

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 6

**RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES
BRUNO MATOS DE FARIAS
AMANDA PISÃO PINHAL N.DE OLIVEIRA
FLÁVIA DA SILVA
JUSSARA OLIVEIRA DO NASCIMENTO
LEONARDO REIS DOS SANTOS
MARCELLA MARIA SOBRAL LIMA**

Rachel Cristina Santos Pires
Bruno Matos de Farias
Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira
Flávia da Silva
Jussara Oliveira do Nascimento
Leonardo Reis dos Santos
Marcella Maria Sobral Lima
Organizadores

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO
– VOL. 6

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. 6 /
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 978-65-87809-92-2

1. Construção civil. 2. Engenharia. I. Pires, Rachel Cristina Santos. II.
Farias, Bruno Matos de. III. Oliveira, Amanda Pisão Pinhal Noronha de.
IV. Silva, Flávia da. V. Nascimento, Jussara Oliveira do. VI. Santos,
Leonardo Reis dos. VII. Lima, Marcella Maria Sobral.

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
Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira
Flávia da Silva
Jussara Oliveira do Nascimento
Leonardo Reis dos Santos
Marcella Maria Sobral Lima
Organizadores

CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO
– VOL. 6



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

A cada momento que me é apresentada a oportunidade de deslumbrar o trabalho desenvolvido pela Professora M.Sc e Doutoranda Rachel Pires, e constatar sua evolução quanto orientadora, levando seu empenho e dedicação ao lecionar e colocar em prática seu conhecimento envolvendo seus orientandos de tal forma que os mesmos refletem essa dedicação nos seus trabalhos, que estão devidamente apresentados neste livro.

I. GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA DO TRABALHO ALINHADO À PRODUTIVIDADE. Este trabalho apresenta um estudo da importância da gestão da segurança no trabalho, por meio do entendimento dos conceitos básicos de segurança, produtividade, acidentes e causas recorrentes de tais fatos. Deste modo, busca-se mostrar o papel do conhecimento básico do engenheiro na gestão do processo de segurança e no entendimento do compromisso também necessário por parte da sua equipe de trabalho que é responsável pelo atingimento de bons níveis de segurança no trabalho.

II. UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES NAVAIS NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES SOCIAIS. A importância que o tema aborda os novos métodos relacionam-se com a natureza é assunto de grande importância, não devendo ser discutido apenas entre profissionais da área, mas entre todos os integrantes da sociedade que se beneficiam dos produtos da indústria da construção civil. “Sustentabilidade” e “Desenvolvimento sustentável” são termos que, com impacto positivo, se tornam, paulatinamente, mais comuns na avaliação de processos e novos métodos.

III. SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PREDIAL: ESTUDO APLICADO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE PEQUENO PORTE LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO (RJ). Este trabalho procurou refletir sobre o papel dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários na promoção da sustentabilidade ambiental, mais especificamente, dos recursos hídricos naturais. Neste sentido, é abordada inicialmente a importância da sustentabilidade ambiental e posteriormente são discutidas diversas ações possíveis relacionadas à natureza e ao uso dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, ações essas que visam a promoção da sustentabilidade.

IV. ENGENHARIA CIVIL APLICADA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS SIMPLES. Esta pesquisa bibliográfica, na qual, teve por finalidade averiguar a sustentabilidade nas construções de casas simples. Sabendo da crescente necessidade de se conciliar desenvolvimento social e econômico com a preservação do planeta, cada vez mais pessoas têm buscado soluções

sustentáveis para tarefas do dia a dia. Atualmente, a sustentabilidade doméstica foi além de separar o lixo orgânico do reciclável.

V. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DAS CERÂMICAS NA FACHADA. Este tópico procurou discutir teoricamente os principais tipos de sujidades presentes nos revestimentos de fachada de edifícios e apresenta os principais métodos de limpeza destes revestimentos. Após o estudo teórico dos aspectos relacionados com a limpeza, aborda, por meio de estudo experimental de laboratório e de estudos de caso, a limpeza de revestimento cerâmico de fachada de edifícios. O trabalho demonstrou a necessidade da elaboração de uma norma técnica que aborde a especificação de métodos de limpeza de revestimentos de fachada, abrangendo procedimentos, produtos e técnicas.

VI. AÇÕES MITIGATÓRIAS NOS RISCOS DE DANOS À VIDA EM DESASTRES NATURAIS: O USO DAS TECNOLOGIAS E COMUNICAÇÕES. O estudo direcionado deste texto liga os Órgãos de Proteção e Defesa Civil no Brasil que possuem profissionais competentes ao trabalho na gestão dos riscos de desastres naturais no país, uma vez que atuam diretamente nas áreas de risco e com os grupos populacionais vulneráveis a estes processos. Neste sentido, o conhecimento tácito e explícito desses profissionais é de grande importância para a prevenção e, principalmente, para as operações realizadas no enfrentamento do desastre e de outros momentos de crise. Porém, esse conhecimento é muitas vezes perdido em função da fragilidade institucional da Defesa Civil, especialmente em seu nível local. Desta forma, buscou-se fazer uma relação teórica sobre a aplicabilidade dos conceitos da Gestão do Conhecimento nos Órgãos de Defesa Civil, de forma a gerar conhecimentos para a melhoria no atendimento às ações de desastres naturais.

VII. DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE ÁGUA FRIA E ESGOTO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR. O dimensionamento das instalações hidráulicas de água fria de uma edificação e também o dimensionamento das instalações de esgoto sanitário, que é o despejo líquido resultado da água utilizada para higiene e necessidades fisiológicas. Preliminarmente, o trabalho descreve as instalações anteriormente citadas. Em seguida, desenvolve as metodologias aplicadas para o dimensionamento dos sistemas em uma edificação para que atendam às exigências das normas ABNT NBR 5626:1998 e ABNT NBR 8160:1999.

VIII. RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NA PREVENÇÃO, SALVAMENTO E COMBATE A INCÊNDIOS EM AERÓDROMOS. Apesar do rápido crescimento da aviação regular no Brasil, o mesmo não se verifica em relação

ao número de localidades atendidas por ela. Uma possível razão para tal é regulação excessiva de segurança operacional, que onera pequenos aeródromos. Nesta dissertação, investiga-se se isto é verdade para a regulação brasileira do Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromo Civil (SESCINC). Apesar de sua importância para a segurança operacional em aeródromos, outros países, tais quais Canadá e Austrália, adotam isenções regulatórias para o SESCINC para aeródromos de baixa complexidade, tendo à vista a necessidade de equilíbrio entre investimento em segurança e fomento aos agentes de mercado.

IX. POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL USANDO ÁGUA DA CHUVA EM DIFERENTES REGIÕES GEOGRÁFICAS DO BRASIL. Este tema buscou estudar o monitoramento do sistema de aproveitamento de água pluvial da edificação ocorreu em quatro períodos distintos. Devido à ocupação variável da residência e, também, ao baixo consumo de água verificado em testes preliminares, foi necessário intervir na demanda de água pluvial, simulando a permanência constante de quatro moradores.

X. ANÁLISE DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA NATURAL POR PÓ DE PEDRA E AS CONSEQUÊNCIAS DESTA APLICAÇÃO NARESISTÊNCIA DO CONCRETO. Os recursos naturais sempre foram utilizados na história de humanidade como forma de beneficiar as condições de vida humanas. No entanto, a história demonstra que, em um passado não tão distante, a preocupação com a correta disposição dos resíduos e com sua reutilização era inexistente. Na construção civil essa preocupação vem se destacando com o reaproveitamento de materiais anteriormente sem valor comercial, que, através de estudos e pesquisas, se mostram capazes de aumentar ou pelo menos não prejudicar a durabilidade das estruturas.

XI. ANÁLISE DAS PATOLOGIAS PROVENIENTES DAS FALHAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO PASSEIO CORPORATE. Este estudo buscou analisar as ocorrências patológicas relacionadas a impermeabilização em edifícios verticais de múltiplos pavimentos. Vale lembrar ao leitor que a patologia é na construção civil a área que estuda os mecanismos e anomalias dentro da edificação, investigando essas ocorrências, denominadas de manifestações patológicas.

XII. A IMERSÃO DA SUSTENTABILIDADE NO UNIVERSO DA ENGENHARIA CIVIL. O tema tem como intuito apresenta estudos direcionados a sustentabilidade e inovação e como podem contribuir com o setor da construção civil, sendo esta participante ativa no processo de geração de riquezas no país, impactando direta e indiretamente para o

desenvolvimento socioeconômico do Brasil. Nesta perspectiva, é importante a relação do setor da construção com o empreendedorismo sustentável fim de melhor atender às demandas da sociedade.

XIII. TÉCNICAS E DIFICULDADES EXECUTIVAS EM EMPREENDIMENTOS DE RETROFIT. A prática de Retrofit possibilita um amplo campo de aplicação de empreendimentos dessa natureza, que se traduz em oportunidades de negócio para as empresas e profissionais do setor da construção civil além de favorecer a economia para o poder público.

XIV. NOVAS TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.

Os autores se empenharam em identificar o aprimoramento de sistemas de tratamento de água e de esgoto tem sido limitado pelo pouco conhecimento dos fenômenos ocorridos no interior das unidades e pela utilização de "parâmetros" não específicos (DBO, DQO etc.) no monitoramento e controle de processos e operações. Por outro lado, fenômenos como transferência de massa, adsorção, difusão e reações bioquímicas são todos influenciados pela distribuição de tamanho de partículas, de modo que o emprego da análise de tamanho de partículas pode auxiliar na escolha e no aprimoramento de tecnologias de tratamento e na adoção de procedimentos operacionais apropriados.

Professor D.sc Everton Rangel Bispo

Pesquisador e colaborador Pós-Doutor no Grupo de Pesquisa em Energia e Sistemas Complexos do Departamento de Física do ICE-UFRRJ. Doutorado em Engenharia de Materiais e Processos Químicos e Metalúrgicos pela Pontifícia Universidade Católica Do Rio de Janeiro (2012), Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos Químicos e Metalúrgicos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2008) e possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2004). Avaliador Institucional do MEC-INEP e atualmente sou Professor da Pós Graduação Stricto Senso (Mestrado e Doutorado) em Desenvolvimento Local e dos cursos de Graduação em Engenharia Civil, Elétrica, Mecânica, Produção e Arquitetura no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM). Possui experiência na área da Física de Matéria Condensada, Ciência e Engenharia dos Materiais, Enriquecimento de Estrutura de Líquidos e Sólidos; Cristalografia, cerâmicas avançadas, desenvolvimento de novas tecnologias em compósitos e polímeros, Supercondutividade, Metodologia de aprendizagem, e inovação tecnológica para produção de Patentes e modelos de utilidade e empreendedorismo.

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1</i>	11
GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA DO TRABALHO ALINHADO À PRODUTIVIDADE	
<i>Carla Ferreira Machado; Stéphanne Viana da Silva; Rachel Cristina Santos Pires; Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira</i>	
<i>Capítulo 2</i>	25
UTILIZAÇÃO DE CONTÊINERES NAVAIS NA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES SOCIAIS	
<i>Alex Bezerra Portugal; Matheus Gomes Gonçalves; Rachel Cristina Santos Pires; Bruno Matos de Farias; Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira</i>	
<i>Capítulo 3</i>	39
SUSTENTABILIDADE HÍDRICA PREDIAL: ESTUDO APLICADO EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE PEQUENO PORTE LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO (RJ)	
<i>Sérgio Freitas Lopes; Vanderson Moreira; Rachel Cristina Santos Pires; Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira</i>	
<i>Capítulo 4</i>	53
ENGENHARIA CIVIL APLICADA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS SIMPLES	
<i>Alexandre Fábio dos Santos; Johann Esslin Nascimento; Rachel Cristina Santos Pires; Bruno Matos de Farias; Flávia da Silva</i>	
<i>Capítulo 5</i>	67
A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DAS CERÂMICAS NA FACHADA	
<i>Thaís de Oliveira Freire; Viviane da Silva Costa; Rachel Cristina Santos Pires; Flávia da Silva</i>	
<i>Capítulo 6</i>	79
AÇÕES MITIGATÓRIAS NOS RISCOS DE DANOS À VIDA EM DESASTRES NATURAIS: O USO DAS TECNOLOGIAS E COMUNICAÇÕES	
<i>Marcos Carneiro Silva; Rachel Cristina Santos Pires; Flávia da Silva</i>	
<i>Capítulo 7</i>	97
DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE ÁGUA FRIA E ESGOTO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	
<i>Patrick Lima Mesquita; Rachel Cristina Santos Pires; Jussara Oliveira do Nascimento</i>	

<i>Capítulo 8</i>	115
RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NA PREVENÇÃO, SALVAMENTO E COMBATE A INCÊNDIOS EM AERÓDROMOS	
<i>José Bonifácio dos Anjos; Jhonatan Nicácio Pinheiro; Rachel Cristina Santos Pires; Jussara Oliveira do Nascimento</i>	
<i>Capítulo 9</i>	133
POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL USANDO ÁGUA DA CHUVA EM DIFERENTES REGIÕES GEOGRÁFICAS DO BRASIL	
<i>Julio César Perfeito Martins; Carlos Alexandre Martins da Silva; Rachel Cristina Santos Pires; Jussara Oliveira do Nascimento</i>	
<i>Capítulo 10</i>	145
ANÁLISE DE VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA NATURAL POR PÓ DE PEDRA E AS CONSEQUÊNCIAS DESTA APLICAÇÃO NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO	
<i>Luis Felipe Moreira Bassani; Raphael de Oliveira Melo; Rachel Cristina Santos Pires; Leonardo Reis dos Santos</i>	
<i>Capítulo 11</i>	161
ANÁLISE DAS PATOLOGIAS PROVENIENTES DAS FALHAS NO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DO EDIFÍCIO PASSEIO CORPORATE	
<i>Alexandra Suellen Cyriaco Nunes da Silva; Bianca Ferreira da Silva; Rachel Cristina Santos Pires; Leonardo Reis dos Santos</i>	
<i>Capítulo 12</i>	187
A IMERSÃO DA SUSTENTABILIDADE NO UNIVERSO DA ENGENHARIA CIVIL	
<i>Rudy Marcell Moura Teixeira; Rachel Cristina Santos Pires; Leonardo Reis dos Santos; Marcella Maria Sobral Lima</i>	
<i>Capítulo 13</i>	205
TÉCNICAS E DIFICULDADES EXECUTIVAS EM EMPREENDIMENTOS DE RETROFIT	
<i>Leiziane Alves Borges; Rafael Almeida Mattos; Rachel Cristina Santos Pires; Marcella Maria Sobral Lima</i>	
<i>Capítulo 14</i>	219
NOVAS TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO	
<i>Bruno Romi da Rocha; José Carlos Barbosa Lucena; Rachel Cristina Santos Pires; Marcella Maria Sobral Lima</i>	
<i>Sobre os Organizadores</i>	233

Carla Ferreira Machado

Graduanda em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
carlafmklein@gmail.com

Stéphanne Viana da Silva

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
stephane.vianas@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira

Engenheira Civil e Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica

RESUMO

O gerenciamento da segurança no trabalho está sendo mais aceita nas empresas, com isto está sendo desenvolvido um projeto, tendo como enfoque principal o programa de comportamento seguro, gerado por um programa de computar, com os relatos dos próprios funcionários da empresa. Este é um programa para se atingir a excelência na área de segurança mediante a conscientização e a mudança de comportamento dos colaboradores, o que constitui um processo inovador em questão de reduzir as lesões causadas por acidente no trabalho. O tema foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica a respeito do assunto, passando por uma abordagem sobre todo o sistema de gestão da segurança na empresa, mostrando as ferramentas e os meios de controle que possa ser adotado, assim evitando custos indesejáveis para a empresa, já que um acidente de trabalho não significa apenas um colaborador afastado, mas implica também em diversas consequências. Concluindo-se em mostrar que o trabalho, para ser realizado de forma segura, depende acima de tudo do compromisso e dedicação dos trabalhadores, pois são os responsáveis diretos por atingir um bom nível de segurança no trabalho.

Palavras-chave: Segurança; Colaborador; Trabalho.

INTRODUÇÃO

A segurança do trabalho tem como objetivo principal a preservação da vida humana dentro de uma organização, seja ela privada ou pública.

No início do século XX, as empresas não tinham o tema como uma das principais pautas dentro de suas organizações, não era cultivada o hábito de divulgar ou até mesmo tratar dos acidentes ou doenças ocupacionais, pois ainda não se havia despertado a consciência sobre o assunto, com uma busca constante por melhorias e qualidade na vida laboral, os trabalhadores com o passar dos anos foram conquistando diversos direitos para a classe, dentre eles estão as Normas Regulamentadoras (NRs), que hoje são instrumentos de grande sentido, quando tratamos das políticas e parâmetros a serem seguidos pelas organizações.

As referidas normas atuam como um orientador para qualquer profissional da área, e auxiliam as empresas no que é exigido das mesmas.

De acordo com a Lei de benefícios da previdência social (LBPS) Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (LEI COMPLEMENTAR Nº 15, DE 2015).

Dentre muitos fatores, o predominante é extinguir ou reduzir ao máximo os riscos dentro das empresas, mensurá-los e tratá-los de forma adequada para que não sejam propagados e acabem gerando acidentes.

Nessa abordagem vale ressaltar a importância da conscientização dos colaboradores quanto ao tema, gerando interesse e engajamento por parte deles. Com o envolvimento de todos os profissionais da organização é possível melhorar/aumentar os índices de produtividade reduzindo consideravelmente os afastamentos por lesões e acidentes decorrentes do trabalho.

A pesquisa foi produzida através da necessidade de descrever a relevância da segurança do trabalho no combate aos riscos, dos quais os trabalhadores são expostos todos os dias dentro das organizações, usando como assunto principal a conscientização dos funcionários em relação ao tema e tendo por consequência o aumento da produtividade nas empresas.

Com base nos fatos acima citados, o objetivo deste estudo se resume em demonstrar a importância de um sistema direcionado a participação direta dos colaboradores com a segurança do trabalho, uma vez envolvidos conseguem gerenciar seus afazeres de forma segura e precavida, obtendo maior rendimento nas tarefas concedidas a eles, o intuito é relatar numericamente os efeitos desse envolvimento e o impacto nos resultados produtivos da empresa, e ao longo desta pesquisa identificar déficits e apresentar prováveis opções de tratamento. A metodologia se baseia em promover ferramentas que facilitem a comunicação de anomalias observadas na execução de atividades rotineiras ou não rotineiras dentro das

organizações, ferramentas essas que criam canais de fácil acesso entre colaboradores da ponta e suas lideranças, para que irregularidades sejam reparadas com maior facilidade e menor consumo de tempo, esperando assim reduzir os riscos de exposição é por consequência alcançando a diminuição considerável de acidentes e/ou incidentes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

História da Segurança do Trabalho

Há suposições que os estudos da segurança do trabalho são feitos desde 384.322 a.C. Onde Aristóteles estudava as enfermidades dos trabalhadores das minas e, conseqüentemente, a forma de evita-las. Hipócrates que era considerando o pai da medicina, também foi responsável por estudar os tipos de enfermidades. Já no século XVII, na Itália, o médico Bernardino Ramazzini publicou o livro: “De morbis Artificum Diatriba” – As doenças dos Trabalhadores, que descreve inúmeras doenças ocasionadas por cerca de 50 profissões, após isso Bernardino foram consideradas o Médico do Trabalho. Na chegada da Revolução Industrial entre 1760 e 1830 na Inglaterra, surgiam as máquinas a vapor. Os Galpões, os velhos armazéns e/ou qualquer lugar que coubessem algumas máquinas eram chamados de fábrica. Com isso, crescia o número de acidentes (CONCEITO ZEN, 2020).

No Brasil, a chegada da Revolução Industrial aconteceu no ano de 1930, por conta disso o país era um dos que registrava mais acidentes e mortes por trabalho. Com a criação da FUNDACENTRO, em 1966, a missão era propagar o desenvolvimento sustentável por meio do crescimento econômico e a proteção do meio ambiente. A evolução da segurança do trabalho começou depois que o presidente Getúlio Vargas fez a instauração do regime CLT no ano de 1943. Posteriormente, foi criada a Lei 8213, responsável pela regulamentação dos planos de benefícios, como a Previdência Social. Em 1978 foram criadas as Normas Reguladoras (NR's), que é um conjunto de procedimentos de realização obrigatória para promover a segurança e saúde de trabalhadores. O cumprimento das normas é obrigatório em todas as empresas (CONCEITO ZEN, 2020).

Definição de Segurança do Trabalho

A segurança do trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes durante a atividade do trabalhador. Seu objetivo é a prevenção de acidentes, doenças ocupacionais e outros agravos à saúde do trabalhador. Ela atinge sua finalidade quando consegue proporcionar a ambos, emprego e empregador, um ambiente de trabalho saudável e seguro, e garante a certeza de que vão laborar em um ambiente agradável. Cabe à segurança do trabalho, junto com outros conhecimentos afins (medicina do trabalho, ergonomia, saúde ocupacional, segurança patrimonial), identificar os fatores de risco que levam à ocorrência de acidentes e doenças

ocupacionais, avaliar seus efeitos na saúde do trabalhador e propor medidas de intervenção técnica a serem instituídas nos ambientes de trabalho (MATTOS & MÁSCULO, 2011).

Temas que são diretamente ou indiretamente relacionadas com a segurança do trabalho: higiene do trabalho, medicina do trabalho, proteção contra incêndios e explosões, doenças ocupacionais, ergonomia, meio ambiente, qualidade de vida, primeiros socorros, sistemas de gestão da qualidade, higiene industrial, psicologia do trabalho, legislação trabalhista leis, decretos, portarias ministeriais, instruções técnicas e resoluções.

Legislações Aplicadas

No Brasil, até a Constituição Federal de 1988, a segurança do trabalho sempre foi vista pelo empregador como uma necessidade para o empregado. Para os empregadores naquela época o funcionário bom era aquele que não faltava, não demonstrava sintomas de doença, não se queixava, só o que só trabalhava era bom, mas com a entrada em vigor da Constituição Federal, a carta magna soberana a qualquer outra legislação brasileira, as leis, os decretos e outras normas que tratavam de segurança do trabalho passaram a adequar-se, criando garantia trabalhista e inovando os preceitos de segurança e medicina do trabalho, e por consequência garantindo a integridade dos trabalhadores em suas atividades (CONCEITO ZEN, 2020).

Atualmente existem diversos dispositivos legais e regulamentares que tentam buscar na prática a eficácia dessas tão almeja das garantias. Temos as normas pelo Poder Legislativo, e os decretos, regulamentos, regimentos, portarias, instruções e resoluções, que provêm do executivo através do seu chefe, de seus ministros ou secretários de Estado. Passaremos a expor as principais partes da Legislação Trabalhista e Previdenciária, que buscam, por meio dessas regulamentações, garantir um ambiente de trabalho saudável e seguro para todos os envolvidos (CONCEITO ZEN, 2020).

Normas Regulamentadora

O termo Norma Regulamentadora (NR) constrói solidamente um conjunto de definições que constituem princípios básicos dos quais quando nos referimos a segurança e saúde no trabalho podemos ampliar conhecimentos e seguir à risca os ideais propostos nelas. As normas foram criadas a partir de uma alteração e posterior acrescentamento do capítulo V, título II, da Consolidação das leis do trabalho (CLT), onde mediante a criação da Lei N° 6.514 de 1977, fez-se o conjunto de capítulos que trazem a luz pautas diretamente ligadas à segurança e saúde do colaborador de uma instituição, sendo ela pública ou privada deve seguir todos os parâmetros pré estabelecidos na norma regulamentadora, que por sua vez tem força de lei,

pois foi aprovada no ano seguinte através da Portaria N° 3.214 de 08 de junho de 1978 (BRASIL, 1977).

Segundo a Escola nacional da inspeção do trabalho (ENIT) as referidas normas são disposições complementares ao capítulo V da CLT, consistindo em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho. A elaboração/revisão das NR é realizada pelo Ministério do Trabalho adotando o sistema tripartite paritário por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de empregados (BRASIL, 1977).

Os Principais Objetivos das Normas

As normas regulamentadoras, assim como todo conjunto de leis tem o intuito de instruir ou auxiliar em determinados assuntos, abordando uma temática que promove diretrizes a serem seguidas para benefício mútuo na relação empregado e empregador, desta maneira seguem alguns dos objetivos a serem alcançados com a criação desta norma (CONCEITO ZEN, 2020).

- Instruir a respeito das devidas precauções a serem tomadas a fim de evitar acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais;
- Preservar e promover a integridade física dos trabalhadores;
- Promover a política de segurança e saúde do trabalho dentro das empresas.

Tipos de Desvios de Segurança

Existem diferenças primordiais que devem ser atentamente observadas no que se refere à quantificação de desvios de segurança, e as características de cada um são bastante refletidas quando iniciamos qualquer investigação para se obter recursos de melhoria. Isto porque existem pessoas que se encontram em meios que fornecem algum tipo de perigo para sua permanência em determinados ambientes, desconsiderando outros fatores.

- Ato inseguro

Ato inseguro consiste em ações adotadas pelo próprio colaborador, desconsiderando qualquer capacitação adquirida ao longo de toda a vida profissional. Considera todas as ações do colaborador central da empresa que consciente ou inconscientemente pode gerar a ele uma lesão pessoal causada por exposição indevida ao fator de risco (PONTES, 2011).

- Condição insegura

As condições do ambiente laboral têm grande influência sobre o aspecto produtivo da empresa, este fator tem propensão a gerar acidentes já que a relação entre a segurança e saúde no trabalho está diretamente ligada a produtividade na empresa. Em outras palavras as condições alheias a segurança são anomalias no ambiente de trabalho que colocam em menor estima a segurança do colaborador, podendo ser elas encontradas em equipamentos e máquinas ou até mesmo nos próprios ambientes (PONTES, 2011)

- Fator pessoal de insegurança

É relativo a fatores de comportamento humano, relações familiares diretas, saúde e sono comprometidos ou excesso de atividades trabalhistas como horas extras por exemplo, pessoas conseguem render em seus ambientes laborais se estiverem bem dispostas e com alto grau de confiabilidade, isso torna a mão de obra produtiva e confiante em sua função especificamente, fazendo com que as necessidades da empresa sejam atendidas no que diz respeito a alto poder de comprometimento do indivíduo dentro da corporação, os ideais do empregado caminham em conjunto aos da organização, e o empenho se eleva, aumentando o rendimento na produção (PONTES, 2011)

ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DA SEGURANÇA

Produtividade significa basicamente, a capacidade de produzir algo, o volume produzido em relação ao tempo utilizado. Tendo esta definição como base e partindo deste princípio, obtém-se uma linha de pensamento lógico que satisfaz as necessidades de toda corporação atual, que usufrui de mão de obra como forma de confecção de seu negócio. Por este motivo um investimento em segurança do trabalho se torna essencial quando falamos em produtividade, pois tornando o ambiente propício o rendimento da mão de obra se faz satisfatório (BETA EDUCAÇÃO, 2017).

Dados Oficiais

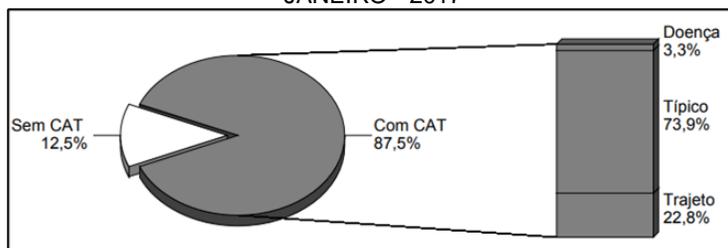
Com base em dados obtidos através do Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT) no ano de 2017 (Figura 1), 73,9% dos acidentes ocorridos em todo o estado do Rio de Janeiro, foram acidentes típicos, ou seja, eventos ocasionados por condições do ambiente de trabalho ou fatores relacionados a características da atividade exercida pelo colaborador, conforme vimos anteriormente (AEAT, 2017).

Sendo assim, visualiza-se claramente que acidentes são fatores que comprometem a rentabilidade, o rendimento e a performance do trabalhador em determinada função na empresa. Questões que diminuem a produtividade da mão de obra, o que torna bem menos interessante para as organizações,

já que o intuito das empresas é gerenciar as mãos de obra para que elas entreguem produtividade a seus negócios.

Desta maneira em todas as citações relacionadas as condições trabalhistas no que se refere a segurança, buscou-se soluções para aprimorar os trabalhos realizados em fábricas, indústrias e outros, e assim alcançar resultados positivos em relação a produtividade (AEAT, 2017).

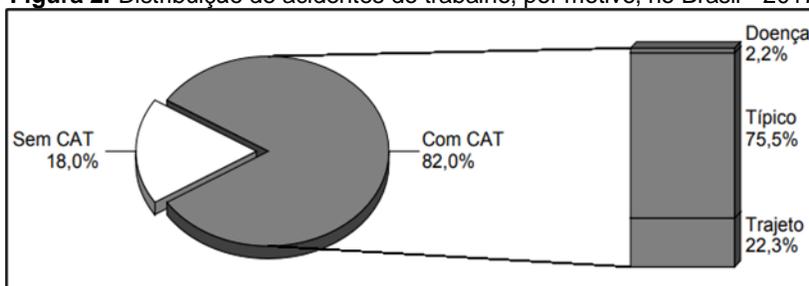
Figura 1: Distribuição de acidentes do trabalho, por motivo, no estado do Rio de Janeiro - 2017



Fonte: AEAT Dataprev (2017)

Abordando a temática de forma mais completa e ampliando os resultados para que se obtenha uma visão generalizada dos dados obtidos no referencial a acidentes, a figura 2, apresentará os mesmos números a nível Brasil. Desta forma busca-se compreender que não se trata de uma questão cultural, mas sim uma questão no qual toda sociedade está incluída, o percentual não é diferenciado, nem diminuído quando vemos a situação de maneira geral, porém entende-se a necessidade de obter-se acompanhamento, e realizar-se ações de combate a esse alto percentual de acidentes típicos, tratando assim de um grande investimento a ser realizado em prol da educação ou reeducação dos colaboradores no que tange ao conhecimento e percepção da segurança do trabalho (AEAT, 2017).

