 de março 2020.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan. /mar. 2009.

PROGUARU. **Caracterização dos Resíduos de Construção Civil**. 2020. Disponível em: <<http://www.proguaru.com.br/site/recicladora>>. Acesso em 18 de março 2020.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 469 de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002, **que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**.

SILVA, E. C. B. D. **Gerenciamento e Reciclagem dos Resíduos Sólidos na Construção Civil**. ECODEBATE, Cidadania e Meio Ambiente. Dez. Niterói, 2013.

SIPRES, C. **Análise Técnica do uso de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) na Produção de Concreto Seco para Piso Intertravado**. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil. Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019.

Lucas Gomes Oliveira

UNISUAM

Leandro dos Santos Silva

UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

A autovistoria é um dos assuntos mais abordado na engenharia civil nos últimos tempos, por isso, o projeto elaborado aborda a lei que dita a obrigatoriedade e a metodologia para uma inspeção predial, como também apresenta a importância do cumprimento da lei para a vida útil do imóvel e segurança da população. Após a queda de três prédios no centro do Rio de Janeiro e outras ocorrências relacionadas à falta e baixa qualidade de manutenção das edificações, foi instituído pela lei complementar nº 126 de 26 de março de 2013 a obrigatoriedade da vistoria técnica, a fim de evitar desastres e acidentes envolvendo edificações. Tendo em vista a importância de se fazer a inspeção predial, este trabalho tem como objetivo orientar, de uma maneira clara e objetiva, o que é a autovistoria e como deveser feita de maneira correta, os profissionais habilitados para conduzir a inspeção, e quais edificações necessitam realizar a vistoria.

Palavras-chave: Autovistoria; Inspeção Predial; Perícia Predial.

INTRODUÇÃO

A Autovistoria é uma inspeção predial realizada por profissional legalmente habilitado, com o objetivo de avaliar o estado habitual da edificação no que diz respeito a sua conservação, estabilidade e segurança. O profissional atuará como um inspetor predial, fazendo um diagnóstico geral e recomendando, quando for o caso, exames complementares que poderão envolver profissionais com diferentes especializações ou a realização de obras quando detectadas falhas ou deficiências (CARTILHA - AUTOVISTORIA PREDIAL, 2013).

Conforme é dito no artigo publicado pela 15ª conferência internacional da Lares (2015), em 25 de janeiro de 2012, três prédios desabaram atrás do Teatro Municipal no centro do Rio de Janeiro. O Primeiro prédio a desabar foi o edifício liberdade e logo em seguida outros dois prédios vizinhos vieram abaixo, tragédia que deixou 17 pessoas mortas e 5 desaparecidas e inúmeros feridos.

Os noticiários alertam, há tempos, para diversos acidentes prediais, com vítimas fatais, nas edificações brasileiras. Além dessas tragédias do Rio de Janeiro e São Bernardo, há outras já registradas envolvendo desabamento de telhados e coberturas, quedas de marquises em concreto armado em edifícios, incêndios causados por danos elétricos, dentre outros. Muitas dessas tragédias ocorreram e ocorrem em edificações com mais de 20 anos, situação em que se verifica a baixa (ou quase nenhuma) qualidade nas atividades de manutenção (CARTILHA - INSPEÇÃO PREDIAL, 2015).

A Autovistoria tem consequência direta no estado de conservação e funcionamento dos edifícios ao longo de sua vida. Ambos influenciam o valor patrimonial, contribuem para a priorização da manutenção rotineira, estabelecem a salubridade do ambiente e concorrem para segurança de todos (SILVA et al, 2015).

Na realização da inspeção predial, as falhas ou anomalias constadas será devidamente analisada e classificada de acordo com o grau de risco apresentado, fornecendo ao condomínio um direcionamento de todos os serviços a serem realizados e a ordem cronológica com que estes serviços deverão ser executados, possibilitando um planejamento de todos os gastos e a racionalização dos serviços (NEVES & BRANCO, 2009).

O tema foi abordado, pois cresce o número de edificações com obrigatoriedade de se fazer a autovistoria, e mesmo com a lei em prática é comum escutar, ler em notícias sobre acidentes na construção civil, seja ele por falta de vistoria ou por falta de profissional habilitado, com conhecimentos sobre o assunto, para realiza-la de maneira correta.

A metodologia aplicada para o projeto foi de pesquisa exploratória, com o intuito de apresentar um tema de importância para a engenharia civil atual. O projeto teve como base de pesquisa livros, artigos, normas e leis que abordam o assunto.

Deste modo, esse artigo tem como objetivo atentar a importância da avaliação predial de autovistoria e perícia predial e orientar, passo a passo a metodologia para desenvolver o serviço de inspeção predial.

REVIÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Lei Estadual nº 6400, de 05 de março de 2013

Origina que a realização recorrente por autovistoria, que deverá ser realizada pelos condomínios ou por donos ou responsáveis dos prédios residenciais, comerciais e pelo poder público, nos edifícios públicos, que estão inclusas estruturas, fachadas, empenas, marquises, telhados e obras de contenção de encostas assim como todas as suas instalações e cria laudo técnico de vistoria predial (Itvp) no estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.

Lei Complementar nº 126 de 26 de março de 2013

Institui a obrigação de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências (RIO DE JANEIRO, 2013).

Decreto nº 37.426 de 11/07/2013

Regulamenta a aplicação da Lei Complementar 126 de 26 de março de 2013 e da Lei 6400 de 05 de março de 2013, que instituem a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2013).

Obrigatoriedade da Vistoria Técnica

A grande maioria das edificações situadas no município do Rio de Janeiro estão sujeitas a obrigação de realização das vistorias técnicas periódicas, que abrange igualmente prédios públicos e privados, prédios federais, estaduais e municipais (AUTOVISTORIA – INSPEÇÃO PREDIAL, 2013)

Segundo a Lei Estadual nº 6400, de 05 de março de 2013, estão desobrigados da autovistoria:

- Edificações residenciais unifamiliares.
- Edificações antes de completar 5 anos de conclusão da obra, no quarto ano deverá fazer o laudo de vistoria. (Art. 618 do código civil)
- Edificações com até dois pavimentos e área total construída inferior a 1000m².

A autovistoria é de obrigatoriedade para edificações de 3 ou mais pavimentos e para aquelas que tenham área construída maior que 1000m², independentemente do número de pavimentos, e em todas as fachadas de qualquer prédio que tenha projeção de marquise ou varanda sobre o passeio público (RIO DE JANEIRO, 2013).

Conforme o artigo 1º da lei estadual 6400/2013, é obrigatória a autovistoria decenal:

Pelos condomínios ou responsáveis dos edifícios residenciais, comerciais, e pelos governos do Estado e dos municípios, nos edifícios públicos, que inclui estruturas, subsolos, fachadas, esquadrias, empenas, marquises e telhados, instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, eletromecânicas, de gás e de prevenção a fogo e escape e obras de contenção e encostas com idade inferior à de 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, a contar do “habite-se” (RIO DE JANEIRO, 2013).

Os condomínios ou proprietários/responsáveis de edifícios comerciais e residenciais de que trata o art.1 com mais de 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, tem está obrigado a realizar a autoinspeções quinquenais (RIO DE JANEIRO, 2013).

Prédios que estiverem tombados ou preservados não estão sujeitos a obrigatoriedade conforme está no artigo 1º, sua vistoria fica a responsabilidade do órgão público municipal responsável pelo policiamento da estabilidade e segurança das edificações (RIO DE JANEIRO, 2013).

O que deverá ser inspecionado na edificação

A 6ª conferência de patologia e reabilitação de 2018 diz que, os cuidados com a edificação devem começar na fase de desenvolvimento do projeto preliminar, quando da escolha de sistemas construtivos e dos materiais pelo projetista, que deve levar em conta, a evolução da degradação dos materiais e os seus efeitos no desempenho estrutural da edificação. Garantindo uma boa eficiência e uma melhor saúde da edificação, eliminando custos ao logo da vida útil da mesma. A Manutenção predial, quando realizada de forma preventiva, prolonga a vida útil da edificação (NOYA et al, 2018).

Método de Inspeção

A inspeção predial deverá ter seu planejamento conforme o tipo de edificação, consideradas suas características construtivas, condição da documentação entregue ao inspetor e nível de inspeção a ser realizado (IBAPE, 2012).

O planejamento da vistoria deverá ter início com uma entrevista com a autoridade responsável do imóvel (síndico, administrador ou gestor predial), com uma abordagem dos aspectos do dia a dia do uso e da conservação do imóvel (IBAPE 2012).

Documentação

Recomenda-se analisar, quando disponível e existentes, os documentos administrativos, técnicos, manutenção e operação da edificação (IBAPE, 2012).

Classificação das Falhas e Anomalias

As falhas e anomalias compõem não conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e a diminuição de sua vida útil projetada. Comprometem, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil,

entre outros parâmetros de atuação definidos na ABNT NBR 15575/2013 (IBAPE, 2012)

As não conformidades podem estar catalogadas a desvios técnicos e de qualidade da construção e/ou manutenção do imóvel. (IBAPE, 2012).

ABNT NBR 15575/2013:

A normal NBR 15575/2013 está dividida em seis partes, dita a melhoria do desempenho e a qualidade da edificação. Foi lançada no ano de 2008, mas em 2013 foi publicada uma nova versão, compreendendo todas as construções. (SANTOS, et al, 2017)

- ABNT NBR 15575 - 1: Parte 1: Requisitos Gerais
- ABNT NBR 15575 - 2: Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
- ABNT NBR 15575 - 3: Parte 3: Requisitos para sistemas de pisos
- ABNT NBR 15575 - 4: Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas
- ABNT NBR 15575 - 5: Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura
- ABNT NBR 15575 - 6: Parte 6: Sistemas hidrossanitários (SANTOS, et al, 2017).

O IBAPE classifica as Anomalias como:

- Endógena: Originaria da própria edificação (projeto, materiais e execução);
- Exógenas: Originárias de fatores exteriores e edificação, provocados por terceiros;
- Natural: Natural de fenômenos da natureza;
- Funcional: Natural da deterioração de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural, e conseqüentemente, o fim da vida útil.

Já as Falhas, o IBAPE classifica como:

- De Planejamento: Que decorrem de falhas de procedimentos e especificações impróprias do plano de manutenção, sem adesão a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, especialmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de Manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas pertinentes às periodicidades de execução;
- De Execução: Pertinente à manutenção, natural de falhas ocasionadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso impróprio dos materiais;
- Operacionais: Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes;

- **Gerenciais:** Decorrem da ausência de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta de responsável para acompanhar de custos da própria.

Grau de Risco

Classificar quanto ao grau de risco de uma falha ou anomalia deve sempre ser baseada, segundo limites e os níveis da Inspeção Predial concretizada, levando em consideração o grau de risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio (IBAPE, 2012).

O IBAPE classifica o Grau de Risco em 3 categorias:

- **Crítico:** Risco de gerar danos à saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda exagerada de comportamento e funcionalidade, causando possíveis interrupções; aumento exagerado de custo de manutenção e recuperação.
- **Médio:** Risco de gerar alguma perda de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e uma deterioração fora de hora.
- **Mínimo:** Risco de gerar mínimos prejuízos à estética ou atividade programada e planejada, sem a probabilidade de acontecimentos dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor do imóvel.

Classificação das Inspeções Prediais

A inspeção predial é classificada conforme a sua complexidade e elaboração de laudo, considerando as características técnicas do imóvel, manutenção e operação existentes e necessidade de formação de equipe multidisciplinar para a execução do trabalho. A inspeção predial pode ser classificada em nível 1, nível 2 e nível 3. Essa classificação é realizada pelo inspetor predial, após análises das características da edificação de acordo com a finalidade da mesma (IBAPE, 2012).

Nível I: Inspeção Predial realizada em edificações que tenha uma baixa complicação técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Geralmente são empregadas em edificações que tenham uma manutenção muito simples ou até inexistentes. A inspeção predial nesse nível é feita por profissionais credenciados em uma especialidade. (IBAPE, 2012)

Nível II: Inspeção predial realizada em edificações com média complicação técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de modelos construtivos médios e com sistemas convencionais. Geralmente são empregadas em edificações com múltiplos pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas combinadas para executar as atividades mencionas como: manutenção de bombas,

portões, reservatórios de água, dentre outros. A inspeção predial nesse nível é feita por profissionais credenciados em uma ou mais especialidades (IBAPE, 2012).

Nível III: Inspeção predial realizada em edificações com uma alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, que tenham padrões construtivos superiores e que contenham um sistema mais sofisticado. Geralmente executada em edificações com múltiplos pavimentos ou que contenham um sistema construtivo com automação. Esse nível de inspeção predial, é obrigatoriamente, executado no imóvel uma manutenção baseando-se na ABNT NBR 5674. Tendo ainda que possuir, profissional habilitado responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas e procedimentos detalhados, software e gerenciamento, entre outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente. A inspeção predial nesse nível é feita por profissionais credenciados e de mais de uma especialidade. Nesse nível de inspeção, o serviço poderá ser nomeado como de uma auditoria técnica (IBAPE, 2012).

Avaliação da Manutenção e Uso

A avaliação do grau de manutenção e condições de uso deve sempre ser baseada, considerando os graus de risco e perdas precoce de desempenho dos sistemas, frente as constatações das anomalias e, especialmente das falhas encontradas. Além disso, deve ser analisada a condições de regularidade do uso bem como os níveis de aprofundamento da Inspeção Predial realizada (IBAPE, 2012).

Tópicos Essenciais Para Elaboração do Laudo Técnico

Trata-se da materialização de todo o trabalho realizado, incluindo vistorias, anotações dos danos técnicos e análise de documentos, devidamente apresentados de forma clara e objetiva através de um Laudo Técnico de Inspeção Predial, fundamentado sobre as normas vigentes expondo as condições de manutenção a serem realizadas na presente edificação (NEVES & BRANCO, 2009).

Responsabilidades

O profissional é o responsável única e exclusivamente pelo escopo e pelo nível de inspeção contratada. É isento de qualquer responsabilidade técnica a empresa ou profissional, quando as observações e orientações listadas, existentes no Laudo de Inspeção Predial não forem efetuadas pelo proprietário ou responsável legal da edificação, como também por qualquer falha ou anormalidade decorrente de deficiências de: projeto, execução, especificação de materiais, e/ou deficiência de manutenção, bem como qualquer outra ausente ao trabalho de inspeção procedido. Isenta-se de

qualquer responsabilidade técnica a empresa ou profissional, sobre a análise de elementos, componentes, subsistemas e locais onde não foi possível executar a Inspeção Predial. Deve-se explicitar a redação específica desses impedimentos no laudo. (IBAPE, 2012).

Princípio de Prevenção e Combate a Incêndio

Entende-se como sistema de prevenção contrafogo e combate a incêndio o conjunto de procedimentos e instalações hidráulicas, elétricas, acessórios e demais componentes que, quando acionados ou em uso, possibilitam a ação desejada (CARTILHA – INSPEÇÃO PREDIAL, 2013).

A Inspeção Predial nos componentes de prevenção e combate a incêndio possibilita o correto monitoramento e controle sobre a manutenção e gestão do sistema ao proprietário. Conforme critério e método para sua realização, previsto na Norma de Inspeção Predial do Ibape/SP, identifica eventuais falhas, suas criticidades e o que deve ser ajustado ou reparado, antes da operação do sistema, o que evita acidentes (CARTILHA – INSPEÇÃO PREDIAL, 2013).

Reformas em Edificações

Norma ABNT NBR 16.280/14

Com o intuito de trazer segurança para os edifícios, foi publicada pela Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) em 18 de abril de 2014 a norma ABNT NBR 16.280/2014, no qual apresenta novas regras para execução de reformas em apartamento, para as áreas comuns e privativas (URIAS & GONZALEZ, 2018).

Marquises

A avaliação dos aspectos das marquises deve ser avaliada pelo engenheiro calculista, o qual irá avaliar a estrutura da marquise, as sobrecargas referentes a qualquer sujeira ou água empoçada de chuva. (Navarro, A. T. et al. 2014)

Decreto n.º 27.663, de 09 de março de 2007

Regulamenta a Lei n.º 3032, de 07 de junho de 2000, que se dá à obrigatoriedade por parte dos responsáveis de imóveis que contenham marquises nas edificações, sua conservação e manutenção, e dá outras providências. (RIO DE JANEIRO, 2007)

Conforme o Artigo 4.º do decreto n.º 27.663, de 09 de março de 2007, os responsáveis pelas edificações que tenham marquises contruídas sobre ruas públicas e áreas de afastamento frontal e que não se enquadrem nos Artigos 1.º, 2.º e 3.º do presente Decreto, serão obrigados a ter uma

Declaração de Segurança Estrutural das Marquises (DSEM), elaborada e assinada por profissional habilitado e registrado CREA e renovada a cada três anos. (RIO DE JANEIRO, 2007)

O Decreto n.º 27.663, de 09 de março de 2007 diz alguns tópicos a ser avaliados no Parecer Técnico de Vistoria de Marquises:

- Estado Geral da impermeabilização;
- Situação do sistema de coleta de águas pluviais;
- Estado de fissura e deformação da estrutura;
- Avaliação das armações, com respeito as suas condições mecânicas e corrosão;
- Determinação da resistência do concreto, através de métodos normatizados, e verificação de sua integridade;
- Determinação da bitola e do posicionamento das armaduras com relação à ação do concreto;
- Levantamento geométrico com indicação das dimensões das peças estruturais, espessura dos revestimentos e de impermeabilizações;
- Verificação da estabilidade da marquise segundo a NBR 6118 em função das cargas existentes.

RESULTADOS OBTIDOS

O estudo foi desenvolvido sobre a avaliação predial como um todo, visando deixar claro todos os pontos e detalhes de uma edificação que precisam analisados e ter o aval do responsável pelo serviço para o funcionamento da mesma. Dando origem ao seu objetivo de avaliar as condições da edificação quanto conservação, segurança que a mesma oferece e sua estabilidade. Acima de tudo, o fator de maior importância para o desenvolvimento da vistoria é a segurança e bem-estar das pessoas que residem ou transitam entorno da edificação, a do cumprimento dessa lei pode acarretar inúmeros problemas e acidentes, que podem levar ao óbito de pessoas.

No ano de 2019, uma menina de 11 anos veio a óbito no bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro após uma marquise cair sobre a mesma quanto passava pela calçada (Figura 1). Segundo a polícia, a loja de material de construção estava funcionando de forma irregular, na Rua Ary Lobo. Ela estava em obras. O estabelecimento funcionava há 25 anos (LEAL, 2019).

Figura 1: Destroços após ao acidente



Fonte: LEAL (2019)

Este acidente não foi um caso isolado, é comum encontrar construções ou reformas sendo executadas sem suas devidas regularizações e descumprindo leis, principalmente a lei que rege o tema abordado.

Outro acidente ocorrido pela falta do cumprimento da lei, também ocorreu na cidade do rio de janeiro no ano de 2019, que levou a 5 pessoas a óbito (Figura 2). Ao menos cinco pessoas morreram e outras dez ficaram feridas após o desabamento de dois prédios construídos ilegalmente na comunidade da Muzema, na zona oeste do Rio de Janeiro, na manhã desta sexta-feira, 12. Outras 13 pessoas estão desaparecidas (ESTADO DE MINAS, 2019).

Figura 2: Local onde se encontrava os dois prédios em Muzema



Fonte: ESTADO DE MINAS (2019)

Em Fortaleza, somasse mais um acidente envolvendo queda de edifícios residenciais, que após apenas um dia de reforma veio abaixo, deixando mortos e feridos.

Um prédio residencial desabou na manhã desta terça-feira (15) no Bairro Dionísio Torres, área nobre de Fortaleza. O edifício estava em situação

irregular, segundo a prefeitura não havia nenhuma documentação que atestasse a existência do prédio. Até 1997, havia uma casa no terreno (FREITAS et al, 2019).

A edificação tinha 7 andares e desabou às 10h28 de 15 de outubro de 2019. Os trabalhos de resgate duraram 5 dias, em mais de 103 horas de buscas, e envolveram centenas de bombeiros e voluntários. O prédio, onde moravam 11 famílias, tinha começado a passar por reparos estruturais um dia antes da queda, segundo moradores e o delegado que investigou o caso (FREITAS et al, 2020).

O laudo divulgado, apresentou os fatores que causaram o desabamento. São eles, segundo o documento:

- Falta de manutenção adequada da estrutura ao longo da sua existência
- Carga inserida sobre o pavimento da cobertura, erguida após a construção do prédio (construção de cômodos — quartos e banheiro — num espaço de 60 m²)
- Falha da empresa responsável pela reforma e dos seus profissionais prestadores de serviços
- Técnica equivocada durante a obra nos dias 14 e 15 de outubro

A figura 3, mostra um dos operários trabalhando, sem nenhuma supervisão, em um dos pilares importantes para a sustentação do edifício.

Figura 3: Operário retirando concreto do pilar



Fonte: ALMEIDA (2019)

Com os exemplos apresentados, é fácil observar que mesmo com a lei em vigor, é comum encontrar qualquer tipo de obra sendo realizada ou até mesmo concluída sem nenhuma fiscalização. Com tudo, não só obras em andamentos, ou edificações novas que não estão cumprindo com a lei, edificações com a obrigatoriedade da inspeção depois dos 5 anos ainda estão em falta com o cumprimento do procedimento.

CONCLUSÃO

O estudo realizado mostrou com detalhes a forma como deve ser o conduzido o cumprimento da lei que vigora sobre a autovistoria e a importância da mesma para a vida útil das edificações e da população que na edificação reside ou está frequentemente.

Com esse estudo, fica esclarecido todos os aspectos relevantes em uma Vistoria Predial, os pontos importantes a serem observados, as condições que cada um desses pontos deve atender, referentes aos seus graus de risco, falhas etc.

Também foi mostrado a metodologia e os critérios que o profissional deve abordar para a realização da inspeção, que tanto serve para edificações residências, que estiverem enquadradas na lei, como também para Edifícios residências e comerciais.

E após todo o procedimento de vistoria, os responsáveis pela edificação, com o laudo técnico em mãos, poderá começar a manutenção da edificação, nos pontos onde tiverem necessidade de reparo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. **Novos vídeos mostram trabalhadores fazendo reparos em colunas de prédio minutos antes de desabamento em Fortaleza.** G1.globo.com, Ceará 18 de outubro de 2019. Disponível em: < <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/10/18/novos-videos-mostram-trabalhadores-fazendo-reparos-em-colunas-de-predio-minutos-antes-de-desabamento-em-fortaleza.ghtml> > Acesso em: 23 de maio de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575. **Desempenho de Edificações Habitacionais.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16280. **Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos.** Rio de Janeiro, 2014.