Figura 2: Distribuição de acidentes do trabalho, por motivo, no Brasil - 2017



Fonte: AEAT (2017)

Soluções para melhoria nos indicadores de afastamento

A ideia principal deste estudo, é promover ao leitor uma visão crítica em relação a segurança do trabalho, abordar o investimento neste propósito, e ainda salientar o que se ganha com este investimento a médio, curto e longo prazo, benefícios que geram valor para as companhias, são alguns deles (BETA EDUCAÇÃO, 2017):

- Redução de acidentes, este se configura como o maior e principal objetivo do investimento em segurança do trabalho, já que está diretamente ligado à promoção da vida, um ambiente de trabalho confortável e seguro promove o comprometimento da mão de obra;
- Menos gastos, trabalhar com foco na segurança do trabalho, faz com que os gastos com ações trabalhistas e afastamento sejam consideravelmente reduzidos, e o desperdício de tempo é evitado; e
- Credibilidade, quanto menos notícias negativas estiverem ligadas a companhia melhor para a imagem da mesma, sendo assim o investimento em segurança do trabalho mais uma vez se torna indispensável.

Programas de segurança do trabalho

Com o intuito de melhorar a qualidade de vida no trabalho, estão sendo feitas organizações nos programas de segurança, todos com um comum objetivo: proporcionar mais segurança aos seus funcionários.

A redução de acidentes em níveis mais significativos só será conseguida adotando-se um programa de segurança do trabalho, com atuação em longo prazo. Este inclui a fixação clara de objetivos e metas a serem alcançada, definição de uma estrutura e uma organização administrativa e de trabalhadores, e investigação dos acidentes com elaboração de registros, relatórios e análises estatísticas (IIDA, 2002).

Iida (2002), destaca que o acompanhamento pode ser feito por meio de inspeções periódicas nos postos de trabalho, disponibilizando questionários e/ou *check-list* para as verificações. Quando houver um acidente, deve ser preparado um relatório, descrevendo o tipo de acidente, a lesão causada e as condições do local onde ocorreu o acidente, verificando-se, principalmente, se houve algum desvio, em relação às condições normais de trabalho.

Práticas seguras no trabalho

O conhecimento das situações perigosas e o desenvolvimento de comportamento para evitá-las podem diminuir significativamente os acidentes. Para definir as práticas seguras no trabalho, é necessário, identificar as situações de risco. Isso pode ser feito examinando os relatórios

das atividades que causaram o acidente. Outra fonte de informação são os próprios funcionários e os seus superiores.

O levantamento pode ser feito através de questionários, mas podem provocar certa desconfiança dos trabalhadores. Para superar essa barreira, o melhor é partir para observações e entrevistas diretas, pois são baseadas em fatos concretos e evitando as opiniões ou suposições dos trabalhadores. Quando forem identificadas todas as situações de risco, as mesmas podem ser classificadas de acordo com a gravidade e frequência em que ocorrem, para poder estabelecer as prioridades na hora de sanar o problema.

A próxima etapa é a de desenvolver práticas seguras de trabalho, as próprias observações dos trabalhos podem indicar a existência de uma prática mais segura de trabalho, em outros casos, precisa ser desenvolvida, e pode envolver pequenas modificações de local de trabalho (IIDA, 2002).

A prática segura no trabalho depende das seguintes atividades (IIDA, 2002):

- **Descobrir as condições inseguras:** as condições inseguras devem ser descobertas por pessoas que tenham recebido um treinamento para reconhecer essas condições, após deve ser feitas comunicações a todos os trabalhadores para que os mesmo fiquem alerta e tomem os devidos cuidados.
- **Adotar práticas seguras:** o conhecimento das condições inseguras facilita o trabalhador a adotar práticas seguras no trabalho. Em caso de perigo difuso, deve-se usar algum tipo de EPI. Se houver perigo extremo ou desastre iminente, o trabalhador deve adotar comportamentos emergenciais, como cortar a fonte de energia ou desligar a máquina.
- **Conservar e manter limpo:** consertando os equipamentos danificados, a limpeza, e a conservação ajuda a prevenir as situações de risco. Objetos ou sujeiras espalhadas podem ser fontes de tropeços e quedas, assim causando um acidente.

Como reduzir o risco

O risco depende da exposição ao perigo, e para controlá-lo podemos nos utilizar dos seguintes meios: eliminando o perigo ou reduzindo sua exposição (Figura 3). Segundo a OHSAS 18001, as medidas de controle de riscos devem seguir a seguinte ordem (FUNDACENTRO, 2019):

- Eliminação;
- Substituição;
- Controles de Engenharia;
- Sinalização / alertas e/ou controle administrativos;
- Equipamentos de Proteção Individual - EPI.

Figura 03: Medidas de controle de riscos.



Fonte: Suporte, Consultoria e treinamentos (2020)

Realizar a eliminação e a substituição atuantes nas fontes do perigo, é necessário às sinalizações, os alertas, os controles administrativos, nos casos em que não se consegue eliminar o perigo, e nem controlar a exposição ao risco, é necessário à utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI's).

Gestões de riscos

Nem sempre as normas de segurança em vigor são suficientes para assegurar um ambiente de situações de risco, necessita-se de conscientização, educação e treinamento dos trabalhadores, sendo de grande importância um gerenciamento dos riscos. Conforme Araújo (2004), “A responsabilidade pela vida e saúde do trabalhador e da população recai sobre o Estado e as organizações, cabendo aos trabalhadores colaborar para o sucesso da implementação das ações estabelecidas”.

Ações para uma boa gestão de riscos

De acordo com Barsano & Barbosa (2018), as ações de gestão de riscos são:

- Análise do local de trabalho;
- Atenção a ergonômicos;
- Fiscalização do uso e conservação dos EPI e EPC;
- Introdução de ginástica laboral no começo das atividades;
- Controle dos trabalhadores afastados;
- Gestão de atestados médicos;
- Acompanhamento dos afastados até 15 dias pelo médico do trabalho;
- Orientação e treinamento;

- Palestras aos trabalhadores com programas de qualidade de vida e ações preventivas (tabagismo, DST, alcoolismo). São propostas que visam minimizar os prejuízos na segurança e na saúde do trabalhador que dependem principalmente de uma gestão eficaz e um conjunto de ações política empresarial voltada a consolidação de um compromisso que assegure um ambiente livre de acidentes (BARSANO & BARBOSA, 2018).

A importância de investir em Segurança do trabalho

De acordo com Almeida & Nascimento (2018), a Segurança do Trabalho deve ser vista como um investimento no material humano das empresas. No instante em que a prevenção ao acidente se torna prioridade, o ambiente fica mais agradável, assim proporcionando uma relação de respeito entre empregados e empregadores. Quando o funcionário percebe melhorias no ambiente de trabalho passa a confiar na direção da empresa e o resultado deste desempenho aparecerá na produtividade e na qualidade dos produtos e nos serviços prestados.

Segundo a INBEP (2016b), são listados diversos benefícios ao investir em Segurança do Trabalho, tais como, redução de acidentes, organização, menos gastos, ambiente de trabalho saudável, produtividade, qualidade, credibilidade. Investir em Segurança do Trabalho é promover o bem-estar físico mental e social de seus colaboradores com retribuição em produtividade, redução dos gastos, valorização da marca e credibilidade da empresa.

Com a redução dos acidentes e dos problemas de saúde no trabalho, é possível afirmar que aumenta a produtividade e a eficácia por meio da motivação e da cooperação. Com isso, os trabalhadores tornam-se mais produtivos com métodos de trabalho mais eficazes e, assim, minimiza-se custos não previstos através de uma programação eficaz e de planejamento contínuo e, conseqüentemente, melhora a qualidade do recrutamento e manutenção dos trabalhadores.

Em diversos contextos, a Segurança do Trabalho é dada como medidas implementadas nos ambientes de trabalho como garantia de qualidade e segurança dos funcionários, na qual se englobam normas e procedimentos para reduzir os acidentes e doenças ocupacionais, visando garantir a plenitude física e psicológica dos colaboradores e da empresa, como também, uma maneira de prevenir os riscos de acidentes laborais.

Ao investir em segurança do trabalho representa que a organização se preocupa com seus funcionários e, também, está conforme as normas estabelecidas pelo Ministério do Trabalho para a segurança da empresa como um todo.

Para Waldhelm (2013), ao investir em segurança, economiza-se com gastos com acidentes, com transporte do acidentado, com afastamentos causados por doenças ocupacionais, com os primeiros quinze dias de afastamento que são pagos pela empresa, com contratação de mão de obra

temporária ou permanente para ocupar o lugar deixado pelo trabalhador que se acidentou, com prejuízos materiais e com gastos para reabilitação do trabalhador.

Para Alves (2015), os custos com a segurança não devem ser encarados como desperdício e, sim, como investimentos que agregam valor para a organização e, por esse motivo, devem ser primordiais em qualquer empresa. É o caso dos “[...] gastos com os benefícios de saúde e segurança, que atuam na prevenção de acidentes e, por conseguinte, garantem o bem-estar coletivo e o aumento da produtividade, além de assegurar os direitos e deveres do empregador.”

A gestão de segurança no ambiente corporativo beneficia empregador e empregado, como, por exemplo, promovendo a conscientização e o aumento da autoestima do trabalhador; melhorando a concentração e a produtividade no trabalho; orientando estratégias e investimentos; atraindo e fidelizando talentos; minimizando atrasos e faltas; e agregando valor ao nome da empresa.

Os investimentos e os benefícios de uma boa gestão de segurança no trabalho revela que as ações para aumentar a segurança no ambiente laboral e promover a saúde de trabalhadores reduzem as faltas ao trabalho.

Por mais que os custos com segurança no trabalho pareçam excessivo, nem um dinheiro investido é em vão, a importância de um ambiente de trabalho seguro traz grandes benefícios para a empresa a logo e em curto prazo, mas é necessário que os empregadores percebam que o desempenho de uma equipe responsável garante que o ambiente de trabalho seja seguro e mais produtivo, assim reduzindo os acidentes, as licenças e os afastamentos por questões médicas, assim cumprindo as leis evitando penalizações.

RESULTADOS DE PESQUISA

Com intuito de adquirir experiência prática no assunto, selecionou-se uma empresa na qual convenientemente abordou-se o tema tratado neste artigo, tangenciando questões ligadas a segurança do trabalho que afetam diretamente a produtividade nas grandes, médias e pequenas empresas.

De acordo com a apuração realizada no tempo dedicado a conclusão desta pesquisa, uma das principais variantes de impacto na produtividade das empresas são justamente os acidentes provenientes das atividades realizadas por profissionais diversificados dentro das corporações, ou seja, acidentes chamados típicos, sendo assim entendeu-se que com o investimento de tempo e recursos essenciais na segurança do trabalho, obtêm-se níveis satisfatórios de produtividade, levando em consideração que os afastamentos e ações judiciais serão reduzidos e o tempo desperdiçado com esses temas também sofrerá queda.

CONCLUSÃO

De acordo com o tema proposto abordado neste documento, tornou-se possível identificar de que maneira o gerenciamento da segurança do trabalho em uma organização permite a mesma expandir sua produção, e fazê-lo com excelência, sem perdas, tanto de tempo que é um fator primordial quando se fala em altos números, quanto de recursos como mão de obra, por exemplo, que impacta na imagem externa da empresa.

Com o investimento em segurança do trabalho, a organização consegue elevar seu nível em percepção de futuros acidentes e fatores que tornem a condição do ambiente laboral insegura, isso demanda envolvimento e comprometimento de todo o corpo empresarial, pois a segurança se tornando um dos pilares da instituição, faz com que o valor desta empresa cresça, e a visão exterior da mesma passa a ter grande repercussão sobre seus clientes finais.

Portanto a implantação da cultura de segurança faz com que o time esteja engajado e predisposto a trabalhar de forma a atender todas as normas e requisitos estabelecidos pelo setor responsável pela segurança.

Apresentaram-se tipos de desvios existentes com especificação detalhada de cada um deles, e realizou-se uma amostragem fundamentada em dados oficiais onde consta o mapeamento de acidentes em todo território nacional o que embasa a ideia principal deste artigo no que tange ao investimento em cultura de segurança do trabalho.

Tratou-se neste artigo o ideal de que somente com investimento na capacitação da mão de obra em cultura de segurança do trabalho, obterão resultados expressivos na produtividade, evitando-se afastamentos e doenças ocupacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO – AEAT. **Dados Estatísticos – Segurança e Saúde do trabalhador**. Previdência, Ministério da economia. 2017. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

ARAUJO, G. M. **Elementos do Sistema de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional** – SMS. 1 ed. V. 1. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Editora, 2004.

ALMEIDA, C. G., NASCIMENTO, T., **A importância da segurança no trabalho para as organizações**. 2018. Disponível em: <http://www.multiplosacessos.com/multaccess/index.php/multaccess/article/view/85/66> / Acesso em: 23 de maio de 2020.

ALVES, M. **A importância de investir na saúde do funcionário**. Portal Carreira e Sucesso, 2015. Disponível em: <http://www.catho.com.br/carreira-sucesso/gestao-rh/a-importancia-de-investir-na-seguranca-do-funcionario> > Acesso em: 23 de maio 2020.

BARSANO, P. R., BARBOSA, R. P. **Segurança do Trabalho – Guia Prático e Didático**. Somos educação. Editora Saraiva, 2ª edição. 2018.

BETA EDUCAÇÃO. **Por que investir em Segurança do Trabalho**. 2017. Disponível em: <https://betaeducacao.com.br/por-que-investir-em-seguranca-do-trabalho/>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

BRASIL. Lei Nº 6.514 de 1977. **Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho e dá outras providências**. De 22 de Dezembro de 1977.

SUPORTES, CONSULTORIA E TREINAMENTOS. **Medidas de Controle de Riscos**. 2020. Disponível em: <http://setranet.blogspot.com/2017/11/medidas-de-controle-de-risco.html>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

CONCEITO ZEN. **História da Segurança do Trabalho**. 2020. Disponível em: <https://www.conceitozen.com.br/historia-da-seguranca-do-trabalho.html>. Acesso em: 01 de abril de 2020.

FUNDACENTRO. **I Simpósio Sobre Exposição Ocupacional a Radiações Ionizantes no Brasil**. OHSAS 18001. 2019. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoPalestraEvento/01-Gestao%20de%20riscos.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2002.

INBEP. **O papel do RH e Gestores com a Segurança do Trabalho**. 1ªed. Instituto Brasileiro de Educação Profissional. Santa Catarina, 2016b. Disponível em: <http://blog.inbep.com.br/opapel-do-rh-e-gestores-com-a-seguranca-do-trabalho/>. Acesso em: 23 de maio 2020.

LEI COMPLEMENTAR Nº 15, **Lei De Benefícios Da Previdência Social, de 2015**. Disponível em: <http://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/o-que-e-acidente-de-trabalho>. Acesso em: 24 de abril de 2020.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Campus-Abepro. Ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 2011.

PONTES, D. **Segurança do trabalho: Atos inseguros, condições inseguras e fator pessoal de insegurança**. 2011. Disponível em: <http://nr29.blogspot.com/2011/05/atos-inseguros-condicoes-inseguras-e.html?m=1/> Acesso em: 31 de março de 2020.

WALDHELM, N. **A importância da segurança do trabalho**. Segurança do Trabalho NWN, 2013. Disponível em: <http://segurancadotrabalhonwn.com/a-importancia-da-seguranca-do-trabalho/> Acesso em: 23 de maio de 2020.

Alex Bezerra Portugal

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM.
alexportugal@outlook.com

Matheus Gomes Gonçalves

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM.
47gmatheus@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Bruno Matos de Farias

Doutor e Mestre em Desenvolvimento Local, Arquiteto e Urbanista e Professor
Universitário na UNISOCIESC-SC.
bmfarias@gmail.com

Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira

Engenheira Civil e Pós graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica

RESUMO

Este trabalho relata a pesquisa sobre a viabilidade da utilização de contêineres como alternativa de habitação social. Para resolver o problema do *déficit* habitacional, o governo brasileiro adotou técnicas de construção de casas e apartamentos populares em larga escala com o menor custo possível, que resultou em moradias sem integridade estrutural e de baixa qualidade. Estes são construídos utilizando projetos muito semelhantes sem avaliar a região em que é construído, resultando em edificações deficientes e com uma arquitetura não humanizada. A fim de mudar esse cenário habitacional, este trabalho se resume em propor a substituição do sistema construtivo de alvenaria convencional pela estrutura em contêiner e garantir construções humanizadas. Além disso, a pesquisa mostra como este novo elemento construtivo vem sendo explorado por engenheiros e arquitetos tanto no âmbito nacional, como internacional, sendo uma realidade no mercado da construção civil. A pesquisa destaca algumas vantagens deste novo método construtivo: baixo custo, rapidez, sustentabilidade e segurança. Contudo, o trabalho pretende demonstrar que a construção de habitações populares utilizando contêineres além de serem mais econômicos tanto para as construtoras quanto para os futuros proprietários também é uma nova

maneira de construção que está disponível no mercado bem sustentável e segura.

Palavras-chave: Contêiner; Habitação; Moradia.

INTRODUÇÃO

O *déficit* habitacional é um problema social para diversos países do mundo. A falta de moradia leva as pessoas a apresentarem baixos níveis de qualidade de vida, provocando a deterioração da condição humana (UNITED NATIONS, 1992). A moradia do ser humano, é a força de integração para os pensamentos, lembranças, sonhos e objeto de cultura, é lugar das rotinas de intimidade, onde as pessoas se cuidam e constroem um mundo próprio para o qual podem retornar a cada dia. SÓ MUDEI A ORDEM

No Brasil, tem um *déficit* habitacional de 7,757 milhões de moradias, segundo estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Este dado é de 2015 e tem como base a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foi encerrada em 2016 (BOUILLON, 2012).

Tendo em vista a preocupação com o crescimento deste *déficit*, o Brasil ao longo dos anos elaborou alguns programas para suprir essa necessidade. Como por exemplo, por volta de 1946, foi criada a instituição “Fundação Casa Popular”. Que tinha como objetivo erradicar as populações moradoras de favelas e de mocambos no Distrito Federal. Com este mesmo objetivo, foi criado o Programa de Arrendamento Residencial (PAR), pelo Governo Federal através da Lei 10.188 de 12 de fevereiro de 2001, onde, o objetivo do programa é financiar, através da modalidade de leasing financeiro* (Locação Financeira onde é feito um contrato adquirindo um bem escolhido pelo cliente que pagará por um prazo determinado), a construção e reforma de imóveis, cuja meta principal é destinar moradias de qualidade para pessoas e a meta secundária é a criação de postos de empregos diretos e indiretos (TEIXEIRA & CARVALHO, 2005).

No contexto habitacional, o país retomou a prática da construção de habitações de interesse social, com seus principais promotores que é o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), lançado em 2009 pelo Governo Federal através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Com isso o Brasil obteve um crescimento exponencial no setor habitacional, principalmente pelo conjunto de políticas públicas adotadas que favorecem o planejamento e a execução de obras relacionadas a infraestrutura, transporte, saneamento, habitação, energia e recursos hídricos (LIMA & SILVA, 2015).

Apesar do MCMV, ter sido uma importante medida na intenção de implantar políticas públicas que garantissem o direito à moradia, o programa apresenta diversas deficiências entre as quais podemos citar a baixa qualidade arquitetônica dos imóveis oferecidos por ele à população. Estes imóveis possuem uma produção padrão em grande escala, os ambientes são

divididos em sala, 2 quartos, banheiro e cozinha. Na grande maioria fora da realidade local uma má inversão no espaço urbano e isolados da cidade, além disso não possuem características sustentáveis. Estas carências revelam a existência de um *déficit* de qualidade da MCMV (LIMA & SILVA, 2015).

De acordo com Lima & Silva (2015), sem uma habitação de qualidade, fica inviável de se ter uma vida digna. Um país só consegue se desenvolver quando a população reside em moradias de qualidades, visto que a habitação interfere em outras áreas da vida do homem, por exemplo, a saúde.

Outro fator que vive em constante discussão é o tempo necessário de construção que leva a alvenaria tradicional, além do desperdício de materiais, gerando um grande percentual de resíduos em cada etapa da obra. Visando reduzir o desperdício do material e o acúmulo de resíduos nas obras, além da praticidade construtiva, o Contêiner tem tido grande aprovação no mercado nacional, sendo visto como uma forma inovadora de atender as exigências de uma edificação (BARBOSA et al, 2017).

O contêiner foi desenvolvido a partir de 1949, pelo engenheiro norte americano Keith Tantliger, que contribuiu grandiosamente para o desenvolvimento do design dos contêineres de transporte. Em 1933, o Bureau Internacional de Contêineres e de Transporte Intermodal, estabeleceu para o contêiner marítimo, os padrões internacionais. A medida que a indústria marítima crescia após a segunda guerra, normas e padronizações foram sendo criadas para o uso do contêiner, que foram criadas pela Organização Marítima Internacional. Essas normas permitiram que o carregamento e transporte de mercadorias, começassem a ser feitos em vários portos pelo mundo. O tempo de vida útil do contêiner é de 10 anos para utilização como transporte, conforme regulamentação, após este período ele passa a ter outras finalidades, neste caso, na Construção Civil é reutilizado como moradias, lojas, escritórios provisórios, sanitários, entre outros.

Uma das técnicas utilizadas para a solucionar o tempo de execução da alvenaria comum é a pré-fabricação, porém, esse método tem feito com que as edificações sejam vistas como produtos manufaturados, onde não se pode realizar nenhum tipo de modificação. As edificações realizadas com contêineres atendem a ideia de pré-fabricação e possibilitam a individualidade de cada projeto.

As características do contêiner que facilitam as execuções de estruturas habitacionais, são sua geometria, disponibilidades e durabilidade.

Devido à grande utilização de recursos materiais e mão de obra, obtém-se elevados custos para a execução da alvenaria comum. Nos últimos anos o atraso nas entregas dos conjuntos habitacionais tem sido frequente. Gerando assim, aumento de *déficit* habitacional e aumento das invasões de pessoas em edifícios abandonados ou inacabados, gerando risco aos moradores devido aos problemas estruturais que estes edifícios podem ter, por falta de manutenção.

Com esse acúmulo de situações negativas que encontramos hoje no mercado nacional voltado para a estrutura convencional, o Contêiner vem se destacando cada vez mais devido a sua velocidade de construção e custo.

Segundo estudos realizados pelo Centro Nacional de Navegações (2013), existem aproximadamente cinco mil contêineres abandonados nos portos do Brasil, com isso, os portos acabam tendo problemas logísticos e acabam prejudicando a funcionalidade dos terminais. A reutilização foi a forma encontrada para resolver o acúmulo destes materiais, por esta razão o contêiner começou a ser utilizado na construção de edifícios de habitação. Com o panorama de crise econômica, a construção por meio da reutilização, tem mostrado um novo mercado importante.

“Modular, móvel, transportável, forte, empilhável, leve, barato, produzido em massa e com grande disponibilidade” (KOTNICK, 2008).

Segundo Smith (2006), edificações feitas com contêineres surgiram em meados da década de 60, onde eram usados por militares como abrigos temporários em tempos de guerra. De acordo com Saywers (2008), fazendeiros da América do Norte foram os pioneiros no uso de contêineres como habitação permanente.

Outro fator que favorece o uso de contêineres, é o déficit habitacional, que diminui a qualidade de vida das pessoas e tem impacto significativo na economia do país. Os Programas existentes não conseguem suprir em tempo hábil a falta de moradia devido ao custo e o tempo para execução destes projetos padronizados.

A utilização do Contêiner Marítimo, como Habitação de Interesse Social (HIS). Diante do *déficit* habitacional nacional e a grande proporção de moradias que tem que ser construídas para atender a região geográfica e sua população e a qualidade dessas moradias, o contêiner começa a se destacar como um projeto de habitação que tem menos custo financeiro e mais viabilidades construtivas para o mercado da construção civil (CIB UNEP, 2002).

Visando o contêiner como o principal solucionador da construção em massa de grandes conjuntos habitacionais, tal produção se dá num contexto condicionado por dois fatores: construção em grande escala e ao menor custo possível. As habitações assim produzidas são “vendidas” com prazos de pagamento de até 25 anos, não sendo, portanto, a prestação a fonte de sustentação financeira do sistema e nem elemento de pressão para a melhoria da qualidade (OLIVEIRA et al, 2004).

Em resposta a esse *déficit* habitacional, a reutilização do contêiner como moradia se apresenta como melhor solução no cenário atual.

Assim como qualquer projeto convencional na construção civil, projetos utilizando contêineres também necessitam de investimentos de valor com certo risco, sendo necessário realizar um projeto econômico-financeiro que possa apresentar aspectos econômicos através de uma análise cuidadosa e rigorosa do projeto a ser implantado, visando a minimização de riscos, verificando sua viabilidade e atraindo investidores (BARBOSA et al, 2017).

Embora o governo brasileiro realize programas com a intenção de implantar políticas públicas que garantam o direito à moradia, os programas apresentam uma série de deficiências, entre as quais podemos citar a baixa qualidade arquitetônica das habitações oferecidas à população, que é baseada em uma produção padronizada e em larga escala de habitações com o mesmo projeto arquitetônico (sala, cozinha, banheiro e dois dormitórios), fora das realidades locais, com má inserção no espaço urbano e isolada das cidades. Além disso, essas habitações não são sustentáveis, visto que as características físicas dos terrenos e suas condições bioclimáticas não são levadas em consideração, demonstrando existir um *déficit* qualitativo, que representa a quantidade de unidades habitacionais consideradas inadequadas pela falta de infraestrutura, localização precária ou pelo excesso de pessoas (LIMA & SILVA, 2015).

De acordo com Lima & Silva (2015), para minimizar o *déficit* qualitativo dos programas habitacionais implantados pelo governo brasileiro, o contêiner pode ser utilizado para substituir a alvenaria convencional a fim de melhorar a qualidade das habitações sociais, tornando-as mais humanas e sustentáveis.

A substituição da alvenaria convencional, diminui o custo na produção, a quantidade de resíduo gerado pela obra e acelera o prazo para entrega. Devido a sua forma retangular, os contêineres são adequados para arquitetura modular, tanto em edificações de um único módulo ou em módulos unidos (BARBOSA et al, 2017).

Esta pesquisa trata-se de um estudo de cenário, referente a substituição do sistema construtivo de alvenaria convencional pela utilização de contêineres como método construtivo para habitações de interesse social. Foi baseada em artigos, pesquisas, livros e projetos acadêmicos, produzidos a partir deste tema, apresentando exemplos de empreendimentos variados construídos a partir da utilização do contêiner, com diversidade nos projetos arquitetônicos.

Foi realizada uma revisão bibliográfica da regulamentação existente no Brasil para construções utilizando contêineres, são baseadas na ABNT NBR 8800:2008, referente a Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de estruturas e nas regulamentações do INMETRO (ABNT, 2008).

Realizou-se também uma análise técnica da especificação do contêiner tipo *Dry* de 20 pés. Trazendo dados importantes para a realização desse tipo de construção como altura, largura, peso e capacidade de carga.

Adota-se como objetivo geral, estudar as características do contêiner e sua adequação na construção civil, a fim de apurar as particularidades de seu uso em habitações com fins sociais.

Segundo Runkle (2015), a construção de um edifício de contêiner não é simples, há uma quantidade significativa de arquitetura e engenharia envolvida. O projeto deve ser enviado à indústria especializada e nele constar exatamente onde serão feitos os cortes, bem como suas dimensões. Deverá indicar também, onde serão os reforços e locais de ligação, hidráulica e

elétrica. O processo de adaptação é feito retirando-se inicialmente as portas originais e o piso compensado.

Em seguida, são feitas as aberturas de acordo com o projeto arquitetônico, dependendo da complexidade da estrutura e de como o recipiente tenha sido cortado, pode ser necessário adicionar reforços de aço. A configuração das aberturas de portas e janelas, assim como seu design, deverão ser escolhidas pelo cliente juntamente com o projetista, para atender às necessidades bioclimáticas e incrementar, através delas, as estratégias de conforto térmico.

Os contêineres possuem as paredes onduladas, por isso necessitam da aplicação de revestimentos, tanto para estética como para funcionalidade, que podem ser feitos com placas de madeira OSB ou gesso.

Os objetivos específicos são:

- a) Analisar o sistema construtivo e suas propriedades;
- b) Estudar as modificações necessárias no contêiner para sua adaptação; senti falta de ler algo sobre o interior do contêiner - adicionar
- c) Verificar o desempenho geral dos contêineres;
- d) Avaliar a utilização de contêineres como habitação no Brasil.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde o início da história, o homem cria abrigos para se proteger dos perigos e intempéries, como qualquer outro tipo de animal. Entretanto, os animais constroem sempre o mesmo tipo de abrigo, aproveitando os mesmos materiais, o ser humano busca evoluir o tipo de construção que será seu abrigo, seja com técnicas ou o tipo de material utilizado, com isso, possuímos nos dias de hoje, diversos tipos de abrigos com materiais e formas diferentes (LIMA & SILVA, 2015).

Moradia: Um direito do ser humano

De acordo com Lima (2011) a habitação é entendida como um direito humano de necessidade básica. Condições de moradia adequadas são identificadas na Declaração Universal de Direitos Humanos de 1948 como um direito inerente ao ser humano, afetando diretamente sua qualidade de vida.

O artigo 6º da Constituição Brasileira (1998) apresenta a moradia dentro do conjunto de direitos sociais e acrescenta, ainda, no artigo 7º, inciso IV, que o salário-mínimo recebido seja capaz de atender suas necessidades vitais básicas incluindo, dentre outras, novamente o direito à moradia. Com isso, fica evidente que a questão da habitação é fundamental. Além de ser um direito básico de qualquer ser humano, é identificada

como uma das prioridades a serem tratadas pelo Estado (LIMA, 2011).

Conforme dados obtidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), um em cada três moradores de cidades nos países em desenvolvimento moram em bairros pobres ou miseráveis. Tais bairros, são extremamente precários de moradia e condições básicas para a qualidade mínima de vida, como falta de energia, água encanada e esgotamento sanitário. Com isso, ocorrem alguns fatores agravantes: a transmissão de doenças, contaminação e escassez da água, poluição ambiental e o crescimento do aquecimento global, sem contar com os problemas já enfrentados nestes locais, fome, violência e pobreza extrema (SMITH, 2006).

Segundo Lima & Silva (2015), a alta densidade populacional em uma única residência é outro fator que contribui para a falta de qualidade de vida desses moradores, fazendo com que um mesmo cômodo seja utilizado para várias atividades como cozinhar, dormir, estudar e passar roupa. Comprometendo atividades importantes que exigem um nível de concentração superior, por exemplo a lição de casa. Em concordância com Cherkezian & Bolaffi (1998) que sugerem a seguinte interrogação: “Como podem os pais, mais frequentemente a mãe sozinha, favelada ou encortiçada, matricular seus filhos na escola, seguir as lições ou organizar-se para vaciná-los na data certa quando vivem todos amontoados num barraco? [...] Como pode a criança sem casa nem mesa apropriada fazer as lições [...] ou motivar-se a ler”.

A ação do estado, visa o ordenamento das cidades e a solução para o déficit habitacional se faz presente e operante de forma tão maciça, no qual, a produção de moradias em larga escala, busca-se compatibilizar a economia, racionalidade, técnica e estética, visando ao atendimento das classes mais pobres e garantir a dignidade nas moradias e qualidade arquitetônica (Figura 1). Simultaneamente, para o cenário visto, confluirão e ali passarão, senão toda vida, pela menor parte dela, famílias que podem apresentar características homogêneas ou, pelo contrário, ser de diferentes procedências, religiões, gerações, trazendo toda uma história anterior recheada de diferenças, costumes, hábitos, crenças e valores étnicos. Entretanto, deverão existir num mesmo espaço e tempo (SCHEPPA, 2018).

Figura 1: Conjunto Habitacional de Itamaracá



Fonte: Scheppa (2018)

O contêiner

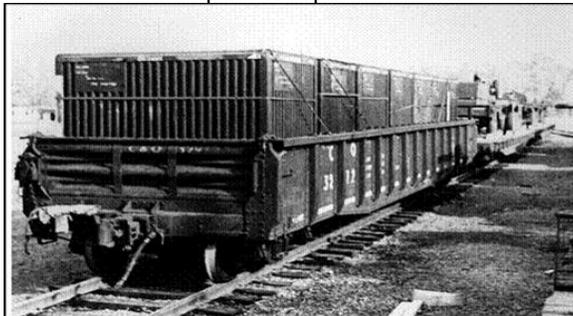
Desde a antiguidade, os povos têm transportado bens através do oceano, navegando em busca de novos tesouros e terras, mas esse processo nunca foi fácil. A carga e descarga de mercadorias em barris, sacos e caixas de madeira eram lentas e pesadas, muitos navios passavam mais tempo nos portos do que no próprio mar. Esse sistema também era extremamente frágil, com constantes perdas e roubos. No entanto, os avanços industriais e tecnológicos e a disseminação das ferrovias no século XVIII fizeram com que isso se tornasse um problema real. Surgiu a necessidade de uma padronização nos recipientes usados para transporte (CALORY, 2015).

De acordo com Levinson (2006), a utilização de contêineres surgiu nas minas de carvão da Inglaterra. Em 1795, Benjamin Outram abriu a *Little Eaton Gangway*, onde o carvão era transportado em vagões, que ele mesmo desenvolveu, feitos de madeira, com rodas e puxados por cavalos. Esses vagões foram transformados em contentores, que, carregados com carvão, poderiam ser transportados em barcas pelo canal Derby, Inglaterra. Na década de 1830, os cavalos foram substituídos por guindastes, e em 1840 surgiram os primeiros vagões feitos de ferro.

No início do século XX, surgiram os primeiros recipientes totalmente fechados e feitos de aço que eram movimentados dos caminhões para os trens e navios. Em 1926, as Indústrias Brown iniciaram testes com trailers de alumínio leve e isso pode ser considerado como o primeiro contêiner construído (CALORY, 2015).

Perto do fim da II Guerra Mundial, o Exército dos EUA usou caixas padronizadas denominadas “transportadores” (Figura 2), que levavam bens de consumo de oficiais em campo. Um transportador era um recipiente reutilizável com 2,6 metros de comprimento, 1,91 metro de largura e 2,08 metros de altura, feito de aço rígido e com uma capacidade de carga de 9000 quilos. Em 1952, esses recipientes começaram a ser chamados de CONEX - “contêiner express” – e usados para transporte de peças de engenharia, com sua utilização o tempo de carga foi reduzido pela metade.

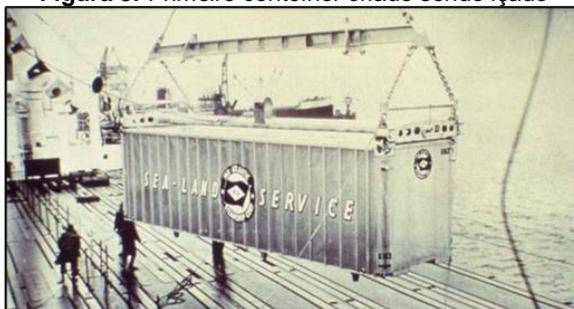
Figura 2: Contêiner utilizado para transportar material na II Guerra Mundial



Fonte: Idaho Storage (2018)

De acordo com Saywers (2008), em 1955, Malcom McLean, caminhoneiro na Carolina do Norte-EUA, em conjunto com o engenheiro Keith Tantlinger, revolucionaram o transporte transoceânico, projetando o primeiro contêiner intermodal que poderia ser eficientemente carregado e que realizaria com segurança longas viagens marítimas. Sua ideia era ligar os trailers de seus caminhões e levantá-los direto para os navios, este princípio daria mais flexibilidade e agilidade para carga e transporte de mercadoria e com isso, haveria redução de custos, o resultado foi um recipiente com 2,4 metros de altura, 2,4 metros de largura e 3 metros de comprimento, construído em aço ondulado com 2,5 mm de espessura que possuía um mecanismo de fecho giratório no topo de cada um dos quatro cantos, facilmente levantado e fixado por guias (Figura 3). Esse foi o início da normatização internacional de contêineres (ISO – *Internacional Standards Organization*).

Figura 3: Primeiro contêiner criado sendo içado



Fonte: Cubner (2016)

O contêiner, hoje, é utilizado em cerca de 90% do movimento de mercadorias no mundo. Porém, depois de cerca de oito anos de uso os contêineres são descartados, de modo a criar um grande cemitério nos portos do mundo inteiro, considerando que sua vida útil real é de aproximadamente 90 anos e que algumas vezes é mais vantajoso economicamente comprar novos contêineres do que enviá-los vazios aos seus destinos de origem (BOZEDA & FIALHO, 2016).

Todos os contêineres são criados segundo um padrão modular. Esses módulos podem ainda ser combinados com outros tipos de estruturas, visando reforçá-los, melhorar seu transporte, planejamento e simplificar seu design. Eles são compostos por estruturas leves de aço, porém extremamente resistentes e fortes, com modulação confeccionada para serem perfeitamente encaixados e empilhados uns nos outros. Quando vazios, podem ser empilhadas até nove unidades e cada unidade é projetada para suportar até 25 toneladas. Os contêineres são ainda resistentes ao fogo e a chuva, seguem um módulo padrão de medidas que variam entre 20 e 40 pés. O modelo mais comum é o “*Dry Box*”, com porta nas extremidades ou

nas laterais, utilizado para cargas secas em geral, que normalmente não necessitam controle de meio ambiente (BOZEDA & FIALHO, 2016).

Execução de obras em Contêineres

O reuso do contêiner aponta para um potencial como estrutura modular para construção civil, pois é um material superdimensionado, são feitos para suportar 25 toneladas de carga e podem ser empilhados em até 8 unidades em cima de um navio, na grande maioria dos casos a estrutura do contêiner já está superdimensionada sem a necessidade de nem um reforço estrutural (NORGREN, 2016).

No Brasil, a regulamentação do uso e da construção de contêineres é de responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A normalização técnica dos contêineres fundamentou toda regulamentação na ISO, seu objetivo é promover o desenvolvimento de normas, testes e certificação, com o intuito de encorajar o comércio de bens e serviços:

- a) ISO 668:1995 - Regula as dimensões externas;
- b) ISO 1161:1992 – Regula as dimensões dos cantos de montagem;
- c) ISO 1496-1993- Especificações básicas e os requisitos de teste;
- d) ISO 1894:1979 – Regula as dimensões internas;
- e) ISO 6346:2001 – Estabelece um sistema de identificação visual para cada contêiner;

A construção com contêineres é considerada uma tecnologia relativamente nova no país, ainda não há leis que regulem a construção de casas ou apartamentos com contêineres e as únicas normas que servem para regulamentar o processo são referentes às instalações elétricas e soluções ambientais apresentadas nas NR-10:2004 e NR-184:2011 (MENEGUSSO et al, 2014).

Isso faz com que o uso dos contêineres na construção civil seja muito burocrático no país, com problemas inclusive para comprar a matéria prima.

De acordo com Tavares (2012), no Brasil, esse tipo de construção chamou atenção por ser mais econômico e sustentável. Ainda são poucas as pessoas que investem na ideia de realizar empreendimento com contêineres, apesar disso, a procura por contêineres para serem usados como base para a construção de casas vem crescendo, tanto que nos últimos dois anos, os preços dos contêineres reciclados simplesmente dobraram. Contudo, a construção utilizando este material chega a ser 30% mais barata do que as de alvenaria.

CONCLUSÃO

A utilização de contêineres na construção de HIS já é uma prática bastante utilizada em âmbito internacional e que já começa a ganhar espaço

dentro do Brasil. Porém, ainda há um desconhecimento significativo sobre o assunto no país, traduzido na carência de leis e normas técnicas e de trabalhos acadêmicos voltados para o desenvolvimento deste novo método construtivo.

Observou-se que o próprio reuso do contêiner é uma prática sustentável por si só, visto que é utilizado por 10 anos no transporte marítimo e condenado a 90 anos de inutilidade, somando 100 anos de vida útil. Além disso, por ser um material mais leve e pré-moldado, demanda uma fundação menos profunda, o que acarreta maior permeabilidade do solo. Há ainda maior preservação dos recursos naturais, já que os contêineres são estruturas modulares, sendo necessárias apenas adaptações, que geralmente são feitas no próprio local da obra. Esses fatores possibilitam a entrega de uma obra em um prazo muito menor comparado ao sistema de alvenaria convencional, com uma redução de até 30% do custo final.

Observou-se também as múltiplas possibilidades estéticas e funcionais da utilização de contêineres na construção, podendo ser amplamente explorados por engenheiros e arquitetos em construções modernas e confortáveis. Observa-se os contêineres sendo usados em casas, prédios, condomínios, centros comerciais, lojas, escolas, espaços culturais, museus, hotéis, dentre outros.

No projeto confirmou-se a hipótese inicial de que o contêiner viabiliza uma grande variedade de opções construtivas, devido a sua resistência, que permite a realização de um projeto arquitetônico inovador e moderno.

Conclui-se através do estudo realizado neste trabalho, que os contêineres podem e devem ser utilizados com mais frequência pelo mercado da construção civil brasileiro, por se tratar de um material de essência sustentável, moderno, rápido, com menor custo, confortável e extremamente seguro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 8800. **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2008.

BARBOSA, G. O.; GALDINO, L. R. N.; SOUZA, L. B.; RODRIGUES, L. M. R.; ARAUJO, M. E. C.; GONZAGA, G. B. M. **Container na construção civil: rapidez, eficiência e sustentabilidade na execução da obra**. Alagoas: Cadernos de Graduação, 2017.

BOUILLON, C. P. **Un espacio para el desarrollo: Los mercados de vivienda em América Latina y el Caribe**. 2012. Disponível em: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3472/Un%20espacio%20para%20el%20desarrollo%3A%20los%20mercados%20de%20vivienda%20en%20America%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf>. Banco Interamericano de Desarrollo. Acesso em: 13 de março de 2020.

BOZEDA, F. G; FIALHO, V. C. S. **Casa Container**. São Paulo: SENAC, 2016.

CALORY, S. Q. C. **Estudo do uso de contêineres em edificações no Brasil**. Campo Mourão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

CHERKEZIAN, H; BOLAFFI, G. **Os caminhos do mal-estar social: habitação e urbanismo no Brasil**. São Paulo: Novos Estudos CEBRAP, n. 50, 125-147. 1998.

CIB UNEP-IETC. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries- a discussion document CIB E UNEP-IETC Pretoria 2002**. <http://www.cibworld.nl/website/priority-themes/agenda21.php>. Acesso realizado em 03 de março de 2020.

CUBNER. **Primeiro contêiner criado sendo içado**. 2016. Disponível em: <http://www.cubner.com/linvention-du-conteneur-maritime.html>. Acesso em: 23 de março de 2020.

IDAHO STORAGE. **Contêiner utilizado para transportar material na II Guerra Mundial**. 2018. Disponível em: http://www.idahostoragecontainers.com/History_of_the_Conex.htm. Acesso em: 04 de março de 2020.

ISO 668. **Regula as dimensões externas**. 1995. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=10098>. Acesso em: 29 de março de 2020.

ISO 1161. **Regula as dimensões dos cantos de montagem**. 1992. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=358050>. Acesso em: 29 de março de 2020.

ISO 1496. **Especificações básicas e os requisitos de teste**. 1993. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=24152>. Acesso em: 29 de março de 2020.

ISO 1894. **Regula as dimensões internas**. 1979. Disponível em: <https://shop.standards.govt.nz/catalog/1894%3A1979%28ISO%29/view>. Acesso em: 29 de março de 2020.

ISO 6346. **Estabelece um sistema de identificação visual para cada contêiner**. 2001. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/21890/abnt-nbriso6346-conteineres-de-carga-codigos-identificacao-e-marcacao>. Acesso em: 29 de março de 2020.

KOTNIK, J. **Container architecture**. Barcelona: Links Books, 2008.

LEVINSON. **Estudo do uso de contêineres em edificações no brasil.** 2006. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6855/1/CM_COECI_2015_2_35.pdf. Acesso em: 27 de março de 2020.

LIMA, L. F.; SILVA, J. W. **A substituição de casas populares de alvenaria feitas pelo governo federal, por casas containers: Uma medida possível.** São Paulo: FATEA, 2015.

LIMA, L. S. **O crescimento Urbano e as condições de submoradia.** II CONFERÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO IPEA CODE. São Paulo: FESPSP, 2011.

MENEGUSSO, F. J., PEZZARINI, K. M., BOMBONATO, F. A. **Uso de container na construção civil.** Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional - 2014.

NORGREN. **Construção em Container: estrutura sustentável e econômica.** 2016. Disponível em: <http://www.rentconlocacoes.com.br/construcao-em-container/>. Acesso em: 28 de março de 2020.

NR-10. **Segurança em instalações e serviços em eletricidade,** 2004. Disponível em: http://www.ccb.usp.br/arquivos/arqpessoal/1360237189_nr10atualizada.pdf. Acesso em: 30 de março de 2020.

NR-184. **Instrução Normativa IBAMA Nº 14,** DE 27 de Outubro de 2011. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2011/in_ibama_14_2011_licenciamentoambiental_altr_in_ibama_184_2008.pdf. Acesso em: 30 de março de 2020.

OLIVEIRA, L. A. P.; NEPOMUCENO, M. C. S.; ANDRADE, J.M. A. **Use of refurbished shipping containers for the construction of housing buildings: details for the structural project.** *Journal of Civil Engineering and Management.* 2004. Disponível em: <https://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/3894>. Acesso em: 13 de março de 2020.

PORTAL METÁLICA. **Container City: um novo conceito em arquitetura sustentável.** 2014. Disponível em <http://wwwo.metalica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>. Acessado em 17 de junho de 2020.

RUNKLE, G. Runkle Consulting Inc. Disponível em: <https://runcon.biz/>. Acesso realizado em 17 de junho de 2020.

SAYWERS, P. **Intermodal Shipping Container Small Steel Buildings**. 2008. Disponível em: http://volusiacountyprepping.com/resourcefiles/Shelter/CONTAINER_BLDG_S_3RD_EDITION.pdf. Acesso em: 17 de março de 2020.

SCHEPPA, H. **Conjunto Habitacional de Itamaracá**. 2018. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/cotidiano/2018/01/20/NWS,56277,70,449,NOTICIAS,2190-DOIS-CONJUNTOS-HABITACIONAIS-SAO-INAUGURADOS-RMR.aspx>. Acesso em: 23 de março de 2020.

SMITH, J. D. **Shipping Containers as Buildings Components**. Department of Built Environment, 2006. Disponível em: <http://www.cityzendesign.co.uk/wp-content/uploads/2012/11/containerresearch.pdf>. Acesso em: 12 de março de 2020.

TAVARES, K. **Módulos de aço permitem obras mais baratas, rápidas e sustentáveis**. 2012. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/imoveis/cresce-no-pais-uso-de-conteineres-na-construcao-de-casas-4071259>. Acesso em: 31 de março de 2020.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, n. 109, p. 9-26, 2005.

UNITED NATIONS. **The United Nations Programmes of Action from Rio**. 1992. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2020.

Sérgio Freitas Lopes

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
fl.sergiofreitas@gmail.com

Vanderson Moreira

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
vandersonmoreira@live.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira

Engenheira Civil e Pós graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica

RESUMO

Este trabalho acadêmico visa mudar perspectivas sobre os recursos hídricos prediais de água não potável, devido à apenas 2,4% da água ser doce, porém, somente 0,02% estão disponíveis em lagos e rios que abastecem as cidades e pode ser consumida. Desse restrito percentual, uma grande parcela encontra-se poluída, diminuindo ainda mais as reservas disponíveis. Estudos mostram um desperdício maior de água em vasos sanitários, e esse percentual pode chegar a 40%. O reuso de águas provenientes das chuvas para fins não potáveis, tais como lavagem de veículos, rega de jardins e descarga de vasos sanitários são exemplos de grande desperdício de água tratada, visando em aproveitar da melhor forma possível a água em residências prediais. O projeto visa à sustentabilidade ambiental e com menos despesas na conta de água. Durante o estudo a sua viabilidade econômica, social e ambiental. As prefeituras tendo dificuldades de entregar o serviço com qualidade de água e esgoto, o sistema de reaproveitamento das águas da chuva para uso não potável, é uma solução para amenizar as enchentes e diminuir o consumo de água. O projeto é elaborado por um sistema simples e pouco complexo, contudo, trata-se de recolher as águas provenientes da chuva pelo telhado e armazenar em cisternas passando por tubulações que irão ser direcionadas para o seu uso não potável.

Palavras-chave: Aproveitamento de água da chuva; Sustentabilidade ambiental; Recursos hídricos; Sistemas prediais hidráulicos.

INTRODUÇÃO

O recurso mais essencial para a vida humana é a água, sua utilização na agricultura e na indústria gera comida e matéria para nossas vidas. Esse recurso por muitas vezes não recebeu o valor em que realmente merecia. Com o avanço de estudos e pesquisa hídrica pode-se perceber a sua importância no seu ciclo e a necessidade da sua preservação na proteção de mananciais rios, mares e lagoas e se tratando de água tudo é um ciclo.

O despejo de esgoto em recursos hídricos compromete a qualidade da água, prejudicando a biodiversidade, bem como o abastecimento de água e a produção de alimentos. Apenas uma parcela pequena da população mundial possui acesso à água potável, o que pode trazer diversas doenças. Essencial para o desenvolvimento da vida humana, a água é um recurso natural de uso comum a todos, mesmo sendo abundante em algumas regiões do mundo como, por exemplo, o Brasil. O risco de sua escassez já preocupa pesquisadores ao passo em que se torna um produto supervalorizado ao longo das últimas décadas. A falta de água é agente motivador de embates políticos e guerras. (ANA, 2019).

Atualmente, o acesso à água potável no Brasil é realizado pelas companhias de águas e esgotos municipais, estaduais ou privadas. O saneamento básico no qual a água está incluída é caracterizado pela coleta da natureza, tratamento para a qualidade e padrões exigidos pelas normas brasileiras e a distribuição até as residências em volume compatível com a necessidade.

Segundo a UNICEF, o relatório sobre a qualidade da água feito em 2012, mostra que “somente 63% da população no mundo tem acesso ao saneamento básico de qualidade isso significa que 2,5 bilhões de pessoas continuam sem acesso a saneamento básico de qualidade” (ANA, 2019).

Os rios próximos aos centros urbanos costumam ser encontrados poluídos, dificultando o crescimento social e econômico. Porém, a importância de obras é coerente com as necessidades, outro método possível a ser feito é manter e conservar um modelo sustentável para a preservação ambiental. Em comparação com outros países, o Brasil possui a maior quantidade de água doce do mundo. Com aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica do mundo. Mas não é distribuída uniformemente a exemplo, a região Norte com em torno de 80% da quantidade de água disponível, porém com apenas 5% a população brasileira vivendo nessa região. Entretanto áreas próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% de habitantes brasileiros, mas com menos de 3% de recursos hídricos. (MACHADO & CASADEI, 2006).

O desafio de um engenheiro é superar o problema imposto pelas características impostas apresentada, buscando soluções estudadas, pesquisa e com seu conhecimento adquirido, adequando às características do cliente, do meio ambiente, econômica e social.

Este trabalho acadêmico sobre a sustentabilidade hídrica predial para reutilização de água para fins não potáveis tem como objetivo um estudo de

caso, apresentando uma proposta para o reuso da água visando à promoção da sustentabilidade hídrica predial num edifício residencial. Mostrando uma forma mais eficaz de utilizá-la, diminuindo a quantidade de esgoto lançado, usando tecnologias atuais a favor de aperfeiçoar recursos hídricos, com menos dinheiro gasto, visando à qualidade de vida da população e a preservação dos mananciais, rios, lagoas e animais. Mostrar a viabilidade e funcionalidade do seu sistema comprovando o investimento realizado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Requisitos e Motivos

Inicialmente, para ser viável a utilização do sistema de reuso de águas provenientes de chuva, precisam ser levados em conta três fatores: a sua viabilidade ambiental, socioeconômica e tecnológica. Independente da escolha das fontes de água ou um sistema específico de recolha de água da chuva, a precipitação, o tipo de residência, e a tecnologia encontrada são fatores importantes para se obter o resultado esperado (WORM & HATTUM, 2006).

Em condição de seca, em primeiro lugar do consumo da água vem da necessidade humana e dos animais. Os recursos hídricos são de todos, é um bem precioso natural e com importância econômica. No ano 1999, foi fundada a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água da Chuva, sendo responsáveis pela pesquisa e estudo, reunindo equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto (ABCMAC, 2008).

A lei de nº 9.433 08 de janeiro de 1997, criou-se SINGREH Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabeleceu medida institucional compreensível e baseado em recentes princípios de organização para a administração de consumo de água coletiva. No artigo cinco, inciso III cita a outorga pelo direito do consumo da água (BRASIL, 2017).

Segundo CIRRA (2004), a outorga:

“... dá ao órgão gestor condições de gerenciar a quantidade e qualidade desses recursos, e ao usuário a garantia do direito de uso de água. O poder outorga verificado se as quantidades existentes são suficientes, considerando os aspectos qualitativos e quantitativos. Desta forma, a outorga ordena e regulariza os diversos usos da água em uma bacia hidrográfica...”.

O Brasil não possui legislações que orientam para um aproveitamento ecologicamente correto de águas pluviais. Porém, existem vários Projetos de Leis (PL) em trânsito na Câmara dos Deputados, destacando o PL nº 7.818 de 2014, referente ao lugar do futuro projeto da Política Nacional de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, a que, tem por objetivo a promoção e conservação do uso racional da água, qualidade ambiental, manejo adequado e a incentivos econômicos

para a captação, visando o aperfeiçoamento do consumo direto e planejado das águas pluviais.

Viabilidades Ambientais

Para Worm & Hattum (2006), a viabilidade ambiental depende da quantidade de chuva, pois se na região a quantidade de chuva for baixa, o custo-benefício pode não compensar. A precipitação é o maior indicativo que podemos ter atualmente a sua intensidade irá impactar no sistema de captação, a quantidade vai definir o sucesso ou o fracasso por isso é tão importante um estudo do caso da região que programe o sistema de captação.

A cidade do Rio de Janeiro, segundo o Climate-date possui a média anual de pluviosidade é de 1278 mm, julho é o mês com menor precipitação 55 mm. O mês com mais precipitação é janeiro com 149 mm, com quase três vezes a quantidade de julho que é o menor. Com clima tropical, o Rio possui uma pluviosidade alta em todos os meses do ano, havendo nos meses de inverno uma seca pouca eficaz (CLIMATE-DATE, 2019).

Tabela 1. Média Anual de Precipitação no Alto da Boa Vista Município do Rio de Janeiro – RJ

Ano	Média anual do registro pluviométrico em (mm)
2018	202,9
2017	149,4
2016	192,3
2015	144,8
2014	134,8
2013	255,8
2012	158,1
2011	189,1
2010	193,8
2009	265,7
2008	212,4
2007	220,8
2006	285,5
2005	256,4
Média Pluviométrica	238,5

Fonte: Sistema Alerta Rio.

Requisitos Socioeconômicos

Atualmente, em modo nacional, o reaproveitamento da água pluvial está inscrito através de projetos de lei, embora, em alguns estados e municípios brasileiros, este assunto já é antigo e requerido, com mais importância em regiões com pouca ou quase nenhuma possibilidade hídrica. Em um passado não tão distante, muitos municípios brasileiros assumiram legislações com o assunto do reaproveitamento da água pluvial, estimulando o desenvolvimento de novos costumes da população no consumo racional da água e a adoção de novas fontes de abastecimento. Pressupõe que pela Lei nº 11.445/2007, relativo à obrigatoriedade da criação dos projetos municipais de saneamento básico, a quantidade de município que aderem medidas de reaproveitamento da água da chuva aumente e espalhe a importância da conservação dos recursos hídricos (BRASIL, 2007).

No Estado do Rio de Janeiro, o Município do Rio de Janeiro a Lei nº 7463 de 18 de outubro de 2016, regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas de chuveiros, pias e máquinas de lavar roupas, para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública e dá outras providências. Esta lei estabelece parâmetros para o uso eficiente de água pluvial, seu uso racional e reaproveitamento das águas, com o objetivo de promover medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à aplicação de fontes com possibilidades para a captação e o aproveitamento da água nas residências, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida (RIO DE JANEIRO, 2016).

Nesse caso, e com a ideia de diminuir o consumo de água potável e maximizar o aproveitamento da água pluvial, foram desenvolvidas normas técnicas voltadas às condições de instalações do sistema de captação. Inicialmente, no ano de 1989, foi publicada pela ABNT a ABNT NBR 10.844, denominada “Instalações prediais de águas pluviais”, caracterizada por critérios e exigências necessários para a execução de projetos das instalações de drenagem de águas, com a finalidade de garantir níveis de utilidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia, sendo que a norma se aplica em coberturas de edifícios, terraços, pátios, quintais etc. (ABNT, 1989).

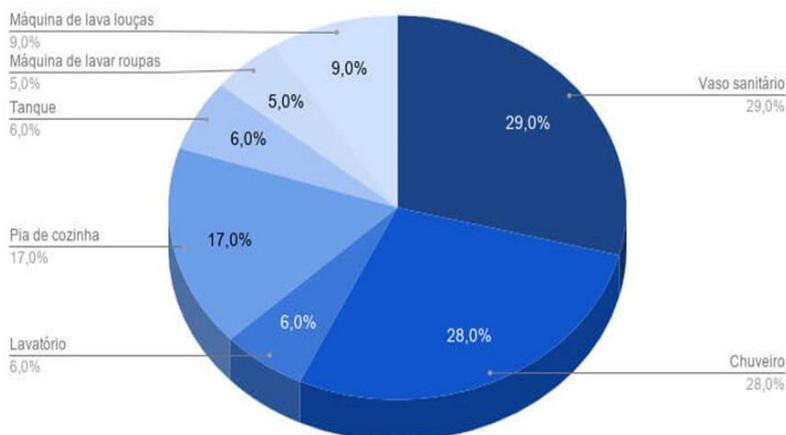
Em 2007, surge a ABNT NBR 15.527, intitulada “Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”, apresentando como objetivo principal: “Fornecer os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Aplica-se a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser usadas após tratamento correto como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais” (ABNT, 2007).

O uso hídrico per capita diário médio é feito pelo consumo total dentro de uma região, dividido pelo número total da população da mesma região. Há pelo menos 1 bilhão de pessoas no mundo, vivendo a mais de 1 km de uma

fonte de água. Países desenvolvidos como o da Europa, consomem 250 litros per capita. O consumo brasileiro é de 154 litros por pessoa. Podem ocorrer algumas mudanças de aspecto a consumo. Essas características são: quantidades de habitantes da região; índice de crescimento da população; tipo de cidade se é, turística, empresarial ou industrial; quantidade de empresa presente; clima; costumes e situação financeira das pessoas. Outros fatores com menos impacto no consumo são; qualidade da água e sua tarifa; facilidade de captação do recurso hídrico: pressão na entrega da água e precipitação pluvial (ECYCLE, 2020).

Consumo médio diário de água para uso domiciliar no Brasil, dividido em partes conforme apresentado na figura 1.

Figura 1: Gráfico mostra o Consumo em Residências



Fonte: ECYCLE (2020)

Para a parte socioeconômica é importante à comunidade ter o conhecimento e a importância do reuso da água, a redução da conta ajuda o morador na parte financeira reduzindo a captação hídrica.

Requisitos Tecnológicos

No aspecto técnico, é preciso possuir telhado de telhas, chapa de ferro, cimento amianto. Área reservada para cisterna, não existe padrão, mas, é necessário ser pelo menos 1m2 por apartamento. Disponibilidade de mão de obra qualificada e material para a construção.

É conhecido que a chuva ácida possui um pH menor que 5,6. No reuso dessa água proveniente das chuvas pelo sistema de captação, aumentando os riscos de contaminação com fezes de aves e outros animais, sujeiras como poeira, folhas de árvore e resíduos do material do telhado. As fezes causadas pelos animais, se ingerida pode haver parasitas gastrointestinais e bactérias. O telhado pode conter chumbo e arsênico que podem fazer mal à saúde de ser humano. Seguindo esses estudos feitos é

sugerido que a água seja descartada 40 litros por m² de área do telhado, reforçando o não consumo pelo homem, proibindo o consumo, banho, lavar louças e na comida (CORSON, 1993).

Na figura 3, podem-se observar as etapas do processo. A chuva inicial que cai sobre o telhado leva a sujeira pela tubulação, que é filtrada retirando sujeiras maiores, alguns tipos de sistema podem diferenciar em certas etapas, mas, a ideia segue mesma. Na etapa 3, a caixa d'água retira a água inicial que teve contato com a sujeira, existem sistemas menos complexo que nessa etapa é feita manualmente eliminando os primeiros 40 litros. No final é utilizado cloro, não sendo necessário para fins não potáveis.