AUTOVISTORIA – AVALIAÇÃO PREDIAL. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://autovistoria.rio.rj.gov.br/public/download/CartilhaAutovistoria.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2019.

CARTILHA – INSPEÇÃO PREDIAL. **Prevenção e Combate a Incêndio.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2014/11/Cartilha-IP-Prevencao-e-Combate-a-Incendios-IBAPE-SP.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2019.

CARTILHA – INSPEÇÃO PREDIAL. **A saúde dos Edifícios.** Rio de Janeiro. 2ª Edição, 2015.

ESTADO DE MINAS. **Desabamento de prédios no Rio de Janeiro deixa cinco pessoas mortas.** Em.com.br, Belo Horizonte 12 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2019/04/12/interna_nacional,1046038/desabamento-no-rio-de-janeiro-deixa-cinco-pessoas-mortas.shtm> Acesso em: 21 de abril de 2019.

FREITAS, C; XEREZ, G; ALMEIDA, V. **Prédio residencial desaba em Fortaleza e deixa feridos.** G1.globo.com, Ceará 15 de outubro de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/10/15/predio-residencial-desaba-em-fortaleza.ghtml>> Acesso em: 23 de maio de 2020.

FREITAS, C; XEREZ, G; ALMEIDA, V. **Dois engenheiros e um pedreiro são indiciados pelo desabamento do Edifício Andrea, em Fortaleza.** G1.globo.com, Ceará 31 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/01/30/dois-engenheiros-e-um-pedreiro-sao-indiciados-pelo-desabamento-do-edificio-andrea-em-fortaleza.ghtml>> Acesso em: 23 de maio de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – IBAPE. **Norma de Inspeção Predial Nacional. São Paulo.** 2012. Disponível em: <<http://IBAPE-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-delnspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>>. Acesso em: 21 de abril de 2020.

LEAL, A. **Criança de 11 anos morre atingida por marquise de loja em Campo Grande.** Extra.globo.com, Rio de Janeiro, 23 de julho de 2019. Disponível em:< <https://extra.globo.com/casos-de-policia/crianca-de-11-anos-morre-atingida-por-marquise-de-loja-em-campo-grande-23827967.html>>. Acesso em: 21 de abril de 2020.

NAVARO, A. F; ALMEIDA, J. **Autovistoria de Edificações – Considerações Gerais.** Roncarati. 2014

NEVES, D. R. R; BRANCO, L. A. M. N. **Estratégia de Inspeção Predial.** Belo Horizonte. Revista Construindo. 2009.

NOYA, M; MOTTA, A. L. T. S; MOURA, M. **Autovistoria: Uma Metodologia Aplicável à Inspeção Predial.** Rio de Janeiro. 6° Conferência de Patologia E Reabilitação de Edifícios. 2018.

RIANELLI, E. **Menina morre atingida por marquise que desabou de loja em Campo Grande, na Zona Oeste do Rio.** G1.globo.com, Rio de Janeiro, 24 de julho de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/07/24/menina-morre-atingida-por-marquise-que>>

desabou-de-loja-em-campo-grande-na-zona-oeste-do-rio.ghml> Acesso em: 21 de abril de 2020.)

RIO DE JANEIRO (Cidade). **Decreto nº 37426, de 11 de julho de 2013.** Regulamenta a aplicação da Lei Complementar nº 126/13 e da Lei nº 6400/13, que instituem, por AUTOVISTORIA, a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Decreto n.º 27.663, de 09 de março de 2007. Regulamenta a Lei n.º 3032, de 07 de junho de 2000, quanto à obrigatoriedade por parte dos proprietários de imóveis com marquises da sua conservação e manutenção, e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2007.

RIO DE JANEIRO (Cidade). **Lei Complementar nº 126, de 26 de março de 2013.** Institui a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2013.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 6400, de 05 de março de 2013.** Determina a Realização Periódica por Autovistoria, a Ser Realizada Pelos Condomínios ou por Proprietários dos Prédios Residenciais, Comerciais e Pelo Poder Público, nos Prédios Públicos, Incluindo Estruturas, Fachadas, Empenas, Marquises, Telhados e Obras de Contenção de Encostas Bem Como Todas as Suas Instalações e Cria Laudo Técnico de Vistoria Predial (LTVP) no Estado do Rio de Janeiro e Dá Outras Providências. Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, D. G; LINO, R. T; SORAGGI, M. V. F; OLIVEIRA. M. B. **A inclusão da região Noroeste Fluminense da NBR 15575 – Edificações Habitacionais: Desempenho.** Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, nº 3, Vol. 1, Artigo nº 11. 2017.

SILVA, O. L. S.; BARATTA, L. A. F. PUNARO; B. A. **Considerações a respeito das atividades propostas pela Lei de Autovistoria em edificações na Cidade do Rio de Janeiro.** São Paulo. Lares. 2015.

URIAS, C. B; GONZALEZ, E. F. **Reforma em Edificações Conforme a NBR 16.280.** Revista Uningá Review, [S.l.], v. 28, n. 3, jan. 2018. ISSN 2178-2571. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1894>. Acesso em 24 de novembro de 2019.

Vicente da Silva Aguiar

UNISUAM

Leandro dos Santos Silva

UNISUAM

Bruno Matos de Farias

UNISOCIESC

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

O trabalho apresenta a importância da implantação de um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) em empresas de Construção Civil. Será apresentado aqui o conceito no qual o envolvimento de todos os departamentos e colaboradores de uma organização, independentemente de suas funções, garantirá uma melhor qualidade em produtos e conseqüentemente o cliente final satisfeito. O trabalho se fundamentou na conceituação de um Sistema de Gestão, passando pela International Organization for Standardization – ISO 9001. O Sistema de gestão de Qualidades se tornou essencial perante as exigências e padrões em que o mercado atualmente submete as empresas da construção civil na busca de um melhor produto final em maneira eficaz e segura de consegui-lo em um tempo cada vez menor. A empresa submetida ao ISO 9001 agrega valores, tanto para o consumidor final como para seus próprios colaboradores, tornando-a assim mais competitiva no mercado, elevando o grau de confiança junto a seus credores e clientes. Junto a esse trabalho segue a demonstração que a adoção de tal método pode ter fácil acesso por pequenas e médias empresas alavancando seu crescimento junto as demais.

Palavras-chave: Sistema de Gestão da Qualidade; ISO 9001; Métodos de Implantação.

INTRODUÇÃO

O novo cenário mundial, onde uma das principais características é a livre concorrência, tem conduzido as empresas a voltarem sua atenção para novas questões referente a qualidade. Segundo Fonseca (2010), a partir do início da década de 80, começou a ficar evidente que as exigências do mercado, os aspectos, custo e qualidade, aliadas a uma maior consciência ecológica, geraram um novo conceito de qualidade, holística e orientada, também, para a qualidade de vida.

Assim, as organizações têm atentado de forma mais concreta para os aspectos que envolvem a satisfação de todos os tipos de clientes (internos e externos), a boa qualidade dos produtos e serviços, a proteção do meio ambiente e os aspectos sociais, inclusive os que abrangem a saúde e segurança de seus trabalhadores e colaboradores. Cabe ressaltar que tais demandas podem alcançar importância estratégica na organização, pois podem gerar barreiras comerciais junto a determinados mercados em decorrência da não observância pela empresa, de requisitos mínimos quanto as áreas de qualidade, área ambiental e área de saúde e também da segurança do trabalho (MORAES, 2018).

Neste ambiente, o mercado passou a exigir que os produtos e serviços trouxessem consigo o comprometimento das empresas responsáveis pelos mesmo em atender aos padrões das normas internacionais de qualidade. Assim, gerenciando tais questões, passou a ser também o gerenciamento da própria viabilidade e sobrevivência dos empreendimentos. Neste cenário, uma ferramenta muito útil para o direcionamento e solução de diversos fatores, como a diversos tipos de problemas, é a incorporação junto a empresa do denominado: Sistema de Gestão da Qualidade.

Os objetivos básicos desse Sistema de Gestão são o de aumentar constantemente o valor percebido pelo cliente nos produtos/serviços oferecidos, o sucesso no segmento de mercado (pela melhoria contínua dos resultados operacionais), satisfação dos funcionários com a organização e da própria sociedade com a contribuição social da empresa e o respeito ao meio ambiente (VITERBO JÚNIOR, 1998).

Atualmente, a tendência quanto a incorporação do Sistema de Gestão em diversos tipos de organizações empresariais é a “unificação” das diferentes áreas de gerenciamento. Tal fato deve-se a diversos fatores, como a compatibilidade de procedimentos e normas de referência utilizadas como diretrizes para a implantação do Sistema de Gestão. A ISO 9001(2015) fundamenta-se no princípio da melhoria contínua e no ciclo Plan – Do – Check- Action, também conhecido como ciclo PDCA.

Em geral a norma ISO 14001 tem sido utilizada por empresas de grande porte. Para o presente trabalho, a classificação das empresas ao seu porte levará em consideração o número de empregados das mesmas, conforme critérios do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas e SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas, ou seja:

- Pequena Empresasaté 99 empregados
- Médias Empresasde 100 a 499 empregados
- Grandes Empresasacima de 500 empregados

A grande utilização da ISO 14001 se deve ao fato de que grandes empresas possuem disponibilidade de recursos financeiros e humano para investimentos na implantação de Sistema de Gestão ambiental “certificáveis”

por tais normas e diretrizes. Contudo, essa sistemática não tem sido absorvida pelas empresas de pequeno e médio porte, cujas características básicas são marcadas por falta de recursos financeiros e humanos que acabam por inibir, inicialmente, a implantação de Sistemas de Gestão conforme as diretrizes seguidas por empresas de maior porte.

Devemos considerar, portanto, a necessidade de elaboração de propostas metodológicas que visem a extensão das oportunidades de implementação do Sistema de Gestão da Qualidade em empresas de Pequeno e Médio porte, conferindo-lhes a oportunidade de se alinharem neste processo.

A motivação para concepção desta pesquisa está no fato que toda e qualquer organização possui um sistema de gestão; todos seguem regras, normas ou mesmo condutas que devem ser seguidos alguns rigidamente ou não, caso contrário não haveria a sua existência.

Ocorre que alguns modelos foram desenvolvidos e adotados por várias organizações com o intuito de haver uma padronização de metodologia, ou seja, adotar algo que já teve e continua tendo êxito, daí os modelos normativos hoje existentes e muito difundidos, sendo moldados de acordo como o tempo e o ambiente em que fazem parte.

Nesta perspectiva, será analisado alguns conceitos referentes a importância e implantação de um Sistema de Gestão de Qualidade baseado na ISO 9001 (2015), que procura atender as necessidades e expectativas dos clientes e o que são expressas nas especificações do produto e geralmente o que são designadas como requisitos dos clientes e que pode ser especificado contratualmente pelo cliente ou diretamente pela própria organização.

Será realizada uma pesquisa bibliográfica na literatura disponíveis (artigos, teses, revistas, livros) sobre Gestão, Sistema de Qualidade e ISO 9001 (2015).

O objetivo desta pesquisa, é apresentar e analisar os conceitos na implantação de um Sistema de Gestão de Qualidade de forma geral e específica para o setor de construção civil, bem como a sua importância dentro dos setores da organização. Tendo como objetivos específicos, analisar a forma de classificação e adequação do Sistema de Gestão de qualidade à realidade brasileira; aplicar os conceitos de gestão de qualidade da Construção Civil; e conhecer os parâmetros e critérios de certificação ISO 9001(2015).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema de Gestão

Ao longo dos anos surgiram diversas formas de conceituação para Sistema de Gestão. Como forma consistentes e complementares, podem-se citar as definições de Chiavenato (2000) que conceitua Sistema como sendo “conjunto de elementos interdependentes, cujo resultado final é maior do que

a soma dos resultados que esses elementos teriam caso operassem de maneira isolada”.

Segundo Frosini & Carvalho (1995):

Um sistema de Gestão é conceituado como o conjunto de pessoas, recursos e procedimentos, dentro de qualquer nível de complexidade, cujos componentes associados interagem de uma maneira organizada para realizar uma tarefa específica e atingem ou mantêm um dado resultado, é uma estrutura comprovada para gerenciar e continuamente melhorar as políticas, procedimentos e processos de uma organização.

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

A preocupação com a qualidade de bens e serviços não é algo recente, segundo Oliveira (2004), o Código de Hamurabi em 2.150a.C., já era nítido a percepção com a durabilidade e funcionalidade das moradias, tanto que o responsável pela obra seria sacrificado caso ocorresse desabamentos.

Conceito

Segundo Paladini (2004), é importante delimitar o significado do termo “qualidade”, já que se trata de uma palavra que atua no vocabulário cotidiano para referir-se as mais variadas situações.

Em latim, o significado do termo qualidade (qualitate) apresentou ao longo do tempo várias definições entre os autores, quando está se refere a produtos ou serviços.

Para Feigenbaun (1991), qualidade é a composição de todas as características do produto ou serviço, através das quais o produto ou serviço em uso atenderá as expectativas de quem os consumirá.

Para Juran (1990), a qualidade significa adequação ao uso. É o nível de satisfação alcançado por um produto ou serviço, quando da sua utilização, em relação ao atendimento aos objetivos estabelecidos por quem os está utilizando.

Já para Deming (1990), a qualidade é formada pela satisfação do cliente e pela melhoria contínua. Para o autor, apenas os avaliados do produto ou serviço podem definir o que é qualidade.

A definição conforme a norma técnica relacionado ao tema, podemos definir que “Qualidade é o grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos” (NBR ISO 9000, 2005).

O atendimento às determinações dos clientes, no que se refere a produtos e/ou serviços, determinará uma melhor ou pior classificação da qualidade. Este é o ponto central desses conceitos.

No contexto Industrial, já a muitos anos atrás, o tema “Gestão de Qualidade” era tratado, trazendo assim uma evolução no século passado, junto com alguns estágios que se fizeram necessários. São eles: Inspeção de produto, controle dos sistemas de Gestão e qualidade, do processo e a gestão de qualidade total.

Nos trabalhos de Juran (1990), Deming (1990) e Feigenbaum (1991) percebeu-se que qualidade deveria estar relacionada a como os requisitos dos clientes foram atendidos. Antes esse conceito se baseava somente na perfeição técnica do produto. Hoje evoluiu e na adequação junto aos clientes também.

Qualidade então passou a ser conceituada como satisfação do cliente quanto à adequação do produto ao uso (CARPINETTI, 2009).

Princípios

Para estabelecer requisitos para gestão junto a empresas, a norma ISO 9001 prevê normas de gestão para produto ou serviços utilizados focando em princípios e se dedicando aos clientes, na liderança e benefícios nas relações com fornecedores e na melhoria contínua. Uma gestão com uma abordagem sistêmica de gestão, de processo, envolvendo pessoas (líderes e clientes).

Os princípios da qualidade, segundo Marques (2005), podem ser entendidos da seguinte forma:

- a) **Foco no cliente:** O cliente é a razão de ser da empresa, e, portanto, a organização deve entender todas as suas necessidades de forma a garantir sua total satisfação; (grifos nossos)
- b) **Liderança:** Líderes devem estabelecer a visão a política e os valores da organização, devem definir objetivos e metas, de maneira clara, trabalhar na implementação de estratégias e pratica a delegação de tarefas; (grifos nossos)
- c) **Envolvimento de pessoas:** As organizações devem utilizar o conhecimento e a experiência das pessoas, assim como buscar prover outros conhecimentos; (grifos nossos)
- d) **Abordagem de processo:** Entendendo um processo como um conjunto de atividades transformadoras de entradas e saídas, utilizando da interação entre os diversos segmentos, as organizações devem otimizar seus processos internos e externos, além dos recursos disponíveis, sendo eles pessoas, equipamentos, métodos, materiais, etc.; (grifos nossos)
- e) **Abordagem sistêmica para a gestão:** Deve haver a identificação do conjunto de processos inerentes, as interdependências devem ser entendidas, os objetivos da organização devem estar alinhados com os procedimentos e os resultados devem ser medidos; (grifos nossos)
- f) **Melhoria contínua:** A organização deve mover esforços para suscitar um processo de análise e de melhoria, de forma continuada, em seus processos, definindo objetivos realistas. Para se conquistar a melhoria contínua é preciso

prover recurso, ferramentas, oportunidades e motivar as pessoas; (grifo nossos).

g) **Tomada de decisão baseada em fatos:** A organização deve promover ações que vise à maximização da produtividade e à minimização do desperdício e retrabalhos. Entretanto, essas devem estar sempre, baseadas em dados. Assim, será possível reduzir custos, melhorar o desempenho e aumentar as quotas de mercado; (grifos nossos)

h) **Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores:** Com o objetivo de criar valor para ambas as partes, é importante que a organização forme alianças estratégicas e de parceria com seus fornecedores a fim de desenvolver a melhoria dos processos, gerando confiança, respeito e compromisso mútuo.

Para atingir um resultado com a melhor eficiência, a abordagem de processos fica em evidência. Quando gerenciamos todas as atividades e lançamos mão dos recursos relacionados, essa abordagem atinge um resultado positivo com melhor eficiência.

A ISO 9001 direcionou como modelo a abordagem por processos para melhor gerenciar o sistema de qualidade.

A iniciativa do uso da abordagem por processos teve um sucesso parcial - poucas organizações assim se estruturaram, a grande maioria definiu uma caixa preta em seus manuais da qualidade e, outra parcela mantém uma relação conflituosa com os dois modelos de gerenciamento. O fato, porém, é que a norma ISO 9001 manterá o requisito de abordagem por processos numa aposta que reflete a expectativa de sucesso futuro (CANOSSA, 2008).

A norma ISO 9001 requer que a organização planeje e gerencie os processos necessários para a melhoria contínua do seu sistema de gestão da qualidade, e essa filosofia do melhoramento contínuo tem sua melhor representação no ciclo PDCA, que, além disso, garante a conclusão de um projeto através da observação dos custos, prazos e escopo.

O ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo. Praticando-as de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas (MARSHALL JUNIOR, 2011).

De acordo com Billig & Camilato (2008), o cuidado com a qualidade, no sentido mais amplo da palavra, começou com Shewhart, estatístico norte-americano que, já no ano de 1920, tinha um grande questionamento com a qualidade e com a variabilidade encontrada na produção de bens e serviços. Shewhart desenvolveu um sistema de mensuração dessas variabilidades que ficou conhecido como CEP - Controle Estatístico de Processo. Criou também o Ciclo PDCA, método essencial da Gestão da Qualidade, que ficou conhecido como Ciclo Deming da Qualidade (Figura 1).

Figura 1: Processo do ciclo do PDCA



Fonte: PEGG (2015)

O ciclo PDCA é assim chamado devido ao nome em inglês das etapas que o compõe (JUNIOR, et al, 2008):

P: do verbo “Plan”, ou planejar;

D: do verbo “Do”, do verbo executar;

C: do verbo “Check”, do verbo checar, analisar ou verificar;

A: do verbo “Action”, do verbo agir de forma a corrigir erros ou falhas;

Uma vez implantado na empresa, esse ciclo (fases) deve ser aplicado pelos gestores constantemente a ponto de ser tornar um vício na empresa na perseguição da melhoria da competitividade com redução de custos.

1ª Fase – *Plan* (planejamento). Devem-se estabelecer os objetivos e metas, para que sejam desenvolvidos métodos, procedimentos e padrões para alcançá-los. Normalmente, as metas são desdobradas do planejamento estratégico e representam requisitos do cliente ou parâmetros e características de produtos, serviços ou processos. Os métodos contemplam os procedimentos e as orientações técnicas necessárias para se atingirem as metas (JUNIOR, et al, 2008).

2ª Fase – *Do* (execução). Esta é a fase de implementação do planejamento. É preciso fornecer educação e treinamento para a execução dos métodos desenvolvidos na fase de planejamento. Ao longo da execução devem-se coletar os dados que serão utilizados na fase de verificação. Quando o pessoal envolvido na execução vem participando desde a fase de planejamento, o treinamento, em geral, deixa de ser necessário (JUNIOR, et al, 2008).

3ª Fase – *Check* (verificação). É quando se verifica se o planejado foi consistentemente alcançado através da comparação entre as metas desejadas e os resultados de controle e acompanhamento como cartas de controle, histogramas, folhas de verificação, entre outras. É importante

ressaltar que essa comparação deve ser baseada em fatos e dados e não em opiniões ou intuição (JUNIOR, et al, 2008).

4ª Fase – *Act* (agir corretamente). Nessa fase têm-se duas alternativas. A primeira consiste em buscar as causas fundamentais a fim de prevenir a repetição dos efeitos indesejados, no caso de não terem sido alcançadas as metas planejadas. A segunda, em adotar como padrão o planejado na primeira fase, já que as metas planejadas foram alcançadas (JUNIOR, et al, 2008).

Girar o ciclo PDCA significa obter previsibilidade nos processos e aumento da competitividade organizacional. A previsibilidade acontece pela obediência aos padrões, pois, quando a melhoria é bem-sucedida, adota-se o método planejado, padronizando-o; caso contrário, volta-se ao padrão anterior e recomeça-se a girar o PDCA (JUNIOR, et al, 2008).

Aspectos conceituais da qualidade

O conceito do termo qualidade depende do âmbito em que ocorre. Possui diversas interpretações em diferentes empresas, conforme grupos de uma mesma organização, de acordo com o entendimento de cada indivíduo. Por isso mesmo, a qualidade continua facilmente mal-entendida com decorrências que prejudicam as empresas que desejam implementá-la. Um melhor entendimento do termo é fundamental para que a qualidade possa assumir função estratégica na competitividade.

Na formulação de um conceito de qualidade é essencial a clareza de uma definição breve, mas o fundamental é que seu significado esteja perfeitamente entendido e que seja uma linguagem comum por toda a empresa.

Uma revisão da literatura sobre este assunto é conveniente, considerando a evolução dos conceitos à medida que foram sendo conhecidos através de autores clássicos, entendidos como autores notáveis pelo desenvolvimento do conceito da qualidade, e que com seus trabalhos reconhecidos contribuíram para experiências de sucesso em empresas atuais: Deming (1990), Juran (1990), Crosby (1986), Feigenbaum (1991), e Ishikawa (1989).

Segundo Shiozawa (1993) a evolução dos conceitos da qualidade se deu de acordo com a tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Conceitos de qualidade

<i>ANO</i>	<i>AUTOR</i>	<i>CONCEITO</i>
1950	Deming	Máxima utilidade para o consumidor
1951	Feigenbaum	Perfeita satisfação do usuário
1954	Juran	Satisfação das aspirações do usuário
1961	Juran	Maximização das aspirações do usuário
1964	Juran	Adequação ao uso
1979	Crosby	Conformidade com os requisitos do cliente

Fonte: Adaptado de Shiozawa (1993)

Paralelamente a evolução do conceito de qualidade, surgiu a visão de que o mesmo era fundamental no posicionamento estratégico da empresa perante o mercado.

Pouco tempo depois se percebeu que o planejamento estratégico da empresa enfatizando a qualidade não era suficiente para seu sucesso. O conceito de satisfação do cliente foi então estendido para outras entidades envolvidas com as atividades da empresa, foi quando surgiu o termo qualidade total. Esse termo representa a busca da satisfação, não só do cliente, mas também da excelência organizacional da empresa.

De acordo com Veras (2009), o autor enfatiza uma abordagem sistemática para solução de problemas da qualidade, conhecida como Ciclo de Deming ou como o PDCA. Este método de análise sistemática é a base para o processo de melhoria contínua em todos os níveis da empresa que busca qualidade.

A qualidade é vista como a que os clientes exigem, retratada através das especificações em todas as fases, com qualidade de processos compatível com tais especificações.

Juran (1990) admite a existência de várias definições para a qualidade em sua obra. "Um dos significados da qualidade é o bom desempenho do produto". Este resulta das características do produto que levam à satisfação, e interferem na decisão de compra, elas afetam as vendas e neste caso, qualidade mais elevada geralmente custa mais caro.

A alegação de Crosby (1986) é a de que qualidade perfeita é tecnicamente possível e economicamente desejável e este posicionamento traz antigas discussões sobre qual seria o grau de qualidade suficiente.

Crosby (1986) define qualidade como "conformidade com requisitos". Enfatiza que ao se referir à qualidade de algum objeto, deve-se definir esse objeto em termos específicos, e quando "todos os critérios estiverem definidos e explicados será possível e praticável a mensuração da qualidade".

A visão dada por Ishikawa (1989) à qualidade é ampla e considera importante a interpretação de seu conceito. Sua visão praticamente abrange

a de todos, acrescentando apenas a importância da percepção rápida por parte das empresas às exigências crescentes de mercado.

De acordo com Shiozawa (1993), o termo qualidade interpretado de forma mais ampla, significa qualidade de trabalho, qualidade de serviço, qualidade de informação, qualidade de processo, qualidade de divisão, qualidade de pessoal, incluindo operários, engenheiros, gerentes e executivos, qualidade de sistema, qualidade de empresa, qualidade de objetivos etc. Nosso enfoque básico é controlar a qualidade em todas as suas manifestações.

SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADA (SGI)

O objetivo do SGI é estabelecer um conjunto de elementos, interagindo com a força de trabalho por meio de diretrizes e padrões para estabelecer a melhoria da qualidade dos serviços e a aumentar postura preventiva com relação às questões de segurança, meio ambiente e saúde.

Cabe ressaltar que, em novembro de 2004, foi lançada a ISO 14001 (2004), que substituiu a versão anterior, de 1996, clarificando alguns pontos e conceitos do texto e alinhando esta norma com a ISO 9001 (2000), facilitando a integração dos Sistemas de Gestão de Qualidade e de Meio Ambiente. A diretriz atualmente em voga para as questões de SST é a OHSAS 18001 (2007) (ABNT, 2015; BIBLIG & CAMILATO, 2008).

Conceito de Sistema de Gestão Integrada (SGI)

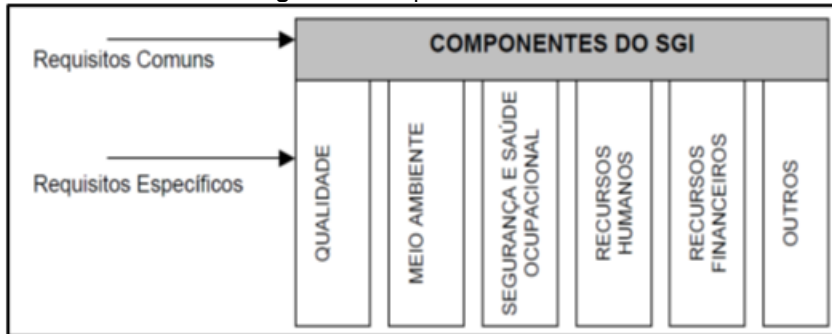
Sistema de Gestão Integrada pode ser definido como a combinação de processos, procedimentos e práticas utilizados em uma organização para implementar suas políticas de gestão e que pode ser mais eficiente na consecução dos objetivos oriundos delas do que quando há diversos Sistemas individuais se sobrepondo (DE CICCIO, 2004).

Com a crescente pressão para que as organizações racionalizem seus processos de gestão, várias delas vêm na integração dos Sistemas de Gestão uma excelente oportunidade para reduzir custos relacionados, por exemplo, à manutenção de diferentes estruturas de controle de documentos, auditorias, registros, dentre outros (GODINI & VALVERDE, 2001).

Tais custos e ações, em sua maioria, se sobrepõem e, portanto, acarretam gastos desnecessários.

A integração dos Sistemas de Gestão pode abranger, conforme figura 2, diversos temas, tais como: qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional, recursos humanos, controle financeiro, responsabilidade social, dentre outros.

Figura 2: Componentes do SGI



Fonte: QSP (2015)

Tipos de Implantação do SGI

Segundo Labodová (2003), há duas formas de integração verificadas em empresas européias:

- Implementação sequencial de Sistemas individuais - qualidade, meio ambiente e saúde e segurança - são combinados, formando o SGI;
- Implementação do SGI - Sistema de Gestão Integrada, sendo que apenas um sistema engloba todas as três áreas. Para essa forma de implementação, a metodologia escolhida está baseada nas teorias da análise de risco, cujo significado pode ser usado como um fator integrador - risco para o meio ambiente, para a saúde dos empregados e população ao redor e risco de perdas econômicas decorrentes a problemas no produto.

A proposta do SGI envolve um Sistema de Gestão homogêneo, adequado tanto aos requisitos da ISO 9001, ISO 14001 e aos da BS - *British Standards* BS 8800 / OHSAS - *Occupational Health and Safety Assessment Services* OHSAS 18001. Muitos elementos dos Sistemas de Gestão são comuns, sendo eles (SOLER, 2002):

- Política abrangendo os diferentes requisitos;
- Representantes da administração;
- Controle de registros e de treinamentos;
- Sistema de controle de documentos e dados;
- Sistema de calibração de equipamentos;
- Programa de auditoria interna;
- Tratamento às não conformidades;
- AC: Ação corretiva, AP: Ação preventiva;
- Reunião para análise crítica pela direção.

Entretanto, os elementos relativos aos requisitos de cada uma das normas que não forem comuns tornam-se procedimentos independentes. Visto que ainda não há uma norma ou guia específico para implementação de SGI, a mesma deve estar baseada no atendimento aos requisitos

específicos das normas ISO 14001 e pelas guias (ou diretrizes) BS 8800 e OHSAS 18001. Além disso, é importante salientar que não existe organismo credenciador que tenha estabelecido procedimentos permitindo a emissão de certificados baseados em SGI (SOLER, 2002).

A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Caracterização do Setor de Construção Civil

A indústria da construção civil representa e se estabelece com importância no que se refere ao desenvolvimento da nação, tanto do ponto de vista econômico, destacando-se pela quantidade de atividades que intervêm em seu ciclo de produção, gerando consumos de bens e serviços de outros setores, como do ponto de vista social, pela capacidade de absorção da mão-de-obra.

Além destas particularidades, em relação à qualificação do operário da indústria da construção civil, o setor se diferencia dos demais tanto pelo seu produto, quanto pelo processo produtivo utilizado.

A construção se caracteriza por possuir uma produção manufatureira. Pois devido às dificuldades em mobilizar máquinas e equipamentos, grande parte dos trabalhos é feita pelas próprias mãos dos trabalhadores, com uso de ferramentas e pequenos equipamentos, e totalmente dependente de sua habilidade, de seu conhecimento técnico e dos hábitos de trabalho criados na estrutura de ofícios.

Essas variabilidades, peculiares ao setor, levam a um processo de trabalho bastante complexo, provocando dificuldades para se estabelecer uma solução padrão na organização do trabalho. Os processos de trabalho na construção estão intimamente ligados aos métodos empregados na sua produção, e ao estágio tecnológico em que se encontra o setor.

Aspectos Produtivos da Construção Civil no Brasil

De acordo com Cardoso (2002), as características da produção, no canteiro de obras, acarretam baixa produtividade e elevados índices de desperdícios de material e de mão-de-obra. Essa condição, associada às altas taxas de inflação verificadas até os anos 80, fazia com que a lucratividade do setor fosse obtida mais em função da valorização imobiliária do produto final do que da melhoria da eficiência do processo produtivo.

Após a década de 90 ss empresas construtoras começam a tentar viabilizar suas margens de lucro a partir da redução de custos, do aumento da produtividade e da busca de soluções tecnológicas e de gerenciamento da produção de forma a aumentar o grau de industrialização do processo produtivo.

O estudo feito por Cardoso (2002) identifica que vários são os fatores que impedem a alavancagem desse movimento e o início de uma nova fase de evolução sustentada do setor, entre os quais podem ser citados:

- A ocorrência de graves problemas de qualidade de produtos intermediários e finais da cadeia produtiva e os elevados custos de correções e manutenção pós-entrega;
- Desestímulo ao uso mais intensivo de componentes industrializados devido à alta incidência de impostos e, conseqüente, encarecimento dos mesmos;
- A falta de conhecimento do mercado consumidor, no que diz respeito às suas necessidades em termos de produto a ser ofertado;
- A falta de capacitação técnica dos agentes da cadeia produtiva para gerenciar a produção com base em conceitos e ferramentas que incorporem as novas exigências de qualidade, competitividade e custos;
- A incapacidade dos agentes em avaliar corretamente as tendências de mercado, cenários econômicos futuros e identificação de novas oportunidades de crescimento.

Percebe-se, a partir dessa rápida apresentação, a importância de um diagnóstico baseado numa visão sistêmica da cadeia produtiva, que propicie a identificação das necessidades e aspirações dos seus diversos segmentos. Além disso, é notória a necessidade da construção de uma visão de futuro para o desenvolvimento da cadeia, de modo a identificar quais são os fatores críticos da cadeia, o que pode possibilitar a elaboração de propostas necessárias para superá-los. (CARDOSO, 2002).

A modelagem inicial da cadeia supracitada compreende quatro elos:

- Fornecedores de insumos;
- Setor de produção;
- Comercialização;
- Consumidor final.

ISO 9001: Qualidade na construção civil

Objetivos e Campos de Aplicação

A ideia de adotar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é uma decisão estratégica de uma organização. Isto significa que ter a qualidade sendo administrada de uma forma organizada e bem definida dentro da organização como um todo, é uma coisa boa para a organização e é interessante que faça parte da estratégia, dos planos que esta organização possui para ser bem-sucedida e atingir seus objetivos. Porém, deixa claro também que esta é uma coisa que só a organização pode decidir se quer ou não (MARCHALL JUNIOR, 2008).

Também é explicado aqui que a forma como cada organização vai montar seu SGQ vai ser totalmente único, porque nenhuma organização é

igual à outra. A forma final que vai ter este SGQ vai depender completamente da realidade que vive a organização.

Coerente com a afirmação anterior, a norma também informa que Sistemas de Gestão da Qualidade desenvolvidos a partir dela e a documentação criada para organizá-los não serão iguais para todas as organizações e que a norma também não tem nenhuma intenção de obrigar a isto. Portanto, cada organização é livre para decidir como vai se adequar aos requisitos da norma.

Também vale lembrar que os requisitos de Gestão da Qualidade presentes na norma são complementares aos requisitos de produto, ou seja, as informações que a organização possui hoje para controlar a qualidade de seu produto ou serviço vai se integrar ao Sistema de Gestão como um todo.

Aqui, um aspecto interessante é que a norma pode ser usada para avaliar a capacidade de atender os requisitos, inclusive pelas Entidades Certificadoras, mas não cita a certificação como uma característica obrigatória. Podemos escolher entre iniciar um SGQ agora, fazê-lo rodar e amadurecer dentro do próprio dia a dia da empresa, até que esteja sólido o suficiente para ser submetido a uma auditoria externa e certificado. Ou podemos esperar que um cliente de grande porte, ou um concorrente que acabou de se certificar, nos coloque de uma hora para a outra contra a parede, desesperados por um Certificado ISO (MARCHALL JUNIOR, 2008).

O SGQ desenvolvido pela organização deve **“atender aos requisitos do cliente, os estatutários e os regulamentares”**. Isto significa que, na criação dos processos, produtos, serviços e do SGQ em si, temos que levar em conta tudo o que o cliente exige, através de suas especificações, as normas técnicas que possam vir a ser aplicáveis ao produto ou serviço ou processo que estamos incluindo no SGQ e a legislação vigente.

Características da Qualidade na Construção Civil no Brasil

O setor das edificações que faz parte da Construção Civil brasileira tem hoje a qualidade como novo modelo que foi inserido na atual conjuntura de mercado. Se torna assim muito importante para o desenvolvimento desse setor.

Num mundo globalizado economicamente, a concorrência se torna acirrada, precisando assim desenvolver habilidades específicas, obtendo certificações e implementações de Sistemas de Gestão de Qualidade fazendo frente a essa competitividade e conseqüentemente o alavancamento dessas empresas que atuam nesse setor.

Conhecer o atual cenário dessas organizações seria um dos primeiros passos para a obtenção da eficácia desejada. Navegar por um processo visando a conscientização na busca da melhor produtividade e melhor qualidade levará a patamares almejados e eficaz no gerenciamento da qualidade.

Fazer um diagnóstico na atual situação no setor da construção, se baseando nas normas e programas de qualidade atenderia um clamor feito

hoje por essas indústrias deixando-as mais perto da produtividade e qualidade ideal.

A Indústria da Construção Civil tem características próprias e únicas que as difere das demais; São características que acabam por dificultar o entendimento e cumprimento de normas estabelecidas. São elas:

- Mão de obra com baixa qualidade;
- Alta rotatividade dos empregados;
- Trabalhadores expostos ao relento;
- São trocados frequentemente de setores;
- Empregados nômades;
- Inércia das alterações de regras pela dificuldade do entendimento dessas regras;
- Sem plano de carreira;
- Várias funções e setores em uma mesma empresa;
- Diversidade da empresa (gerenciamento, laboratório de Ensaio, incorporadores, construtores, usuários, projetistas, fornecedores, empreiteiras, incorporadores).

A viabilidade da implantação das normas da ISO nesse setor da indústria e construção civil seria dar autonomia e abriria um leque para essas empresas que possuem dificuldade em empreender.

Como a ISO não foi desenvolvida visando em especial esse setor (construção civil), foram criados por gestores e autoridades brasileiras mecanismos para o aumento de competitividade desse Setor.

Foi criado em 1991 o PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat, pelo governo brasileiro, especificamente no governo Collor, programa este conferido e voltado a construção civil colocado em prática a partir do ano de 1998 e dando oportunidade de tornar possível a melhoria da qualidade e produtividade dessas organizações.

A certificação PBQP-H e a norma ISO 9001 estão sendo adotadas por empresas, porem a certificação é um programa que atende aos requisitos da norma, diferenciando que este está relacionado a projetos voltados especialmente a atender a construção civil e tem como característica principal a possibilidade dessas empresas solicitarem uma pós auditoria, ou seja, dando entrada na documentação já pode se habilitar a licitações e terá o prazo de 1 ano para cumprir requisitos chegando ao nível B e, após um ano, se habilita a chegar ao nível A . Possuindo o PBQP-H (nível A) a empresa estará automaticamente cumprindo aos requisitos da ISO 9001.

A busca pela evolução no setor da construção civil focou a criação de um sistema do PBQP-H que visa a avaliação dos níveis adequados as características dessas empresas, tendo como objetivo final a verificação da conformidade junto ao Sistema de Gestão por elas. Esses requisitos e itens criados estabeleceu um documento, o chamado SiQ-Construtoras (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras.

Por ser genérico e por ser uma referência internacional, a qualidade na construção do imóvel fica comprometido e por isso a construtora não a obtém. Para sanar este impasse o PBQP-H adequou normas que devem ser empregadas pelas empresas nos serviços e materiais agregando valor e consequentemente qualidade do produto na construção civil.

Para uma espera de uma auditoria, com inspeção em suas fichas, a empresa se submete ao programa PBQP-H, disponibilizando uma lista de no mínimo 25 serviços que serão controlados e avaliados, já que a ISO são possuem níveis de certificação como o SiAC, que possuem esses níveis de avaliação tornando possível a solicitação de auditoria assim que a implantação dos requisitos necessários são verificados.

Para obtenção do certificado PBQP-H a empresa tem um prazo de validade menor (um ano) para pedido de uma nova auditoria, no que se refere a certificação SiAC, tratando-se de uma certificação evolutiva, enquanto a validade de certificação ISO é de 3 anos dentro da empresa.

A busca por uma certificação dentro das construtoras passou a ter um valor significativo se tornando um grande objetivo a ser alcançado pelas construtoras. Pois com a certificação a empresa agrega valores junto a instituições credoras, tornando menos burocráticos suas vendas, dando fácil acesso ao relacionamento de crédito entre clientes x empresa como o programa de carta de crédito, pois só tem esse acesso empresas certificadas com o programa PBQP-H.

As exigências dos clientes na qualidade dos serviços e produtos, forçaram as construtoras a dar mais ênfase para esses programas de qualidade. Uma empresa certificada consegue agregar ao seu produto final uma redução de custos operacionais, aumento dos prazos de financiamentos, possibilitando atingir mais clientes. O investimento em programas de qualidade e produtividade ajuda a alcançar competitividade. Torna-se necessário a empresa de pequeno e médio porte se atentarem pela implementação de tais programas se quiserem expandir seus negócios.

CONCLUSÃO

Ao analisar o conteúdo desenvolvido nesse trabalho, vemos que os benefícios de se implantar um Sistema de Gestão de Qualidade em empresas da construção civil oferecem melhorias a várias partes interessadas:

Para as empresas, vemos a grande oportunidade de aumentar ainda mais a sua competitividade mudando alguns hábitos e implantando novas práticas de redução de desperdícios, melhor formação para seus profissionais, melhor gestão e acesso aos projetos e materiais, componentes e adequação das normas técnicas.

Para os contratantes, uma melhor oportunidade de se utilizar o seu poder de compra como forma de selecionar os fornecedores com mais qualidade, otimizando o uso dos recursos e garantindo um bom material para ser utilizado.

Para o consumidor, a satisfação de ver o seu investimento ou patrimônio sendo bem empregado ao dar preferência às empresas que garantem um produto final com mais qualidade gerando neles o conforto e confiança.

O controle que passa a ser feito com a organização, a armazenagem e utilização de matérias-primas e insumos, bem como a definição de objetivos, normas, metas e procedimentos que implicam muitas vezes direto na otimização dos processos. Tais benefícios certamente incidirão de forma positiva e lucrativa na produtividade da empresa.

Outro grande importante benefício diz respeito ao próprio Sistema de Gestão com possibilidades de um aumento de relações comerciais com novos clientes e fornecedores, locais ou regionais aumentando de forma exponencial incluindo a empresa em um ambiente de extrema competitividade. A implantação do Sistema de Gestão de Qualidade em tais organizações pode servir para reafirmar perante as partes interessadas - clientes órgãos fiscalizadores e a própria comunidade - a preocupação que tem com esses assuntos conferindo e garantindo uma maior credibilidade.

De um modo geral é de total importância para um Engenheiro conhecer bem o Sistema de Gestão de Qualidade, pois, além de ser uma ferramenta eficaz e importante, também traz a ele um grande conhecimento dentro dos padrões da ISO 9001 necessários para o bom desenvolvimento da sua carreira profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDERY, P. R. P.; LANA, M. da P. C. V. **Integração projeto-produção: um novo paradigma cultural.** In: Workshop nacional de gestão do projeto na construção de edifícios, Anais. São Carlos: EESC/USP, 2001.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS –**ABNT NBR ISO 9001. Sistemas de Gestão da Qualidade: Especificação e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR ISO 14001. **Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso,** Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. **Ministério do Planejamento e Orçamento.** Portaria n. 134 de 18 de dezembro de 1998. Institui o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional- PBQP-H, RT Legislação, Brasília, DF, 1998.

BRASIL. **Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.** Portaria n. 67 de 21 de novembro de 2000. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF 22 nov. 2000.

BILLIG, O. A.; CAMILATO, S. P. **Sistema de Gestão Integrada de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde**. 2008. Disponível em: http://junior.ftcc.com.br/revista/autor/pdf/Oswaldo_1.pdf. Acesso em 25 de fevereiro de 2020.

CANOSSA, S. **Gerenciamento por Abordagem de Processos**. Ed. Epse. 2009.

CARDOSO, F. F. **Sistemas de Contenção**. São Paulo, SP, 2002. Disponível em: http://pcc2435.pcc.usp.br/pdf/sistemas_contencao.pdf. Acesso em: 13 de março de 2020.

CARPINETTI, P. A. C. **Gestão da Qualidade ISO 9001- Princípios e Requisitos**. 2ª Ed. 2009, Ed. Atlas, RJ, 2009.

CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento: a arte de garantir a Qualidade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1986. Disponível em: <http://www.infoescola.com/administracao/principios-da-gestao-da-qualidade/> Acesso em 06 de março de 2020.

DE CICCIO, F. S. G. I. **Agregando valor aos sistemas ISO 9000**. QSP. São Paulo. Disponível em www.qsp.com.br. Acesso em: 03 de maio de 2020.

DEMING, W. E. **Qualidade e revolução da administração**, Ed Saraiva, Rio de Janeiro, 1990.

FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. Edição revisada New York: McGraw-Hill, 1991.