Figura 2: Imagem do Funcionamento dos Mecanismos de Captação



Fonte: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (2020)

Materiais

Os materiais a serem utilizados no projeto, são:

Telhado

O telhado é usado para a coleta da água, geralmente reaproveita o que já está instalado. Sua área é normalmente proporcional ao consumo dos seus moradores evitando mais despejas com instalação e obra. Seu material pode ser de diversos tipos: pode ser de cerâmica (colonial); fibrocimento; metálico policarbonato; não muito usual e recomendado pode ser de vidro e madeira.

Calha

É usado para coletar a água vinda do telhado, seu material pode ser: PVC material de fácil instalação e com bom custo-benefício e com junções flexíveis; Chapa são mais baratas, porém mais difícil de ser manuseada está incluída galvanizada, alumínio e inox.

Tubos e conexões

São condutores horizontais ou verticais por onde a água passa. Podem ser: metal ou PVC.

Filtro

O filtro serve para limpar a água de impurezas vinda do telhado. Existem diversos tipos no mercado, indo do mais elaborado ao mais simples. Podem ter: Tela anti sujeira; filtro com pedaço sólida de cloro e armazenamento das primeiras águas da chuva para ser dispensada por possuir muita sujeira.

Cisterna ou tanque

Responsável por armazenar a água coletada da chuva, seu material pode ser feito por PVC, fibra de vidro e cimento.

Bomba

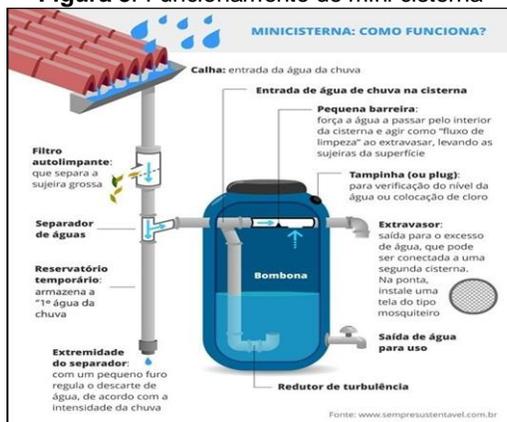
É o equipamento responsável de levar a água até a parte de cima do edifício, é usada na maioria das vezes em prédios.

Funcionamento

Funcionamentos para residências

Existem vários tipos de projeto para diferentes tipos de moradia adequando a necessidade. Na figura 4, é um projeto destinado a residências tipo casa, seu projeto é simples e econômico geralmente não precisa de obra. Ideal para irrigar jardim, lavar o quintal e o carro, podendo também ser utilizando nas descargas de vasos sanitários. O proprietário pode escolher em montar o sistema o comprar já pronto. O custo para construir em média seria de R\$ 300,00, com um custo mensal pequeno para o cloro de R\$ 8,00 em média.

Figura 3: Funcionamento de mini cisterna

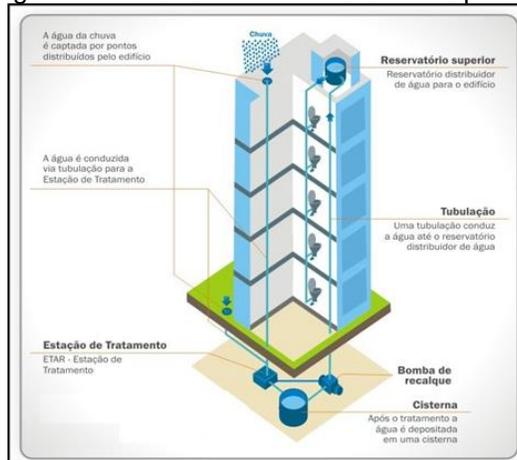


Fonte: FERREGUETTI (2016)

Funcionamento Predial

A figura 5 apresenta um edifício de cinco andares, no terraço mostra um ralo onde é coletada a água pluvial, em seguida essa água passa por um processo de filtração e clorificação, depois é armazenada na cisterna, quando a caixa d'água acima esvazia aciona a bomba, bombeando da caixa do térreo até o terraço, e por último quando o morador de descarga a água pluvial encerra se ciclo. No desenho acima mostra a opção em usar a parte térrea como uma segunda captação, além da descarga a água coletada pode ser usada em jardins, limpeza de ambientes e lavar carros.

Figura 4: Mecanismo de funcionamento predial



Fonte: HIDROJEXE (2020)

EXEMPLO HIPOTÉTICO DE RESIDÊNCIA PREDIAL

De modo hipotético foi adotado um prédio residencial recentemente construído com três andares, tendo dois apartamentos por andar todos de três quartos, com direito a uma vaga na garagem. Situado no município do Rio de Janeiro mais precisamente no bairro do Alto da Boa Vista. Segundo as informações bibliográficas adaptadas das normas técnicas NBR 5626 para apartamento tipo de três quartos sem dependência de empregada deve se estimar seis moradores com um consumo per capita de 200 litros.

A população do prédio é de 36 pessoas (3 andares x 2 apartamentos por andar x 6 pessoas por apartamento). O consumo é de 216.000 litros por mês (36 pessoas x 200 litros x 30 dias).

CUSTOS, BENEFÍCIOS E VIABILIDADE.

Custo

A tabela 2 abaixo apresenta os custos dos materiais gastos no projeto. Com base em pesquisas de mercado de lojas de materiais de construção. Foi consultando C&C, Leroy Merlin, Mercado Livre, Shoptime, Americanas.com e Amoedo três estabelecimentos diferentes para cada produto e obteve-se a média dos valores feito na tabela abaixo. Com um valor total de R\$ 4.396,02 de material, desconsiderando a mão de obra e o telhado. Quando o empreendimento a ser aplicado possuir telhado, manta ou outra aérea de captação adequada não será necessário gasto com esse material.

Tabela 2: Valores para uma instalação de um prédio de 3 andares

Material	Preço Médio x Unidades	Total em Reais
Bomba de 1/3 CV	R\$ 670,00 x 1 unidade	R\$ 579,60
Cx de d'água de Polietileno	R\$ 850,00 x 4 um. (2000 l)	R\$ 3.400,00
Tubo PVC 25 mm p/ 40 m	R\$ 4,00 por metro x 40 m	R\$ 160,00
Conexões (Joelho e Tê)	0,79x7 (joelho) + 1,09x3(Tê)	R\$ 6,43
Filtro com Clorador	R\$ 249,99 x 1	R\$ 249,99

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Benefícios

Consumo mensal do prédio é de 216.000 l/m

Na figura 2, foi apresentado o consumo do vaso sanitário de 29%, portanto só na descarga são desperdiçados 62.640 l/m, representando em reais no município do Rio de Janeiro uma economia de R\$ 1.879,20 mensalmente. A relação do litro de água vindo da CEDAE com o valor da conta, transformando m3 para litro e o valor de 1 litro custa aproximadamente R\$ 0,03.

Viabilidade

A viabilidade deverá ser feita de modo a identificar de maneira antecipada se o imóvel possui condições de receber tal investimento, primeiro vamos obter dados de coleta do telhado para saber, se o que recebe irá suprir as necessidades de consumo do cliente. O resultado final terá de ser positivo e com uma sobra considerável como margem de segurança. Com a informação do telhado e do estacionamento usa-se o cálculo baixo.

O terraço do prédio possui 230m² mais a cobertura do estacionamento de 76m². Segundo a tabela 1 o bairro do Alto da Boa Vista possui uma média pluvial de 238,5mm por mês. $306\text{m}^2 \times 238,5\text{mm} = 72.981$ litros por mês captado pelo telhado, menos 10% perdido pela filtragem. Tem-se então: Média mensal de água pluvial aproveitada das chuvas é de 65.683 litros.

Captação 65.683 l/m - Consumo da descarga 62.400 l/m.
Saldo de 3.283 l/m

Considerando o consumo médio informado pela DEMA E Departamento de Águas e Esgotos de Caldas Novas para lavar o carro com mangueira consome 216 litros por lavagem, considerando que todos os moradores têm um carro por apartamento, então para lavar o carro duas vezes no mês gastaria:

$6 \text{ carros} \times 216 \text{ litros} \times 2 \text{ vezes no mês} = 2.592 \text{ litros de média mensal consumida por mês.}$

Logo,

$3.283 \text{ litros não utilizados pela descarga menos } - 2.592 \text{ da lavagem dos carros} = 691 \text{ litros.}$

691 Litros poderão ser utilizados para lavagem de área livre do prédio e jardins.

RESULTADO DO ESTUDO

Com pesquisa em fontes confiáveis em busca do conhecimento necessário para criar um projeto, a fim de desenvolver viabilidade ambiental, socioeconômica e técnica. Com as informações adquiridas, foi desenvolvida o reuso pluvial em edifício de pequeno porte, obtendo sucesso e sendo viável comparado ao uso da rede água potável. Com estudo feito, foi concluído o entendimento que a área de captação pluvial está bastante relacionada à capacidade de consumo dos moradores, prédios muito altos fica um pouco inviável devido a sua área da cobertura ser compartilhada para os moradores dos apartamentos abaixo, ficando um pouco inviável tendo de obter outras fontes de coleta de água.

A necessidade de um estudo sobre o volume de precipitação é essencial para a viabilidade hídrica, necessitando de regiões com chuva moderada durante o ano. Em na parte socioeconômica o custo versus benéfico é viável também em um curto prazo o retorno do investimento é devolvido em conta de água mais barata. No requisito ambiental, significa menos consumo de água exigindo menos das redes coletoras, cooperando contra as enchentes, pois na hora da chuva, as redes de esgoto não recebe essa água pluvial.

CONCLUSÃO

Neste artigo acadêmico abordou-se o tema do reuso de água pluvial coletado em edifícios e em casas, visto que tal, em determinadas construções é possível realizar coleta de água de reuso para fins não potáveis usando em descarga em vasos sanitários, lavagem de áreas livres, automóveis e na rega de jardins.

Pesquisando, normas e legislações, municipais, estaduais e nacional, a fim de seguir as leis vigentes, pluviosidade anual, sustentabilidade, e tecnologia atuais, foi calculado o consumo de moradores, captação do telhado e se possível em áreas livres do edifício, consultando também valores do material usado na instalação do sistema.

De modo exemplificar a viabilidade do projeto, foram apresentados modelos de instalação com objetivo de comprovar a sua eficácia, detalhando o processo. O artigo foi tratado a respeito do reuso de águas pluviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABCMAC. **Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva**. 2008. Disponível em: <http://abcmac.org.br>. Acesso em: 20 de maio 2020.

ANA. **Acesso à água potável no Brasil ainda permanece como desafio**. 2019. Disponível em <https://ana.gov.br/noticias-antigas/acesso-a-a-gua-pota->

vel-no-brasil-ainda-permnece.2019-03-15.2041077813. Acesso em: 20 de abril de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORTAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORTAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15527. **Água de chuva – Aproveitamento em coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui Política Nacional de Recursos Hídricos,** Brasília, DF, janeiro de 1997.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 1997. **Institui Política Nacional de Saneamento Básico.** Brasília, DF, janeiro de 1997.

CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reuso de Água. FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. DTC Engenharia. **Conservação e Reuso da Água: Manual de Orientações para o setor Industrial.** FIESP/CIESP, São Paulo, 2004.

CLIMATE-DATA. **Dados climáticos para cidades mundiais.** 2019. Disponível em <http://pt.climate-data.org>. Acesso em: 20 de maio 2020.

CORSON, H. **Manual global de ecologia – O que você pode fazer a respeito da crise.** Ed. Augustus, Rio de Janeiro, 1993.

DEMAE. **Departamento de Águas e Esgotos de Caldas Novas.** 2020. Disponível em <http://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua>. Acessado 27 de Junho 2020.

ECYCLE. **Usos da água: tipos e fatores que influenciam demandam.** 2020. Disponível em <http://ecycle.com.br>. Acesso em: 20 de maio 2020.

FERREGUETTI, L. **Formas de Armazenamento de água de chuva.** Engenharia 360°. 2016. Disponível em: <https://engenharia360.com/conheca-algumas-formas-de-armazenar-agua-de-chuva/>. Acesso em: 28 de maio de 2020.

HIDROJEXE. **Reuso de água.** 2020. Disponível em: <http://www.hydrojexe.com.br/reuso.html>. Acesso em: 28 de maio de 2020.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Cuidados no Reaproveitamento da água da chuva.** 2020. Disponível em <http://inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 20 de maio 2020.

MACHADO, N; CASADEI, S. **Seis razões para cuidar bem da água**. Ed. Escrituras, São Paulo, 2006.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 7463, 18 de outubro de 2016. **Regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais**. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislação/397152384/lei-7463-16-rio-de-janeiro-rj>. Acesso em: 20 de maio 2020.

WORM, J. ; HATTUM, T. V. **Recolha de água da chuva para uso doméstico**. Digigrafi, Wageningen, Países baixos, 2006.

Alexandre Fábio dos Santos

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM.
alexandrefs81@yahoo.com.br

Johann Esslin Nascimento

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
johannascimento@yahoo.com.br

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Bruno Matos de Farias

Doutor e Mestre em Desenvolvimento Local, Arquiteto e Urbanista e Professor
Universitário na UNISOCIESC-SC.
bmfarias@gmail.com

Flávia da Silva

Graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Gama Filho e Professora
Universitária no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

RESUMO

A engenharia civil é extremamente importante para todo e qualquer tipo de edificação, entretanto, percebe-se sua presença em construções de médio e grande porte, desde o acompanhamento do estudo dos solos até a parte do acabamento da edificação, já para as construções de pequeno porte como casas térreas, não existem acompanhamentos de nenhum engenheiro, pois quem está construindo presume que os serviços do engenheiro são muito caros e inacessíveis, o dono da edificação acaba preferindo contratar um mestre-de-obras ou um pedreiro com conhecimento empírico de construção civil e no final das contas acaba onerando mais do que deveria o orçamento da obra. Este estudo tem o objetivo de mostrar que o engenheiro civil pode ser acessível a essa grande parte da população, trazendo assim uma edificação segura, planejada e funcional.

Palavras-chave: Engenharia Civil; Acessível, Edificação Segura.

INTRODUÇÃO

A engenharia civil é utilizada amplamente em diversas construções de médio e grande porte, entretanto, é possível observar que nas maiorias das construções de casas simples construídas em bairros menos nobres das regiões metropolitanas, não são utilizados nenhum serviço do engenheiro civil.

O que se sabe hoje sobre esse assunto é, que o uso do engenheiro civil não encarece a obra simples, mas sim, aperfeiçoa os custos, melhora a qualidade e a durabilidade da edificação, isso tudo se pode perceber nos estudos empíricos baseados nas construções civis de algumas casas simples que tiveram suas fundações subdimensionadas e vieram a cair, casas construídas com fundações superdimensionadas, outros com problemas de infiltração, telhados fora do padrão e dentre outros.

O uso da engenharia civil na construção de casas simples é a melhor solução para quem quer uma casa bem planejada, construída e dentro de um orçamento relativamente apertado, pois o engenheiro poderá fazer um planejamento preciso e eficiente, evitando perdas de materiais, mão-de-obra excessiva ou mal-empregada, além das perdas financeiras. Depois de concluir essas primeiras etapas, o engenheiro civil conseguiu elaborar um plano financeiro real, para aperfeiçoar a força de trabalho e o horário de trabalho, de modo que cada superfície de trabalho funcione na velocidade adequada para evitar atrasos e partes financeiras (SIENGE, 2017).

Os profissionais da engenharia civil geralmente indicam o sucesso ou fracasso do trabalho. Como as vigas a alguns centímetros do local correto podem causar problemas graves, o uso de materiais não planejados também pode causar o mesmo. Em resumo, os engenheiros não apenas projetam, mas também executam testes, análises, inspeções, pesquisas em terra e outras atividades. Antes de iniciar o trabalho, os engenheiros trabalharão por um longo tempo e outras pessoas nem sempre verão dessa forma. Especialmente para aqueles que não estão diretamente envolvidos no projeto (BUILDIN, 2017).

Desde 2008, existe um plano de habitação com benefícios sociais para garantir os direitos de moradia das famílias carentes não se limita à construção de casas populares. As leis federais foram promulgadas para garantir orientação gratuita para projetos de construção e melhoria de propriedades existentes. Mas, na realidade, ainda é pouco conhecido, deixando de beneficiar muitas pessoas. Desde 24 de junho de 2009, a habitação de baixa renda foi reformada gratuitamente. De acordo com a Lei Federal de Assistência Técnica à Construção Habitacional, Lei nº11888 de 2008, as famílias que vivem em áreas urbanas ou rurais com uma renda mensal não inferior a três vezes o salário-mínimo podem contar com a ajuda de engenheiros ou arquitetos para criar projetos e monitorar obras de construção, reforma ou ampliação e recuperação de terrenos (BDM-UNB, 2007).

A capital do Rio de Janeiro novamente se recupera de uma fatalidade ocorrida em abril de 2019, por conta de construções irregulares que desabaram e causaram o falecimento de algumas pessoas. No Brasil, o município é vencedor de obras que burlam a lei e são erguidas com a ausência da fiscalização e regras de profissionais qualificados da engenharia. Sequer a prefeitura tem dados precisos, mas estima-se que as construções irregulares em região carioca passem de 1,2 milhões. A importante justificativa disso é a falta de fiscalização, especialmente em áreas conflagradas das cidades, onde o tráfego e as milícias impedem a atuação da autoridade pública, assim também com a falta de programas que verdadeiramente combatam o déficit habitacional. Outra razão é que as construções irregulares erguidas nas regiões metropolitanas das grandes cidades brasileiras têm a finalidade de acolher a família do dono original do imóvel, como os terrenos não possuem área satisfatória para receber mais de uma casa, a solução é empilhar lajes.

O sistema de construir prédios com a falta de entendimento adequado que um profissional de engenharia civil possui também se tornou uma forma de emprego e de investimento. Hoje é comum achar edifícios de até cinco pavimentos frutos de autoconstruções, como os que desabaram no condomínio Figueiras do Itanhangá, na Muzema. A prática prolifera através do país, como mostra investigação de 2015, encomendada através do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU-BR). Os dados revelam que 85% dos brasileiros constroem com a ausência e supervisão de um engenheiro civil ou de um arquiteto, o efeito são os inúmeros problemas relacionados à estabilidade, segurança arriscando as próprias vidas, nas edificações e aos acidentes de trabalho na construção civil (MASSA CINZENTA, 2019).

Através de inúmeras notícias sobre o assunto e vários casos vistos sobre o tema, pela falta de fiscalização e negligência, motivou os autores a pesquisar mais sobre este tema.

A metodologia aplicada neste estudo, foi através de reportagens sobre o tema e artigos. É um assunto simples, porém requer muita responsabilidade na execução, para que não ocorram desastres como um dos exemplos citados acima do caso dos prédios da Muzema.

O objetivo deste estudo é apresentar a importância da utilização do engenheiro civil nas edificações de casas simples, no intuito de mostrar que a utilização de uma mão-de-obra especializada pode melhorar o custo final, a qualidade e o tempo de entrega da obra.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Patologias causadas por uma obra mal executada

Quando uma edificação é construída, devem seguir vários critérios indicados na ABNT NBR 15575: 2013, entretanto, quando são construídas casa simples em bairros mais populares, geralmente é próprio proprietário, o pedreiro ou mestre de obra que irá planejar a execução da obra, deixando

assim, de seguir e executar vários critérios técnicos essenciais para a boa execução e durabilidade da obra, causado assim várias patologias que iremos ver em seguida (LUGAR CERTO, 2016).

Infiltração

A presença de água em edifícios ou em casas populares, pode complicar o trabalho. A penetração da água deixa o ambiente em um estado insalubre, à medida que a umidade aumenta, reduz a vida útil do edifício ou da casa, podemos sentir a presença de substâncias agressivas muitas vezes no local, o que acaba trazendo riscos para o proprietário.

A impermeabilização é essencial para garantir que o projeto nunca mostre padrões elevados de umidade. Se esse método não for adotado, a água poderá infiltrar-se em edifícios desprotegidos, geralmente chega ao hardware, levando eventualmente a reforço estrutural e colocar em risco a estabilidade da construção (UFSM-RS, 2015).

A capilaridade de água é a causadora da umidade, quando em contato com os materiais constituinte da edificação, como o tijolo, reboco, paredes, fundações etc. (UFSM-RS, 2015).

A umidade (figura 1), em alguns casos pode levar algum tempo para aparecer, mas quando surge a uma enorme dificuldade para extingui-la, alguns de seus sintomas são: mofo, degradação do reboco, massa corrida estufada pintura danificada etc.

Figura 1: Infiltração causa pela capilaridade



Fonte: IBDA (2020)

Fissuras, tricas e rachaduras

Rachaduras e fendas são anomalias encontradas em edifícios. Elas podem indicar um perigo para a estrutura, a construção de edifícios e casas visa proporcionar proteção, conforto e bem-estar ao ser humano. Por esse motivo, quando os edifícios são danificados devido a anomalias, é importante que os especialistas realizem um monitoramento detalhado para indicar a gravidade do problema. As causas de trincas e rachaduras são múltiplas

causas e tipos, que podem ser classificados de acordo com suas características (FIBER SALS,1985).

As fissuras (Figura 2) geralmente apresentam aberturas na superfície de um material de forma estreita e alongada, elas são superficiais e de menor gravidade, não implicando problema estrutural.

Figura 2: Fissuras



Fonte: IBDA (2020)

As trincas (Figura 3) por serem profundas e acentuadas, são identificadas pela separação das paredes, são difíceis de serem identificadas, apesar de as rachaduras (Figura 4) serem semelhantes às trincas elas possuem aberturas acentuam grandes e profundas, para uma fácil distinção entre rachadura e trica é verificar se a água, o vento e a luz passam por ela (FIBER SALS, 1985).

Figura 3: Trincas



Fonte: IBDA (2020)

Figura 4: Rachaduras



Fonte: IBDA (2020)

Corrosão da armadura de aço

Profissionais de engenharia civil encontraram repetidamente o problema da corrosão nas barras de aço e estruturas de concreto protendido, devido à complexidade do processo, em muitos casos, não é tão fácil ou rápido provar que a estrutura está corroída.

No que diz respeito ao reforço de concreto, seu efeito de degradação se manifesta nas seguintes formas: Por produtos de corrosão, rachaduras, derramamento da superfície do concreto, a seção transversal de resistência do reforço é reduzida e manchas de superfície causadas por seções transversais dos estribos ocorrem frequentemente, a adesão é reduzida e a perda principal acaba sendo perdidos materiais de reforço, ou seja, deterioração da segurança estrutural (PATORREB, 2018).

O fenômeno da corrosão da barra de aço é causado por vários fatores que atuam simultaneamente e deve sempre ser analisado da perspectiva do sistema. Para fins de ensino, é fácil entender e estudar, os principais fatores podem ser analisados separadamente e individualmente. Somente através da pesquisa e compreensão desses fatores e mecanismos, bem como dos recursos existentes para observar e medir os parâmetros eletroquímicos da corrosão é possível evitar essa corrosão em novos trabalhos e principalmente corrigir possíveis problemas (PATORREB, 2018).

Outra patologia bem comum nas edificações é a corrosão nas armaduras, principalmente quando as edificações ficam próximas às regiões marítimas. as armaduras podem ficar expostas ao ambiente, pois a corrosão pode causar fissuramento (Figura 5).

Figura 5: Brocas



Fonte: PATORREB (2018)

Recalques de Fundação

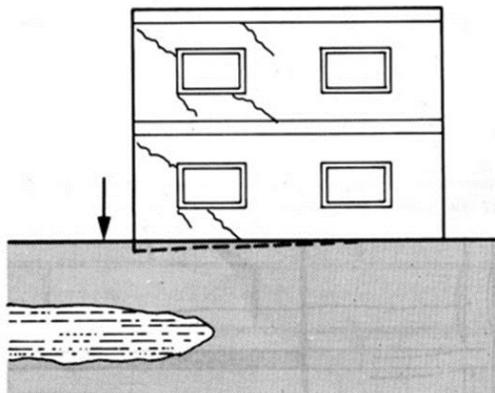
Recalques devido a erros de execução

A principal razão para isso é que não há equipe profissional. O erro pode ser causado por vários fatores, como: montagem incorreta da armadura, tamanho da base incorreto e impermeabilização inadequada.

Recalques devido a problemas no solo

Devido à falta de homogeneidade do solo, pode ocorrer assentamento diferencial entre elementos verticais, como colunas, pequenos tubos e estacas, o que exige que a tensão da alvenaria não seja compatível com sua capacidade de absorver tais deformações (Figura 6) (DOCENTE IFRN, 2018).

Figura 6: Recalque devido à falta de homogeneidade no solo



Fonte: DOCENTE.IFRN (2018)

MÉTODO DE CONSTRUÇÕES

Construções de Casas sem Profissionais Qualificados

Construir uma casa a partir do zero é um enorme desafio, mas pode valer a pena, porque os moradores terão a sorte de possuir a casa à sua maneira, e geralmente custa menos do que comprar uma casa pronta para uso, porém primeiro, deve ser planejado. É uma lista de planos de construção que definem e registram todos os tipos de serviços, materiais e possíveis situações inesperadas durante a construção. Além de pesquisar todos os custos relevantes, também é necessário avaliar o custo de construção de uma casa. Também depende de vários fatores, como localização, tamanho da casa, construção e decoração da casa, entretanto para esta pesquisa será considerado apenas casas de baixo padrão.

Terrenos

Primeiro é necessário escolher o terreno para construir a casa, o tamanho e localização interferirão em seu valor. Mas também é importante considerar quanto custará limpar a terra, nivelar o solo etc., ou seja, é importante considerar esse projeto antes de considerar a própria estrutura.

Fundação

É o termo usado no projeto para designar a estrutura responsável pela transferência dos requisitos do edifício para o solo, evita rachaduras e fixação na parede, o tipo de fundação adequada leva em consideração a carga de construção, tipo de solo, nível da água subterrânea e outros fatores, onde os tipos de fundações mais comuns em casas são as chamadas de sapatas (ABNT, 1996).

Estrutura

As colunas, vigas, portas e vigas de articulações e ancoradouros devem atender aos requisitos do projeto e às melhores práticas de execução do mercado para garantir a estrutura.

Telhado

Depois que a alvenaria estiver concluída, a próxima etapa é a construção do telhado, como madeira, assentamento de azulejos e decoração necessária, incluindo cobertores de isolamento, pias e outras decorações necessárias para o telhado. A parte do telhado da construção da casa tem um valor alto e, para reduzir custos, escolha materiais baratos, como tijolos de barro romano ou fibrocimento.

Materiais de Acabamento

A última etapa da construção é o acabamento, onde os valores são bem elevados não permitindo nenhum uso incorreto de material, bem assim como o restante da obra, por esse motivo a escolha do tipo de material de acabamento acabamentos (pisos, revestimentos de parede, louças, azulejos etc.) deverá ser feita de forma adequada para cada tipo de ambiente.

Aplicação da mão-de-obra

Culturalmente em edificações de baixo padrão não é utilizado a mão-de-obra do engenheiro civil, mas somente a mão-de-obra do pedreiro, onde o projeto foi feito pelo mesmo ou o próprio proprietário da edificação, então sem o devido conhecimento acabam não calculando corretamente o material, fazendo a melhor escolha do que será utilizada desde a fundação até o acabamento, causando assim diversas patologia supracitadas ou até dispersando recursos, e com isso acaba onerando o custo da construção.

Quando se contrata um engenheiro civil para fazer um projeto, a construção terá uma orientação correta de como será executada, terá um cronograma a serem seguidos, os materiais serão calculados e dimensionados de forma correta, bem como a segurança da edificação, uma casa de baixo custo será construída com um projeto de um engenheiro civil, não será diferente de uma obra mais complexa, pois o engenheiro civil tem em sua função a responsabilidade de trabalhar com o menor custo possível sem comprometer a segurança, a qualidade o prazo estipulado, apresentando o projeto com o melhor custo benefício o qual o cliente deseja.

Custo da Construção

Para fornecer uma base de custo para a construção de uma casa do zero, foi criado um "custo unitário básico de construção" (CUB / m²), que é uma estimativa do custo do projeto por metro quadrado em diferentes locais. Por esse motivo, é necessário definir o modo de decoração da casa e o status de construção da casa (CBIC, 2014).

O objeto de estudo se baseia em uma casa de 60m² contendo: 2 quartos, 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro, varanda e garagem. Uma residência desse modelo é classificada como R1 B pelo CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). R1-B Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque (Tabela 1).

Tabela 1: Tabela de custos

Sigla	Descrição	Dormitório	Área real (m²)
R1 B	Residência unifamiliar padrão baixo	2	1.584,84

Fonte: Cub RJ (2020)

De acordo com o Sindicato de Construção do Rio de Janeiro, possui uma tabela para uma base do custo da obra por m² (Tabela 2).

Tabela 2: Preços padrões residenciais

PADRÃO BAIXO	VALOR R\$	PADRÃO NORMAL	VALOR R\$	PADRÃO ALTO	VALOR R\$
R-1	1.444,72	R-1	1.836,32	R-1	2.297,44
PP-4	1.444,72	PP-4	1.783,90	R-8	1.837,71
R-8	1373,85	R-8	1.551,13	R-16	1.967,63
PIS	1.066,88	R-16	1.501,75	XXXXXXX XXXXX	XXXXXXX

Fonte: Cub RJ (2020)

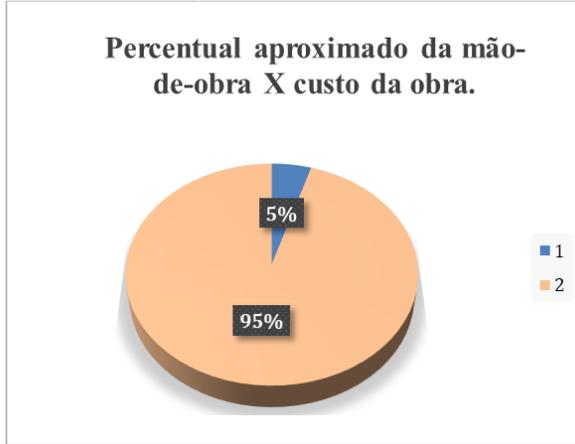
Custo da construção sem o engenheiro civil

O principal obstáculo para a contratação de profissionais é que é um trabalho caro. Segundo a pesquisa, quanto menor a renda, maior a taxa de prestação de serviços sozinhos ou com pedreiros e trabalhadores da construção civil, parentes e amigos. No entanto, os problemas de construção causados pela falta de suporte técnico excederam o custo. Além de comprometer a segurança da estrutura, são comuns situações complexas, como ventilação, iluminação, uso do espaço e seleção inadequada de material. Ao construir sem orientação, uma pessoa geralmente se baseia em sua própria experiência e tende a repetir o que já sabe o que nem sempre é o melhor para ela.