FERREIRA, C. C.; GIACOMITTI, M. R. J. **Avaliação do grau de atendimento das pequenas construtoras de obras civis**. Cidade de Curitiba- PR, aos requisitos de PBQP-H, da Vinci, Curitiba, v.4, n.1, p. 59-80, 2007.

FROSINI, L. H., CARVALHO, A. B. M. de. **“Segurança e Saúde na Qualidade e no Meio Ambiente”**, In: CQ Qualidade, n. 38, p. 40-45, São Paulo, Brasil. 1995.

GODINI, M.D.Q., & VALVERDE, S. **Gestão integrada de qualidade, segurança & saúde ocupacional e meio ambiente**. Sao Paulo: Bureau Veritas Brasil. 2001.

ISHIKAWA, K. **Introduction to Quality Control**. 3rd ed. Tokyo: The Union of Japanese Scientists and Engineers, 1989.

ISOVIRTUAL. **Sistema de gestão Integrada**. Disponível em: <http://www.isovirtual.com.br/gestao.asp>. Acesso em 01/03/2020.

JUNIOR, I. M., CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B; LEUSIN, S.. **Gestão da Qualidade**. 9ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2008.

JURAN, J. M. **Planejando para Qualidade**. Tradução João Mario Csillag. São Paulo: Pioneira, 1990.

LABODOVÁ, A. **Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach**, In: Journal of Cleaner Production, 2003.

MARQUES, A. S. **Integração Normativa na Gestão da Qualidade**. 2005. Disponível <http://hdl.handle.net/10773/4607>. Acesso em 10 de abril de 2020.

MORAES, M. V. G. **Administração Aplicada à radiologia**. São Paulo: Érica, 2018.

MARSHALL JUNIOR, I. **Gestão da Qualidade**, Ed FGV, 2011. ; 9ª edição Rio de Janeiro : FGV, 2008.

MESEGUER, A. G. **Controle e Garantia da Qualidade na Construção**. SINDUSCON – SP/Projeto/PW, 1991.

OLIVEIRA, O. **Gestão da Qualidade: Tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira, 2004.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 4ª edição Ed. Atlas, 2019.

PEGG. **Ciclo PDCA**. 2011. <https://blogpegg.wordpress.com/2011/03/14/voce-sabe-analisar-e-resolver-problemas-17/>. Acesso em 29 de março de 2020.

QSP. **SIG's- Sistemas Integrados de Gestão** - Da Teoria à Prática. São Paulo: Coleção Risk Tecnologia, 102 p. 2015.

SALGADO, S. **Treinamento das equipes de obras para implantação de Sistemas de Qualidade**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Ouro Preto, MG, 2003.

SHIOZAWA, R. S. C. **Qualidade no atendimento e tecnologia de informação**. São Paulo: Atlas, 1993.

SOLER, L. A. **Diagnostico das Dificuldades de Implantação de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Saúde e**

Segurança na Micro e Pequena Empresa. Tese de Mestrado – Gestão Ambiental – UNIOESTE, Santa Catarina, Brasil, 2002.

VERAS, C. M. dos A. **Gestão de Qualidade.** Maranhão: IFMA, 2009. 59 p. Monografia - Bacharelado em Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, São Luís, 2009.

VITERBO JUNIOR, Ê. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental.** 2ª ed., São Paulo: Editora Aquariana, 1998.

Caio Viana Silva Eiras
UNISUAM

Leandro dos Santos Silva
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

O estudo visou salientar uma das principais evoluções tecnológicas implementadas no ramo residencial, a automação residencial. Com todo processo de desenvolvimento e um aumento na demanda das atividades da construção, surgem novos desafios para o ramo, e também exigências de um novo consumidor conectado e ávido por inovações. A automação residencial pode ser trabalhada e modificada de forma simples obedecendo aos conceitos pré-estabelecidos pelo usuário. Faz-se relevante o lado construtivo e a importância que um engenheiro civil especializado em tal serviço tem sob as suas diretrizes de compatibilizar projetos usuais com a nova ideia de projetos de automação, visando desde suas etapas construtivas iniciais, que vem desde o projeto executivo até a sua execução na obra, tornando assim uma nova maneira de projetar desde o início da obra uma residência inteligente diminuindo o alto custo que essa mesma residência teria se fosse automatizado posteriormente. Automação de residências está deixando de ser vista como um item de luxo para se tornar uma ferramenta diária no auxílio das atividades domésticas. Sendo assim, o objetivo do trabalho busca conscientizar a automação residencial desde o início das fases de construção de edificações visando a redução de custo posterior e valorização do espaço.

Palavras-chave: Automação Residencial; Construção Civil; Engenheiro Civil;

INTRODUÇÃO

O termo Automação residencial, que também em outros contextos técnicos é conhecido pelo termo “domótica”, este largamente empregado na Europa. No entanto, no Brasil, optou-se pela tradução literal de *home automation*, denominação americana mais restrita, uma vez que, conceitualmente, o termo “automação” não englobaria, por exemplo, sistemas de comunicação ou sonorização (CEDOM, 2017).

Uma definição bem completa feita pela Associação espanhola de Domótica (2017) diz:

Domótica é a automatização e o controle aplicados à residência. Esta automatização e controle se realizam mediante o uso de equipamentos que dispõem de capacidade para se comunicar interativamente entre eles e com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidades de alterações conforme seus interesses. Em consequência, a domótica permite maior qualidade de vida, reduz o trabalho doméstico, aumenta o bem-estar e a segurança, racionaliza o consumo de energia e, além disso, sua evolução permite oferecer continuamente novas aplicações (CEDOM, 2017).

Em países desenvolvidos já é uma realidade, porém no Brasil a evolução desse conceito precisa de uma ênfase no setor, mas mesmo nesse ritmo, existe um crescimento a passos curtos havendo cada vez mais procuras pelas casas inteligentes.

Com inúmeros avanços no setor da tecnologia, a crescente necessidade de conforto, segurança e de praticidade leva o ser humano a adotar novas formas de ajudas tecnológicas. Está sendo vivenciado um período de transição tecnológica em que as principais premissas são o desejo de acesso ao novo e ao contato com o mundo tecnológico. O principal atrativo da utilização de técnicas de automação residencial é a IA (Inteligência Artificial) que é a capacidade que os dispositivos adquirem para interagir com ambientes desconhecidos e até mesmo, entre si, tornando assim como principal objetivo adequar as residências ao futuro (AURESIDE, 2018).

Segundo um estudo da Associação Brasileira de Automação Residencial - AURESIDE, o mercado de automação residencial pode chegar a 1,8 milhões de lares brasileiros nos próximos anos. Em termos globais, deverá movimentar cerca de U\$ 78 bilhões em 2022, por isso a importância desse novo conceito de construção é primordial para o relacionamento construtivo (SIQUEIRA, 2019).

Atualmente a maioria das construções não são adaptadas desde suas fases iniciais de construção para serem automatizadas, tendo em vista, que para tornar a construção inteligente posteriormente exige um processo de reforma e adaptações para que se possa implementar os processos automatizados a fim de facilitar o dia a dia do usuário. A ausência da domótica vem afetando cada dia mais os usuários acostumados com a tecnologia, sendo assim, vindo a procura da automação residencial, O principal interesse pela automação residencial hoje em dia é a facilidade no controle de todas as funções de uma residência, funções essas que uma construção "tradicional" não pode oferecer.

A importância da automação residencial dentre suas diversas facilidades é a melhoria da qualidade de vida que a tecnologia pode proporcionar aos seus usuários, além da sua principal premissa que é a comodidade. A automação visa também a importância da economia e

controle de diversos setores que uma residência integra como por exemplo: geração de energia, controle de segurança, controle de gastos de água, avisos e alertas pertinentes a consumos dos mesmos, tornando assim a administração de uma residência por parte do seu usuário bem mais fácil e prática, vista a relevância da automação residencial.

A metodologia indutiva empregada para este trabalho baseou-se em pesquisas bibliográficas, em uma análise qualitativa. Foram realizadas buscas em sites, revistas e artigos.

O objetivo deste estudo, é apresentar os sistemas de automatização residenciais desde a fase de projetos até sua execução. Quanto ao processo construtivo do edifício, procurou-se identificar os principais itens e modificações necessárias nos projetos civis tradicionais de edifícios residenciais para a inserção da automação nessas edificações.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT)

A tecnologia tem se reinventado e transformado a maneira como vivemos. O celular, por exemplo, já não é mais um acessório para ligações, mas sim um assistente pessoal para diversas atividades do dia a dia. E com este mesmo aparelho já controlamos a programação da nossa televisão que deixou de ser apenas uma caixa que exhibe imagens (EQUILOC, 2018).

O conceito de Internet das Coisas, ou Internet of Things (IoT) é o de uma enorme rede de dispositivos conectados, mas não limitada aos suspeitos habituais. Seu computador, smartphone, tablet ou set-top box, entre outros, são gadgets que dependem da internet para funcionar apropriadamente, assim como equipamentos de grande porte como servidores de grandes empresas (Figura 1) (PRETTI, 2018).

Figura 1: Ilustração das conexões dos dispositivos



Fonte: WANZELER et al. (2016)

O foco da IoT é voltado para todos os demais equipamentos do dia a dia de um indivíduo, instituição, empresa ou mesmo de uma cidade inteira, aqueles que você não imaginaria num primeiro momento que podem se

beneficiar da rede. No geral, qualquer coisa pode ser conectada à internet, mas isso não significa que tudo deveria sê-lo. A ideia principal por trás da Internet das Coisas é a de facilitar a vida dos usuários e clientes, tornando o uso de certos elementos mais simples e até permitindo a automação de tarefas (GOGONI, 2018).

Paralelamente, na construção civil, a tecnologia também tem transformado o modo como algumas tarefas são realizadas. Essas inovações estão trazendo agilidade, eficiência e segurança para as obras. Visando explicar por que o futuro dessa área será ainda mais promissor com esses novos adventos, são apresentados a seguir 5 novas tecnologias na construção civil que estão revolucionando a vida de engenheiros e técnicos, são elas: Tijolos inteligentes, drones, impressão 3d, *Internet of Things* (IoT) traduzindo para o português brasileiro, internet das coisas e contrapiso autonivelante. Dentre esses conceitos a internet das coisas está paralelamente ligada a automação residencial (EQUILOLOC, 2018).

Aplicação no processo de construção no Brasil

Devido a essa grande variedade de produtos inteligentes já encontrados no mercado, muitas construtoras estão inovando e incorporando a automação residencial em seus empreendimentos como é o caso da Porte Construtora que desenvolve empreendimentos imobiliários com arquiteturas contemporâneas, apostando sempre na elegância e sustentabilidade de seus projetos. Em um de seus mais novos empreendimentos, localizado na Zona Leste de São Paulo, o principal destaque é que todos os apartamentos já são entregues com sistema de automação, o qual integra iluminação, persianas, ar-condicionado, comandados por controle remoto ou tablet e leitura biométrica nas fechaduras eletrônicas, além de um circuito alternativo de energia das unidades que viabiliza a iluminação mesmo em casos de queda de energia (MAXPRESS, 2013).

A figura 2 ilustra um dos empreendimentos da Porte localizado no Jardim Anália Franco, Zona Leste de São Paulo. A climatização, as luzes e todos os aparelhos de cozinha e da sala especificados com ícones são controlados pelo tablet.

Figura 2: Empreendimento com automação residencial



Fonte: PRETI (2018)

Outra construtora que aposta fortemente na automação residencial é PDG construtora, que lançou seu quarto empreendimento já incorporado com soluções de automação residencial localizado em Salvador, destacando como diferencial o sistema *touchdoor* (fechadura biométrica) pelo qual o morador pode ter o acesso de forma controlada, utilizando de um equipamento de leitura biométrica ou se preferir através de digitação de senhas, o *touchdoor* possui um sistema de cadastro de segurança onde o morador pode cadastrar os dedos para cada função, como por exemplo, dedo anelar para acesso simples; dedo polegar, quando rendido por meliantes, automaticamente o sistema aciona a função programada para esse tipo de situação. Outra curiosidade é que o sistema gera relatórios dos últimos 60 acessos com data e hora. Também é possível gerenciar o acesso à distância por meio de celulares ou smartphones (MAXPRESS, 2013).

Segundo Bolzani (2004), as recentes aplicações incidem beneficentemente na qualidade de vida, sobre aqueles que possuem algum tipo de deficiência física principalmente daqueles com problemas de mobilidade. Embora existam equipamentos entre mecânicos e elétricos, que proporcionam certa autonomia ao deficiente físico, estes equipamentos tendem a ter valores altos e possuir uma estrutura delicada.

Vindo de encontro a essas necessidades e carências, os sistemas de automação residencial surgem como uma alternativa em relação a custo e soluções, a fim de auxiliar os portadores de deficiência, toma-se como exemplo o uso de um sistema integrado aplicado à rotina de um paraplégico, possibilitando-o controlar a iluminação, abertura e fechamento de portas, cortinas, monitoramento das câmeras de segurança em qualquer ponto de sua residência através de um simples controle remoto. Embora seja uma área pouco divulgada, a procura por serviços de automação residencial está ganhando mercado e, ano após ano, vem crescendo, pois o que antes era visto como item de luxo e direcionado apenas ao público de alto poder aquisitivo, hoje se tornou uma ferramenta para auxiliar nas atividades de uma casa, bem como a valorização do imóvel (MAXPRESS, 2013).

Etapas do processo

Elaboração de Projetos com automação residencial

A maioria dos projetos tradicionais seguem uma linha de padronização a serem seguidas, em sua maioria os projetos estruturais são os mais rigorosos em relação a controles e execução, englobando a automação residencial, O objetivo da automação no projeto é que o mesmo seja elaborado já com o estudo e viabilidade na tecnologia, sendo assim, encaminhado para execução com os detalhes e cálculos já voltados para automação. (B2HOME, 2018). Apesar do projeto de arquitetura ser a primeira etapa, ela só ocorre após você definir qual sistema de automação irá utilizar e os respectivos equipamentos e interfaces de controle. (B2HOME, 2018). Nessa etapa a empresa especializada irá verificar todos os equipamentos e

sistemas que serão utilizados, a forma como eles serão controlados, como eles serão conectados e como se comunicarão com a central controladora. O preço do projeto de Automação Residencial é personalizado para cada residência, obra e complexidade (B2HOME, 2018).

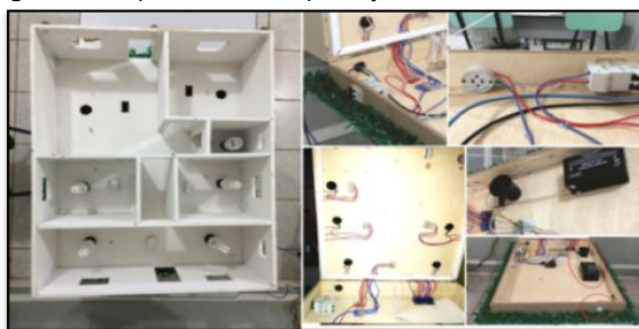
Execução da obra com automação residencial

Essa é a principal fase para a execução especializada na automação residencial. É preciso ser perfeccionista em relação aos detalhes especificados em projeto. Como toda execução, será realizada a infraestrutura necessária em termos de energia elétrica, tubulações para passagem dos cabos, entre outros fatores, que profissionais responsáveis pela obra terão que incorporar no projeto técnico da casa automatizada. Uma vez que a infraestrutura da residência já está preparada conforme o projeto de automação residencial, chega o momento de iniciar a instalação (BOLZANI, 2004).

Materiais utilizados

Módulos de comandos são interligados e usados por meio de ligações sem fio ou com fio. Existem diversas empresas especializadas em automação residencial, sendo assim, cada uma usa o seu próprio sistema de módulos e interface. A figura 3 ilustra ligações que são embutidas em alvenaria, por isso a importância de um projeto voltado já para automação residencial é muito importante (SIQUEIRA, 2019).

Figura 3: Maquete com exemplificação de conexões do módulo



Fonte: WANZELER, et al. (2016)

Mão de obra especializada em automação residencial

A mão de obra especializada em automação residencial é imprescindível para que seja feita uma boa execução de projeto. Este profissional do grupo é integrador de sistemas que deve ter conhecimentos básicos de eletrônica, habilidade no uso de ferramentas e instrumentos de

testes e conhecer os sistemas com que vai trabalhar. O conhecimento de eletrônica é fundamental, assim, Torna-se pré-requisito a necessidade de se fazer um curso técnico de eletrônica. A partir do conhecimento de eletrônica o profissional deve procurar um curso específico na área, quer seja como especialização, complementação ou extensão, havendo diversas possibilidades. Uma delas está na AURESIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial), que possui cursos para os que desejam entrar nesta área (BRAGA, 2019).

Custo com a instalação do sistema

Como qualquer comodidade e praticidade fornecida pela tecnologia a automação tem seu custo que já é aplicado desde sua fase de projetos. De toda forma, o custo com uma residência com automação é mais alto quando comparado a uma residência que não apresente automação. O mais usado no Brasil ainda é o controle de iluminação, de acordo com pesquisa da AURESIDE. Um sistema de iluminação que elimina a necessidade de interruptores, controla a intensidade de luz e programa horário para acender lâmpadas custa entre R\$ 10 mil e R\$ 15 mil, dependendo do imóvel, afirma Sérgio Corrigliano, da empresa de automação residencial IHouse. Se esse mesmo projeto for executado durante a construção da casa, o investimento cai para R\$ 5.000. Já o retorno vai depender do consumo de energia, diz Corrigliano, mas a economia na conta de luz costuma variar de 15% a 30% (SANTOS, 2018).

Controle de Processo

A necessidade de supervisão é fundamental, por isso o monitoramento dos sistemas, acompanhado de relatórios de controle, auditorias, etc. são imprescindíveis. É fundamental que a empresa contratada e a construtora acompanhem de perto a preparação da infraestrutura para que nessa fase, já realize a passagem de cabos. As falhas no processo de supervisão podem gerar problemas no sistema e problemas de execução que posteriormente irão acarretar em mal funcionamento do sistema (BUNEMER, 2014).

Inteligência artificial utilizada

Dentre as principais tecnologias que permitem a interação do usuário com a sua residência se destaca a inteligência artificial. Os principais sistemas de automação residencial fornecidos por inúmeras empresas são compatíveis com as duas principais inteligências artificiais que existem no mercado, que são elas o Google home e Amazon echo, sendo o cérebro desse dispositivo da Amazon chamado de Alexa. Os alto-falantes inteligentes da Amazon e do Google (e seus assistentes) permitem obter respostas para perguntas, definir cronômetros e alarmes e controlar dispositivos domésticos

inteligentes - tudo com comandos de voz falada. O jornalista e professor da PUCRS, Marcelo Fontoura, deu uma entrevista ao site medium e relatou sua experiência com uma dessas assistentes pessoais, Marcelo diz que se adaptou muito a sua assistente e que ela facilitou muito sua vida no dia a dia, simplesmente pelo comando de voz. Um dos principais incentivos desses fabricantes de assistentes pessoais está voltado para acessibilidade em que deficientes físicos e visuais poderiam se adaptar claramente a essa tecnologia podendo fazer serviços domésticos, apenas com o controle de sua voz. A figura 4 apresenta ambas as tecnologias (LYNCH, 2019).

Figura 4: Google Home e Amazon Echo



Fonte: FIELD (2018)

ETAPAS CONSTRUTIVAS

As etapas construtivas de um empreendimento tanto residencial quanto empresarial, tem como base inúmeras fontes de construção padronizadas existentes, para diversos materiais, tanto para concreto armado, estruturas metálicas e etc. a automação residencial entra em uma nova etapa construtiva do século, como parte de um todo em sua construção. A seguir veremos a base de toda essa automação, o cérebro de toda a automação.

Módulo de Automação

Os Módulos de Automação (Figura 5) têm por função ser um inovador sistema de controle para residências e comércios através do uso de dispositivos móveis. Graças a essa tecnologia e com milhões de sistemas já instalados, o Módulo de Automação se torna uma solução econômica e ideal para atualizações e ajustes de sistemas.

Figura 5: Vista interna de um Módulo



Fonte: SICUR (2019)

Devido a alta tecnologia, os usuários podem ver as imagens das câmeras instaladas, controlar sistemas de segurança e de automação geral, como: controle de luzes, fechaduras, e-mails e alertas de vídeo de acordo com os eventos gerados.

Os módulos contam com modelos e cores diferentes com o intuito e vantagem de poderem combinar com qualquer decoração, sendo assim, se tornando discretos.

Módulo Controlador

Sua Função é Criar Macros para acionamentos sequenciais ligar a inteligência da casa na rede e na internet, os softwares do Controlador são ferramentas consagradas e usadas por grandes empresas. É configurado usando as mesmas técnicas de segurança de bancos e servidores de e-mail.

Módulo de Entradas binárias

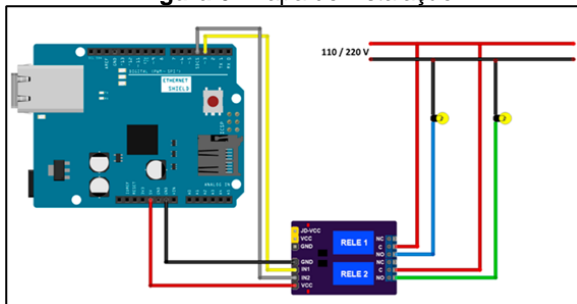
Adicionar teclas dos mais variados tipos e modelos, permitir que o controlador perceba as interações do sistema.

Instalação do módulo na etapa construtiva

Como todo periférico que será embutido em uma obra, os módulos funcionam como se fossem uma caixa geral de eletricidade, o módulo será embutido ou fixado na parede em lugar estratégico do local, para que assim a instalação seja feita dentro da melhor maneira possível, devem se seguir os padrões de instalações elétricas globais. No exemplo abaixo, é a

automação de lâmpadas alternadamente. Os dois relés irão funcionar como chaves eletrônicas, fechando o contato NA (Normal Aberto), e acendendo as lâmpadas a cada 2 segundos (Figura 6).

Figura 6: Mapa de instalação



Fonte: FAZEDORES (2019)

Programação do Módulo

Além da parte física, a etapa de programação é essencial para o bom funcionamento do sistema (Figura 7), para que seja feita a leitura dos botões e o respectivo acionamento dos relés. Como estamos utilizando *push-buttons*, a cada acionamento o estado do relé será invertido, ligando ou desligando o dispositivo, abaixo um exemplo de códigos programáveis em qualquer sistema de automação.