Custo da construção com o engenheiro civil

O custo dessa edificação utilizando a mão de obra-de-obra do engenheiro civil sairia por R\$ 85.066,50. O custo dessa não utilizando a mão de obra-de-obra do engenheiro civil, apenas do a mão-de-obra do pedreiro sairia por R\$ 80.813,18 (Gráfico 1).

Gráfico 2: Percentual aproximado da mão de obra x custo da obra



1	R\$ 4.253,32	Mão-de-obra do engenheiro civil
2	R\$ 80.813,18	Custo total da obra
Total	R\$ 85.066,50	Custo total da obra + o engenheiro civil

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

CONCLUSÃO

Muitas pessoas pensam que a engenharia civil se limita à construção de edifícios, pontes e viadutos, ao planejamento de redes de transporte ou ao suprimento de cidades, vai muito, além disso, desde as construções mais simples até a mais complexas precisam de profissionais qualificados. Mas poucas pessoas viram isso ter um enorme impacto em nossas vidas. Portanto, a existência da cidade está intimamente relacionada ao desenvolvimento dessa profissão. No entanto, essa atividade vai muito além das vantagens da arquitetura. Isso mostra que, para facilitar nossa vida cotidiana, precisamos planejar, precisamos pensar calcular, testar e até tentar adivinhar complicações futuras para tornar o trabalho diário mais agradável. Isso pode evitar problemas, desgaste e reduzir o estresse e a tensão em nossas vidas.

Outra maneira de reconhecer a utilidade da engenharia civil é analisar o abuso ou mesmo o não uso da engenharia civil. Um deles foi o colapso de um prédio em Volta Redonda-RJ, matando 8 pessoas. O motivo é a falta de coordenação geral, a atribuição de funções específicas ao responsável, à falta de análise do solo, o uso de misturas incorretas, a adição de muita água, a falta de cálculos estruturais, a falta de vibração e a cura do concreto. Outro caso foi o colapso do Pavilhão da Gameleira, que está em construção, considerado o maior desastre da construção civil do Brasil, que matou 61 trabalhadores e feriu 50. A inspeção do projeto mostrou que a viga principal

estava com defeito e estava sujeita a tensões excessivas em algumas áreas. Diante desses dois fatos, fica claro que os engenheiros civis têm um papel fundamental na formação da sociedade.

Antes, durante e depois de construído, o mesmo profissional deve estar presente, o período de execução para distinguir e eliminar pequenos detalhes. Exemplos são a não conformidade com elementos nocivos na base pilares, se não forem limpos, eles cooperarão no início mecanismo de corrosão. Em relação às rachaduras, elas são inevitáveis. No entanto, se você os vir dessa forma, não vamos mais nos preocupar em pará-los.

Considerando as rachaduras, a carbonização e a corrosão das barras de aço, esses fatores afetam diretamente a durabilidade da estrutura, portanto, não duvide, se desobedecermos e percebermos o problema fator água/cimento, cura do concreto, espessura e qualidade da camada de reforço, temos certeza de que a mesma estrutura precisará ser restaurada, gerando mais gasto para a construção.

Todos os processos de deterioração estrutural na maioria dos casos têm as características físicas, químicas ou biológicas físicas, químicas ou biológicas dependem do ambiente operacional, do pessoal não treinado e da baixa qualificação do pessoal técnico.

Geralmente, não damos valor suficiente a alguns profissionais em qualquer campo de atividades, pois eles sempre procuram o serviço mais barato, em qualquer caso, requerem pouco tempo e ignoram a importância das atividades. Essas atitudes não levam em consideração o tempo de treinamento passado da pessoa, sua importância e riscos. Portanto, analisar melhor a situação, talvez o mais barato possa ser o mais caro e o mais arriscado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6122.
Projeto e Execução de Fundação - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

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

BDM-UNB. **Programa Habitacional Para Famílias de Baixa Renda.**
Disponível em:
https://bdm.unb.br/bitstream/10483/675/3/2007_CarmenSMiranda%20daSilva.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2020.

BUILDIN. **Tudo Sobre Engenharia Civil.** 2017. Disponível em:
<https://www.buildin.com.br/engenharia-civil/>. Acesso em: 14 de abril de 2020.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Custo da Construção**. 2014. Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

CUB-RJ. **Custo Unitário Básico**. 2020. Disponível em: <https://www.sinduscon-rio.com.br/wp/historia/>. Acesso em: 20 de abril de 2020

DOCENTE IFRN. **Alvenaria Estrutural**. 2018. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenaria-estrutural>.

FIBER SALS. **O Que Causam Rachaduras No Prédio E Quando É Um Problema**. 1985. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/rachaduras-no-predio/>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

IBDA. **Fórum da Construção: Principais Problemas causados pela umidade na alvenaria**. 2020. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802%3%3E.%20Acesso%20em:%204%20de%20abril%20de%202020>. Acesso em: 09 de abril de 2020.

LEI Nº 11.888, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008. **Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11888.htm. Acessado em: 14 de abril de 2020.

LUGAR CERTO. **Leis e Normas que Exigem Atenção ao Executar Construção**. 2016. Disponível em: https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2016/12/12/interna_noticias,49636/leis-e-normas-exigem-atencao-ao-executar-construcao-ou-reforma-saiba.shtml. Acesso em: 20 de maio de 2020.

MASSA CINZENTA. **Sem Fiscalização, Obras Irregulares Crescem No Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/sem-fiscalizacao-habitacoes-irregulares-crescem-no-brasil/>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

PATORREB. **Eficácia de Métodos para Recomposição de Estribos em Vigas de Concreto armado.** 2018. Disponível em: <http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80569.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2020.

SIENG. **Projeto de construção de casas: veja agora como elaborar.** 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/projeto-de-construcao-de-casas-como-elaborar/>. Acesso em: 14 de abril de 2020.

UFSM-RS. **Patologia em Estruturas de Concreto Armado.** 2015. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf.

Thaís de Oliveira Freire

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
thaisfreire1988@gmail.com

Viviane da Silva Costa

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
vscosta23@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Flávia da Silva

Graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Gama Filho e Professora
Universitária no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

RESUMO

Este artigo tem como objetivo, mostrar através de pesquisas, dados que relatam que a aplicação de um material adequado nas fachadas, implica diretamente no comprometimento da estrutura e a segurança dos pedestres. Destaca-se a importância de uma manutenção no exterior das paredes dos edifícios, pois a abordagem de material inadequado na fachada pode colocar a vida de pessoas em risco, podendo causar acidentes graves com a queda desse material indevido. Quando não utilizado a cerâmica adequada, não se pode dar garantia do produto, pois cada fabricante apresenta suas normas de instalação tanto do serviço quanto do produto. Esse material necessita de mão-de-obra especializada de acordo com a ABNT NBR 13755 (1996). Portanto, realizando a instalação de uma cerâmica adequada para a fachada e a mão-de-obra especializada, é possível se basear no tempo de garantia do fabricante para a manutenção da própria, evitando acidente aos pedestres e trazendo assim, o êxito da obra.

Palavras-chave: Cerâmica; Fachada; Mão-De-Obra; Pedestre; Acidentes.

INTRODUÇÃO

A fachada é a primeira impressão para uma boa apresentação. Ela vai além do planejamento estético, envolvendo uma relação de marketing, arquitetura, financeiro e comunicação visual para um devido público. Sendo

assim, é essencial ter um projeto bem elaborado para não ter problemas futuros, tanto na escolha do material como na mão-de-obra especializada.

Com pesquisa de mercado, consegue-se estipular um público adequado para um certo padrão de material e design, tendo cuidado para refletir a imagem certa, mostrando mensagem positiva. Transmitindo-se assim credibilidade e confiança para futuros usuários, trabalhando na apresentação até chegar ao usuário final.

O projeto arquitetônico é necessário para o ponto de partida da obra, com planejamento do tamanho do terreno, envolvendo até o estudo do tipo de solo para saber da fundação, fazendo também o estudo do local da obra.

O material para fachada tem que ser muito estudado em questão de custo, design, funcionalidade e desperdício na obra, nessa questão você pode aumentar ou diminuir o custo de uma obra só na escolha do material. O cuidado tem que ser redobrado, pois envolve vários conceitos financeiros e estéticos e eles podem não se encaixar de acordo com a parede externa escolhida, sendo assim, é preciso ter uma minuciosa pesquisa a ser levantada.

Esse tipo de trabalho requer uma mão-de-obra e material específica na instalação da fachada por ser um material que vai estar exposto ao tempo, necessita-se ter uma instalação com técnicas inerentes, tendo um profissional adequado para o serviço, você gasta mais em mão-de-obra especializada mais ganha em tempo de duração de serviço executado, evitando desperdício de material e uma instalação mais rápida e eficaz. Assim com todos esses itens citados envolve a segurança em todas as etapas do processo de operação de serviço. Outro indicador importante refere-se ao custo. A mão-de-obra, colabora com cerca de 50% do custo da obra na fachada, por necessitar de uma equipe especializada, mas se faz necessário utilizar verba, pois se trata de um projeto externo com exposição de intermédios naturais (JESUS & BARROS, 2011).

Para a elaboração desse projeto foi utilizado a metodologia científica, tendo como técnica a coleta de dados, realizando-se pesquisas bibliográficas, analisando teses, dissertações, livros e inúmeros outros mecanismos de estudos relacionados ao tema proposto. A pesquisa caracterizou-se como estudo argumentativo, com caráter descritivo e abordagem qualitativa. O público-alvo é voltado para profissionais, estudantes e curiosos voltados para o tema proposto. Tendo como conclusão a abordagem argumentativa.

Será apresentado ao leitor, que com uma boa manutenção como medida preventiva pode se ter uma bela fachada e um ambiente seguro. Tendo o emprego de materiais de boa qualidade, pois existe um tempo de vida útil dos materiais e procurar sempre profissionais especializados para elaboração e execução do serviço.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Revestimentos Cerâmicos nas Fachadas

No Brasil, a ampliação da indústria de cerâmica, foi de acordo com processo de industrialização. O crescimento da demanda por obras de infraestrutura e de habitação levou a substituição dos materiais nas edificações, devido à escassez de matéria-prima. É um segmento voltado a atividade a construção civil e quando comparado ao mercado internacional nota-se que ainda apresenta diversas deficiências.

Os segmentos são divididos e diferenciam-se em função de diversos fatores, como aplicação, fatores técnicos e/ou econômicos, matérias-primas, propriedades etc. O segmento da indústria de cerâmica tem como ramo de atividade a produção de uma grande variedade de materiais, porém, nem todos fazem parte de objeto de estudo na elaboração desse projeto tais como: telhas, tijolos maciços, lajotas e tubos, blocos de vedação e outros diversos produtos para fins diversos conforme dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica.

No geral, as cerâmicas utilizadas no ambiente externo necessitam de uma avaliação mais específica, como uma maior resistência que exibe o desgaste do esmalte do material conforme é utilizado, reluta com o atrito e riscos de superfície. Outra característica bastante importante é de absorção de água quanto mais poros houver na peça mais espaço terá para que a água seja absorvida. O acúmulo de umidade é prejudicial, pois causa o dilatamento da cerâmica, fazendo-a se soltar. O tamanho regular facilita a aplicação e a eventual substituição das peças além de reduzir a ameaça de quebra (ANICER, 2013).

A Instalação dos Revestimentos Cerâmicos nas Fachadas

A instalação das cerâmicas é fundamental, parte-se de um ponto que a alvenaria deve receber uma avaliação antes da execução do processo de instalação das cerâmicas. Para que possa ser realizado um laudo que determine que a alvenaria está apta e não tem patologias que possa comprometer a execução do processo de instalação e deve ser utilizado material para meio externo e uma equipe preparada para tal instalação (ABNT, 1996).

Segundo a ABNT NBR 13.753, as placas de um revestimento devem ser assentadas com espaçamentos (ou juntas) entre elas, dimensionadas conforme o tamanho das peças a serem empregadas, para que possam (ABNT, 1996):

a) compensar a variação de bitola das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento;

- b) atender a estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas, facilitando o alinhamento das peças;
- c) oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas, suportando tensões oriundas da dilatação térmica e expansão por umidade, sem transmiti-las para as peças vizinhas;
- d) facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta;
- e) facilitar a troca das placas cerâmicas (ABNT, 1996).

A pastilha é também muito utilizada na fachada, tanto quanto a cerâmicas é uma questão de público e custo. Mesmo sendo um material delicado em sua dimensão é utiliza a mesma Norma de instalação. Mantendo o mesmo padrão de qualidade e beleza. E causando um excelente impacto visual de acordo com o projeto. Independente da escolha cerâmica ou pastilha, o importante é ter a harmônica arquitetônica e se manter no orçamento para um excelente êxito no término da obra.

Manutenção dos Revestimentos Cerâmicos nas Fachadas

A preservação da estética das fachadas gera um grande valor estético e deve se ocorrer de maneira regular, sempre que apresentar e imperfeições, falhas e inclusive para a sua modernização. Está relacionado também a segurança contra infiltrações que pode ocasionar o deterioramento acelerado estrutural.

Segundo a norma BS 3811 (1984) apud LEE (1987), existem quatro tipos de manutenção que, podem ser classificadas em:

- **Manutenção Planejada Preventiva:** atividades realizadas durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar-se ao surgimento de defeitos;
- **Manutenção Planejada Corretiva:** atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido;
- **Manutenção Não Planejada:** definida como o conjunto de atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido devido a causas externas não previstas.

A manutenção preventiva é abordada na norma ABNT NBR 15575:2013 a qual, direciona as ações durante a efetuação da manutenção preventiva. As diretrizes englobam um grupo de tarefas que visam a conservação e recuperação das edificações garantindo então, o bem-estar e a segurança dos que fazem parte do contorno existencial inerentes a esses fatores (ABNT, 2013).

A manutenção corretiva atua somente após o aparecimento de falhas para só então adotar uma ação sobre o problema. Esse modelo gera maiores custos pois consecutivamente acompanha-se de uma interrupção de uso por um tempo extenso, pagamento pelo serviço sem um devido planejamento e um alto custo de material devido a emergência.

Já a manutenção preditiva é voltada para a monitoria periódica, proveniente das inspeções programadas. Oferece um menor custo, quando comparado a manutenção preventiva, dependendo dos estados dos componentes envolvidos em questão. Podendo também, ser utilizado teste de análise para identificar a necessidade de melhoria.

Pode-se destacar então, que as origens das atividades de manutenção variam e assumem diferentes níveis de importância e estão relacionadas a durabilidade dos materiais e das manifestações patológicas. Assim, segundo Lichtenstein (1985), a forma e velocidade com que ocorre a deterioração depende da natureza do material ou componente, e das condições de exposição o qual fica submetido. Portanto, a metodologia e a especificação de um revestimento de fachada devem estar de acordo com um estudo de fatores.

A manutenção das fachadas tem como objetivo reduzir os fatores que afetam o desempenho e vida útil das cerâmicas. Dessa forma, implica na periodicidade das atividades de limpeza e inspeção para averiguação de presença de umidade, fissuras, deslocamentos, realização de manutenção dos revestimentos entre outras falhas. Esse processo de manutenção deve ser documentado pois registrará e possibilitará o planejamento para futuros orçamentos além de servir de possível apoio jurídico as construtoras (ABNT, 1996).

OS AGENTES DE DEGRADAÇÃO NAS FACHADAS

Diversos fatores contribuem para a degradação dos edifícios dentre eles temos as infiltrações, os esforços hidrotérmicos, as tensões, os choques térmicos etc. É importante lembrar que qualquer fenômeno de degradação existente no sistema de revestimento pode ser propagado para os demais elementos que poderá comprometer o sistema geral da fachada (ANDRADE et al, 2011).

A combinação de sequência de alterações físicas e/ou químicas prejudicam as propriedades dos componentes da fachada diante dos fatores de degradação quando expostos a incidência de sol, chuva etc. afetam diretamente a edificação. É fundamental efetuar uma análise da interação do revestimento cerâmico com o meio ambiente e associar os fatores que causam as exposições patológicas com os observados na inspeção, como também, fazer a identificação das áreas que são mais sujeitas aos processos de degradação (CHEW, 2004).

As diferentes propriedades dos materiais e o estado de confinamento entre os pilares e vigas que o sistema de vedação e de seus revestimentos se encontram proporcionam grandes deformações e propicia um maior índice de existência de patologias. O que provoca a propagação da degradação para cada camada do elemento do sistema (rejunte, emboço, cerâmicos, argamassa). A identificação e cuidado no início desse primeiro momento de degradação ajuda a evitar danos e custos maiores de reparos futuros e a

possível elevação de problemas mais alarmantes futuros (SARAIVA et al, 1999).

Exemplo de Fachada Comprometida

A figura 1, exibe o comprometimento da fachada de um edifício devido a inúmeros fatores que serão abordados nesse artigo. É possível visualizar a deterioração externa dos revestimentos cerâmicos. O deslocamento de uma dessas placas pode atingir força e velocidade suficiente para atingir e colocar em risco a vida humana. Portanto, confirmar-se a importância de uma manutenção adequada nas paredes externas.

Figura 1: Fachada deteriorada



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Prevenção de Patologias

Ao identificar o princípio das manifestações patológicas, o reparo deve ser executado de maneira adequada. É importante utilizar-se de mão-de-obra qualificada. Um outro ponto fundamental é inserir argamassa colante ou com pouca umidade constituídas por cimento branco e manter o local da obra limpo para evitar manchas. Deve-se também esperar a completa secagem antes do ajuntamento das placas.

Após a execução do revestimento é necessário efetuar um roteiro de inspeção para observar o deslocamento das placas, sinais de falta de aderência, o estado dos selantes e os indícios de corrosão dos componentes metálicos de fixação para antecipar o aparecimento de patologias (GRIP, 2008).

Exemplos Patológicos do Revestimento Cerâmico

Eflorescimento

Formação de cristais proveniente das argamassas.

Trincas

São aberturas superior a 0,4mm menores que 1cm, provocados por empenho involuntário da estrutura.

Fissura

São aberturas superior a 0,04 mm e menor que 0,5mm não sendo capaz de romper-se nas placas e é vinculada por falha na construção.

Gretamento

Junção de diversas aberturas superiores a 1mm na camada superior do revestimento.

Considerações para o Restimento das fachadas

A aderência de revestimentos cerâmicos é comprometida pelas forças físicas que estão sobre o suporte, pelos atributos dos materiais utilizados (dimensão, firmeza etc.) pela aplicação prática adequada, pelas características patológicas e os fatores que ocasionarão as deformações as quais são expostas (LUCAS, 2001).

Os valores de dilatação dos ladrilhos cerâmicos das paredes externas são indicados pelo LNEC com a humidade iguais ou menores a 0.1 mm/m. O coeficiente de dilatação térmica não é exigido pela ISO 13006, o fica a critério particular da escolha de uso entre os ladrilhos. Para as juntas, não é recomendado valores inferiores a 6 mm, deverão também, estar em função das particularidades de deformação dos ladrilhos higrotérmicos (LUCAS, 2003).

As juntas devem ser flexíveis para a diminuição dos níveis de tensão e absorver a mobilidade prevista. Além de, não poder ter a largura reduzida e nem ser tampada pelo revestimento. As juntas de fraccionamento devem ultrapassar a espessura do revestimento num todo e deverão ser cobertas por mastique em seu fundo. A espessura do reboco deve ser inferior a 6mm (LUCAS, 2001).

O preenchimento deve assegurar uma boa aderência as beiradas dos ladrilhos. Poderá utilizar dois volumes de cimento de argamassa tradicional para um de produtos específicos especiais para juntas ou areia.

A forma de colagem, escolha de revestimento e suporte cerâmico dependerá das particularidades das ações previstas quanto a utilização dos componentes. Produtos gordurosos ou pulverulentos devem ser extintos do exterior dos tardo ou dos suportes dos componentes cerâmicos de assentamento pois poderá causar a descolagem das placas cerâmicas.

Sistema de Revestimento de Fachadas

Base do revestimento cerâmico

A figura 2 descrita abaixo, demonstra as camadas necessárias antes de ser instalado o revestimento cerâmico. É importante ressaltar que cada camada tem sua importância e não deve ser deixada de lado, no processo de construção da alvenaria externa. A falta de qualquer uma delas, pode implicar no comprometimento da fachada.

Figura 2: Partes constituintes de um revestimento cerâmico aderido



Fonte: JUNGINGER (2003)

Base ou substrato: elemento de suporte do revestimento cerâmico. Podendo ser de alvenaria ou concreto. Sua importância é crucial no tempo de vida da fachada. Sendo necessário avaliar a real situação dessa base antes de instalar o revestimento para evitar fissuras e partículas soltas.

Chapisco: emprega-se após a base, ele tem a capacidade de padronizar a junção da camada que se segue.

Camada de regularização: trivialmente manifestada como embolso, responsável pelo plano vertical e de junção ao revestimento.

Camada de fixação: responsável pela junção das placas cerâmicas.

Camada de acabamento: revestimento cerâmicos.

Um edifício pode ser basicamente classificado em quatro partes, associados relativamente com a sua aplicação. Sendo elas: A primeira (elementos estruturais do edifício); a segunda (vedação exterior); a terceira (parte interna da construção); e a última (engloba todos os componentes das instalações). Todos esses elementos quando bem harmonizados e estruturados representa uma perfeita integração de todo o sistema (SABBATINI, 1998).

Para Agopyan (apud Oliveira Junior, 2005), a vedação externa apresenta como função predominante desenvolver condições de habitabilidade para o edifício, atuando como mediadora entre os meios

externos e internos do edifício e modificando as condições interiores, conforme exigido pelo usuário.

O revestimento integra a vedação exterior e possui inúmeras funções desde a regularização das superfícies, proteção à alvenaria e estética. O seu desempenho está associado com a funcionalidade do suporte, além de ser fundamentais para a estanqueidade dos gases, da água, da durabilidade, a resistência e segurança ao fogo, a choques, e aos atritos (BAUER et al, 2005).

Componentes metálicos e argamassas (com colas específicas ou convencionais) podem ser utilizadas junto as placas para a sua sustentação. Esse conjunto de elementos evita uma ação agressiva e direta dos agentes que atuam sobre as fachadas. Todo esse conjunto pode ser comprometido a diversas patologias que podem colocar em risco o desempenho do sistema estrutural do edifício (FLAIN & SABBATINI, 1995 apud OLIVEIRA JUNIOR, 2005).

Manutenção

A prevenção de riscos e falhas ajuda a evitar ameaça de riscos a vida, além de ser fundamental para assegurar a disposição econômica e física de um estabelecimento a través de um planejamento de manutenção predial o qual, zela por toda a infraestrutura de edifício levando em consideração todas as áreas englobadas no sistema como a hidráulica, a elétrica etc.

Os cuidados com as fachadas colaboram para a preservação e vai das mais profundas ações como a troca de componentes, até os mais simples, como uma pintura que mantém o aspecto atrativo visual. A antecipação dos problemas propicia mais segurança e gera economia, pois evita a ocorrência de preocupações colecionadas piores que geram mais gastos.

O planejamento deve ser feito por profissionais capacitados, e parte de uma inspeção técnica que visa parâmetros que garantem efeito eficaz. Efetuando a evidência de custos e quando necessário fazer o gerenciamento de documentos (ABNT, 1996).

Considerações do Plano de Prevenção

Segundo a ABNT NBR 5674 (2012), deve ser realizada uma inspeção nas fachadas a cada três anos. A inspeção impede o comprometimento da segurança e a desvalorização do patrimônio predial. Esse cuidado garante a impermeabilização e colabora para a conservação do edifício. Deve-se lavar em consideração também, a limpeza e a verificação das fixações e vedações.

Características específicas das edificações que devem ser observadas (ABNT, 2012):

- Tipologia, regime de uso e complexidade;
- Sistemas, equipamentos e materiais empregados;

- Idade dos edifícios;
- Expectativa de durabilidade dos sistemas, equipamentos e componentes;
- Relatórios de inspeções;
- Solicitações e reclamações dos proprietários ou usuários;
- Histórico das manutenções realizadas;
- Rastreabilidade dos serviços executados;
- Condições ambientais e climáticas;
- Escala de prioridade entre os serviços;
- Previsão orçamentária.

Portanto, os procedimentos e a frequência periódica da manutenção associado a organização estratégica planejada, gera a valorização do sistema, um bom funcionamento e a preservação estética das fachadas.

CONCLUSÃO

A elaboração deste projeto esteve diretamente relacionada ao comprometimento da estrutura e a segurança dos pedestres. Destacou-se também, que a mão-de-obra especializada e a instalação de uma cerâmica adequada para a fachada nos dá uma garantia tempo e característica do material para uma futura manutenção evitando assim, acidentes aos pedestres e trazendo o êxito da obra.

Observou-se o preciso conhecimento dos fatores de degradação os quais são submetidos os revestimentos das fachadas. Considerando sempre as condições de exposição em que o componente é submetido e a sua especificação natural, que influencia em todo o processo de deterioração.

Portanto, levando os fatos aqui abordados uma vez que a inspeção, a manutenção e a limpeza das fachadas dos prédios em algumas cidades são obrigatórias. Destacou-se então, a necessidade da abordagem de um plano de manutenção e a adoção de práticas e ações que reparam e buscam defeitos propiciando uma melhor longevidade e excelência nas fachadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRADE, R. A.; MEDEIROS, R. R; FERREIRA, L. F. A. H. S.; MENEZES, R. R., NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **Cerâmica 57** (2011) 329-337.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13.818. **Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**, Rio de Janeiro. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13.753. **Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios**, Rio de Janeiro. 1997.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR, ABNT. 15575 – **Edificações Habitacionais**: Desempenho. Partes de 1- 5, v. 1-5, 2013.

ANICER - **Associação Nacional da Indústria de Cerâmica**. 2013. Disponível em <http://anicer.com.br/index.asp?pg=institucional_direita.asp&secao=6&ex=2>. Acessado em 31 de março de 2020.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. N. B. **Cerâmica**. vol.61 no.358 São Paulo Apr./June, 2015.

CHEW, N. S, J. **Constr. Eng. Manag.** 130 (2004) 525-533.

FLAIN, E. P.; SABBATINI, F. H. **Alguns aspectos da produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas**. São Paulo, 1995. 25p. Boletim Técnico da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

GRIP, R. A. **A importância do projeto de revestimento de fachada, para a redução de patologias**. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008. Monografia elaborada junto ao Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais.

INOVA CIVIL. 2020. Disponível em: <<https://i1.wp.com/www.inovacivil.com.br/wpcontent/uploads/2019/03/Deslocamento-em-revestimento-de-fachada.jpg?w=400&ssl=1>> Acesso: 25 de março de 2020.

C. R. M. Jesusl; M. M. S. B. Barros . **Recomendações para elaboração de orçamento de obras de reabilitação de edifícios habitacionais** .Ambient. constr. (Online) vol.11 no.2 Porto Alegre Apr./June 2011. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000200005> Acesso: 01/05/2020.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos**: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis/ Max Junginger. São Paulo, 2003. Edição Revisada.

LEE, R. **Building maintenance management**. 3ª ed. London, Ed. Collins, 1987.

LINCHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para formulação dos diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1985. 191p.

LUCAS, J. A. C. **Anomalias em revestimentos cerâmicos colados.** ICT, Informação Técnica Materiais de Construção – ITMC 28, Lisboa: LNEC, 2001.

Lucas, J. A. Carvalho. **Azulejos ou ladrilhos cerâmicos** – Descrição geral, exigências normativas, classificação funcional. ICT, Informação Técnica Materiais de Construção – ITMC 33, Lisboa: LNEC, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, C. A. M. **Recomendações para projeto e execução de revestimento de fachadas com placas pétreas.** São Paulo, 2005. Trabalho de conclusão de Curso – Universidade Anhembi Morumbi.

SABBATINI, F. H. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos.** Texto técnico da Univerdade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SARAIVA, A. G.; BAUER, E.; BEZERRA, L. M. **Anais III SBTA**, Vitória, ES (1999) 554.

Marcos Carneiro Silva

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), RJ
marcoscarneiro.cetrio@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Flávia da Silva

Graduação em Engenharia de Petróleo pela Universidade Gama Filho e Professora
Universitária no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM

RESUMO

Reflexo do efeito estufa e do uso indiscriminado de recursos naturais gradativamente mais escassos, o agravamento das condições ambientais tem levado o aumento de desastres naturais pelo mundo. Elevando o número de pessoas afetadas e os custos relativos aos danos causados, a ponto de organismos nacionais e internacionais elevarem o tom nas medidas para prevenção e defesa civil. Apoiando-se em maior atuação das instituições, metas e objetivos para Redução dos Riscos de Desastres. O presente estudo propõe demonstrar a necessidade de buscar ações eficientes na utilização de tecnologias e comunicações como formas determinantes nas ações mitigatória nos riscos de danos à vida em eventos de desastres naturais. Informações produzidas que têm surgido como objeto primordial para rapidez das ações dos agentes e grupos atuantes na prevenção, contingenciamento e mitigação, determinados por planos regionais e locais de defesa e proteção. É inexorável que o avanço e aperfeiçoamento das tecnologias e formas de comunicação nas últimas décadas tem tornado o mundo cada vez mais globalizado e integrado nas relações humanas, sendo que a rapidez na disseminação e a grande massa de dados e informações disponíveis na atualidade trouxeram inúmeras oportunidades e desafios, oportunidades que possibilitaram seus atores a se consolidarem em um sistema uno, de forma ágil e eficiente nas diversas ações atuantes no enfrentamento aos riscos de danos à vida e bens na eventualidade de ocorrências de eventos de acidentes e desastres naturais.

Palavras-chave: Agentes locais; Defesa Civil; Desastres naturais; Gerenciamento de riscos; Redução de Riscos de Acidentes.

INTRODUÇÃO

Com as intensas mudanças climáticas cada vez mais severas e com consequências danosas em toda parte do mundo, amontoam-se inúmeros casos de desastres naturais que resultaram em inúmeros danos a vida das pessoas, sobremaneira os que desencadeiam nas metrópoles e grandes cidades. Segundo os dados apresentados pelo *United Nations Office for Disaster Risk Reduction - UNISDR* entre 2002 e 2011, foram registrados 4130 desastres, resultantes de riscos naturais em todo o mundo, onde 1.117.527 pessoas morreram e um prejuízo mínimo de US \$ 1.195 bilhões foi registrado. Somente no ano de 2011, 302 desastres mataram 29.782 vidas; afetou 206 milhões de pessoas e causou danos estimados em US \$ 366 bilhões (UNISDR, 2012).