Figura 6: Tela do programa

```
1 //Programa - Teste Módulo Relé Arduino 2 canais - Lâmpadas
2 //Autor - FILIPSTLOP
3
4 //Porta ligada ao pino IN1 do módulo
5 int porta_rele1 = 7;
6 //Porta ligada ao pino IN2 do módulo
7 int porta_rele2 = 8;
8
9 void setup()
10 {
11 //Define pino para o relé como saída
12 pinMode(porta_rele1, OUTPUT);
13 pinMode(porta_rele2, OUTPUT);
14 }
15
16 void loop()
17 {
18 digitalWrite(porta_rele1, LOW); //Liga relé 1
19 digitalWrite(porta_rele2, HIGH); //Desliga relé 2
20 delay(2000);
21 digitalWrite(porta_rele1, HIGH); //Desliga relé 1
22 digitalWrite(porta_rele2, LOW); //Liga relé 2
23 delay(2000);
24 }
```

Fonte: FAZEDORES (2019)

Etapas Finais

Nesta etapa, é realizada a ligação dos aparelhos e fios por meio dos conduítes internos, ou exposto acima de uma parede com gesso estuque ou rebaixo de teto, essa etapa é feita de acordo com cada obra e metragem da localidade, assim que é feito todo o planejamento e instalações elétricas é feito a conexão dos aparelhos podendo ser controlados pelo smartphone pessoal ou por um tablet centralizado em qualquer local do ambiente.

CONCLUSÃO

Analisando o mercado atual com ênfase em viabilizar os projetos de empreendimentos com domótica, existindo vários aspectos, em especial as áreas já conhecidas comercialmente, como os bairros de elevado valor econômico.

Em critérios de segurança, automação residencial tem sido cada vez mais utilizada, uma vez que, para se ter um bom controle necessita-se de instalações de câmeras, monitores, alarmes, sensores, sirenes entre outros. A tendência desse mercado de alto padrão é que sejam projetados com automação total, como item de série em sua nova oferta e que no mercado de médio para alto padrão seja oferecido como um diferencial no mercado.

O engenheiro civil deve estar preparado para projetar e gerenciar esses novos incrementos da tecnologia nas obras de construção civil, podendo oferecer em seu projeto este grande diferencial para seu cliente.

REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E PREDIAL - AURESIDÉ. 2018. Disponível em: <http://www.areside.org.br/noticias>. Acesso em 26 de setembro de 2019

ASSOCIAÇÃO ESPANHOLA DE DOMÓTICA - CEDOM. **Definição da Domótica**. 2017. Disponível em: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/ques-domotica>. Acesso em 26 de setembro de 2019

B2HOME, **O que é Automação Residencial?** 2018. Disponível em: <https://www.b2home.com.br/casa-inteligente-automacao-residencial/>. Acesso em 27 de novembro de 2019.

BOLZANI, C. A. M. **Casas Inteligentes: um curso de Domótica**. 1ª Ed. São Paulo: Livraria Da Física, 2004. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=tgTIPE10u68C&pg=PA51&dq=automa%C3%A7%C3%A3o+resideNCIAL&hl=ptBR&sa=X&ei=Om0jUrmLDoP4AOjmYDYDQ&ved=0CEsQ6AEwAQ#v=onepage&q=automa%C3%A7%C3%A3o%20resideNCIAL&f=false>. Acesso em 26 de setembro de 2019.

BRAGA, C. N, **Instituto Newton Braga** , 2019 Disponível em : <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/ingles-para-eletronica/38-newton-c-braga/conversando/4893-pr002>. Acesso em 25 de novembro de 2019.

BUNEMER, R - **Domótica Assistiva Utilizando Sistemas Integrados de Supervisão e Controle**. UNICAMP, campinas. 2014.

EQUILOCO. **Cinco Nonas Tecnologias da Construção Civil**. 2018. Disponível em: <http://locadoraequiloc.com.br/blog/5-novas-tecnologias-na-construcao-civil-que-voce-precisa-conhecer/>. Acesso em 25 de novembro de 2019.

FAZEDORES. **Blog Fazedores**. 2019. Disponível em: <https://blog.fazedores.com/automacao-de-lampadas-modulo-rele-arduino/>. Acesso em 07 de maio de 2020

FIELD, H. **Entrepreneur Staff - Google Home and Amazon Echo**. 2018. Disponível em: <https://www.entrepreneur.com/article/322896>. Acesso em 30 de novembro de 2019.

GOGONI, R. **O que é internet das coisas?** Tecnoblog. 2018. Disponível em: <https://tecnoblog.net/263907/o-que-e-internet-das-coisas/>

LYNCH, G. **Tech Radar - Amazon Echo vs Google Home**. 2019. Disponível em: <https://www.techradar.com/news/amazon-echo-vs-google-home>. Acesso em 30 de novembro de 2019.

MAXPRESS. **Em Salvador, PDG lança seu quarto empreendimento apostando em automação residencial**. 2013. Disponível em: http://www.maxpressnet.com.br/Conteudo/1,448766,Em_Salvador_PDG_lanca_seu_quarto_empreendimento_apostando_em_automacao_residencial,448766,5.htm. Acesso em: 29 de outubro de 2019.

PRETI, M. **A Internet das Coisas: um futuro já em curso**. 2018. Disponível em: <https://c2ti.com.br/blog/o-que-e-internet-das-coisas-tecnologia>. Acesso em 25 de novembro de 2019 SANTOS, G - Investimento em casa inteligente. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/12/1984870investimento-em-casa-inteligente-e-alto-mas-compensa-a-medio-prazo.shtml>. Acesso em 26 de novembro de 2019.

SANTOS, G. **Folha de São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/morar/2018/12/1984870-investimento-em-casa-inteligente-e-alto-mas-compensa-a-medio-prazo.shtml>. Acesso em 25 de novembro de 2019.

SICUR, **Equipamento de Segurança**. 2018, Disponível em: <https://sicur.com.br/categoria/alarme/modulos-de-automacao/>. Acesso em 08 de maio de 2020

SIQUEIRA, C. **DCI - Diário Comercio Industria e Serviço**. 2019. Disponível em <https://www.dci.com.br/dci-sp/automac-o-residencial-ja-n-o-e-exclusividade-de-alto-padr-o-1.831318>. Acesso em 18 de setembro de 2019.

WANZELER, T; FÜLBER, H.; MERLIN, B. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de Internet das Coisas (IoT)**. XXXIV simpósio brasileiro de telecomunicações, 2016.

Helena Inácio de Abreu
UNISUAM

Leonardo Reis dos Santos
UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires
UNISUAM

RESUMO

O presente artigo vem abordar as manifestações patológicas em pavimentação asfáltica vistas geralmente pavimentação de estradas, que é uma das áreas mais exigentes, e necessidade de um maior cuidado, pois a estrada mal construída pode acarretar dezenas de problemas no futuro, prejudicando assim as pessoas que dependem daquela estrada para se locomover. Desta forma, é essencial que se escolham materiais de qualidade em sua construção. A pavimentação asfáltica tem uma importante função estrutural, ela deve resistir às forças impostas pelo tráfego, além da própria natureza, devendo ser construída como uma boa condição de rolamento, desses materiais é importante que camada que constitui o pavimento tenha um bom revestimento. Existe a necessidade de criação da rede de Estradas, quando necessária a passagem de um ponto para outro, e quando esta é de extrema necessidade para a vida das pessoas, sendo a mesma economicamente viável. A pavimentação asfáltica atualmente já é considerada como uma das mais utilizadas em todo mundo, devido a praticidade do seu uso, e a forma em que a mesma possa ser aplicada, esse tipo acarreta um preço baixo além de deter uma bela estética melhor. Desta forma o artigo abordará o conceito de pavimentação, de pavimentação asfáltica, dos tipos de asfalto e revestimentos que podem ser usados, analisar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas que ocorrem nas estradas pelo uso de materiais de baixa qualidade, além da necessidade de uso de equipamentos bons para uma melhor durabilidade do asfalto.

Palavras-chave: Pavimentação; Asfalto; Manifestações Patológicas.

INTRODUÇÃO

A necessidade de utilização de materiais de qualidade para a pavimentação de estradas, é de extrema necessidade para a engenharia civil.

O ser humano tem a todo momento estar em deslocamento entre dois pontos, seja indo trabalhar, estudar, ou por lazer, o que se gerou a necessidade da construção dos caminhos e conseqüentemente de mais

estradas, esta possibilitou o desenvolvimento da pavimentação como se observa atualmente.

Desta forma para a elaboração de um projeto de estrada pavimentada, existem dezenas de fatores que devem ser levados em conta, através da realização de estudos geométricos e geotécnicos para a construção de uma estrutura, para que possa assim saber se o leito de uma estrada pode receber uma boa aplicação dos materiais, em sua disponibilidade, destes materiais podendo ser entre químico ou terroso, para afim de saber seu custo operacional, de preferência que seja menor para a construção da estrada.

Para a construção de um pavimento tem que se saber a procedência dos materiais, até daqueles que formam as camadas do pavimento, e do subleito e daqueles que possam ter qualquer tipo de interferência na construção de: aterros, drenos, acostamentos ou cortes.

A pavimentação asfáltica tem que apresentar uma boa resistência para que a mesma possa suportar o peso de automóveis, carretas, tratores, entre outros pesados.

Os pavimentos asfálticos são entendidos como os que recebem um revestimento que é composto de uma mistura constituída de agregados e ligantes asfálticos. São formados por quatro camadas principais, que são delimitadas como os revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Desta forma o revestimento asfáltico é composto por uma camada de rolamento, está que está em contato direto com as rodas dos automóveis, assim como das outras camadas intermediárias ou as de ligação, que são denominadas de binder, que significa ligante asfáltico (BERNUCCI et al, 2010).

Segundo Balbo (2007), pontua a necessidade de que as superfícies devem se tornar mais regulares, e aquele local ter um melhor conforto para passagem do veículo, sendo uma superfície mais aderentes, com mais segurança. Desta forma o pavimento é composto por camadas que são sobrepostas de diferentes materiais compactados, para que assim a partir do subleito, se adeque estruturalmente e operacionalmente o tráfego, de forma durável e ao mínimo custo possível, considerando o serviço de manutenção e reabilitação obrigatórias.

O manual DNIT (2006), delimita que o Pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. O subleito, limitado assim superiormente pelo pavimento, deve ser estudado e considerado até a profundidade onde atuam, de forma significativa, as cargas impostas pelo tráfego. Em termos práticos, tal profundidade deve situar-se numa faixa de 0,60 m² 1,50 m. O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e de formalidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e

deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.

Os pavimentos são compostos por vários tipos de camadas e de espessuras finitas, tendo por principal função resistir aos impactos ocasionados pelo tráfego de veículos e ao próprio clima do local, além de serem formas de auxílio para o melhoramento das condições do rolamento da estrada, concedendo mais segurança, conforto e economia aos usuários (SENÇO, 1997).

Os pavimentos, de uma forma geral, são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos. Pavimento Flexível, é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Um exemplo típico, é um pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhosos, revestida por uma camada asfáltica (MAIA, 2019).

Pavimento Semi-rígido, caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica. – Rígido: 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, é um pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland DNIT (2006).

Segundo Senço (2001) pavimento é a estrutura construída do uso de terraplanagem que é destinada para ser uma econômica. A principal fonte é ser uma melhoria das condições do rolamento podendo a mesma variar quanto a sua espessura, e aos materiais utilizados e com a própria função que a via poderá exercer.

A problemática do tema se dá a respeito das patologias que podem gerar no asfalto com o uso de materiais de baixa qualidade, e que na maioria das vezes, não decorrem apenas por um fator, mas sim de um conjunto de problemas que causam prejuízos para todo o asfalto, gerando patologias e destruindo a estrada, além de causar grande um impacto na estética da estrada, deixando o mesmo com dezenas de problemas, e estes em algumas circunstâncias ocasionam graves acidentes.

Caso a estrada esteja danificada significa que foram usados pavimentos de baixo custo, pois a vida útil dos mesmos é menos de um terço da vida útil normal dos pavimentos, no dimensionamento, acabam sendo deteriorados mais rápido. A utilização de material de baixa qualidade acarreta ainda mais gastos de dinheiro, pois vai se ter que se refazer a estrada.

O tema é bastante relevante para a construção civil, além de ser de interesse de toda a sociedade, uma vez que as estradas são vias públicas pertencentes ao povo, desta forma apresenta alto interesse para a engenharia civil, o tema é atual e relevante ao trabalho do engenheiro, que coloca em pratica todo seu conhecimento para se obter um sucesso na

construção de estradas, o tema é um pouco escasso de material, visto que apenas autores renomados delimitam o tema.

Sendo assim, justifica-se a importância deste trabalho se baseando na doutrina e em estudo acerca de pavimentação asfáltica, visando assim expor seus objetivos e suas formas de solução de problemas, delimitando assim quais pontos devem ser mudados para a recuperação de estradas que apresentem algum tipo de patologia.

O trabalho traz como Metodologia, uma pesquisa exploratória em relação aos seus objetivos e as técnicas usualmente utilizadas nesta tipificação.

Para Gil (2008), “habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas”.

Serão utilizados como instrumentos técnicos para coleta de dados: O uso da pesquisa bibliográfica, consultas a sites da internet, livros, normas, artigos, monografias entre outros meios. Visando obter resultados satisfatórios através dos dados obtidos a respeito da pavimentação asfáltica.

O artigo tem como objetivo principal apresentar um estudo sobre as manifestações patológicas em pavimentação asfáltica devido ao fato de que estes interferem diretamente na qualidade da estrada, seu próprio asfalto, o que vão afetando os revestimentos que podem abrir ou ceder gerando prejuízos pela baixa qualidade de seus componentes. Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para o estudo:

- Explicar e delimitar pavimentação e pavimentação asfáltica;
- Analisar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas que ocorrem nas estradas pelo uso de materiais de baixa qualidade;
- Apresentar através de fotos, tabelas e gráficos dos tipos de manifestações na pavimentação asfáltica;

Retirei um tópico daqui

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Senço (2001), o pavimento é composto por várias camadas de espessuras finitas, e com a função de resistir aos esforços solicitantes pelo tráfego de veículos e ao clima, além de auxiliar na melhoria das condições de rolamento, com segurança, conforto e economia aos usuários.

Diante de tal conceito pode se perceber que para Balbo diz que a pavimentação se apresenta como uma superfície mais regular, onde haja melhor conforto para passagem do veículo, uma superfície mais aderente, com mais segurança para pista úmida ou molhada e uma superfície menos ruidosa, com menor desgaste ambiental nas vias urbanas e rurais, com isso fica evidente que a pavimentação é uma forma de fazer um caminho para as pessoas, fica mais que evidente a importância do asfalto para a vida humana (BALBO, 2007).

Os dois autores priorizam o uso da pavimentação como um benefício para o ser humano, como forma de comodidade ao seu deslocamento por diversas áreas.

Diante destes pontos se faz necessário abordar a conceituação da dissertação de Motta que aborda que a estruturação do pavimento é constituída por um sistema formado por várias partes, que podem sofrer deslocamentos e tensões como parte de resistir às cargas solicitantes pelos veículos e pelo clima. Ou seja, como qualquer outra estrutura de construção civil, as cargas são distribuídas de forma compatível com a resistência de cada camada do pavimento (MOTTA, 1995).

Diante da conceituação é importante abordar problemas da própria pavimentação, como enunciados pelo instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo, que pontua que: As principais causas que geram problemas em estradas de terras são a falta de capacidade do subleito, o mau desempenho da superfície de rolamento, a deficiência do sistema de drenagem (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A., 1988).

Diante deste fato podem surgir os problemas de pista baixa, ondulações, rodeiros, excesso de pó, pista com baixa aderência buracos e as próprias erosões entre outros problemas asfálticos.

É necessário construir a estrada com bons materiais que possam ser resistentes aos impactos do peso de tudo que passa por elas e de todos os fatores corriqueiros da vida.

Tem-se por pavimento uma estrutura de múltiplas camadas de determinadas espessuras, construída sobre uma obra de terraplanagem finalizada, com finalidade técnica e econômica, além de resistir aos esforços provenientes do clima e principalmente do tráfego, a fim de proporcionar conforto aos usuários, melhoria das condições de rolamento, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2010).

Patologias em estradas

A utilização de materiais de boa qualidade para a pavimentação de estradas é acompanhada da própria necessidade de se ter um bom planejamento para a execução da pavimentação asfáltica, deve ser feito um estudo do solo e toda uma preparação para aquele solo receber o material asfáltico, para que assim não surja nenhum tipo de patologia na estrada. Desta forma pode se observar nas figuras abaixo elencadas, patologias que são ocasionadas diante do mau planejamento da estrada e a má avaliação do solo que a mesma foi construída (MARQUÊS, 2006).

As figuras a seguir representam os tipos mais comuns de fendas, estas que são as trincas chamadas de couro de jacaré ou pele de crocodilo, podem surgir as trincas em blocos, trincas transversais, as trincas isoladas de retração, longitudinais, e trincas de bordo.

As trincas no revestimento asfáltico são classificadas em FC-1, FC-2 ou FC-3, dependendo de sua “abertura” e severidade, que as mesmas apresentem como podemos observar na figura 1.

Figura 1: Estrada antes da pavimentação



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

As Trincas são consideradas como um dos tipos de patologias mais comuns do asfalto, que causam toda a ruptura do pavimento, o trincamento gerado pela fadiga do revestimento, também chamado de “couro de jacaré”, que ocorre devido a tensões de tração (Figura 2).

Figura 2: Fendas do tipo couro de jacaré

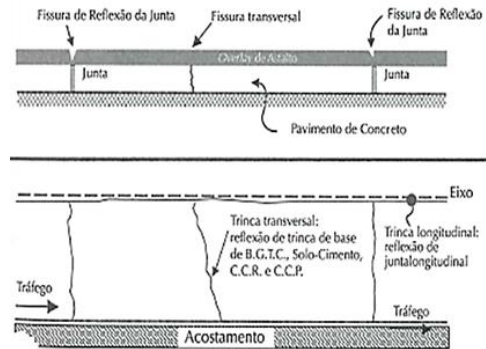


Fonte: Bernucci, et al (2010)

Conforme a figura 3, as trincas do tipo couro de jacaré são aquelas que são caracterizadas como o conjunto de trincas de forma longitudinais paralelas. Elas representam o estágio avançado de fadiga. A figura 3 representa uma forma isolada.

A figura 3 representa o quanto as trincas se expandem de forma rápida, se tornado blocos, onde o asfalto abre e continua aumentando cada vez, e com o tempo e as trincas se interligam ficando com um aspecto que parece de pele de crocodilo.

Figura 3: Esquema de uma trinca isolada (a)



Fonte: Bernucci et al (2010)

A patologia pode se tornar progressiva, indo para as outras camadas do asfalto, afetando da base do pavimento.

As trincas que se formam devido as fadigas são consideradas como: isoladas ou interligadas. E as que não são causadas por fadiga são: isoladas ou em bloco (Figura 4).

Figura 4: Trinca em bloco



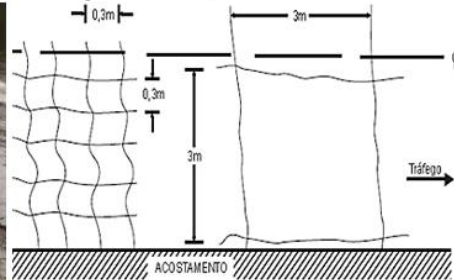
Fonte: Dynatest (2017)

As figuras 5 e 6 representam as trincas em blocos, as mesmas já apresentam uma abertura muito grande, o que representa que a patologia está cada vez mais fundas, já não há como recuperar o asfalto.

Figura 5: Trincas no pavimento asfáltico **Figura 6:** Esquema da trinca de bloco (a)



Fonte: Bernucci et al (2010)



Fonte: Bernucci et al (2010)

Essas trincas em bloco são formadas por causa da retração do revestimento asfáltico, e por outros fatores, como os que são gerados por tipos de temperaturas diárias que geram a secura do local. A sua formação é uma exposição de que o asfalto sofreu um forte endurecimento por causa de sua oxidação ou volatilização dos maltenos, que são menos flexíveis. Na maioria das vezes tem a forma de retângulo (RIBEIRO, 2017).

As trincas longitudinais decorem e a parecem de formas isoladas e são formadas de forma mais aproximada de paralelas ao eixo do pavimento, conforme as figuras 7 e 8, são chamadas de longitudinais curtas (RIBEIRO, 2017).

Figura 7: Esquema de trinca longitudinal



Fonte: Bernucci et al (2010)

Figura 8: Trincas longitudinais



Fonte: DNIT (2003)

As trincas longitudinais ditas como longas são aquelas que apresentam o comprimento maior que 1 metro de extensão. Nota-se que há necessidade de fazer uma avaliação do pavimento, para saber quais as medidas que podem ser tomadas para o conserto do asfalto (DNIT, 2006).

É necessário avaliar se existirá a possibilidade da troca de toda Pavimentação, por isso a necessidade da realização de um estudo do solo, para determinar qual será a necessidade para recuperar aquele local e o que o pavimento existente precisa, ou se apenas com uma simples manutenção podem ser consertados os pequenos defeitos apresentados, ou se realmente terá que ser feita a reconstrução total do pavimento do local (ROSSI, 2017).

Provavelmente depois da análise do pavimento naquele local, será necessário realizar uma fresagem. Por ser tratar conforme as fotos um pavimento muito prejudicado e com pouca manutenção, a mesma será realizada em todo o pavimento existente para a reconstrução do novo (GONÇALVES, 1999).

ESTUDO DE CASO

O estudo como citado acima traz o estudo das manifestações patológicas de pavimentação das estradas, porém é de suma importância compreender o que é uma pavimentação e a pavimentação asfáltica, ou seja, a pavimentação aplicada nas estradas.

As estradas recebem um fluxo grande de veículos sendo de diversos portes, por isso a importância da sua qualidade para não gerar rachaduras ou aberturas, entre outros problemas. Esses veículos são constantes e de alta velocidade, desta forma os cuidados devem ser relevantes tendo em vista a segurança dos motoristas.

Delimitar Pavimentação e Pavimentação Asfáltica

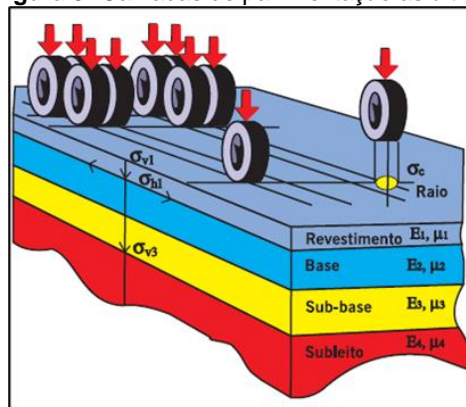
A pavimentação é utilizada para suportar o tráfego de veículos e o clima, recebendo chuvas e sol constantemente conseguindo suportar sem ter complicações como enfatiza os autores Bernucci et al (2010), a pavimentação

é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhorias nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança, ou seja, a pavimentação deve gerar especialmente um conforto e segurança para os motoristas e todos os usuários de uma pista, tendo em vista que uma estrada conservada terá sempre usuários e sua manutenção deve ser prioridade para as empresas responsáveis.

Entretanto, a pavimentação pode ter três tipos o pavimento rodoviário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis, os pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland e por último os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos (BERNUCCI et a, 2010).

A pavimentação asfáltica é composta por quatro camadas principais como o revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito visto na figura 9. O revestimento pode ser formado por camada de rolamento tendo contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, onde dependendo dos materiais disponíveis ou fluxo de veículos pode haver ausência das camadas. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros (BERNUCCI et a, 2010).

Figura 9: Camadas de pavimentação asfáltica.



Fonte: Albernaz (1997)

Prevenção e a Manutenção das Estradas

Prevenção sempre é a melhor escolha quando se trata de pessoas, nas estradas passam diversas vidas e é fundamental haver uma prevenção e manutenção para que haja segurança no dia a dia dos usuários.

Portanto, materiais de baixa qualidade pode gerar diversos problemas na pavimentação asfáltica das estradas, podendo promover

problemas e riscos de vidas para os usuários. Uma pesquisa feita para CNT em 2004 aponta que a qualidade do pavimento está estabilizada com aproximadamente de 55% de regular/ruim/péssimo. Ou seja, riscos para os usuários das estradas.

A falta de qualidade dos materiais ou a diminuição dos materiais na aplicação da pavimentação, faz promover buracos, rachaduras, trincas, entre outros como citados anteriormente no estudo.

CONCLUSÃO

A pavimentação asfáltica tem o objetivo de resistir pesos e alto fluxo de veículos sendo utilizado nas estradas como visto no estudo oferecendo condições de conforto e segurança para os usuários. Entretanto, a sua aplicação nem sempre é seguida como se deve, acontecendo ausência de uma das camadas da pavimentação ou má qualidade nos materiais utilizados.

Sendo quatro camadas de pavimentação, muitas vezes tem um alto custo atingindo a parte econômica do local, esse resultado é possível ver nas trincas ou buracos que acontece no período de chuvas ou um alto fluxos de veículos em um determinado local.

Por isso, a pavimentação asfáltica gera diversos problemas e suas soluções são possíveis. As duas principais soluções apontadas no estudo acontecem na qualidade dos materiais no momento da pavimentação e também na manutenção das estradas por isso a suma importância promovendo condições de rolamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, C. A. V. **Método simplificado de retro análise de módulos de resiliência de pavimentos flexíveis a partir da bacia da deflexão.** Dissertação (Mestrado) ±Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J.B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros.** 3ª ed. Imprinta. Rio de Janeiro, 2010.

DNIT TER-005. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Manual de pavimentação.** 30ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

DYNATEST. **Tipos de Patologia do Asfalto em Rodovias**. 2017. Disponível em:< <http://dynatest.com.br/tipos-de-patologia-do-asfalto-em-rodovias/>>. Acesso em: 20-10-2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Notas de aulas, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. 1988. Disponível em: <www.al.sp.gov.br/.../Acessorio/2178932_38_0001_2001_2178932>. Acesso: 22-10-2018.

MAIA, V. **Obras Rodoviárias – Pavimentação**. 2019. Disponível em:< <https://maquinadeaprovacao.com.br/engenharia/obras-rodoviaras-pavimentacao/>>. Acesso: 10-02-2020.

MARQUÊS, G. L. de O. Pavimentação –TRN 032. Laboratório de Pavimentação – UFJF, 2006.

MOTTA, L. M. G. **Considerações a respeito de pavimentos e tráfegos em vias urbanas**. In: Reunião de Pavimentação Urbana. Santos. Anais. 6ª. 1995.

RIBEIRO, T. P. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, 2017.

ROSSI, Ana Carolina. **Etapas de uma Obra de Pavimentação e Dimensionamento de Pavimentação para uma Via na Ilha do Fundão**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ, 2017.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 1**, Ed. Pini, São Paulo, 1997.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 2**, Ed. Pini, São Paulo, 2001.

Rafael Negrine Soares Pedroso

UNISUAM

Leonardo Reis dos Santos

UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

O presente estudo retrata sobre o futuro problema com o descarte dos painéis solares que já vem sendo discutido em âmbito mundial. Hoje pouco se faz com foco na reciclagem desse material que possui grande poder de contaminação do solo e gasto financeiro. Este trabalho tem como objetivo geral tratar dos impactos relativos à destinação final das placas fotovoltaicas pós consumo, com projeção de aumento de 2050. Foi realizada uma revisão da literatura que teve como base pesquisas bibliográficas que abordavam como tema o descarte e reciclagem de placas fotovoltaicas em suas bases de dados. Este estudo relata a grande escassez de políticas de incentivo e falta de planejamento, tendo em vista um futuro com grande aumento da produção de sistemas fotovoltaicos que irão necessitar de descarte. Espera-se ainda com esse estudo contribuir e incentivar novas pesquisas sobre a temática, bem como ampliar o debate sobre o descarte adequado das placas fotovoltaicas com perspectiva de serem recicladas. A gestão e implementação de novas políticas mundiais são de extrema importância no planejamento de crescimento da energia solar a fim de minimizar graves problemas econômicos e ambientais devido ao descarte inadequado dos materiais. Cabe ressaltar que, durante o levantamento bibliográfico, ao pesquisar sobre a reciclagem das placas fotovoltaicas, verificou-se que este é um assunto pouco debatido, principalmente relacionado com o descarte adequado.

Palavras-chave: Placas fotovoltaicas; Energia solar; Descarte.

INTRODUÇÃO

O uso de energia solar tem se tornado cada vez mais importante no contexto do cenário mundial. Cooper et al (2013), afirma que a busca por novas fontes de energia vem ganhando cada vez mais espaço e aplicabilidade. Segundo ele, no Brasil a principal fonte de energia elétrica atualmente é a hidráulica correspondendo a aproximadamente 70%.

Entre os benefícios do uso da energia solar, Almeida (2017) ressalta a questão de se evitar a emissão de 70 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera gerando uma energia de produção limpa e sem emissão de gases, aumentando assim mais ainda a necessidade de novos investimentos, incentivos governamentais e pesquisas na área para reduzir custos e melhorar ainda mais a eficiência desta fonte de energia.

Levando em consideração que o tempo de vida das placas fotovoltaicas é entre 20 e 30 anos sendo necessária sua substituição por uma nova, surge então uma nova problemática. Este material de pós-uso acaba se tornando resíduo sólido no meio ambiente onde deve se pensar em uma destinação adequada no futuro dentro de alguns anos (ALMEIDA, 2017).

Diante da problemática apresentada, a solução de uma energia limpa e renovável tende a gerar um grande problema no futuro. Sendo assim Anami (2017), aponta a necessidade de refletir mais sobre esta temática, uma vez que os dados estatísticos são insuficientes.

Entendeu-se como justificativa do estudo, a problemática em si, gerada pela escassez de políticas e planejamentos voltados para o descarte adequado deste material e o processo de reciclagem diante de um problema já previsto para as próximas décadas.

O presente estudo refere-se a uma revisão da literatura que teve como base para sua realização, pesquisas bibliográficas nos idiomas português e inglês utilizando sites e artigos científicos que abordam como tema o descarte e reciclagem de placas fotovoltaicas em suas bases de dados.

O Objetivo geral é avaliar os impactos relativos à destinação final das placas fotovoltaicas pós-consumo, com projeção de aumento até 2050.

Os objetivos específicos são:

- a. Dimensionar a quantidade de placas fotovoltaicas a serem descartadas;
- b. Mensurar os impactos ambientais previstos; e
- c. Analisar os custos e eficiência do processo de reciclagem.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Energia Solar Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica (figura 1) é gerada através da conversão direta da irradiação solar em eletricidade por meio de células fotovoltaica. Ela vem ganhando destaque e crescimento nos últimos anos no âmbito de energia renovável no mundo, com um crescimento de 70% nos últimos dois anos, recebendo destaque entre as fontes de energia renovável (ANAMI, 2017).

Figura 1: Painel Fotovoltaico



Fonte: ANAMI (2017)

Com o passar dos anos e o avanço das tecnologias a busca por novos estudos visando uma diminuição da geração de resíduos no meio ambiente e captação de recursos naturais tem sido um crescente visando à preservação da fauna e da flora (MORAIS, 2018).

Nesta direção, Oliveira et al (2017), reitera sobre a necessidade de redução e custo no meio da energia elétrica.

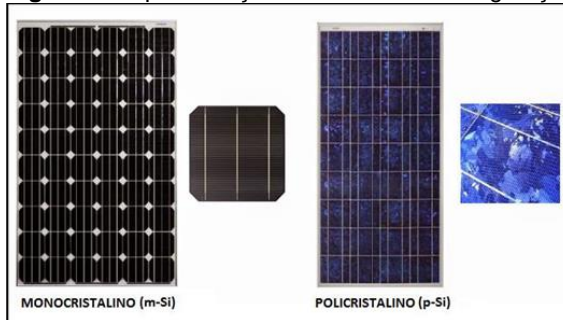
A energia solar vem ganhando espaço e se tornando cada vez mais atrativo no meio doméstico e empresarial. Entretanto, a aquisição deste material para confecção das placas ainda o torna uma fonte de energia com alto custo de aquisição, ficando 5 a 15 vezes maior do que o de uma usina a gás natural aumentando assim a necessidade de cada vez mais a busca por novo material com baixo custo de produção das células fotovoltaicas (COOPER et al, 2013).

Em 1839 o físico francês Edmond Becquerel foi o primeiro a descrever a energia fotovoltaica através da diferença de potencial nas extremidades de um material semicondutor quando exposto à luz (COOPER et al, 2013).

De acordo com Moraes (2018), o fenômeno da energia solar fotovoltaica se dá por meio de materiais semicondutores através da incidência da luz solar sobre fótons que estimulam elétrons que em boas condições irão gerar energia elétrica que será coletada por células condutoras.

As placas de silício são as de 1.^a geração (figura 2), sendo mais comuns no mercado as de silícios monocristalino e silício policristalino. Ela ainda é o modelo com maior eficiência na utilização, porém com fabricação mais cara e aplicação física limitada. O silício cristalino usado na constituição destas placas precisa passar por um processo de dopagem, porque ele sozinho é um condutor elétrico ruim, para que seja possível um livre fluxo de elétrons. Elas representam 80% das utilizadas no mercado atualmente e possuem uma garantia comercial de até 5 anos e de funcionamento de 25 anos (ANAMI, 2017).

Figura 2: Representação dos módulos de 1ª geração



Fonte: SOLAR (2016)

Quem ganhou destaque por ter um menor custo de fabricação foram às placas de filmes finos ou 2.º gerações (figura 3), devido a sua espessura e por usar menos materiais semicondutores e flexíveis, mas em contrapartida apresentou uma eficiência inferior às de 1ª geração no âmbito de conversão de fótons em elétrons. Ela possui uma alta capacidade de absorção da irradiação solar. Uma das complicações encontradas nestas células quando foram lançadas foi a rápida degradação, o que já vem sendo corrigido por alguns fabricantes (OLIVEIRA et al, 2017).

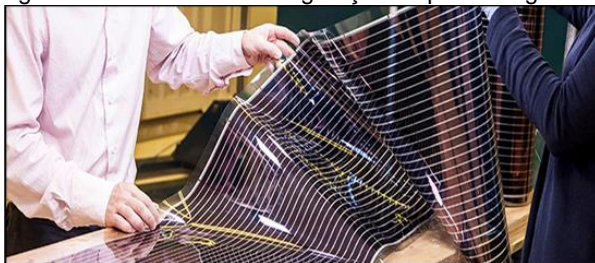
Figura 3: Representação de um módulo de 2ª geração.



Fonte: SOLAR (2016)

As células mais atuais do mercado são as de 3.ª geração ou placas orgânicas (figura 4) que ainda possui produção de escala pequena restrita em aplicações acadêmicas e laboratórios de pesquisa e desenvolvimento e ainda são consideradas no mercado placas de baixa eficiência que fica em torno de 7% onde precisaria chegar a pelo menos 10% (ELY & SWART, 2014).

Figura 4: Célula de terceira geração ou placas orgânicas



Fonte: ELY & SWART (2014)

Mesmo tendo um ciclo de vida longo, as células fotovoltaicas chegam ao seu fim e como a maioria possui silício na sua composição, existe atualmente um forte alerta sobre a necessidade de descarte trazendo uma grande questão com relação ao impacto ambiental gerado por estes resíduos. Dentro dos materiais existe também a presença de vidro, alumínio e material semicondutor, mas que possuem reciclagem eficiente de 97% na produção de novas placas sem silício (MORAIS, 2018).

Planejamento e políticas de incentivo

Mesmo com um crescente cenário estimado de expansão de até 60% de energia renovável até 2030, a demanda por energia derivada de combustíveis fósseis ainda estará a dominar o mundo numa expectativa de até 2025 (COLGAN, 2009).

Um planejamento e programação sobre o término de vida útil deste material se faz necessário, tendo em vista que o descarte inadequado acarretará diversas consequências aos países (OLIVEIRA, 2016).

No Brasil existe uma grande dificuldade em classificar e qualificar este material devido à falta de uma política bem estruturada para o processo de coleta e reciclagem (DIAS, 2015).

A isenção do ICMS não tem sido o suficiente para estimular o uso da energia solar fotovoltaica no âmbito brasileiro. Muitos programas de incentivo vêm sendo implantados nos últimos anos com o objetivo de aumentar a demanda e interesse por esta energia, dentre eles o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) que é o maior do país. Mesmo assim as políticas de incentivo não têm funcionado de forma efetiva e em longo prazo para garantir a operação e manutenção destes sistemas, tendo em vista o alto potencial que o país apresenta (COLGAN, 2009).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010 determina que no Brasil o poder público e as empresas são os responsáveis pela coleta e destinação de materiais elétricos e eletrônicos perigosos (VALADARES, 2019).

Reciclagem

O tempo de vida útil dos módulos gira em torno de 20 a 25 anos na maioria dos fabricantes dependendo do tipo e material usado na sua produção (DIAS, 2015).

A reciclagem das placas fotovoltaicas ainda é ineficaz e se direciona basicamente para a reutilização dos materiais semicondutores, sendo de extrema importância o investimento de novas pesquisas e tecnologias para a reciclagem de todo material de composição das placas e redução de custos do processo. Todo o descarte deste material e a necessidade da reciclagem abre uma porta para um novo mercado de reciclagem que segundo alguns autores pode gerar bilhões de dólares. Estima-se que em 2050 a China terá 13,5 milhões de toneladas de resíduos. Esta questão exige a necessidade e urgência enquanto ainda dá tempo de não termos toneladas de placas acumuladas aguardando reciclagem e solução (ANAMI, 2017).

O Brasil ainda está muito atrasado quando o assunto é a reciclagem das placas fotovoltaicas. Sendo as questões legais e de tecnologia muito mais desenvolvidas na Europa e Estados Unidos mesmo que com algumas divergências relacionadas ao descarte. Para que a energia solar seja considerada uma energia totalmente limpa, deve se incluir sua destinação final correta no âmbito da reciclagem e descarte adequado. Atualmente as empresas fornecedoras de placas fotovoltaicas estão sendo responsáveis pela sua destinação final, mas ainda assim com um descarte inadequado e baixo potencial de reciclagem dos componentes (OLIVEIRA et al, 2017).

O descarte inadequado pode contaminar o solo e constituir em problema de saúde devido à liberação de substâncias tóxicas, necessitando assim de um processo de descarte especial associado à reciclagem (COELHO & SERRA, 2018).

Deve se levar em consideração também o desperdício e a possibilidade da reciclagem dos materiais que seriam reaproveitados em novas placas ou na composição de outros materiais (DIAS, 2015).

Entre as formas de reciclagem dos painéis fotovoltaicos de silício estão o tratamento químico e físico. O método químico feito, por exemplo, com solventes traz grande eficiência na reciclagem deste material (COELHO & SERRA, 2018).

No processo de reciclagem e separação de material, alguns autores defendem para os módulos de silícios, o processo térmico por se tratar de uma opção mais vantajosa no âmbito econômico, rápida e mais simples. Associado ao tratamento químico como um segundo passo nestes casos. Outras técnicas também podem ser realizadas obtendo um percentual satisfatório de silício e outras matérias (DIAS, 2015).

Em seu artigo, Dias (2015), faz referência a um estudo publicado em 2010 onde os autores analisaram se existe viabilidade econômica na reciclagem de módulos solares avaliando o lucro real e o lucro potencial da reciclagem fazendo um comparativo com os custos do descarte em aterros

sanitários. Os autores puderam concluir não ter encontrado vantagem econômica ressaltando a necessidade de maiores políticas de incentivo.

DISCUSSÃO SOBRE A TEMÁTICA

A energia solar vem crescendo cada vez mais com o passar dos anos em todo mundo, como uma forma de energia sustentável oriunda de fontes inesgotáveis. Porém segundo Oliveira et al (2017), este crescimento vem acompanhado de uma falta de planejamento no processo de descarte das empresas que a produzem.

Valadares (2019), acrescenta que é necessário também levar em consideração que toda construção deste sistema envolve outros tipos de materiais como, por exemplo, baterias que fazem o armazenamento da energia e que também possuem seu tempo de vida útil e que sendo descartada inadequadamente também pode trazer sérios danos ao meio ambiente.

Cabe destacar que Oliveira et al (2017), relata que a maioria das placas fotovoltaicas possui alguma porcentagem de silício na sua composição que é altamente tóxico se descartado de forma inadequada.

Os materiais usados atualmente na confecção das placas fotovoltaicas ainda possuem alto custo em sua produção, o que poderia de acordo com Coelho & Serra (2018), ser reduzido com investimentos no processo de coleta e reciclagem onde gerariam um impacto financeiro positivo em longo prazo. A reciclagem atualmente, quando ocorre, ainda é focada em materiais semicondutores.

Este estudo relata a grande escassez de políticas de incentivo e falta de planejamento, tendo em vista um futuro com grande aumento da produção de sistemas fotovoltaicos que irão necessitar de descarte.

Os custos do processo de reciclagem e coleta deste material ainda são muito altos e os fabricantes acabam justificando que não vale a pena financeiramente no contexto atual, porém ocorre que deixam de lado a questão do impacto ambiental que estes resíduos podem causar. Dias (2015) coloca em questionamento de até que ponto uso da energia solar seria realmente uma energia limpa, se no seu fim de vida útil podem acabar causando grandes impactos ambientes.

Segundo Valadares (2019), a produção em larga escala de materiais com preços mais acessíveis pela china porém com qualidade inferior tem tornado a reciclagem destes materiais mais inviável. Entretanto o autor agora citado reitera que não tem sido atrativa economicamente a reciclagem e com isso em 2016 os EUA publicaram um relatório recomendando o armazenamento das placas fotovoltaicas para descarte em seu país evitando assim maiores impactos ambientais e com perspectiva de novos estudos que apontem em reciclagem economicamente viável.

Novas pesquisas são feitas com frequência, porém Sobrinho (2016) destaca que pesquisas estão sendo focados majoritariamente em novos

materiais e aperfeiçoamento das placas fotovoltaicas já existentes visando uma boa eficiência, menores custos de produção e redução de toxicidade.

A procura pela energia solar vem ganhando cada vez mais interesse, o que faz com que a integração dela a sociedade traga diversos benefícios por uma produção de larga escala e como consequência a redução dos valores. Por se tratar de uma questão relativamente nova, tudo o que se tem ligado aos efeitos do descarte deste material ainda é feito de forma estimada, principalmente com relação aos impactos ambientais e serão necessários cada vez mais estudos, pesquisas e investimentos neste assunto (ANAMI, 2017).

Neste contexto, Anami (2017) compreende que, por se tratar de uma grande questão, precisa ser estudada com atenção que seria a ocorrência de alterações climáticas ligadas a ondas de calor oriundas de muitas placas fotovoltaicas em uma mesma região, gerando não só um desconforto nas pessoas como também atingindo o meio ambiente.

CONCLUSÃO

A necessidade de novos estudos avaliando as condições de preparo de todo os países do mundo se faz necessário visando à preparação do futuro para a destinação das placas fotovoltaicas tendo em vista a previsão de um grande aumento na quantidade deste material nas próximas décadas.

Diante a estas constatações, fica claro, que a gestão e implementação de novas políticas mundiais são de extrema importância no planejamento de crescimento da energia solar a fim de minimizar graves problemas econômicos e ambientais devido ao descarte inadequado dos materiais.

A busca de novos materiais para confecção das placas fotovoltaicas se faz necessária com o objetivo de melhorar a eficácia e reduzir custos que ainda são bem altos e que não acarretem tantos impactos ambientais ao seu descarte.

Observou-se que apesar do conceito de energia solar estar em franco crescimento ainda existe muita dificuldade para implementação deste sistema tendo em vista o alto custo das matérias.

Assim, além de uma mudança de paradigma que considere a perspectiva da energia solar como uma fonte de energia limpa também deve se considerar o seu percurso necessário para um fim de vida sem impactos ambientais ou pelo menos reduzidos ao máximo.

Espera-se ainda com esse estudo contribuir e incentivar novas pesquisas sobre a temática, bem como ampliar o debate sobre o descarte adequado das placas fotovoltaicas com perspectiva de serem recicladas. Cabe ressaltar que, durante o levantamento bibliográfico, ao pesquisar sobre a reciclagem das placas fotovoltaicas, verificou-se que este é um assunto pouco debatido, principalmente relacionado com o descarte adequado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, E. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. Belo Horizonte: [s.n.], 2017. 18 p.