Os desastres naturais mais frequentes e mais graves no território brasileiro, registradas no período de 1991 e 2012, são aqueles relacionados a inundações, deslizamentos de massa e secas (CEPED/UFSC, 2013).

O Brasil vem passando por um intenso processo de urbanização desde a década de 1960, especialmente na zona litorânea, que apresentou as maiores transformações no uso e ocupação do solo. Nessas regiões, sobretudo no Sul e no Sudeste, as cidades que possuem topografia montanhosa têm recebido maior atenção dos governos em face do aumento do registro de desastres, ocasionando danos a vida, materiais e econômicos (CEMADEN, 2008).

A urbanização é espontânea e o planejamento urbano é realizado para as áreas da cidade ocupadas pela população de renda média e alta. Sem um planejamento do espaço, a ocupação ocorre em áreas de risco, como de inundações e de escorregamento, com frequentes mortes durante o período chuvoso (TUCCI, 2005).

A medida do crescimento populacional é proporcional aos riscos de danos ligados aos desastres naturais, que afetam diretamente a vida em sociedade.

Demandando ao senso comum e governamental a responsabilidade de novas condutas para geração de novos paradigmas, alinhados a prevenção e a proteção às pessoas, a fim de minimizar e resguardar ao máximo os danos à vida e a dignidade humana.

Na direção das precauções e ações em curso na prevenção e proteção às pessoas estão o gerenciamento de riscos e a inclusão de tecnologias: à exemplificar as tecnologias de comunicações cada vez mais intimamente ligadas a vida cotidiana e habitual da população. Nesse contexto o uso de novas formas tecnológicas de comunicações de informações, amplamente adotadas em sociedade, colaboram como grande aliada na mitigação aos danos à vida causados pelos acidentados naturais (LUDWIG & MATTEDI, 2018).

O reconhecimento da complexidade e natureza multifacetada do risco e suas percepções, bem como a necessidade de corresponder às expectativas de bem-estar e segurança das sociedades atuais e de promover

a confiança nos sistemas de gestão do risco, traduziu-se, nas últimas décadas, numa progressiva valorização da comunicação do risco (SOUSA, 2013).

O tema desta pesquisa foi escolhido devido a recorrência de grandes prejuízos e mortes nos desastres naturais que assolam o município do Rio de Janeiro, apesar de esforços dos institutos internacionais e nacionais para Redução dos Riscos de Desastres, exemplo as fortes chuvas que aconteceram no início de março de 2020, com grande repercussão nacional, demonstrando de forma clara a necessidade e a importância de ações eficientes nas atuações para Gestão de Riscos de Desastres.

O presente projeto foi desenvolvido através da elaboração de artigo de caráter científico apresentando como base metodológica: referências bibliográficas, normas, artigos científicos, revistas e sites especializados, tendo por finalidade expor a importância das tecnologias das comunicações e reforçar o elo com a sociedade em seu uso como aparato importantíssimo nos elementos associados ao sistema de Gestão dos Riscos de Desastres (GRD), em suas prevenções e ações aos danos causados por desastres naturais no domínio da cidade do Rio de Janeiro, a fim de, estabelecer maior participação popular na mitigação e prevenção nos riscos de desastres, em consoante à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC.

O objetivo deste estudo é demonstrar a importância e a necessidade do uso eficaz das tecnologias de informação como interface essencial entre informações produzidas e agentes diretamente envolvidos e afetados nas ações aos danos causados por desastres naturais, contribuindo significativamente para a redução de vítimas e de riscos nos desastres, alinhando as informações produzidas pelas diversas tecnologias presentes no sistema de gestão.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aspectos Legais e conceituais

No ano de 2007, por seus esforços para desenvolver e disseminar maior conhecimento sobre as mudanças climáticas provocadas pelo homem e estabelecer bases para medidas necessárias para combater essas alterações, buscando contribuir para um foco mais nítido nos processos e decisões que visem a reduzir a ameaça que o aquecimento global provoca nas alterações das condições climáticas no mundo, o Comitê da Fundação Nobel concedeu o Prêmio Nobel da Paz para o IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e a Albert Arnold “Al” Gore Jr., jornalista, ecologista e político norte-americano, que chamou a atenção do mundo, em 2006, para os impactos que o aquecimento global estava causando no planeta, através de um discurso alarmante e sensível à opinião pública, provocando e estimulando o surgimento de movimentos ambientalistas. O IPCC criado em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente -

PNUMA/ONU, para sintetizar e divulgar informações científicas sobre as mudanças climáticas, por meio de seus relatórios científicos, criou um consenso mais amplo sobre a conexão entre as atividades humanas e o aquecimento global, colaborando para alcançar maior conhecimento sobre as alterações nas condições climáticas (UN, 2020).

(...) Os vencedores do Prêmio Nobel da Paz veem uma ligação entre o risco de acelerar as mudanças climáticas e o risco de conflitos violentos e guerras. O Comitê do Nobel também vê inter-relações entre natureza e meio ambiente, guerra e conflito (...) os problemas ambientais certamente afetam a segurança humana: "As principais ameaças podem ser a violência direta, mas as mortes também podem ter fontes menos diretas de fome, doenças ou desastres naturais" (UN, 2020, United Nations and the Nobel Peace Prize).

Durante a Terceira Conferência Mundial da ONU para Redução de Riscos de Desastres ocorrida na cidade de Sendai no Japão, em março de 2014, foi elaborada a Declaração de Sendai definindo um novo marco para Redução de Riscos de Acidentes de Desastres 2015-2030, com a elaboração de setes metas mundiais para substancial redução a serem alcançadas para o período entre 2015 e 2030 (UNISDR, 2014):

- Da mortalidade mundial produzida por desastres;
- Do número de pessoas afetadas;
- Das perdas econômicas em relação ao produto interno bruto nacional;
- Dos danos à infraestrutura fundamental e da interrupção dos serviços básicos, incluindo serviços de saúde e de educação;
- Assim como, o aumento no número de países com estratégias nacionais e locais para a redução do risco de desastres;
- Incluídas nestas metas, a maior cooperação internacional
- E o maior acesso aos sistemas de alerta, além de mais informação e avaliações sobre o risco de desastres (UNISDR, 2014).

Resultado de negociações, as quais o Brasil participou de todas as seções intergovernamentais por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, em agosto de 2015, que culminaram na adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Acordo que contempla 17 Objetivos e 169 metas definidas para orientar as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional até o ano de 2030, envolvendo temáticas nas dimensões sociais, econômicas, ambientais e institucionais. O Ministério do Meio Ambiente atua diretamente em 06 ODS relacionados à dimensão ambiental, harmonizando o objetivo 13 (ODS 13) - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus

impactos – às medidas de redução de riscos de desastres naturais em curso no território (MMA, 2020).

Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (*):

13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais

13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima

13.a Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível

13.b Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

(*) Reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima. (ONU/BRASIL, 2020, ODS 13).

Ainda no Brasil, todo aparato à mitigação dos sérios problemas causados pelos desastres que assolam nossa sociedade, está ligada diretamente através da proteção e a defesa civil, amparados legalmente pela Lei 12.608 de 10 de abril de 2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC: programa nacional a qual elenca princípios, objetivos e instrumentos de como a gestão de riscos de desastres e de proteção serão implementadas no território, com o propósito de assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e garantir a promoção do desenvolvimento sustentável de forma compartilhada e integral com seus entes (BRASIL, 2012, art. 3º, § único).

As ações para atuações de proteção e defesa civil são regulamentadas, até o momento, pelo Decreto n.º 7.257, de 4 de agosto de 2010, a qual conceitua Defesa Civil como sendo o conjunto de ações

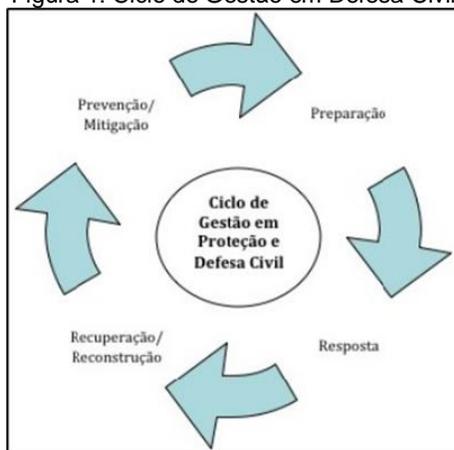
preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social (BRASIL, 2010, art. 2º, I).

Nesta transcrição já observamos que ações para proteção e defesa civil tem como principal objetivo abranger atuações para promover a redução de riscos de desastres, que a partir da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, abrange cinco ações distintas e inter-relacionadas (BRASIL, 2012, art. 3º):

- Prevenção;
- Mitigação;
- Preparação;
- Resposta;
- e Recuperação.

Essas cinco ações estão de acordo com a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (UN/EIRD) e são tratadas distintivamente e interligadas, atendidas através de modelo multissetorial e nos três níveis de governo (Federal, Estadual e Municipal), exigindo uma ampla participação comunitária (Figura 1) (CEPED/UFSC, 2014).

Figura 1: Ciclo de Gestão em Defesa Civil



Fonte: CEPED/UFSC (2014)

A ação de Prevenção é conceituada pela Estratégia Internacional para Redução de Desastres como (EIRD/ ONU, 2009):

Atividades que tendem a evitar o impacto adverso de ameaças, e meios empregados para minimizar os desastres ambientais, tecnológicos. Dependendo da viabilidade social e técnica e de considerações de custo-benefício, o investimento em medidas preventivas se justifica em áreas afetadas frequentemente por

desastres. Neste contexto, a conscientização e a educação pública relacionadas com a redução do risco de desastres, contribuem para mudar a atitude e os comportamentos sociais, assim como para promover uma “cultura de prevenção”.

Quanto a ação de Mitigação a UN/EIRD conceitua como (EIRD/ ONU, 2009, Anexo): “Medidas estruturais e não estruturais empreendidas para limitar o impacto adverso das ameaças naturais e tecnológicos, e da degradação ambiental”.

Para o conceito da ação de Preparação o organismo internacional, através da Secretaria de Estratégia Internacional para Redução de Desastres (UN/EIRD), se refere como sendo (EIRD/ ONU, 2009, Anexo): “Atividades e medidas tomadas antecipadamente para assegurar uma resposta eficaz ante o impacto de ameaças, incluindo a emissão oportuna e efetiva de sistemas de alerta antecipado e a evacuação temporária da população e propriedades da área ameaçada”.

O UN/EIRD define a ação de Resposta como sendo (EIRD/ ONU, 2009, Anexo):

... a prestação de serviços de emergência e de assistência pública durante ou imediatamente após a ocorrência de um desastre, com o propósito de salvar vidas, reduzir impactos sobre a saúde, garantir a segurança pública e satisfazer necessidades básicas de subsistência da população afetada. Abrange um escopo temporal imediato, de curto ou longo prazo.

A ação de Recuperação está relacionada com as EIRD/ ONU, 2009, Anexo):

Decisões e ações tomadas logo de um desastre com o objetivo de restabelecer as condições de vida da comunidade afetada, enquanto se promovem e facilitam, por sua vez, as mudanças necessárias para a redução de desastres. A recuperação é uma oportunidade para desenvolver e aplicar medidas para reduzir o risco de desastres.

Na esfera municipal a Subsecretaria de Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro – SUBDEC, órgão público da administração direta municipal, é entidade integrante do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC, reorganizado pela Lei federal 12.608 e obediente à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (SUBDEC, 2014).

De acordo com a lei, em seu art. 2º, abarcam seus demais entes federativos nos deveres e responsabilidades nas medidas necessárias à redução dos riscos de desastres. E considerando a hierarquia municipal, descreve (BRASIL, 2012):

Art. 8º Compete aos Municípios:

- I - executar a PNPDEC em âmbito local;
- II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;
- III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;
- IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;
- V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastres e vedar novas ocupações nessas áreas;
- VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;
- VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;
- VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;
- IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;
- XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;
- XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;
- XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;
- XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;
- XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e
- XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres (BRASIL, 2012, art. 8º).

De acordo com essas atribuições e motivado pela falta de despreparo às chuvas que ocorreram em de abril de 2010, alinhado às necessidades de estimular as ações de prevenção, visando os preparativos operacionais dos grandes eventos que se aproximavam: Copa do Mundo de 2014 e jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016, foi criado o Centro de Operações do Rio de Janeiro - COR, organismo que coordena e monitora todo cotidiano do município do Rio de Janeiro para atuações de operacionalização, controle e

prevenção em casos de: eventos culturais, gerenciamento de trânsito, ocorrências de chuvas, ventos, catástrofes e pandemias. De acordo com documento publicado pela Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Rio Resiliente - Diagnóstico e Áreas de Foco, o COR conta com a coordenação de mais de trinta departamentos e concessionários (RIO DE JANEIRO, 2014).

O esforço de resiliência é contínuo. Ser resiliente é atuar de forma preventiva, antecipando choques agudos e estresses crônicos que podem tirar a cidade da normalidade e causar prejuízos e tragédias. Ser resiliente é prevenir, monitorar, mobilizar, comunicar e aprender, para que a cidade e seus moradores estejam cada vez mais aptos a enfrentar desafios (RIO DE JANEIRO, 2014, prefácio).

Com a coordenação de mais de trinta departamentos, COR é o “cérebro” da cidade e funciona 24 horas por dia, sete dias da semana. Incorporamos alta tecnologia e capacidade de processamento de informações... mobilizando recursos municipais de parceiros privados, e contamos com o apoio da população (RIO DE JANEIRO, 2014, apresentação).

Tecnologia, informação e participação de voluntários

Segundo relatório Sendai os meios de comunicação, devem alcançar o entendimento claro do risco de desastres, assumindo o papel ativo e inclusivo em todos os níveis de participação: global, nacional, regional e local. Contribuindo para a sensibilização e para o entendimento das pessoas. Divulgando informações precisas e não confidenciais sobre o risco de desastres, perigo e seu transcurso; incluindo desastres de pequena escala, de fácil entendimento e de forma simples, transparente e acessível. Em estreita cooperação com as autoridades (UNISDR, 2014).

Investir, desenvolver, manter e fortalecer multissetorial e centrado nas pessoas, sistemas de alerta e previsão precoce, risco de desastres e mecanismos de comunicações de emergência, tecnologias sociais e sistemas de telecomunicações para monitoramento de riscos; desenvolver tais sistemas através de um processo participativo; adaptá-los às necessidades dos usuários, incluindo requisitos sociais e culturais, em particular gênero; promover a aplicação de equipamentos e instalações simples e de baixo custo para alerta precoce; e ampliar canais de lançamento para informações de alerta precoce sobre desastres naturais (UNISDR, 2014, p. 20).

De acordo com Ludwig & Mattedi (2018) a informação é um dos recursos mais importantes nos fluxos de comunicação para o gerenciamento de riscos de desastres, pois é encontrada e produzida por cada pessoa, lugar e organização. Por essa razão os fluxos de comunicação dos riscos podem ser considerados a base para a tomada de decisão. Orientar como a informação é comunicada entre os usuários: vítimas, voluntários, líderes, profissionais, pesquisadores, cidadãos e as instituições, antes, durante e depois de um desastre pode levar a novas e boas práticas de gerenciamento de riscos. Para isso, o uso e a operacionalização das tecnologias de informação e da comunicação no gerenciamento de riscos de desastres deve ser constantemente desenvolvida.

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil- PNPDEC em seu texto que trata da competência do município registra a função de:

Estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas (BRASIL, 2012, art. 8º, XV).

Isso significa que o envolvimento da população durante as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação é essencial para que a gestão de risco seja completa. Através dos Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil – NUPDECs, organizações comunitárias que atuam em proteção e defesa civil, que embora não estejam nominalmente previstos na atual Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, permanece a orientação para formação de estruturas comunitárias que devem ser incentivadas e fortalecidas (SEDEC, 2017).

Os NUPDECs incluem-se, portanto, nas organizações comunitárias de caráter voluntário previstas no SINPDEC. Esses núcleos podem ser organizados em distritos, vilas, povoados, bairros, quarteirões, edificações de grande porte, escolas, distritos industriais, etc. Devem funcionar como elos entre a comunidade e o governo municipal, por meio do órgão de proteção e defesa...têm o objetivo de apoiar a gestão de risco local, participando de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. A instalação dos NUPDECs é mais importante nas áreas de riscos intensificados, pois servem de apoio nas ações de informação, organização e preparação da comunidade local. Algumas vezes esses grupos se formam autonomamente, porém na maioria dos casos, instituições externas é que incentivam sua formação (SEDEC, 2017).

A informação sendo um dos recursos mais importantes nos fluxos de comunicação para o sistema de gerenciamento de riscos é o objeto multiplicador desses grupos, que buscam contar com pessoas da própria comunidade, que conheçam a área e que possam atuar, de maneira conjunta com o órgão municipal de defesa e proteção, orientando os demais sobre os riscos existentes durante o período das fortes chuvas. Segundo Freitas (2014) profissionais de saúde atuantes em comunidades, que são monitorados pelo sistema, exercem suas funções e atuam como importantes interlocutores e multiplicadores dessas informações e práticas de forma voluntária ao sistema, assim como as atuações voluntárias de moradores que exercem uma liderança comunitária no local, conforme demonstrado por Pinheiro & Borges (2012).

Profissionais que trabalham diretamente com a população, como Agentes Comunitários de Saúde, Agentes de Vigilância em Saúde, Agentes de Endemias e Agentes de Defesa Civil. Estes profissionais são, pela natureza de suas funções, interlocutores entre os diversos setores que integram o Sistema Único de Saúde (SUS), o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e as comunidades em que exercem seu trabalho. Desse modo, acreditamos que este perfil reúne condições para fomentar, articular, mobilizar práticas educativas, executar ações de prevenção e primeiras respostas a desastres naturais (FREITAS, 2014).

No estudo de Pinheiro & Borges (2012), a liderança comunitária tem um papel decisivo no processo de desenvolvimento local. Uma comunidade, coordenada e gerenciada por uma liderança local, é capaz de desenvolver-se de modo sustentável, tendo consciência da interdependência de seus membros, sabendo que o sucesso de todos depende do sucesso de cada um e que o sucesso de cada um depende do sucesso de todos, mesmo tendo a consciência que seu surgimento não acontece espontaneamente e que o surgimento de uma liderança não irá resolver todos os males da comunidade, mas é inegável que a capacidade de pessoas serem agentes de sua história, buscando a realização de suas necessidades e a cooperação da comunidade, criando laços de confiança, organizando-se em redes e em parcerias, em torno de valores e objetivos comuns.

A contribuição da comunidade pode ocorrer através de um processo de planejamento participativo, em que se discutirão as ações a serem implementadas dentro do sentido da visão comunitária, levando-se em consideração sua contribuição e sua potencialidade (PINHEIRO & BORGES, 2012).

DESASTRES NATURAIS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

A experiência do município do Rio de Janeiro na prevenção de desastres por deslizamentos vem ganhando projeção e importância nacional, incluindo iniciativas de reprodução desse modelo pelo poder público estadual com a implantação do Sistema de Alerta e Alarme em cidades da região serrana do estado do Rio de Janeiro (SUBDEC, 2012).

Apesar desta evolução política tecnológica, de janeiro à março de 2020, ocorrências de chuvas fortes causaram danos e desabrigaram centenas de pessoas no município do Rio de Janeiro, expondo dificuldades da sociedade civil e governamental em atuar na prevenção, defesa e mitigação dos eventos naturais. Segundo Amorim & Busch (2011) o despreparo para enfrentar tragédias naturais já fora reconhecido pelas autoridades brasileiras em 2010, em um relatório enviado pela Secretária Nacional de Defesa Civil à Organização das Nações Unidas, ONU.

Segundo o documento encaminhado pelo país à ONU, em 2009, apenas 77,36% dos municípios possuem órgãos oficialmente criados para lidar com desastres... O governo admitiu limitações na sua capacidade de monitoramento e de disseminação de dados sobre a vulnerabilidade do território e reconheceu também que a falta de planejamento da ocupação e da utilização do espaço geográfico, desconsiderando áreas de risco, somada à deficiência de fiscalização local, contribuíam para aumentar a vulnerabilidade das comunidades. (AMORIM & BUSCH, 2011).

O Brasil participou, em 2005, da Segunda Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, quando foi adotado o Plano de Ação de Hyogo 2005-2015: Construindo a Resiliência de Nações e Comunidades para Desastres. Os países participantes do evento comprometeram-se a elaborar um plano de redução de riscos para o enfrentamento de catástrofes.

O Marco de Hyogo define cinco ações prioritárias globais e suas respectivas atividades-chaves a serem adotadas pelos países, organizações e demais atores envolvidos no processo de gestão de risco de desastre de acordo com os contextos situacionais, circunstâncias e capacidades existentes (EIRD/ONU, 2009): 1 - Garantir que a redução do risco de desastre seja uma prioridade nacional e local com uma forte base institucional para sua implementação; 2 - Identificar, avaliar e monitorizar os riscos de desastres, e aumentar os alertas prévios; 3 – Utilizar conhecimento, inovação e educação para construir uma cultura de segurança e resiliência; 4 – Reduzir os fatores fundamentais do risco; 5 - Fortalecer a preparação em desastres para uma resposta eficaz a todos os níveis da gestão do risco (POZZER et al, 2014).

De acordo com Pereira (2014), o risco de desastres é motivo de preocupação recente e tem levado a construção de novos princípios e normas que buscam reduzir os danos causados pelas catástrofes ambientais. A melhor forma de se evitar os danos é com a prevenção. A informação relevante permite que se planeje melhor a cidade evitando que se construa em áreas de riscos. O acesso à informação produzida pelas diversas tecnologias, na iminência do desastre, possibilita a tomada de decisão sobre a evacuação dos locais que serão afetados, entre outras medidas, a fim de se reduzir o risco de catástrofes.

Ludwig & Mattedi (2018) esclarece que outro aspecto que deve ser considerado é a compatibilidade entre as diversas tecnologias e entre os diversos atores do sistema [...] o fluxo de comunicação do risco varia de acordo com o tipo de ator e de sua relação com os desastres. Assim, para que a cooperação ocorra, torna-se necessário envolver, ampliar, incentivar e incrementar a discussão sobre o papel dos diferentes atores da GRD na produção e disseminação do conhecimento. As tecnologias de informação e comunicação constituem a conexão necessária entre as informações geradas por um evento, em todas as multidimensões, significados e direções, e a compreensão e comunicação dessas informações aos usuários e tomadores de decisão.

Pereira (2014) declara que a comunidade internacional consciente das transformações climáticas que ocorre no mundo, tem buscado, através das conferências climáticas, elaborar documentos que venham a contribuir para a redução dos riscos. São evidentes os esforços na elaboração de políticas, planos e programas de desenvolvimentos sustentável, de redução da pobreza, boa governança e de redução dos riscos de desastres promovidos pelas Agências Internacionais e por diversas nações. Para lidar com novos desafios promovidos pelas mudanças climáticas, os Estados devem redobrar os esforços para fornecer às comunidades as ações necessárias para controlar e reduzir os riscos de desastres, buscando uma cultura de segurança e de resiliência para as comunidades.

Neste elo de ligação entre Estado e comunidade: atores locais vem desempenhando importantes ações que vão desde a prevenção até as respostas para reduzir os seus efeitos. Que não só exigem o envolvimento de diferentes setores, como Defesa Civil e Saúde, mas também e principalmente a atuação de comunidades e agentes locais que vivem e conhecem estas realidades.

Desta interface a Fundação Oswaldo Cruz através do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde – CEPEDS em parceria com as Universidades Federais Fluminense e do Rio de Janeiro e ainda a Subsecretaria de Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro – SUBDEC, desenvolveu entre os anos de 2012 e 2014 o Projeto-piloto *Agentes Locais em Desastres Naturais: defesa civil e saúde na redução de riscos*, direcionado as pessoas que oriunda de diferentes setores e que atuam nos locais de riscos e que possam contribuir para reduzir os riscos dos

desastres naturais no nível local, a nível desafiador da tarefa de criar uma metodologia de trabalho e um material didático elaborados a partir de compartilhamento de saberes entre pesquisadores, professores, gestores e agentes. Esses últimos, inúmeras vezes foram as vozes das comunidades mais afetadas, pois além trabalharem diretamente com a população vulnerável, muitos são moradores de áreas de risco (FREITAS, 2014).

Agentes Locais são agentes multiplicadores que interligam todo processo desafiador do gerenciamento dos riscos de acidentes. A cooperação e a colaboração são elementos essenciais para a redução de risco de desastres. O Estado, a sociedade civil, os voluntários das organizações de base, a comunidade científica, as tecnologias, os meios de comunicação e o setor privado são atores essenciais para o sistema.

A participação da comunidade deve ser fomentada na redução do risco de desastre através da promoção do trabalho em rede e da gestão estratégica de recursos humanos voluntários, alinhando-se as informações, tecnologias, meios de comunicações e demais entes de acordo com uma visão de gestão sistêmica na gestão de riscos de desastres.

A gestão de risco de desastre é hoje compreendida pela Secretaria da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD/ONU), como o processo sistemático de uso de diretrizes administrativas, organizacionais, habilidades e capacidades operacionais para implementar estratégias, políticas e melhorar a capacidade de enfrentar o perigo (ameaças), a fim de diminuir os impactos adversos dos mesmos e a possibilidade de ocorrer o desastre. É nesse sentido que a gestão de risco de desastre tem o objetivo de evitar, diminuir ou transferir os efeitos adversos dos perigos (ameaças), por meio de ações, atividades e medidas de prevenção, mitigação e preparação (POZZER et al, 2014).

CONCLUSÃO

O cenário que vem se apresentando ao Brasil e ao mundo nas últimas décadas, notadamente nos últimos anos, revela a implacabilidade dos reflexos advindos das severas mudanças climáticas em todo mundo, causadas notadamente por intervenções profundas nos ecossistemas e em sua dinâmica, pela expansão demográfica, pela constância na diminuição dos recursos naturais, por graves crises socioeconômicas, pela vulnerabilidade das ocupações e entre outros fatores sociais, que vêm expondo a população do planeta a eventos dramaticamente adversos e a suas consequências danosas.

Os desastres ambientais têm aumentado em número e frequência nos últimos anos, acarretando problemas de saúde pública e perdas para a população, sendo necessário repensar as ações de redução de riscos,

principalmente quanto ao uso das tecnologias e das informações produzidas para o processo de comunicação a agentes e pessoas afetadas. Neste trabalho realizamos a análise da legalidade e abrangências das ações e normas em vigor, o alinhamento dos trabalhos dos setores estatais com organismos internacionais, a importância das interfaces das ações promulgadas com os setores envolvidos, com a sociedade civil, com a comunidade e voluntários locais e finalmente os aspectos deficientes que impedem a eficiência do uso das tecnologias e das comunicações no fluxos das ações de embate aos riscos de acidentes, em situações de desastres naturais no município do Rio de Janeiro, a fim de reduzir o tempo de emissão de alertas em situações em que tudo emerge ao mesmo tempo, sem ferir os princípios básicos dos protocolos institucionais.

Dentre as dificuldades relacionadas à estrutura organizacional e sistêmica, há as constantes mudanças de gestão administrativa do estado que interferem na continuidade de ações, a falta da aplicabilidade e fiscalização das normas urbanas, a descontinuidade de trabalhos educacionais e de multiplicadores de agentes como de Freitas, 2014 e a escassez elaboração de campanhas para engajamento de voluntariados. Neste sentido, Rocha, 2009, diz que a participação cidadã organizada numa perspectiva de proteção e defesa civil como direito e não somente como voluntariado poderia contribuir para que programas e projetos previsto por meio de políticas públicas tenham efetividade nas situações de desastres.

A integralidade de um plano de contingência com seus profissionais, instituições, agentes e voluntários deve ser norteada com as tecnologias e comunicações. Em que todos os envolvidos devam conhecer os conceitos de emergência, desastre, vulnerabilidade, risco e ameaça de acordo com a PNPDEC, e que cada envolvido na gestão de desastres deva saber o seu e o papel dos demais atores nesse plano, sejam institucionais ou não.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMORIM, S; BUSCH, A. **Estudo de Caso: A tragédia da região serrana no Rio de Janeiro de 2011: procurando respostas**. ENAP, 2011. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/328/2/A%20trag%C3%A9dia%20da%20regi%C3%A3o%20serrana%20do%20Rio%20de%20Janeiro%20em%202011%20procurando%20respostas.pdf>. Acesso em: 07 maio 2020.

BRASIL. **Decreto N° 7.257, de 4 de Agosto de 2010**. Brasília: página do Planalto, 2010. Acesso em abril de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7257.htm. Acesso em: 04 abril 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Brasília: página do Planalto, 2012. Acesso em abril de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 03 abril 2020.

CEMADEN/MCTIC – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Manual técnico para elaboração, transmissão e uso de alertas de risco de movimentos de massa**. 2008.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES – CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2.ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED/ UFSC, 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 18 março de 2020.

CEPED/ UFSC – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PESQUISA E ESTUDOS SOBRE DESASTRES – CEPED. **Capacitação básica em Proteção e Defesa Civil**. 5.ed. rev. ampl. Florianópolis. 2014.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUCCIÓN DE DESASTRES DE LAS NACIONES UNIDAS (UN/ISDR). **Terminología sobre reducción del riesgo de desastres**. Ginebra, Suíça: UN/ISDR, 2009. Disponível em: <https://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/capitulos/anexos/anexo1.pdf>. Acesso em: 04 abril 2020.

EIRD/ ONU – ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES – Naciones Unidas. **Vivir con el riesgo: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres**. [S.l.]: Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para La Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU), 2009. Disponível em: <https://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/index2.htm>. Acesso em: 04 abril 2020.

FREITAS, C. M. **Agentes locais em desastres naturais: defesa civil e saúde na redução de riscos: livro do aluno**. / organizado por Carlos Machado de Freitas e Vânia Rocha. Rio de Janeiro, RJ: FIOCRUZ, 2014.

LUDWIG, L; MATTEDI, M. A. **As tecnologias da informação e comunicação na gestão dos riscos de desastres socioambientais**. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2018000100316&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt#B16. Acesso em: 18 de março de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Informações Ambientais ODS/MMA**. Site oficial do Ministério do Meio Ambiente. Acesso em junho de 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informacoes-ambientais/informacoes-ambientais-ods-mma>. Acesso em: 08 junho 2020.