ANAMI, A. M. **Painel fotovoltaico: perspectivas e desafios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 80 f. 2017.

COELHO, T.; SERRA, J. **Tecnologias para Reciclagem de Sistemas Fotovoltaicos: Impactos Ambientais**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Volume 15, número 7. Curitiba-PR, jun/dez-2018.

COOPER, E; MARTINS J, MORALLES, W. **Aplicação de Painéis Solares Fotovoltaicos Como Fonte Geradora Complementar de Energia Elétrica em Residências**. Trabalho de Conclusão de Curso, Setor de Tecnologia – Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

COLGAN, J. D. The international energy agency. **Challenges for the 21st Century. GPPi Energy Policy Paper**, v. 6, 2009.

DIAS, P. R. **Caracterização e reciclagem de materiais de módulos fotovoltaicos** (painéis solares). 2015.

ELY, F; SWART, J. W. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. **Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos ou Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), O Setor Elétrico**, ed, v. 105, p. 138-139, 2014.

MORAIS, A. **Avaliação dos problemas que envolvem o descarte dos resíduos sólidos provenientes de painéis solares fotovoltaicos**. Meio Ambiente poços, Anais 2018. Disponível em <<http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/Energias%20Renov%C3%A1veis/559.%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Problemas%20que%20Envolvem%20o%20Descarte%20dos%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Provenientes%20de%20Pain%C3%A9is%20Solares%20Fotovoltaicos.pdf>>. Acesso em: 14 de setembro de 2019.

OLIVEIRA, D. B, LEBENSOLD, F. OLIVEIRA, L. T. **Destinação final das placas fotovoltaicas pós-consumo no Brasil**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2017.

OLIVEIRA, E. **Viabilidade da energia solar fotovoltaica no município de Cabedelo.-PB**. 2016.

SOBRINHO, O. L. C. **Desenvolvimento e pesquisas na terceira geração de células fotovoltaicas**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SOLAR, Portal. **Tipos de Pannel Solar Fotovoltaico**. 2016. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/tipos-de-pannel-solarfotovoltaico.html>>. Acesso em: 10 de janeiro. 2020.

VALADARES, P. N. **A energia solar e os desafios para sua consolidação no Brasil e no mundo**. 2019.

Jéssica César Nunes

UNISUAM

Karen de Castro Damasceno

UNISUAM

Leonardo Reis dos Santos

UNISUAM

Rachel Cristina Santos Pires

UNISUAM

RESUMO

As estruturas de concreto armado, mais especificamente as pontes de concreto armado em ambientes marinhos, apresentam uma pré-disposição natural à deterioração principalmente por corrosão das armaduras devido ao elevado nível de concentração de sais na água do mar, que tornam o ambiente em que se encontra extremamente agressivo, e por diversas outras ações, tais como: abrasão, erosão e cavitação no concreto. A avaliação técnica periódica destas estruturas é de extrema importância para a prevenção, identificação de patologias e prováveis manutenções necessárias nas estruturas em si. Os métodos de ensaios não destrutivos aparecem como grandes aliados nestas análises, já que os métodos tradicionais de inspeção quando aplicados de forma isolada mostram-se limitados. O principal objetivo deste artigo é apresentar de forma breve o que é e para que serve um ensaio não destrutivo, e com base em um estudo bibliográfico, apresentar mais detalhadamente dois dos principais ensaios não destrutivos utilizados para estruturas de concreto armado e a importância destes para uma análise mais eficaz dessas estruturas.

Palavras-chave: Concreto armado, Patologias, ambiente marinho, Ensaios não destrutivos, avaliação técnica.

INTRODUÇÃO

A relação dada entre o aumento proporcional da população urbana em relação à população rural denomina-se Urbanização. O Brasil pôde ser considerado urbano somente após a segunda metade do século XX, quando o percentual de pessoas residindo em cidades ultrapassou os 50% da população do país. A urbanização no Brasil tornou-se demasiadamente acelerada sobretudo após a Revolução Industrial que trouxe consigo a necessidade de grande quantidade de mão de obra para trabalhar nas fábricas e comércios. Apenas 70 anos foram suficientes para alterar os

índices de população rural e urbana. Um crescimento rápido em tão curto tempo não acontece sem que apareçam diversos problemas a serem solucionados (MIRANDA, Site Educação Uol).

Segundo dados do IBGE, a população continua crescendo, na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, a população calculada no último censo (2010) era de 6.320.446 pessoas, tendo uma estimativa de crescimento de aproximadamente 6,3% da população para o ano de 2019.

Um destes problemas é a necessidade de vias de ligação para que as pessoas possam se locomover de uma cidade a outra, ou de um ponto a outro da cidade, por vezes necessitando transpor obstáculos como: rios, braços de mar, outras vias e etc. Observa-se que há uma dependência crescente da sociedade em sistemas de infraestrutura, por isso é extremamente importante um projeto adequado e o monitoramento e manutenção periódicos.

As pontes ou viadutos (também denominadas como obra de arte especial), são obras que tem por finalidade transpor estes obstáculos. No entanto, sabe-se que toda estrutura possui uma vida útil, e que passados alguns anos estas se deterioram, muitas vezes sem que seja perceptível aos olhos humanos. Além disso, outros fatores como a negligência, o uso excessivo da estrutura e a falta de inspeção e monitoramento destas pontes levam-nas à deterioração acelerada e talvez até precoce. Mas então, como garantir que tal estrutura ainda permaneça apta a sua finalidade após passado um determinado período de tempo, ou se precisa de reparos devido a deterioração, para que assim possa continuar cumprindo sua função?

Com base neste questionamento, este trabalho busca, através de um estudo bibliográfico, observar se o uso da tecnologia (ensaios não destrutivos) aliado aos métodos tradicionais de avaliação de estruturas, contribuem ou não para uma melhor análise técnica de pontes em ambientes marinhos, conseqüentemente favorecendo uma tomada de decisão mais assertiva em relação a necessidade, ou não, de reparos nestas pontes.

Este estudo justifica-se pela quantidade de acidentes fatais ocorridos com pontes e viadutos nos últimos anos. Segundo o jornal online O Estadão Internacional, em reportagem exibida em agosto de 2018, pelo menos treze acidentes fatais ocorreram nos últimos vinte anos; além disso, segundo a Folha de São Paulo, uma em cada cinco pontes ou viadutos sob jurisdição federal necessita de intervenções. Vale ressaltar também que a análise técnica serve não só para avaliar manifestações patológicas e propor reparos, como também para indicar se há necessidade de reforço na estrutura, que as vezes pode ser necessário independente das manutenções.

A metodologia será através de pesquisa bibliográfica, foi feita uma avaliação qualitativa sobre a importância do uso de ensaios não destrutivos na averiguação de pontes em ambientes marítimos. Foram levantados dados sobre os principais ensaios utilizados para uma análise preliminar de estruturas de concreto, e com base em estudos de caso apresentados por Choquepuma Sahuinco (2011), Costa (2017) e Ayswarya K.S (2016) sobre a

utilização destes ensaios, foi comparado com avaliação visual isolada e apresentada a relevância da utilização destes métodos.

O objetivo geral deste artigo é apresentar as principais patologias encontradas em pontes de concreto armado e os principais ensaios utilizados para avaliação destas. O objetivo específico é traçar uma análise comparativa entre a avaliação técnica tradicional (visual) e a avaliação utilizando ensaios não destrutivos, visando ressaltar a importância da utilização destes ensaios.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

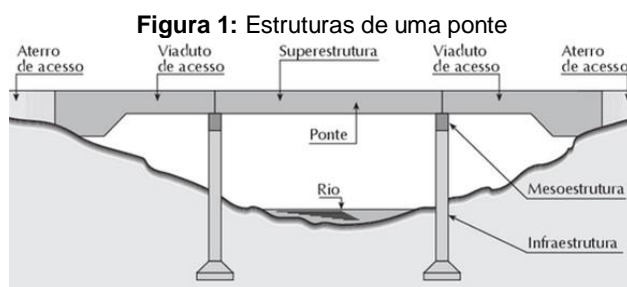
Pontes – Aspectos Técnicos

Ponte é a obra que tem por propósito dar continuidade a uma via qualquer, interligando dois pontos separados por obstáculos, como por exemplo em cursos d'água, vales, braços de mar, outras vias, etc. Caso o elemento a ser transportado seja um vale ou outra via, denomina-se Viaduto (MARCHETTI, 2007).

As pontes podem ser classificadas segundo sua extensão de vão total, durabilidade, natureza de tráfego e entre outros aspectos (MARCHETTI, 2007).

Neste artigo, trabalharemos especificamente com pontes (vão maior que 10m) ou pontilhões (vão entre 2m e 10m) permanentes de tráfego rodoviário em concreto armado que transpõe cursos de água marinho.

As pontes de concreto armado são basicamente formadas por Superestrutura; Mesoestrutura e Infraestrutura, como demonstrado na Figura 1 (MARCHETTI, 2007).



Fonte: MARCHETTI (2007)

A infraestrutura é constituída por elementos que se destinam a apoiar no terreno, sendo rocha ou solo, os esforços vindos da superestrutura para mesoestrutura. Já a mesoestrutura é constituída pelos pilares que recebem os esforços da superestrutura. Logo, a superestrutura é formada pelas vigas e lajes de suporte do estrado por onde se trafega, sendo assim a parte útil da ponte (MARCHETTI, 2007).

Os requisitos principais de uma ponte são a funcionalidade, a segurança, a estética, economia e durabilidade (MARCHETTI, 2007).

Existem quatro tipos de superestruturas: In loco, pré-moldada, em balanço sucessivo e em aduelas ou segmentos. A primeira é executada na posição definitiva, apoiando-se diretamente nos pilares sobre escoramento apropriado; a segunda é o contrário da primeira, os elementos são executados fora do local definitivo (na própria obra, em canteiro apropriado ou em usinas). Esse processo é muito usual em pontes de concreto protendido. Porém a pré-moldagem, em geral não é completa, são pré-moldados somente os elementos do sistema principal e vigas principais o restante é executado “In loco”. A terceira tem como vantagem de processo construtivo quase sempre a eliminação total dos escoramentos intermediários, eliminando os cimbramentos, treliças e etc. Trata-se de uma execução in loco, porém ela é executada progressivamente apoiando cada nova superestrutura em balanço nos pilares já prontos em concreto armado. Já a quarta é bem semelhante ao processo de balanço sucessivo, diferenciam-se pelas aduelas serem colocadas em balanço e apoiadas em trechos já finalizados em pré-moldados (MARCHETTI, 2007).

Para cálculos da infraestrutura são levadas em consideração as forças acidentais ou adicionais, como por exemplo o empuxo de água de regime torrencial ou de inundação; um dos mais frequentes é a determinação do empuxo diferencial causado pela carga móvel sobre o aterro em uma das extremidades da ponte (MARCHETTI, 2007).

Mecanismo de deterioração do concreto armado em ambiente marinho: Principal Patologia

Estruturas de concreto possuem durabilidade, ou seja, durante uma vida útil ou um período específico, devem continuar exercendo suas funções, como por exemplo manter a resistência técnica e a condição de utilização. No entanto, a durabilidade não é eterna, nem o concreto é resistente a qualquer tipo de ação (NEVILLE, 2016).

“O concreto só é considerado durável quando for capaz de suportar o processo de deterioração a que está exposto” (NEVILLE, 2016).

A homogeneidade e a compacidade¹ do concreto armado estão intimamente relacionadas com as resistências mecânicas, a estabilidade e a durabilidade deste concreto, e essas duas características dependem da qualidade da dosagem do concreto e da adequada tecnologia aplicada em sua fabricação e manuseio (CÁNOVAS, 1988).

O concreto quando é submetido à água marinha está sujeito a diversas ações físicas e principalmente químicas, dentre as que se destacam, estão a corrosão de armadura por ação de cloretos, ataque por gelo e degelo, desgaste por ação do sal e abrasão pela areia em suspensão. Estas ações geram efeitos que geralmente não são considerados para efeito de cálculo no projeto estrutural, o que mostra que os métodos tradicionais de segurança

¹ Qualidade ou estado daquilo que é compacto. A compacidade do concreto depende da relação agregado/cimento, da dosagem do cimento e da relação água

podem não ser suficientes para assegurar a sua durabilidade (NEVILLE, 2016).

Por este motivo, é importante a avaliação periódica das estruturas de concreto e muitas vezes são necessários a manutenção e o reparo destas.

Sem dúvida, a principal patologia que surge mais comumente no concreto armado sujeito a ambiente marinho é a corrosão do concreto ou de suas armaduras.

Corrosão do concreto ou de suas armaduras

Segundo Helene, 1986, a corrosão pode ser definida como “a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica” (HELENE, 1986).

As três principais causas de corrosão química do concreto são: o efeito de gases presentes na atmosfera, ação de águas, sejam elas, puras, marinhas, ácidas, entre outras; e ações devido a óleos, gorduras e combustíveis (CÁNOVAS, 1988).

Durante a fase de cura a água é uma ótima aliada do concreto, no entanto quando é pura ou contém substâncias nocivas torna-se seu maior inimigo (CÁNOVAS, 1988).

O processo corrosivo das armaduras do concreto armado produz a desagregação no concreto e diminui a seção resistente das barras. Esta deterioração se manifesta através de expansão, fissuração, formação de lascas, e desprendimento do recobrimento da estrutura (CÁNOVAS, 1988; KOPSCH, 2001).

Para que haja a formação de ferrugem é necessário que haja oxigênio, portanto, a parte da estrutura que se encontra completamente submersa praticamente não é alvo desta já que há pequena concentração de oxigênio na água e a difusão é lenta em concretos saturados (KOPSCH, 2001).

“O ingresso da água do mar em si no concreto não influencia no pH da água dos poros da pasta de cimento endurecido. Já a grande quantidade de sulfatos na água do mar pode levar a expectativa de ataques por sulfatos” (NEVILLE, 2016).

“Quando o concreto é repetidamente molhado pela água do mar, com períodos alternados de secagem, durante a evaporação da água, parte dos sais dissolvidos é deixada na forma de cristais, principalmente os sulfatos” (NEVILLE, 2016).

Por isso, a zona de respingos e atmosféricas são as de maior risco, seguido da zona de variação das marés (KOPSCH, 2001).

Avaliação Técnica em estruturas

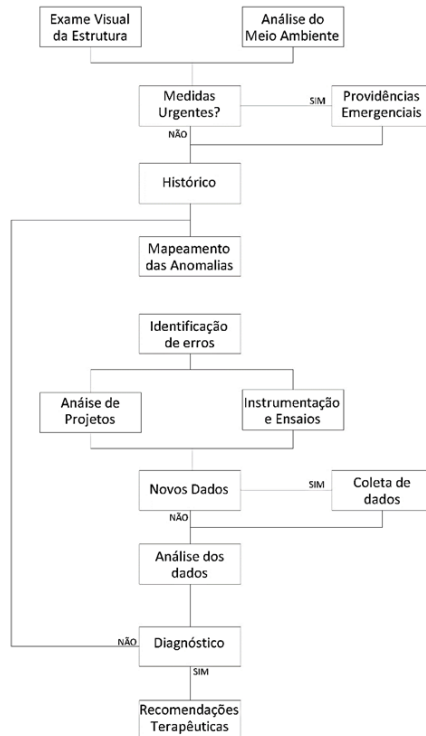
A avaliação a ser feita em uma estrutura pode ser apenas visual, que é o método mais comum de inspeção, ou com auxílio de ensaios, de preferência não destrutivos, pois estes danificam menos ou até mesmo não

danificam as estruturas e permitem que novos ensaios sejam feitos no mesmo lugar ou próximo a este, possibilitando o monitoramento das alterações da estrutura com o passar do tempo (NEVILLE, 2016).

Quando se nota que há uma “enfermidade” em uma estrutura, ou seja, que apresenta problemas patológicos, é necessário efetuar uma vistoria detalhada e cuidadosamente planejada para que se possa determinar as reais condições da estrutura, e desta forma poder avaliar as anomalias existentes, bem como as suas causas e as providências a serem tomadas para a recuperação ou o reforço (MAZER, 2012).

A figura 2 mostra genericamente o método para a inspeção de estruturas convencionais, dividida em três etapas básicas: levantamento dos dados, análise e diagnóstico (MAZER, 2012).

Figura 2: Fluxograma – Inspeção Visual de Estruturas



Fonte: Adaptado de MAZER (2012)

A inspeção visual é o método mais empregado por ser o mais simples. “O simples fato de observar as condições superficiais de uma estrutura de concreto pode fornecer a um profissional experiente, conclusões sobre o estado desta estrutura” (MAZER, 2012).

As principais características deste método são a facilidade de realização e o baixo custo operacional, mas que mesmo assim requer uma

técnica apurada, obedecendo a sólidos requisitos básicos que devem ser conhecidos e corretamente aplicados.

Para se realizar o ensaio de inspeção visual é necessário ter alguns equipamentos básicos como escada, lupa ou binóculo, fissurômetro, trena, máquina fotográfica, EPI e entre outros.

“Outro aspecto importante durante a inspeção visual de uma obra consiste na análise dos projetos e na obtenção de informações sobre a obra, tais como: época de construção, qualidade da mão de obra, utilização da edificação, ambiente inserido, etc. Também é importante mapear e quantificar todas as patologias encontradas. Para a obtenção destas informações, sugere-se a utilização de um questionário” (MAZER, 2012).

No entanto, a inspeção visual não nos dá informações úteis até que defeitos visíveis comecem a surgir na estrutura. Danos internos da estrutura, que não são visíveis, são difíceis de identificar (K.S et al., 2016).

Principais Ensaos não destrutivos

“Ensaos não destrutivos são constituídos por um conjunto amplo de técnicas de testes que não destroem o objeto ensaiado e que são utilizadas na ciência e na indústria para avaliar as propriedades de um material, componente ou sistema” (EQUIPE TÉCNICA SGS, 2018).

Eles avaliam a resistência do concreto endurecido e outras características como vazios, falhas, fissuras e deterioração do mesmo.

Os mais conhecidos são: ensaio visual e dimensional, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrassom, radiografia (Raios X e Gama), análise de vibrações, emissão acústica, estanqueidade, pacômetria, resistividade elétrica, esclerometria, entre outros (EQUIPE TÉCNICA SGS, 2018; MAZER, 2012).

Neste artigo serão apresentados dois dos principais ensaios para avaliar a condição de pontes em ambientes marinhos; o primeiro é o Ensaio de resistividade elétrica que avalia o nível de corrosão das armaduras e o segundo a resistência superficial do concreto endurecido (Método do Esclerômetro).

Ensaio de Resistividade Elétrica

A resistividade elétrica é dada pela propriedade que a estrutura tem de se opor a passagem de corrente elétrica e está ligada a evolução do processo de corrosão das armaduras (COSTA, 2017).

“A resistência elétrica do material é a relação entre a tensão aplicada e a corrente medida” (COSTA, 2017).

Para o ensaio é necessário que o concreto esteja limpo, seja de superfície uniforme e esteja umedecido; quatro eletrodos são posicionados

em contato com o concreto, alinhados e com distâncias iguais um do outro. Um impulso elétrico é emitido e a resistividade é aferida por um medidor de resistividade como mostrado na figura 3, através da leitura da corrente elétrica gerada por uma diferença de potencial aplicada entre eletrodos. Este ensaio pode ser realizado tanto no laboratório quanto diretamente no local da estrutura (COSTA, 2017).

Figura 3: Medidor de resistividade elétrica superficial da PROCEQ



Fonte: Costa (2017)

Segundo Costa (2017), o quadro a seguir apresenta uma análise da possibilidade de corrosão em função dos valores da resistividade elétrica:

Quadro 1: Relação – Corrosão x Resistividade elétrica

Resistividade do concreto (Ohms.m)	Risco de corrosão
< 100	Alto
100 – 500	Moderado
500 – 1000	Médio
> 1000	Desprezível

Fonte: Costa (20017)

A resistividade elétrica do concreto é um ensaio não destrutivo que permite avaliar a resistência do concreto à penetração de íons cloreto. As altas taxas de corrosão, ou seja, o aumento do teor de cloretos no interior do concreto influencia significativamente na queda da resistividade elétrica do concreto, quanto maior é a penetração da água, maior é o grau de umidade do concreto e menor será a sua resistividade elétrica, tornando mais fácil o fluxo da corrente elétrica (COSTA, 2017).

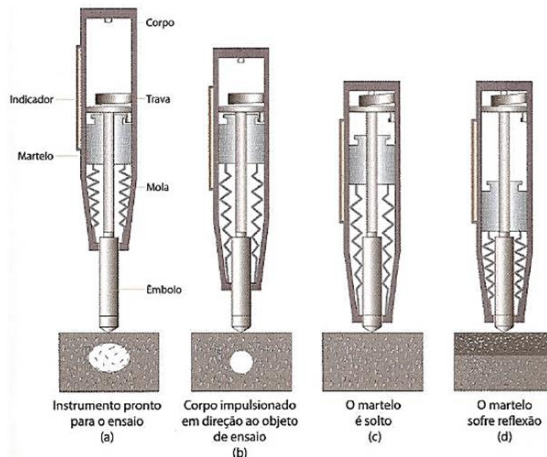
“A técnica dos quatro eletrodos que utiliza o método de Wenner vem sendo utilizada como parâmetro para a previsão da vida útil da estrutura e está relacionada ao processo de deslocamento dos agentes agressivos no interior do concreto” (COSTA, 2017).