ONU/BRASIL – NAÇÕES UNIDAS BRASIL. 13. **Ação contra mudança global do clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos**. Site oficial das Nações Unidas Brasil. Acesso

em junho de 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods13/>. Acesso em: 10 junho 2020.

PEREIRA, D. E. S. **A informação e a redução de riscos de desastres: aspectos destacados sobre as informações prestadas pelo município de Brusque/SC.** Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.9, n.3, 3º quadrimestre de 2014. Disponível em: <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/rdp/article/download/6767/3864>. Acesso em: 18 de março de 2020.

PINHEIRO, D. R. C.; BORGES, R. C. O. **A importância da liderança comunitária no processo de desenvolvimento local.** Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE, v. 1, nº 1, p. 78-94, dez. 2012. Disponível em: <http://seer.uece.br/geouece>. Acesso em: 18 de março de 2020.

POZZER, C. P; COHEN, S. C; COSTA, F. S. **O marco de ação de Hyogo aplicado à gestão de risco de inundação no Brasil e em Portugal.** Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Territorium nº 21, 2014, Coimbra, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316.2/35119>. Acesso em: 07 de maio de 2020.

RIO DE JANEIRO, Prefeitura da cidade. **Rio Resiliente – Diagnóstico e áreas de foco.** 2014. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/126674/4134832/Resiliencia.pdf>. Acesso em: 5 de abril de 2020.

ROCHA, da V. **O papel do Agente Comunitário de Saúde na prevenção de desastres naturais por deslizamento em comunidades da cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2009. 204 p. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/tes-6733>. Acesso em: 5 de abril de 2020.

SEDEC – SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Módulo de formação: noções básicas em proteção e defesa civil e em gestão de riscos: livro base.** 1ª edição. Brasília: SEDEC/MI, 2017.

SOUSA, J. I. J. **A comunicação do risco na minimização de desastres naturais na região autônoma da Madeira.** Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2013.

SUBDEC – SUBSECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Relatório do Centro de Treinamento para Emergências**. CETREM, 2012.

SUBDEC – SUBSECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Conheça a Defesa Civil**, 2014. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/defesacivil/conheca-adefesa-civil>. Acesso em: 5 de abril de 2020.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades, Global Water Partnership, World Bank, Unesco, 2005.

UN – UNITED NATIONS. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and Albert Arnold (Al) Gore Jr**. Site oficial da United Nations. Acesso em junho de 2020. Disponível em: <https://www.un.org/en/sections/nobel-peace-prize/intergovernmental-panel-climate-change-ipcc-and-albert-arnold-al-gore-jr/index.html>. Acesso em: 10 junho 2020.

UNISDR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, United Nations**. 2014. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 05 de abril de 2020.

UNISDR. **Towards a Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction, United Nations**. 2012. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/25129_towardsapost2015frameworkfordisaster.pdf. Acesso em: 18 março de 2020.

Patrick Lima Mesquita

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
eng.patrickmesquita@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Jussara Oliveira do Nascimento

Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental PUC-RJ/Technical University of
Braunschweig, Alemanha. Coordenadora dos cursos de Engenharia Mecânica e
Elétrica do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.

RESUMO

O estudo propõe o dimensionamento das instalações hidráulicas de água fria de uma residência e também o dimensionamento das instalações de esgoto sanitário, que é o despejo líquido resultante da água utilizada para as necessidades fisiológicas e higiene. Preliminarmente, o trabalho descreve e contextualiza ambas as instalações para o melhor entendimento delas. Após dimensionamento, foi previsto para o projeto de água fria um hidrômetro de 10 m³/h, reservatório de 1.200 L e tubulações com diâmetros de 50mm, 25mm e 20mm para composição dos componentes hidráulicos como barrilete, colunas, ramais e sub-ramais. Para o projeto de esgoto sanitário foram previstas tubulações com diâmetros de 100mm, 75mm, 50mm e 40mm para composição das tubulações que encaminham os efluentes até o coletor público, caixas de gordura de 31 L, caixas de inspeção, caixas sifonadas com grelha de 100 mm. A realização de um dimensionamento correto para uma edificação residencial é fundamental para atender suas necessidades, mantendo a qualidade e atendendo as determinações da ABNT NBR 5626:1998 e da ABNT NBR 8160:1999.

Palavras-chave: Sistema; Hidráulico; Água fria; Esgoto; Dimensionamento; Norma.

INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos passou por um período de crescimento instável e isso se reflete também na construção civil, que passou por sua

época de grande aclave e durante os últimos anos encontra-se estagnada, assumindo uma postura otimista para os anos que estão por vir.

Com isso os profissionais estão cada vez mais procurando executar de forma excepcional todas as áreas, tais como, a concepção e execução de obra, tornando o conceito de qualidade cada vez mais criterioso. O aperfeiçoamento dos padrões de qualidade nos processos de elaboração e execução construtivos, gera para as empresas vantagens com a redução de custos e desperdício, controle, redução de erros de execução e projeto e por consequência a credibilidade junto aos clientes.

Macintyre (1996) já mencionava a evolução dos sistemas hidráulicos residenciais e prediais, assim como a gama de sistemas presente na construção civil, exigindo uma conscientização no âmbito profissional de especificações mais precisas e rigorosas a respeito desses sistemas. Dessa forma, surgiram as normas para padronizar essas instalações tornando-as mais eficientes, duráveis e econômicas.

Dimensionamento é o ato de determinar dimensões e grandezas para que as instalações de água fria possam garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente, compressões e velocidades adequadas para que o sistema de tubulações e peças de utilização funcionem perfeitamente, preservar a potabilidade da água e garantir o máximo de conforto aos usuários, como evitar a propagação de ruídos nas tubulações, conforme descrito na norma ABNT NBR 5626 (ABNT, 1998).

O correto dimensionamento é imprescindível, assim evitando o desperdício da recompra ou atualização de materiais mais caros.

Também podemos ressaltar a importância do projeto, pois ele é capaz de afetar diretamente o presente e o futuro de um empreendimento, aumentando a durabilidade das tubulações e evitando o consertos de patologias provenientes das falhas de tubos.

As instalações de esgoto sanitário devem ser projetadas para evitar a contaminação da água, tanto no interior do sistema, quanto nos ambientes receptores, permitir escoamento dos despejos de maneira rápida, sem que haja a ocorrência de vazamentos e depósitos no interior das tubulações, impedir que os gases provenientes do sistema atinjam áreas de utilização e permitir acesso fácil para eventuais manutenções e substituições, definição presente na norma ABNT NBR 8160 (ABNT, 1999).

A importância do estudo correto e um planejamento correto desses sistemas visa possibilitar uma atuação preventiva e melhoria da qualidade, especialmente na fase de projeto e execução. Assim sendo de suma importância seguir as normas e cumprir suas exigências e recomendações nelas descritas.

Este estudo foi realizado por meio do levantamento bibliográfico sobre o tema, que consiste em uma análise de fonte de dados, onde se explora artigos, livros, revistas, e sites especializados, dados e notícias atualizadas com o intuito de se obter maior conhecimento sobre o tema.

A descrição do objetivo central do trabalho se faz sobre a temática de dimensionamento de instalações hidráulicas, determinando dimensões e

grandezas, deste modo apresentar uma visão conceitual mais prática, didática e simplificada do dimensionamento dos subsistemas das instalações hidráulicas. Tendo como objetivos específicos:

Apresentar os princípios e conceitos básicos necessários para a elaboração dos projetos das instalações hidráulicas;

Apresentar capacidade dos instrumentos hidráulicos e dimensionamento de sentidos de execução;

Descrever as funções do dimensionamento hidráulico e suas formas;

Apresentar a importância da compatibilização do projeto hidráulico, no sentido estrutural de forma harmônica, racional e técnica;

Mostrar os sistemas e componentes da rede de esgoto e suas características;

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente a importância e a necessidade dos sistemas de instalações hidráulicos para a sociedade mundial dispensam quaisquer comentários e explicações. A partir dessa introdução pode-se inferir a importância do tema escolhido, que especificamente trata da análise da importância em sistemas de instalações hidráulicos de modo geral.

Os sistemas hidráulicos dentro do sentido moderno representam os maiores e mais complexos sistemas já construídos pelo homem, o que exige técnicas computacionais cada vez mais avançadas e precisas para construir, manter e operar esses sistemas. (CARVALHO JUNIOR, 2014).

Assim desta forma se faz comprovar os benefícios da modernização dos sistemas de instalações hidráulicos, onde a manutenção dos mesmos ocupou papel estratégico para amenizar essas exigências de mercado e de condições operacionais, através das coletas de dados e informações mais aperfeiçoadas e confiáveis, utilizando para isso, as mais avançadas tecnologias de mercado de forma geral.

No Brasil, a descrição dos sistemas de instalações hidráulicos possui vários diferenciais em relação aos outros setores convencionais, se desenvolvendo com alto nível de conhecimento sobre as atividades que são realizadas dentro do contexto dos sistemas.

Instalações Hidráulicas de Água Fria de uma Residência

O processo existente na descrição sobre a instalação de água fria começa na rede ou no caso de locais afastados ocorre pela calçada ou até mesmo pelo meio da rua, onde que precisa prever os locais de passagem dos tubos, bem a localização das válvulas, registros de controle e aparelhos, assim se inicia a fase pelo registro de entrada da concessionária parte uma ligação que chega até o hidrômetro, constituído pelo medidor de consumo pertencente à concessionária e o registro geral da água fria pertencente ao usuário (ALMEIDA, 2000).

Seguindo os padrões e formas, as instalações hidráulicas fazem parte dos subsistemas de uma edificação para a correta captação, transporte e armazenagem de fluidos, sendo que este processo se exerce sobre as instalações de água fria, demonstrando desta forma o conjunto de tubulações e os equipamentos que se fazem sobre os reservatórios, os mesmos que possuem a finalidade de abastecer os pontos de utilização de água no sistema de edificação, sendo que os processos e sistemas de água fria podem ser classificados em diretos, indiretos ou mistos.

Conforme a ABNT NBR 5626, o conjunto e formas de aplicação e execução do processo se fazem na forma de processos referentes ao desenvolvimento hidráulico, que compõem a distribuição e ramificação do sistema (ABNT, 1998):

- Direto: os sistemas diretos não utilizam reservatórios, assim a água é abastecida diretamente da rede pública para os pontos de utilização que são distribuídos dentro da obra e dos pontos determinados;
- Indireto: sistema indireto se utiliza do uso de reservatórios de água, para que se possa assim garantir de forma objetiva o uso de água mesmo quando há a interrupção de fornecimento pela rede pública;
- Misto: realizado por ambos os sistemas, assim a execução do sistema direto abastece a parte de utilização externa, como pontos no térreo, o sistema indireto dá se pela execução do abastecimento dos pontos que não possuem pressão suficiente para serem supridos pelo sistema direto.

Segundo a ABNT NBR 5626, a reserva de água fria garante o fornecimento conforme a quantidade e o padrão de consumo de quem for utilizar a água, descrevendo que os reservatórios de água podem ser superiores ou inferiores, sempre seguindo a necessidade da edificação. A composição da rede de distribuição é designada por:

- Barrilete;
- Colunas de distribuição;
- Ramais;
- Sub-ramais.

Instalações Prediais de Água Fria

O processo de instalação predial de água fria possui objetivo central de fornecimento contínuo de água aos usuários e em quantidade suficiente, caracterizando e se fazendo a frente na forma de amenizar ao máximo os problemas decorrentes da interrupção do funcionamento do sistema público de abastecimento, se executando sobre a qualidade da água através de técnicas de distribuição e preservação de formas adequadas propiciando aos usuários boas condições de higiene, saúde e conforto social (NOGAMI, 1979).

Desta forma, as normas técnicas se classificam e asseguram seu desenvolvimento e bom funcionamento da instalação, pois evita assim consequente vazamentos, ruídos e problemas nas canalizações e aparelhos (ABNT NBR 5626, 1998).

No processo de execução o projeto das instalações prediais de água fria compreende memorial descritivo e justificativo, cálculos, norma de execução, especificações dos materiais e equipamentos a serem utilizados, e a todas as plantas, esquemas hidráulicos, desenhos isométricos e outros além dos detalhes que se fazem necessários ao perfeito entendimento dos elementos projetados (ABNT, 1998).

A distribuição de água depende de inúmeros fatores, destacando-se os aspectos arquitetônicos e estruturais, facilidade de execução e instalação, sendo que aparecimento de pressões nos ramais ou sub-ramais a eles interligados, as águas servidas podem ser introduzidas nas canalizações que conduzem água (ABNT NBR 5626, 1998).

No sistema de água fria deve ser separado fisicamente de qual-quer outra instalação que conduzam água potável, onde que componentes da instalação não podem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados, onde que assim as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil (ABNT NBR 5626, 1998).

- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento.
- Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente.
- Promover economia de água e energia.
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização para preservar a potabilidade da água.

Instalações Prediais de Água Quente

A geração de água quente baseia-se no processo de transferência de calor a partir de uma fonte energética ou natural para a obtenção da água em uma determinada temperatura, preservado o seu volume ou não.

Os sistemas prediais podem ser classificados em individuais, central privado e central coletivo possuindo as seguintes características:

- Individual: apenas um ponto de utilização é aquecido sem a necessidade de uma rede de água quente.
- Privado: consiste em um equipamento que é responsável pelo aquecimento da água nos ramais de distribuição que será deslocada para os pontos de consumo (ex: casas e apartamentos).

- Central coletivo: é constituído de um equipamento gerador de água quente e uma rede de distribuição que conduzem a água para mais de uma unidade (ex: condomínios).

Entrada e Fornecimento de Água Fria

No processo de entrada que se faz por instalação alimentada pela rede pública, a entrada de água no prédio será feita por meio do ramal predial, a rede pública de distribuição de água à instalação predial. Deste modo, instalações prediais de água fria são o conjunto de tubulações, conexões, peças, aparelhos sanitários e acessórios existentes a partir do ramal predial, que permitem que a água da rede pública chegue aos pontos de consumo ou utilização dentro da habitação (MOREIRA, 1999).

Na instalação predial de água fria pode ser alimentada por Rede pública de abastecimento. (NOGAMI, 1979).

Possui uma norma que padroniza suas definições e características, ABNT NBR 7198. Neste processo, o consumo de água se descreve sobre a leitura do hidrômetro que é onde termina o ramal externo e inicia o alimentador predial que é a tubulação que liga o hidrômetro ao reservatório, no entanto pode haver variações dependendo da concessionária competente de cada região, existindo mudanças nesse arranjo para facilitar a sua leitura.

Segundo Macintyre (1996), pode-se adotar um valor de 200 Litros por habitante por dia da seguinte maneira:

- 100 litros para uso doméstico,
- 50 litros para uso no local de trabalho;
- 25 litros para usos diversos, como restaurantes e locais de lazer;
- 25 litros para perdas.

Sistema de Esgoto Residencial

A rede proveniente do sistema de esgoto residencial deve tornar mais cômoda e saudável a vida nas cidades, decorre para a caixa de saída e segue o fluxo rumo à estação de tratamento da cidade, que é de responsabilidade das concessionárias. O esgoto deve passar inicialmente por uma caixa de inspeção, que serve para fazer a manutenção do sistema, facilitando o desentupimento, essa caixa deve ter 60 cm X 60 cm e profundidade de 50 cm, construída a cerca de 02 metros de distância da casa (GUARDIA, 1989).

O processo de tratamento de esgoto residencial é uma atitude que trará mudanças significativas ao meio ambiente, em médio e longo prazo, pois o mesmo fara a diferença na preservação do meio ambiente, sendo que a água utilizada por uma residência será tratada por meio do tratamento de esgoto residencial para poder ser utilizada nessas tarefas que não precisam de água potável e de uso social novamente. (PEREIRA, 2019).

A ligação da rede de esgoto da moradia à fossa séptica deve ser feita com tubos de 10cm de diâmetro, assentados numa valeta e bem unidos, a valeta deve ter caimento de 2%, no sentido da caixa de inspeção, deste modo a fossa séptica fique bem nivelada e compactada (LIMA, 1979).

Instalações de Esgoto Sanitário

A ABNT NBR 8160, que trata de instalações de esgoto sanitário diz que esse sistema tem por finalidade coletar e transportar despejos provenientes de utilização humana por meio dos aparelhos sanitários, assim ocorrendo um transporte correto para os destinos apropriados (ABNT, 1999).

A composição dos esgotos domésticos é de aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, e micro-organismos, patogênicos ou não. Esta pequena fração de 0,1% é que faz com que haja a necessidade de tratar todo o efluente, definição presente em Von Sperling (2005).

Para isso, é de suma importância o correto dimensionamento para que haja um transporte total dos esgotos proveniente de uso humano, isso para o correto tratamento dele.

De acordo com a ABNT NBR 8160:1999, ao projetar uma instalação de esgoto sanitário deve-se levar em conta alguns pontos para garantir a não contaminação e um bom funcionamento da mesma, devendo seguir os seguintes requisitos.

- Permitir o rápido escoamento dos despejos sem que haja vazamentos ou acúmulo dos mesmos ocasionando o entupimento dos encanamentos;
- Impedir que os gases formados no interior da rede alcancem os aparelhos de utilização, impossibilitar que corpos estranhos, como animais, entrem no interior do sistema de esgoto sanitário e impedir que os despejos introduzidos nos esgotos acessem o subsistema de ventilação;
- Garantir a proteção dos sistemas de suprimento de água e de equipamentos sanitários a fim de não contaminar a água e não comprometer o consumo da mesma, logo os sistemas de água fria e de água pluvial não podem ter qualquer tipo de ligação;
- Garantir que os componentes que formam a rede de esgoto sejam facilmente inspecionáveis e que os aparelhos sanitários sejam fixados com peças que facilitem sua retirada para eventuais manutenções.

Deve-se ressaltar que existem dois tipos de esgotos os “esgotos primários” (que são dedicados ao serviço de escoamento das águas fecais ou “negras” advindas dos vasos sanitários) e os “esgotos secundários” que são dedicados ao serviço de escoamento das águas “cinzas” advindas de chuveiros, banheiras, pias de banheiros e de cozinhas, tanques de lavar

roupa, etc., e que são conduzidos, em pontos de passagem, aos “esgotos primários” (LIMA, 1979).

Principais Componentes do Sistema de Esgoto

Pode-se definir como principais componentes os que possuem grande importância e cuidado para instalação e manutenção com intuito do bom funcionamento do sistema. Esses componentes são os coletores prediais, subcoletores, ramais de esgoto, ramais de descarga e tubos de queda, esses mesmos podem ser contextualizados e indicadas suas funções e definições por meio da ABNT NBR 8160:1999.

Segunda a norma ABNT NBR 8160, ramal de descarga é definido como o a tubulação que recebe os resíduos produzidos nos aparelhos sanitários, já o ramal de esgoto é o encanamento que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de uma caixa sifonada ou sifão (ABNT, 1999).

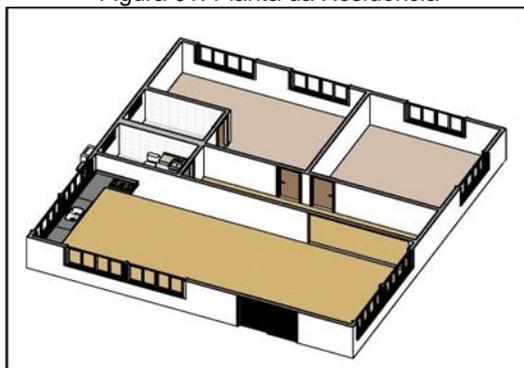
Os elementos do sistema de esgoto sanitário devem apresentar declividade constante para que os efluentes escoem por gravidade, no qual é recomendado uma declividade mínima de 2% para tubulações inferiores a 75 mm e 1% para tubulações superiores a 100 mm. As mudanças de direção horizontal devem ser limitadas a curvas de no máximo 45° e as mudanças de direção vertical a no máximo 90°. Continuando o embasamento teórico descrito na norma tubo de queda é a tubulação vertical que recebe os efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga os quais irá reunir os seus iguais em cada pavimento e irá finalizar em uma caixa de inspeção ou gordura(WARRINGTON, 1962).

A parte do sistema que recebe os resíduos dos ramais de esgoto ou tubos de queda é chamada de subcoletor. O coletor predial é parte do sistema que tem a função de encaminhar os efluentes de uma edificação para o coletor público ou algum sistema privado. Neste trecho não serão admitidos dispositivos que atrapalhem o escoamento, com a exceção de uma válvula de retenção de esgoto (ABNT, 1999).

INSTALAÇÕES DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR –

Será apresentado na figura 1, a planta da residência delimitando seus dimensionamentos e aspectos existentes sobre sua estrutura. A mesma possui 2 dormitórios, 2 banheiros e uma área de serviço.

Figura 01: Planta da Residência



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

A empreendimento será uma residência unifamiliar com 4 pessoas a serem atendidas. Sendo calculado 2 pessoas por dormitório.

Dimensionamentos

Para dimensionamento, é apresentado na tabela 1 o projeto de respectivas memórias de cálculo (CARVALHO JUNIOR, 2014).

Tabela 01: Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
Residências e Apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Bancos	1 habitante/5,0m ² de área
Escritórios	1 habitante/6,0m ² de área
Lojas – Pavimentos térreos	1 habitante/2,5m ² de área
Lojas – Pavimento superior	1 habitante/5,0m ² de área
Shopping center	1 habitante/5,0m ² de área
Museus e bibliotecas	1 habitante/5,5m ² de área
Salões de hotéis	1 habitante/5,5m ² de área
Restaurantes	1 habitante/1,4m ² de área
Teatros, cinemas e auditórios	1 habitante/0,7m ² de área

Fonte: Adaptado de Carvalho Junior (2014)

Sendo 02 pessoas por dormitório deve se verificar na tabela de consumo. Sendo por sistema misto de distribuição pela concessionária local, com o reservatório inferior que funcionará com auxílio de bomba. É um sistema de distribuição no qual parte da instalação é alimentada diretamente

pela rede de distribuição e parte é alimentada indiretamente, através dos reservatórios.

Reservatórios

Para uma residência, o consumo litros/dia se dá em 150 litros; 4 pessoas x 150 = 600 litros/dia, sendo: 600 litros x 2 dias = 1200 litros/2 dias.

- Para o Reservatório superior, obtém-se: $1200 \times 2/5 = 480$ litros.
- Para o Reservatório inferior, obtém-se: $1200 \times 3/5 = 720$ litros.
- Para a Reserva de Incêndio (20% do consumo diário): $0,20 \times 600$ litros = 120 litros (para o reservatório superior com reserva de incêndio).

Escolhido caixa tanque, com dimensões base A=1,20m, altura B=1,30m e comprimento C=0,60m. Esse tanque tem várias finalidades, não há necessidade de ser enterrado, podendo ser usado para reservatório superior e inferior.

Tubulações

Para o dimensionamento das tubulações, utiliza-se dados da tabela da ABNT NBR 5626 (1998), para determinar a vazão total, obtendo assim o somatório dos pesos relativos (tabela 2).

Tabela 2: Consumo máximo provável.

Consumo Máximo Provável	
Peça de utilização	Peso relativo
Pia de Cozinha	0,7
Tanque	0,7
Máquina de lavar roupas	1
Vaso sanitário c/ cx descarga	0,3
Vaso sanitário c/ cx descarga	0,3
Lavatório	0,3
Chuveiro	0,4
Lavatório	0,3
Chuveiro	0,4
Total	4,4 Kg

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Vazão de uma residência;

Q é a vazão no trecho (l/s);

ΣP é a soma dos pesos até o trecho, contados no sentido contrário à vazão.

$$Q = 0,3 \sqrt{(4,4)} = 0,63 \text{ l/s}$$

$$V = 14 \sqrt{(0,025)} = 2,2135 \text{ aproximado } 2,22 \text{ m/s menor que } 3 \text{ m/s}$$

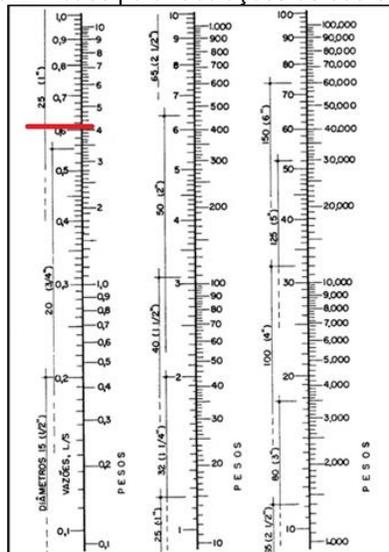
A quantidade de cada tipo de peça de utilização alimentada pela tubulação, que está sendo dimensionada, é multiplicada pelos correspondentes pesos relativos e a soma dos valores obtidos nas multiplicações de todos os tipos de peças de utilização que constitui a somatória total dos pesos (ΣP) (ABNT NBR 5626, 1998).

Barrilete

Demonstrativo sobre o instrumento de ferro usado para conjunto de tubulações nas instalações hidráulicas prediais que se originam nos reservatórios e se derivam para as colunas de distribuição (Figura 2).

$$Q = 0,3 \sqrt{(4,4)} = 0,63 \text{ l/s}$$

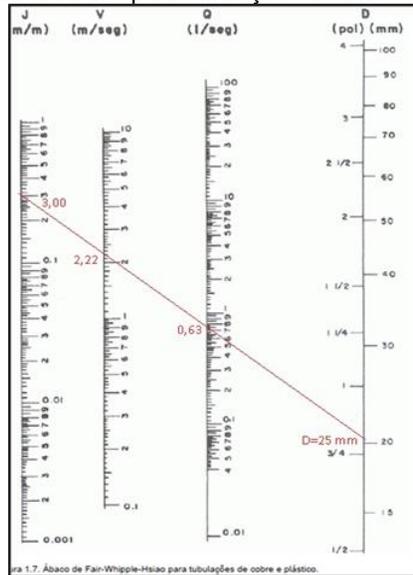
Figura 2: Âbaco para tubulações de cobre e PVC



Fonte: Adaptado de Creder (2006)

Dando continuidade, após essa verificação localizar a vazão na tabela Âbaco Fair Whipple Hsiao (Figura 3).

Figura 3: Ábaco para tubulações de cobre e PVC



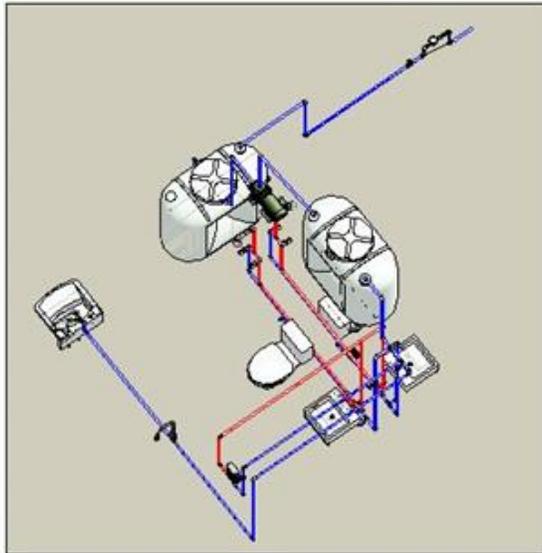
Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Dados utilizados para mensuração e descrição do método utilizado no processo sobre o Ábaco para tubulações de cobre e PVC.

- D= 25 mm - diâmetro interno
- Q= 0,63 l/s- Vazão
- V=2,22 m/s
- J= 0,3 mm - perda de carga ao longo da tubulação

Consultando a ABNT NBR 5626, também pode-se verificar o número máximo de colunas de distribuição para o diâmetro do barrilete, no caso desse projeto barrilete de 25mm pode-se atender até 6,2 números de tubo logo atendendo o projeto que possui 4 colunas de distribuição (Figura 4).

Figura 4: Barrilete e colunas de distribuição



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Rede de Esgoto

Para o dimensionamento da rede de esgoto consultamos a tabela de Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga presente na ABNT NBR 8160 (1999), logo encontramos o diâmetro nominal para a tubulação de esgoto para cada componente.

Tubulações do projeto de esgoto:

- Tanque 40 mm
- Máquina de lavar 50 mm
- Pia de cozinha 75 mm
- Lavatório 40 mm
- Vaso sanitário 100 mm
- Chuveiro 40 mm
- Caixa de passagem /Ralo sifonado 75 mm

Desconectores

Desconectores são dispositivos provido de fecho hídrico, ou não, que tem a função de vedar a passagem de gases mau cheirosos provenientes do esgoto para o ambiente.

Dessa forma, segundo a ABNT NBR 8160 para que esses gases sejam bloqueados, cada ramal deve-se respeitar algumas dimensões mínimas (ABNT, 1999).

Este projeto terá 3 ramais: o primeiro abrangendo a pia do banheiro e 2 ralos, o segundo as duas bacias sanitárias e um terceiro com a pia da cozinha, tanque e ralos do banheiro.

Segundo a norma para o nosso primeiro ramal utilizaremos uma caixa de inspeção de 100mm por possuir um UHC de 6, não utilizando caixa sifonada pois a pia já possui fecho hídrico.

No nosso segundo ramal utilizaremos uma caixa sifonada com 150mm por possuir e por fim utilizaremos uma caixa de inspeção com 100mm para o terceiro ramal.

Consumo Sub-Ramais

No dimensionamento da rede interna de distribuição as vazões dos ramais e sub-ramais são obtidas por meio da tabela presente na ABNT NBR 5626:1998 que relaciona os pesos relativos com a vazão de projeto (ABNT, 1998).

- Ramal banheiros $Q=0,3\sqrt{(0,4+0,3+0,3)}= 0,25 \text{ l/s } x2 =0,50 \text{ D}= 20 \text{ mm}$
ou $\frac{3}{4}$
- Ramal cozinha e área $Q=0,3\sqrt{(0,7+1+1)}= 0,49 \text{ l/s } \text{D}= 20 \text{ mm}$

Logo, os diâmetros internos das tubulações para ambos os ramais de 20mm, apenas a tubulação do hidrômetro que será de 25mm por possuir uma descarga característica de 10m³/h.

Água Quente

Para o dimensionamento desta tubulação, iniciou-se escolhendo o tipo de tubo que será utilizado, o PP-R, por possuir uma boa resistência a grandes temperaturas, baixo custo, leve, boa resistência química e mecânica. Dispensa o uso de materiais isolantes, as emendas são soldadas pôr termo fusão exigindo equipamentos específicos com um ponto de energia elétrica. A tubulação se torna um condutor contínuo e mais estanque.