Método do Esclerômetro

Este método de ensaio é bastante difundido e antigo, ele permite medir a dureza superficial do concreto, determinando a sua qualidade e sua resistência à compressão. O aparelho desenvolvido pelo engenheiro Ernst Schmidt, conhecido como Rebound Schmidt Hammer, ou simplesmente esclerômetro (Figura 4), é o aparelho utilizado para a realização do ensaio (MAZER, 2012; FERREIRA, 2011; CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

O método é um processo simples que consiste fundamentalmente de um martelo controlado por mola que transmite uma carga a um êmbolo; este impacta em uma superfície de concreto com uma determinada energia, parte dela é conservada elasticamente, dando fim ao impacto, e então é medido o retorno ou rebote do martelo. Este ensaio é normatizado pela ABNT NBR-7584 (MAZER, 2012; FERREIRA, 2011; CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

Figura 4: Esclerômetro – Esquema



Fonte: FERREIRA (2011)

“O aparelho deve ser aplicado preferencialmente na posição horizontal e conseqüentemente sobre superfícies verticais. Sendo necessário aplicar em posições diversas, o índice esclerométrico deve ser corrigido com os coeficientes fornecidos pelo fabricante do aparelho. Esses coeficientes levam em consideração a ação da gravidade e são variáveis para cada tipo de aparelho” (CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

Para a realização desse ensaio, as superfícies do concreto devem ser secas ao ar, limpas e preferencialmente planas. Superfícies irregulares influenciam na absorção da energia podendo sugerir um resultado de resistência falso (MAZER, 2012; FERREIRA, 2011; CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

Superfícies úmidas ou carbonatadas também devem ser evitadas, no entanto, caso queira ensaiá-las, estas devem ser preparadas, e se necessário, aplicados coeficientes de correção, a serem declarados na apresentação dos resultados (MAZER, 2012; FERREIRA, 2011; CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

Vários fatores podem influenciar os resultados do ensaio de esclerometria, dentre eles: o tipo de cimento, tipo de agregados, condições de umidade da superfície, idade da estrutura, entre outros. Todos os fatores são prescritos pela NBR 7584:1995, portanto é importante avaliar todos esses fatores ao realizar o ensaio para obter uma melhor leitura do resultado obtido (FERREIRA, 2011).

Segundo Ferreira (2011), devido as influências que atuam sobre o ensaio, não é possível definir uma correlação única entre a resistência à compressão e o índice esclerométrico, por isso a resistência do concreto é estimada através de curvas de calibração.

Em geral, o número de rebote cresce à medida que a resistência aumenta, além disso, o índice esclerométrico é indicativo de resistência à compressão do concreto somente até uma profundidade limitada da superfície pois as rachaduras internas, falhas ou heterogeneidade presentes na seção transversal da estrutura não serão indicadas pelo método. Devido as condições indicadas, este método não pode ser considerado muito preciso (K.S et al., 2016).

Com um esclerômetro (Figura 5) devidamente calibrado, a precisão na estimativa é da resistência do concreto é de $\pm 15\%$ a 20% quando ensaiados em laboratório, e de $\pm 25\%$ quando realizado em uma estrutura de concreto (FERREIRA, 2011).

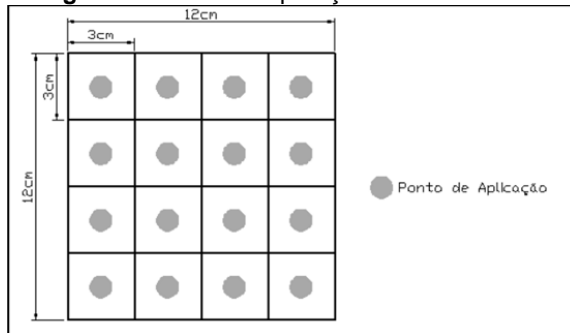
Figura 5: Esclerômetro



Fonte: FACIR PISOS

O índice esclerométrico é calculado pela média aritmética dos valores individuais encontrados. Em uma única área de ensaio são obtidos de 9 a 16 valores individuais (Figura 6) (FERREIRA, 2011).

Figura 6: Pontos de Aplicação do esclerômetro



Fonte: SOUZA et al. (2015)

Este ensaio, além de avaliar a provável resistência à compressão do concreto com a ajuda de correlações adequadas entre o índice de esclerométrico e a resistência à compressão, pode ser usado também para avaliar a uniformidade do concreto, avaliar a qualidade do concreto em relação a requisitos padrão e avaliar a qualidade de um elemento do concreto em relação a outro (K.S et al., 2016).

O baixo custo, a agilidade de execução do ensaio e a facilidade de execução são vantagens de se utilizar o método. Entre as desvantagens está o fato de não ser recomendável a sua aplicação isoladamente, portanto sugere-se realizar pelo menos dois ensaios para a determinação da resistência do concreto, sendo a esclerometria auxiliar de avaliação (CHOQUEPUMA SAHUINCO, 2011).

RESULTADOS DO ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Análise comparativa entre a inspeção visual e a inspeção com auxílio de ensaios não destrutivos

As estruturas das pontes necessitam de inspeção periódica para detectar falhas estruturais e riscos à segurança, além de determinar as necessidades de manutenção e reparo. Geralmente, o método mais usado é a inspeção visual e os programas de manutenção são preparados com base nos resultados dessas inspeções. No entanto esse método identifica apenas os danos macroscópicos como já dito anteriormente (K.S et al., 2016).

Isso nos mostra que há uma ampla demanda por métodos de avaliação que estabeleçam a condição das estruturas antes que ocorram danos graves (K.S et al., 2016).

Os métodos de ensaios não destrutivos podem fornecer um meio relativamente rápido e barato para estabelecer se uma estrutura ainda está em condições de manutenção ou não pois os resultados desses testes melhoram a qualidade da informação, além de ser particularmente útil para avaliar pontes em funcionamento, uma vez que as pontes podem permanecer intactas e abertas ao tráfego durante o período de inspeção (K.S et al., 2016).

K.S et al. (2016) apresenta dois estudos de caso relevantes para a análise da importância e validação das inspeções com auxílio dos ensaios não destrutíveis. Em ambos os estudos foi utilizado o ensaio do esclerômetro. O primeiro estudo apresentado foi realizado na Índia, onde foi avaliada a resistência de uma ponte de viga em “T” construída sobre um rio; e o segundo estudo foi realizado na Malásia, onde 75 pontes de concreto da estrada federal no estado de Johor (Malásia) foram escolhidas como amostras de pesquisa; e realizados os testes no convés, no píer e no pilar destas.

Avaliação da resistência de uma ponte de viga “T” construída sobre um rio da Índia

Os testes realizados na ponte em questão confrontaram as observações obtidas nos ensaios de esclerometria e ultrassom, este último não abordado neste artigo, com os dados obtidos através do teste de resistência à compressão realizado em três testemunhos extraídos do local através de ensaio que é considerado destrutível (K.S et al., 2016).

As amostras extraídas foram coletadas após os testes não destrutivos. Todos os ensaios foram realizados na presença de equipe da engenharia (K.S et al., 2016).

Os resultados obtidos pelo ensaio de resistência a compressão dos testemunhos indicaram resistência média do concreto de 32,90Mpa; observou-se ainda que os valores individuais encontrados, que estão dentro de $\pm 20\%$ do valor médio, estão todos acima de 20Mpa, portanto, cumprem o requisito de resistência requerida (acima de 20Mpa) para um concreto de classe M20; enquanto os resultados obtidos pelo ensaio de esclerometria indicaram uma resistência de 24,865Mpa, que também cumpre a exigência para um concreto de classe M20, valor obtido através da interpretação dos valores de rebote, sendo o valor médio de recuperação 34,58 e a variação dos valores individuais de $\pm 10\%$ (K.S et al., 2016).

Avaliação do desempenho de pontes de concreto na Malásia

Foram realizados ensaios não destrutivos no convés, no píer e no pilar de 75 pontes do estado de Johor; o método utilizado na pesquisa foi a Esclerometria, com base na especificação padrão descrita na norma britânica BS 1881: Parte 202. As conclusões destes testes foram correlacionadas indiretamente com a resistência geral das pontes (K.S et al., 2016).

A amostra de ponte foi dividida em dois tipos principais: ponte simples suportada e contínua, e o deck para as amostras de pontes foram categorizados em dois grupos: pré-fabricado (viga I e viga V invertida) e concretado in loco (Viga RC e Laje RC) (K.S et al., 2016).

Todos os testes foram realizados em superfícies lisas e limpas, já que uma superfície rugosa não forneceria resultados confiáveis. Foram realizadas doze leituras, confinadas a uma área não superior a 300mm x 300mm, em

cada local. O valor médio de recuperação obtido na pesquisa citada tem precisão de $\pm 4,3\%$ com 95% de confiança (K.S et al., 2016).

Para as pontes com deck feito in loco obteve-se os números de rebote de 15 a 50 na escala do martelo, com uma média de cerca de 36 e um desvio de $\pm 6,4$ para vigas RC, enquanto na laje RC o valor de rebote variou de 26 a 60, com média de 42 e desvio de $\pm 5,92$. A análise deste resultado mostrou que a qualidade do concreto não é uniforme (K.S et al., 2016).

Em relação às pontes com deck pré-fabricado, os números de rebote foram 41 a 55 para a viga I e 31 a 55 para a viga T invertida, com média de 49 e 46, e desvios iguais a $\pm 3,16$ e $\pm 4,83$, respectivamente. As análises destes resultados também indicaram não uniformidade na qualidade do concreto (K.S et al., 2016).

O resultado de deck pré-fabricado mostra números de rebote maiores e desvio menor em comparação com o resultado de deck feito in loco (K.S et al., 2016).

Foi avaliada a resistência do concreto ao longo do tempo em ambos os tipos de ponte, para o convés e o pilar. Verificou-se que para uma ponte simples suportada a resistência do concreto foi maior no convés do que no pilar, e a partir dos 7 anos de idade a resistência começou a diminuir. O mesmo comportamento ocorreu na ponte contínua (K.S et al., 2016).

Após a obtenção de todos os resultados foi feita uma comparação entre a resistência do concreto obtida no ensaio de esclerometria e a classificação visual atribuída aos trechos da ponte durante uma inspeção, para assim avaliar a semelhança entre esses os dois métodos (K.S et al., 2016).

As classificações visuais usadas na pesquisa foram baseadas na classificação atribuída pelo inspetor para o ano de 2005 (K.S et al., 2016).

Segundo K.S et al (2016) a comparação realizada mostrou que para pontes simples suportada a classificação visual tende a não mudar com o tempo, enquanto a resistência do concreto tende a diminuir gradativamente com o tempo. Neste caso, o uso do ensaio não destrutivo tem extrema relevância já que a não utilização dele acarretaria não verificação desta diminuição de resistência, podendo trazer danos futuros a estrutura.

Já para amostras de pontes contínuas, a correlação entre a classificação visual e a resistência do concreto é mais comparável: a resistência do concreto diminui com o tempo, enquanto a classificação visual aumenta, o que indica a presença de sinais visíveis de defeitos na estrutura. Uma classificação visual mais alta representa uma condição ruim (K.S et al., 2016).

Neste último caso o comparativo teve maior equivalência pois a ponte chegou a um estágio mais crítico onde já havia a presença de danos detectáveis pelo método de inspeção visual.

Análise comparativa qualitativa

Após o levantamento bibliográfico apresentado, foi possível verificar que a inspeção visual, quando aplicada de forma isolada, é limitada se comparada a outros métodos, já que necessita que o avaliador tenha vasta experiência sobre o problema a ser avaliado, e que a patologia presente na estrutura esteja visível, o que nem sempre ocorre.

A utilização dos métodos de ensaios não destrutivos para avaliação destas estruturas, se aplicados isoladamente, dão uma melhor perspectiva do problema, no entanto também não são conclusivos por si só.

Enquanto a avaliação visual é um método puramente qualitativo e subjetivo, os ensaios são métodos quantitativos, por isso para uma maior precisão na avaliação e na determinação da solução a ser adotada para o problema é interessante que seja utilizada uma mescla de ambos os métodos de avaliação.

CONCLUSÃO

Frequentemente a falta de monitoramento periódico das estruturas faz com que as patologias destas sejam detectadas apenas em estágios avançados, onde os custos de reparo se tornam bem mais elevados devido a situação crítica.

O monitoramento contínuo da saúde dessas estruturas permite a avaliação precoce de patologias e uma restauração mais rápida e possivelmente mais econômica.

Os ensaios não destrutivos quando realizados de maneira correta permitem localizar e caracterizar condições do material que podem não ser visíveis na superfície, mas que afetam a sua durabilidade ou o seu desempenho estrutural. Estes ensaios podem reduzir o número de pontes defeituosas e em estado crítico, permitindo aos avaliadores obter uma visão mais precisa das condições de uma ponte e localizando os danos mais cedo (K.S et al., 2016).

O ensaio de esclerometria é um método relativamente acessível economicamente, simples e rápido de obter uma indicação da resistência do concreto, no entanto por não ser tão preciso é recomendado que seja utilizado juntamente a outros métodos, entretanto, tem um grande potencial para ser utilizado como uma avaliação preliminar em pontes (K.S et al., 2016).

O ensaio de resistividade elétrica também é rápido e relativamente barato, e fornece informações importantes sobre o estágio de corrosão em que se encontram as armaduras do elemento estrutural, o que permite reparos que evitem maiores danos devido a esta corrosão, principalmente se detectada a “enfermidade” no estágio inicial.

Os estudos bibliográficos apresentados neste artigo, mostraram que a esclerometria e o ensaio de resistividade elétrica são eficazes na avaliação da condição de pontes.

O estudo de caso na Índia mostrou que existe uma correlação entre os resultados de métodos de teste destrutivos e não destrutivos, validando então a utilização desses; já o estudo das pontes na Malásia indicou uma boa correspondência entre a classificação visual e a esclerometria, no entanto indicou também que a presença da utilização de ensaios não destrutivos em avaliações periódicas traz dados importantes sobre a evolução da estrutura que não são detectáveis apenas pela inspeção visual, ao menos não até que os danos comecem a se tornar visíveis.

A pesquisa apresentada e discutida neste artigo mostrou que os métodos de ensaio não destrutivos são extremamente importantes para uma melhor análise técnica de problemas patológicos em pontes de concreto armado em ambiente marítimo, pois atribuem uma validação quantitativa à análise visual, além de averiguar a necessidade de reparos e ações de manutenção de forma mais precoce.

O emprego destes ensaios em avaliações periódicas onde não há manifestação patológica visual pode contribuir para a prevenção de maiores danos a estrutura, solucionando seus problemas de forma mais simples e econômica, e evitando assim, colapsos precoces da mesma, e permitindo também que os recursos disponíveis sejam direcionados às pontes que se encontrem em situação mais críticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CÁNOVAS, Manoel F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo, PINI. 1988

CHOQUEPUMA SAHUINCO, Melquiades Hermógenes. **Utilização de métodos não destrutivos e semi destrutivos na avaliação de pontes de concreto**. São Paulo. 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01112011-123905/publico/Dissertacao_Melquiades.pdf> Acesso em 18 de novembro de 2019.

COSTA, Josiane Moraes; ET AL. **Análise Patológica através do ensaio não destrutivo utilizando resistividade elétrica superficial de concreto**. 2017. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/download/5662/2955>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

EDUCAÇÃO UOL. **Urbanização do brasil: consequências e características das cidades**. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/urbanizacao-do-brasil-consequencias-e-caracteristicas-das-cidades.htm> > Acesso em 18 de novembro de 2019.

EQUIPE TÉCNICA SGS. **Ensaaios não destrutivos. O que é preciso Saber?** Abril 2018. Disponível em: <<https://www.sgsgroup.com.br/-/media/local/brazil/documents/white-papers/industrial/sgs-ind-non-destructive-testing-pt-brazil.pdf>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

ESTADÃO INTERNACIONAL. **Os acidentes com pontes com mais mortes nos últimos 20 anos.** Disponível em: <<https://internacional.estadao.com.br/noticias/geral,os-acidentes-com-pontes-com-mais-mortes-nos-ultimos-20-anos,70002451009>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

FACIR PISOS. **Controle tecnológico de materiais/serviços.** Disponível em: <<http://www.facir.com.br/produtos-e-servicos/control-tecnologico-de-materiaisservicos/>> Acesso em 23 de março de 2020.

FERREIRA, Gucindo. **Estudo sobre fatores influentes nos resultados de ensaios não destrutivos em concreto endurecido.** Uberlândia. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14156/1/d.pdf>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

FOLHA. **1 em 5 pontes ou viadutos precisa de reforma.** Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/08/1-em-5-pontes-ou-viadutos-precisa-de-reforma-veja-regras-para-manutencao.shtml>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

HELENE, Paulo. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado.** São Paulo, PINI. 1986

IBGE. **Panorâma – Rio de Janeiro.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

KOPSCH, Wilson. **Durabilidade de estruturas de concreto armado em ambiente marinho.** 2001. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30360994.pdf>> Acesso em 18 de novembro de 2019.

K.S, Ayswarya; Johnson, Ann Maria; Chaithanya; Prasad, Devika; Krishnan R., Dhanya; N.J., Radhika Nair. **Evaluation of Bridge Performance Using Non – Destructive Testing – A Review.** 2016. Disponível em: <<https://iarjset.com/upload/2016/si/nCORETech-16/nCORETech%202.pdf>> Acesso em 23 de março de 2020.

MARCHETTI, Osvaldemar. **Pontes de concreto armado** 1ª ed. São Paulo, Blucher. 2007

MAZER, Wellington. **Inspeção e ensaios em estrutura de concreto**. 2012. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/wmazer/especializacao-em-patologiadasconstrucoes/Notas_de_Aula_Ensaio.pdf/at_download/file> Acesso em 18 de novembro de 2019.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5ª ed. Porto Alegre, Bookman. 2016

SOUZA, Diego Jesus; TORRE, Eduardo Muñoz de La; KOSLOSKI, Flávia; SILVESTRO, Laura; LEME, Lucas Budel Paes; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias. **Obtenção da resistência à compressão do concreto de viadutos localizados na região de Curitiba por métodos de ensaios não destrutíveis: Esclerometria e Ultrassom**. 2015. Disponível em: <http://sinicesp.org.br/44rapv/trabalhos/TrabalhoFinal_189.pdf> Acesso em 23 de março de 2020.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta (2017). Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (2014). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada Silva e Souza (2015). Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFRJ - Escola Politécnica (2019). MBA em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharias pelo IPOG (2019). Experiência na área da indústria da construção civil, atuando como Engenheira de Segurança do Trabalho em Construções Sustentáveis e em instalações (elétrica e hidrossanitária). Desde 2004 no mercado da construção civil. Atualmente docente dos cursos de Bacharelado em Engenharias Civil/Mecânica/Elétrica; e da Pós-Graduação dos Cursos de Engenharia Legal e Diagnóstica; e de Engenharia de Segurança do Trabalho da UNISUAM. Participação no Programa de Inserção de pesquisadores em empresas pela Energiah Participaes e Negócios Ltda/ FAPERJ. Conselheira Regional do Crea RJ para o triênio 2023/2025.

Bruno Matos de Farias

Doutor em Desenvolvimento Local (Ciências Ambientais), Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM). Possui Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Especialização em Docência OnLine: Tutoria em EAD pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil, atuando: Autovistoria Predial, Perícia e Assistência Técnica. Especialista em Registros de Patentes, Marcas e Programas de Computador. Professor Auxiliar na Universidade Estácio de Sá (UNESA) no Curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Professor Auxiliar na UNISOCIESC-SC no Curso de Arquitetura e Urbanismo.

Davi Santiago Santiago de Araújo

Graduado em Engenharia Civil e administração pela Estácio. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Unimais. Especialista em Perícias na Área de Construção civil e Aplicação Estruturais e fundações pela faculdade Descomplica. MBA em finanças e Gestão Corporativa. Atuando em Engenharia Diagnóstica e Projetos Estruturais, Arquitetônico, elétrico e hidráulico. Instrutor em plataformas digitais nos cursos Lean Construction e Fundamentos da patologia das Construções.

Flávia da Silva

Doutoranda em Engenharia Naval e Oceânica no laboratório de Tecnologia Submarina (LTS/COPPE). Mestre em Engenharia Naval e Oceânica pela (LEDAV/COPPE). Graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Gama Filho (2011). Coordenadora dos cursos de Engenharia Civil, Produção, e Tecnólogo em logística e Automação Industrial e professora nos cursos de Engenharia civil e Produção do Centro Universitário Augusto Motta. Consultoria no mercado de petróleo e Gás desde 2013. Atuante na P&D desde 2007. Participação no Programa de Inserção de pesquisadores em empresas pela Energiah Participaes e Negócios Ltda/ FAPERJ.

Jussara Oliveira do Nascimento

Doutoranda em Planejamento Energético (PPE/COPPE). Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (2014) PUC-RJ/Technical University of Braunschweig, Alemanha. MBA em MARKETING - FGV (RJ, 2006). Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2002). Coordenadora dos cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica do Centro Universitário Augusto Motta. Fundadora da consultoria Amaka Ambiental e pesquisadora extensionista no SOLTEC/NIDES UFRJ. Experiência de mercado de mais de 20 anos no Mercado Ambiental e Indústria de Petróleo e Derivados.

Leandro dos Santos Silva

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (2018). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada Silva e Souza (2020); Especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cíveis pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (em andamento). Integrante do quadro técnico da Secretaria de Defesa Civil do Rio de Janeiro.

Leonardo Reis dos Santos

Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (2021); e em Engenharia de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta (2011). MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (2014). Especialista em Engenharia Legal e Diagnóstica pelo Centro Universitário Augusto Motta (em andamento). Tem experiência na área de Engenharia Civil e de Manutenção Predial, Gerenciamento de Propriedades e Facilities Services. Gerente de Propriedades Corporativas em atuação desde setembro de 2013.

PARTICIPARAM DO PROJETO OS ACADÊMICOS E PROFESSORES DE ENGENHARIA CIVIL

AMANDA FARIA LACOPO

BRUNO MATOS DE FARIAS

CAIO VIANA SILVA EIRAS

CARLOS FLORENCIO DOS SANTOS

DANIEL DE SOUZA TITO

DAVI SANTIAGO DE ARAÚJO

EDUARDO CORRÊA DE SOUZA

EDUARDO OBES LEAL

ELIAS DE SOUZA TITO

FLÁVIA DA SILVA

GILMAR DA SILVA DE SOUZA

HELENA INÁCIO DE ABREU

ISABELLE DE SOUZA GOMES

JÉSSICA CÉSAR NUNES

JOHAN EMERSON SANTOS DE ASSIS

JUSSARA OLIVEIRA DO NASCIMENTO

KAREN DE CASTRO DAMASCENO

LEANDRO DOS SANTOS SILVA

LEONARDO REIS DOS SANTOS

LETÍCIA DE FARIAS RAMOS

LUCAS GOMES OLIVEIRA

PABLO DE PAIVA BORGES DE ARAÚJO

PATRICK BRASIL ROSA

RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES

RAFAEL NEGRINE SOARES PEDROSO

SIDNEI DE FIGUEIREDO JUVENCIO

VICENTE DA SILVA AGUIAR

YURI ARAÚJO LIMA


Epitaya
Editora

ISBN: 978-65-87809-72-4