Será utilizado o sistema de central privada de aquecimento, pois teremos água quente e várias peças proveniente de uma única unidade.

Em consulta a ABNT NBR 7198, foi adquirido os seguintes resultados (ABNT, 1993):

- Estimativa de consumo de água quente: Para essa residência 45 litros /dia x 4 pessoas =180 litros.
- Capacidade de reservatórios: (família média com dois banheiros): Reservatório: 115L e Consumo diário: 380 a 760L.

- Volume do aquecedor e sua resistência de acordo com o consumo (380~760L): Volume: 100L

Resistência: 1,00 kW

- Diâmetro dos subramais: De acordo com a soma dos pesos relativos do chuveiro + lavatórios podemos consultar a norma e encontrar esse diâmetro. Somatório = 1,4, logo o diâmetro será 22mm.

Resultados do Dimensionamento

A seguir temos os resultados do dimensionamento proposto:

- Reservatório superior: $1200 \times 2/5 = 480$ Litros
- Reservatório inferior: $1200 \times 3/5 = 720$ Litros
- Barrilete: D= 25 mm - diâmetro interno
- Rede de esgoto:
 - ❖ Tanque: 40 mm
 - ❖ Máquina de lavar: 50 mm
 - ❖ Pia de cozinha: 75 mm
 - ❖ Lavatório: 40 mm
 - ❖ Vaso sanitário: 100 mm
 - ❖ Chuveiro: 40 mm
 - ❖ Caixa de passagem /Ralo sifonado: 75 mm
- Desconectores:
 - ❖ 1º Ramal: caixa de inspeção de 100mm
 - ❖ 2º Ramal: caixa sifonada com 150mm
 - ❖ 3º Ramal: caixa de inspeção com 150mm
- Ramais e sub-ramais:
 - ❖ Ramal banheiros: D= 20mm
 - ❖ Ramal cozinha/área: D= 20mm
 - ❖

CONCLUSÃO

Conclui-se que para garantir um correto processo de instalação, desenvolvimento, execução e ajustes no sistema de dimensionamento das instalações hidráulicas se faz necessário um bom conhecimento do sistema. Após a conceituação inicial foram mostrados alguns procedimentos referentes ao dimensionamento hidráulico com ênfase em demonstrar todo processo, comparando-os e apresentando assim as suas vantagens e desvantagens.

De modo geral, pode-se afirmar que as análises e conteúdos desenvolvidos para as funções dos dimensionamentos de instalações hidráulicas mostraram-se úteis para o estudo mais aprofundado de proteções de sistemas elétricos, desta forma tendo um melhor entendimento e análise sobre as funções de execução.

Assim classifica-se que o processo existente sobre as instalações hidráulicas teve um ponto de inflexão quando passou a focalizar mais eficientemente o atendimento às camadas populacionais de renda, acerca do setor habitacional brasileiro.

A pesquisa possibilitou constatar um alto grau de satisfação dos beneficiários com a implantação do dimensionamento das instalações hidráulicas e suas facilidades de aquisição e através do desenvolvimento que ocorre com o passar dos anos e evolução.

Deste modo fica claro e evidente que todo projeto na sua execução tem uma característica particular, cada etapa requer um planejamento mais detalhado de acordo com sua complexidade conforme citado pelos autores, por este motivo não podemos usar um planejamento fixo elaborado em um projeto.

Assim estes procedimentos sendo realizados evitam retrabalhos, diminui o risco, e faz um dimensionamento melhor dos custos da execução, deixando claro e objetivo o processo de execução sobre o dimensionamento das instalações hidráulicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, M. A. D. de. **Apostila de Proteção de Sistemas Elétricos**. Natal: UFRN. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5626. **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7198.
Projeto e Execução de Instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 8160.
Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

CARVALHO JUNIOR, R. de. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos.** São Paulo: Blucher, 2014.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias.** 06.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

GUARDIA, A. C. **Utilização de Válvulas de Descarga em Instalações Prediais de Água Fria.** Revista Engenharia Sanitária, vol. 16, no 2, 181-183, Rio de Janeiro, abril/junho, 1989.

LIMA, F. R. A. **Reservatório Domiciliar – Aspectos de sua Influência na Qualidade de Água** – Dissertação de Mestrado – EESC-USP, 1979.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais.** 3. Ed. LTC, 1996.

MOREIRA J.C. A. **Alguns aspectos que condicionam o desempenho dos sistemas de transmissão,** 1999.

NOGAMI, P. S. **Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água. Vol. I** – CETESB – São Paulo, 1979.

PEREIRA, C. **Instalações Hidráulicas. Escola Engenharia,** 2019.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 1: Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** 3ª Edição. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.

WARRINGTON, A. R. Van C., **Protective Relays, Chapman-Hall,** 1962.

José Bonifácio dos Anjos

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
joseanjos@riogaleao.com

Jhonatan Nicácio Pinheiro

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
jhonatannicacio@yahoo.com.br

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Jussara Oliveira do Nascimento

Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental PUC-RJ/Technical University of Braunschweig,
Alemanha. Coordenadora dos cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica do Centro
Universitário Augusto Motta – UNISUAM.

RESUMO

Na atualidade o sistema de Aviação passou a ser um meio de transporte trivial, no qual, ocasionou nas cidades, uma elevada quantidade de aeronaves sobrevoando, tanto para helicópteros em transportes executivos, quanto a variedades de aeronaves em voos comerciais, no transporte de cargas e também de passageiros. Este trabalho aborda a respeito de Resposta a Emergências na Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndios em Aeródromos. Correspondente a este tema em especial, com potencial de ocorrência de acidentes ou incidentes aeronáuticos, seja qual for o local, surgiu a obrigação de um aperfeiçoamento dos trabalhos de bombeiros, com objetivo de salvar vidas e combater incêndios em aeronaves. Foram criados serviços de combate a incêndio nos aeródromos, para dar uma resposta rápida no caso de uma ocorrência a um acidente ou incidente aeronáutico em um aeródromo, a fim de preservar a vida humana e a minimização dos danos aos patrimônios eventualmente envolvidos. O tema é abordado através de uma revisão bibliográfica e um estudo de caso, no qual está sendo utilizado como referência o Aeroporto Internacional Tom Jobim. Chegou-se à conclusão que o Aeroporto Internacional Tom Jobim, possui um plano de resposta a emergência em aeródromo muito eficiente, e que serve de referência para outros aeroportos, atendendo completamente as exigências da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), e cumprindo as

orientações relacionadas à atividade de prevenção, salvamento e combate a incêndio em aeródromos, exigidos no SESCINC.

Palavras-chave: Aviação; Incêndio; Aeródromos.

INTRODUÇÃO

Com a aviação avançando a cada dia, surgiu a necessidade de se criar um serviço que pudesse proteger o voo, a fim de proporcionar um possível crescimento com segurança e ordenação da aviação, e em se tratando de um assunto com interesse internacional, criou-se um organismo internacional que regula o assunto, a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) ou Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), com sede em Montreal, Canadá (OACI, 2013).

Segundo OACI (2013):

Dentre os diversos documentos emitidos pela OACI, voltados para os mais variados setores da aviação, tem interesse em atividade para salvar e combater incêndio em aeronaves em aeródromos. Primeiramente, o Anexo 14 à Convenção, que trata das normas e dos métodos recomendados aos aeródromos. Este documento, em seu Capítulo 9, Emergência, dentre outros Serviços, fixa as orientações básicas relacionadas à atividade de combate a incêndio em aeródromos, atendendo a Normas e Recomendações.

Em se tratando de acidentes que envolvem a aviação, felizmente são fatos raros. Por tanto, ao exercer serviços operacionais, para prever, salvar e combater o incêndio em aeródromos civis (SESCINC), não há possibilidade dos bombeiros civis que atuam no aeródromo possam responder a um acidente com grandes proporções. Contudo, no caso de ocorrer uma emergência no aeródromo, os profissionais têm que estar aptos para uma atuação eficiente, a fim de aumentar as chances de êxito das ações, para o resgate e combate a incêndio nas aeronaves (ANAC, 2013).

Conseqüentemente, a melhor forma de conservar as equipes dos bombeiros civis do aeródromo eficientes e determinadas é por intermédio da aplicação de um “Programa de Treinamento Recorrente” (PTR) muito bem implementado e bem exercido, conforme um bom planejamento. A fim de padronizar estas ações, a ANAC requisita que em todo o aeródromo que possui SESCINC, venha a elaborar e praticar o PTR, a fim de conservar o grau de capacidade dos bombeiros civis do aeródromo, por intermédio da utilização de um programa, para priorizar e aplicar a prática de conhecimento e capacidades adquiridas. Esta norma igualmente determina certo controle administrativo para testar junto a ANAC, que a aplicação do plano está sendo realizado com regularidade, e que o exercício abranja os objetivos descritos na Resolução de Nº 517, de 14 de maio de 2019 (ANAC, 2019).

Há alguns anos o transporte aéreo vem sendo considerado um meio de transporte mais seguro. Percorre longos trechos em espaço curto de tempo e tem promovido algumas vantagens em todo o mundo, no âmbito comercial, transportes de mercadorias e também como lazer. Por ser um meio de transporte em massa, infelizmente, as aeronaves têm suas parcelas de tragédias. Dados como estes relatados acima, podem ser vistos através da CENIPA (centro de investigação de proteção de acidentes aeronáuticos (CENIPA, 2020).

A importância e relevância dentro da engenharia deste estudo, é devido ao fato de existirem riscos de acidentes eminentes diários dentro de um aeródromo, e o SESCINC (serviço de prevenção salvamento e combate a incêndio em aeródromos civis) precisa atuar efetivamente. Para isso, é preciso garantir que todo o apoio físico e tecnológico exista, garantindo e proporcionando aos profissionais que estarão diretamente à frente do combate aos incêndios no aeródromo o apoio necessário e que este apoio atenda todas as normas vigentes, Nacionais e Internacionais (SESCINC, 2019).

Para garantir que todas as normas Nacionais e Internacionais sejam atendidas, a Engenharia de um aeroporto precisa funcionar e atuar efetivamente, para que o órgão fiscalizador (ANAC) seja atendido com a maior eficácia, garantindo assim um pronto atendimento à possíveis acidentes nos aeródromos.

A metodologia para construção deste artigo foi uma Revisão Bibliográfica, através de um estudo de caso do Aeroporto Internacional Tom Jobim, materiais disponíveis na internet, artigos científicos, dissertação, referente a resposta a emergência na Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos.

O objetivo deste estudo é colaborar na discussão de se obter melhores resultados e aperfeiçoamento, a fim de se manter o índice de atendimento de resposta rápida ao combate a incêndios nos aeródromos o mais alto possível, garantindo a segurança de aeronaves, passageiros e cargas que transitam no aeroporto.

Tem por objetivo também, apresentar a norma brasileira do SESCINC (Serviço de Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis), e demonstrar as definições do RBAC 155 e Resposta a Emergência em aeródromos, em especial, no Aeroporto Internacional.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema de resposta a Emergência Aeroportuária (SREA)

O Sistema de Resposta a Emergência Aeroportuária (SREA), trata-se de um conjunto de recursos – materiais e humanos - e também procedimentos instituídos a fim de serem acionados em caso de uma emergência em um aeródromo. É dinâmico e complexo e está em constante evolução, como toda a aviação (ANAC, 2013).

Dentre a muitas infraestruturas e serviços dos quais os aeródromos necessitam prover, se destaca os Serviços de Salvamento e Combate a Incêndios – SESCINC (Rodrigues e Cusik, 2012).

Desta forma, os regulamentos do SESCINC (Serviço de Salvamento e Combate a Incêndio) têm evoluído a cada ano. Um dos marcos desta evolução e aprimoramento é a revisão das regras que estão contidas na Resolução 279/2013 e também a sua incorporação ao RBAC 155, que dispõe a Operação, Manutenção e a Resposta a Emergência em Aeródromos. Em alinhamento às melhores práticas internacionais, a atual regulação de SESCINC foi publicada nos três níveis: o RBAC (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) 155, que possui os requisitos; as IS (Instruções Suplementares), que possui FC (formas de cumprimento dos requisitos constantes no RBAC) e as recomendações; e também o Manual, que foi criado a fim de exemplificar as formas de cumprimento e auxiliar na interpretação e utilização dos requisitos, com a divulgação de boas práticas e respostas a frequentes perguntas (SESCINC).

Assim, os aeródromos devem se equipar de sistemas e pessoal para atuar na segurança operacional do sistema, visto que aeródromos são parte essencial do sistema de transporte aéreo, pois é aí onde ocorre a transferência do ar para a terra e vice-versa (Ashford et al., 2013).

Segurança operacional é aplicável, portanto, a todas as partes do sistema de aviação. Os aeródromos e aeroportos são parte integrante desse sistema, colecionam operações complexas e diversas – que implicam também em questões particulares de segurança operacional (RODRIGUES & CUSIK, 2012).

Dentre o Sistema de resposta a Emergência Aeroportuária, destaca-se alguns procedimentos apresentados nos subitens a seguir (ANAC, 2013).

PSINC (Plano Contra Incêndio de Aeródromo)

Tem como objetivo a verificação dos procedimentos operacionais do SESCINC, inscritos no PCINC, de tal forma a se avaliar sua funcionalidade e eficiência no atendimento e socorro a emergências aeroportuárias;

Os exercícios consistem nas simulações de um incidente/acidente no aeródromo e, após a sua emergência ser declarada, são acionados alarmes da SCI. A equipe do SESCINC de serviço se equipa e em imediato segue para o atendimento. Somente será concluído quando o Chefe de Equipe efetuar a informação junto à sala de comunicação da SCI, para o encerramento da emergência;

Tendo em vista que o SESCINC tem atuação em locais diversos e outros tipos de ocorrências no aeródromo e no perímetro externo do sítio aeroportuário, a fim de que o módulo possua eficácia na melhoria e no desempenho nas operações do SESCINC, as atividades do exercícios devem possuir simulações para situações bem críticas, com as equipes de plantão e diferentes tipos de emergências, como: o socorro às vítimas e o combate de incêndio em aeronave em chamas, o socorro e combate a incêndio nas

instalações do aeródromo com elevada quantidade de feridos e em altas proporções;

Os exercícios que possuem simulações com menos complexibilidade devem ser também praticados, com variação de horários e equipes de plantão, de tal forma que a avaliação não seja restrita apenas a um mesmo grupo de socorristas, tendo como exemplo, a simulação de um acidente no aeródromo em local de difícil intervenção;

Deve ser avaliado o tempo que o SESCINC chega ao local da suposta emergência, a contar a partir do acionamento dos alarmes. Avaliação da proficiência da equipe em serviço do SESCINC lava para equipar-se com os EPI's e EPR's;

A capacidade da equipe de serviço do SESCINC em responder a emergência, em concordância com os procedimentos instituídos no PCINC, e a capacidade de efetivar o atendimento as vítimas. Abaixo, as figuras 1 e 2 representam uma simulação de uma emergência aeronáutica.

Figura 1: Simulação de Emergência Aeronáutica



Fonte: Revista Hotel (2016)

Figura 2: Simulação de Emergência Aeronáutica



Fonte: Passageiro de Primeira (2020)

Existe uma proposta que altera a Resolução ANAC no 279/2013 (ANAC, 2013a), a fim de atender a flexibilidade de 2 (dois) voos semanais para os aeroportos isentos de SESCINC, para 1 (um) voo diário isento de SESCINC, desde que as aeronaves que utilizar os aeródromos sejam até CAT-AV 5 (cinco) (FREIRE, 2016).

COE (centro de operações de emergência)

Deve ser previsto pelo operador do aeródromo a implementação e a operacionalização de um Centro de Operações de Emergência (COE).

Na implementação módulo COE, os meios internos e externos de acionamento não devem ser deslocados para o local informado do suposto acidente/incidente, basta apenas confirmar se foram acionados pelo COE e se estão disponíveis para atuar na simulação de emergência.

Comunicação e Alarme

Os meios e os equipamentos requeridos para a simulação, bem como os procedimentos, devem ser adquiridos como se no aeródromo estivesse ocorrendo uma emergência real, necessitando que seja respondido em imediato, evitando-se a minimização do exercício, como o uso de menos recursos ou o uso de procedimentos incompletos, prejudicando assim a eficácia da simulação do exercício.

No exercício, os recursos de comunicação e o método de acionar os alarmes devem ser averiguados no espaço de tempo compreendido desde o momento em que se detecta a emergência e a comunicação ao COE, até o momento em que de fato todas as pessoas envolvidas na resposta à emergência possam ter sido contatadas, de acordo com o PLEM/PRAI do sistema do aeródromo.

No caso em que o exercício seja efetuado em conjunto com o COE, há de se observar que o COE efetua a avaliação da ativação e o tempo em que todos os envolvidos são acionados na emergência, enquanto se foca na operacionalização dos equipamentos e na eficiência dos participantes envolvidos. As avaliações devem ser efetuadas de forma distinta.

Ferramenta de Suporte

É imprescindível para o atendimento a uma emergência, a utilização das ferramentas de localização (mapas interno e externo), para o reconhecimento do local de um acidente/incidente.

Neste exercício se verifica a funcionalidade dos mapas interno e externo, a eficiência dos envolvidos em identificar as ocorrências e os percursos executados para os deslocamentos das equipes para os locais das atividades.

O objetivo do exercício é o acionamento dos meios internos do aeródromo, como CCI (caminhão de combate a incêndio), PCM (posto de coordenação móvel) e ambulâncias.

O exercício tem como objetivo também informar aos envolvidos na simulação da resposta à emergência, o possível local de um suposto acidente/incidente, que pode ser interno ou externo ao aeródromo, verificando-se as ações e o desencadeamento.

PCM (posto de coordenação móvel)

Para o atendimento a uma real emergência, um dos pontos mais importante para que haja sucesso na operação está ligado à integração entre os vários recursos envolvidos na resposta à emergência. O PCM executa este aspecto separadamente, permitindo e identificando as dificuldades de coordenação/comunicação nas ações de campo.

A eficiência do Profissional responsável pelo Posto de Coordenação Móvel, e a operação dos equipamentos de comunicação, devem ser verificados, com a intenção de simular a coordenação das atividades frente aos diversos meios presentes no possível local do acidente/incidente, comunicando-se com eficácia perante o COE.

Este exercício prevê a verificação do desempenho do PCM em coordenar e conduzir as ações de atender a emergência desde o instante do seu acionamento através do COE até o final das atividades no local do acidente/incidente. No local do acidente/incidente deve ser simulado a coordenação dos tantos meios e os recursos distintos (externos e internos) buscando instruções da chegada e a localização no cenário, bem como a interação com o COE, da necessidade dos meios extras para o auxílio a situação de emergência.

Recursos Internos e Externos

Cada aeródromo possui o PLEM/PRAI, no qual prevê o atendimento a vários recursos, cada vez em que um acidente/incidente ocorre e, deve ser visto a participação de cada envolvido (internos e/ou externos ao aeródromo).

Não se deve focar apenas nos procedimentos operacionais de cada um dos elementos, porém sim como a efetivação dos envolvidos deve ser otimizada na resposta a uma emergência.

É de grande importância o planejamento antecipado das ações. Deve-se realizar uma simulação de mesa antes mesmos do exercício, onde serão tratados os aspectos mais práticos, tais como a identificação dos portões de acesso ao aeródromo, as principais rotas de preferenciais para os veículos para o atendimento a emergências no aeródromo, as estruturas e os serviços de coordenação indispensáveis no aeródromo, tais como suas atribuições e o que cada recurso e meio envolvido no exercício possa atuar.

Remoção de Vítimas

O foco sempre deve ser nos aspectos práticos do socorro médico no local da provável ocorrência, ou seja, no socorro e na remoção das vítimas.

Apesar da importância na participação do COE (centro de operação emergencial) em realizar os acionamentos, o objetivo sempre será verificar os desempenhos de um dos recursos que realizam as remoções das vítimas e a comunicação entre eles. Deve ser verificado o tempo gasto para que cada um dos envolvidos cheguem ao cenário da suposta emergência após seu

acionamento, se os materiais/equipamentos a serem utilizados serão adequados e em quantidades suficientes, a fim de garantir o início dos atendimentos e as remoções, e o desenlace da interação entre os elementos diversos de remoção das vítimas que foram envolvidos na operação. O que se espera é que o CVE (Corpo de Voluntários de Emergência) efetue o treinamento dos procedimentos de campo aprendidos nos cursos de formação.

É necessário que os exercícios sejam feitos para emergências de diferentes tipos, como por exemplo, acidentes/incidentes aeroportuários; incêndio com muitas vítimas no TPS (terminal de passageiros) ou no TECA (terminal de cargas); com múltiplos feridos. Deve ser variado também os horários das simulações. Caso o acidente, por exemplo, ocorra em momentos de possível congestionamento no trânsito, o que se deve fazer para se tornar mais ágeis as remoções de vítimas para os hospitais mais próximos? E caso o acidente ocorrer durante o período da madrugada, deve-se avaliar que haverá dificuldades para o acionamento, a comunicação e a resposta dos recursos responsáveis ao atendimento e a remoção.

O tempo que leva até realizar as remoções de vítimas para a rede hospitalar, desde a inserção na ambulância até ao local de chegada ao setor do pronto-atendimento hospitalar;

A eficácia na comunicação em relação aos recursos, verificando se as diligências são coordenadas que se seguem, de forma que se torne mais aperfeiçoado o atendimento/remoção as vítimas.

CVE (corpo de voluntários de emergência)

Mesmo que tenha aspectos incomuns a remoção das vítimas, e por se tratar de atendimento a prováveis feridos em uma emergência de aeródromo, o foco deve ser especificamente os procedimentos feitos pelo CVE;

Deve-se avaliar neste exercício, quanto tempo o CVE alcança a formação e consegue chegar no ponto de encontro. Leva-se em consideração a organização e o deslocamento até o local da ocorrência suposta, e a execução do atendimento em campo. Não se faz necessário o acionamento dos recursos a fim de realizar a remoção de vítimas, bem como não se faz necessário a realização da simulação de aeronave em chamadas (que é tratado pelo PCINC).

Deve-se iniciar o exercício acionando o sistema de comunicação e do alarme do aeródromo, para que seja feita a formação do CVE e só deve ser concluído após todas as vítimas serem consideradas então removidas.

Bem como, se ocorre em outros módulos, este exercício de simulação deve ser feito em horários diferentes e em condições meteorológicas desfavoráveis, levando em consideração o horário funcional do aeródromo. Um exemplo, é que pode ser avaliada a atuação e formação do CVE, em caso de acionamento durante um horário da madrugada. A figura

3 abaixo, representa um corpo de voluntários durante um exercício de emergência aeroportuária.

Figura 3: CVE (corpo de voluntários de emergência)



Fonte: Revista Hotel (2016)

Salvamento Aquático

Para os aeródromos com localização próximo a áreas que possuem superfícies aquáticas/pantanosas, e no caso da maioria das operações de decolagem ou aproximação possua ocorrência sobre estas áreas, e conforme a Resolução nº 279/2013, deve-se dispor de equipamentos e serviços especializados no resgate, na busca, no salvamento e no combate a incêndio em superfícies aquáticas. Podem ser recursos próprios do aeródromo ou creditados à pessoa jurídica de direito público ou privado, de modo que se caracterize por instrumento formalizado e firmado com o responsável pela operação do aeródromo, com ressalvas as prescrições presentes na Lei nº 7.273, de 10 de dezembro de 1984, e suas alterações (BRASIL, 1984).

Este exercício tem como foco a eficácia do resgate às vítimas de acidentes/incidentes nas superfícies aquáticas próxima ao aeródromo.

Para os aeródromos que se integram nas circunstâncias descritas na Resolução nº 279/2013, é indispensável efetuar simulações de respostas a emergências em superfície aquática, mesmo que os seus recursos sejam próprios ou de terceiros.

PRAI (plano de remoção de aeronaves inoperantes)

Tem como objetivo a verificação dos procedimentos e os prazos que são estabelecidos no PRAI para a devida remoção de aeronaves inoperantes e a desinterdição de uma pista, tanto nos casos envolvendo aeronaves como sem a presença destas.

No caso de situações mais críticas de interdição de uma pista em aeródromo, em que aconteça a paralização de uma aeronave, seja por motivos mecânicos ou de outra natureza, estão diretamente relacionados à remoção destas aeronaves inoperantes. Devem ser considerados outros

fatores de criticidade no planejamento para a retirada destas aeronaves, bem como a observação da quantidade de pistas de taxiway e pouso/decolagem, a localização de uma aeronave inoperante em detrimento à área de movimentação de outras aeronaves;

Considerando que possua uma ocorrência de um acidente no aeródromo, este plano inicia-se após a efetiva liberação proveniente dos órgãos diretamente responsáveis pela investigação, passando a contar como o tempo de medição da desinterdição da pista a partir deste momento.

PAFAVIDA (plano de assistência às vítimas de acidente em aeródromo e apoio aos familiares)

Possui o objetivo de simular as intervenções e assistência às vítimas do acidente em aeródromo, dando apoio aos seus familiares, sob a conduta de operação do aeródromo.

Tendo em vista que a PAFAVIDA integra todo o Sistema de Resposta à Emergência em Aeródromo (SREA), contextualizando o que se diz no ESEA, o sistema de operação do aeródromo, ao intervir nas simulações que são estabelecidas pela IAC 200-1001/2005, tem como obrigação de avaliar/verificar a operação e a disposição dos operadores do aeródromo e a infraestrutura e também o apoio indispensável ao desenvolvimento das ações, bem como a eficiência na realização de recepção e efetuar o encaminhamento das vítimas sobreviventes e os familiares aos locais de atendimentos, mantendo sempre o controle e a segurança do local.

Deve ser considerado também nesses exercícios a capacidade em acomodar as pessoas; disponibilidade de acesso a telefones; locais adequados para alimentação; controlar o acesso de pessoas no local; e a eficiência da equipe de operação do aeródromo no desenvolvimento de suas atividades.

Exercício Simulado de Emergência em Aeródromo Completo

Tem como objetivo simular a resposta a uma emergência completa, ocorrida no aeródromo, devendo ser avaliados juntamente com todos os elementos já identificados de maneira modular perante o ciclo previsto.

Deve ser realizado após a confirmação das melhorias na continuidade do processo, planos e ações dos elementos do SREA do aeródromo, ocorridas após o complemento de um ciclo dos módulos distintos. O período não deve ser superior a 3 (três) anos.

Há de se definir o tipo de emergência do aeródromo que deve ser simulada, o horário, o local, as rotas dos recursos externos e internos e os acessos. A figura 4 abaixo, representa um grupamento de bombeiro civis antes de um exercício de emergência aeroportuária.

Figura 4: Grupamento de Bombeiros Civis



Fonte: AEROIN (2016)

AEROPORTO INTERNACIONAL TOM JOBIM

Dados do aeroporto

Oficialmente inaugurado em 1952, o aeroporto internacional Tom Jobim possui cerca de 17,8 Km² de sítio aeroportuário, com duas pistas de pouso e decolagens, três terminais de passageiros (Terminal 1, 2 e Terminal Pier Sul), dois Terminais de Cargas (TECA-importação e TECA-exportação), Terminal do Correios e Terminal da Aeronáutica. Possui ainda, cinco (05) pátios, sendo eles: Pátios dos Terminais 1,2 e Pier Sul, Pátio 4 (TECA e Correios) e pátio 5 (Aeronáutica). Para atender a estas demandas, conta com um sistema de pistas de pouso e decolagens. São elas: 10/28 e 15/33. A pista 10/28 possui cerca de 4.000m de extensão por 45m de largura, já a pista 15/33 possui cerca de 3.180m de extensão por 47m de largura. Por se tratar de um aeroporto internacional, precisa atender a regras de prevenção e combate a incêndio, constantes nas regulamentações da ANAC (ANAC, 2013).

Para atender as normas da ANAC referente a Resposta a Emergência na Prevenção, Salvamento e Combate ao Incêndio em Aeródromos, o Tom Jobim, conta com equipes diversas de Bombeiros Civis, que estão posicionadas em locais estratégicos, dentre elas os PACI'S (posto avançado contra incêndio). Os PACI's estão posicionados em áreas que possibilitem o pronto atendimento a possíveis acidentes e incidentes com as aeronaves.

A fim de combater a possíveis acidentes e incidente com aeronaves, os bombeiros do aeródromo precisam atender as exigências de tempo de resposta estipulados pelas resoluções da ANAC, resoluções estas, que serão vistas mais à frente.

PACI (Posto Avançado Contra Incêndio)

Trata-se de um posto avançado contra incêndio do aeroporto, no qual possui espaço suficiente para alocação de caminhões contra incêndio (CCI's), alojamento para abrigo de bombeiros com locais para dormitório, banheiros e refeitórios, a fim de reforçar a segurança em operações aeroportuárias nos terminais de passageiros (TPS1, TPS 2 e PIER SUL), além dos terminais de cargas (TECA- Importação e TECA Exportação) do aeroporto.

Este posto tem como objetivo o atendimento ao tempo de resposta em caso de emergência nas pistas e pátios do aeroporto e com uma estrutura que possa fornecer um bom funcionamento das operações dos bombeiros de aeródromo e com uma localização bem estratégica.

O PACI (posto avançado contra incêndio) possui um sistema de abastecimento dos CCI's, com castelos d'água e reservatórios de apoio, a fim de atender ao tempo mínimo exigido pela ANAC (agencia nacional de aviação civil) (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Castelo D'Água do PACI



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Figura 6: Reservatório de Apoio



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Os CCI's possuem cerca de 18600 litros de água e o abastecimento dos mesmos devem ser em "Linha" e não devem ultrapassar o tempo máximo de 6 minutos. Para isso o PACI (posto avançado contra incêndio) conta com um sistema de bombas que possuem quadros de comandos que supervisionam o sistema a fim de manter os castelos d'água sempre com água suficiente e assim atender à exigência de abastecimento dos CCI's, (figura 7).

Figura 7: PHANTER



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Uma outra solicitação da ANAC, é que para o abastecimento dos CC's, o PACI possui uma redundância nas fontes de abastecimento. Para atendimento a esta exigência, foram instalados reservatórios de apoio ao lado do PACI.

Os reservatórios de apoio recebem águas de um reservatório semienterrado existente, com um conjunto de bombas que recalcam para estes reservatórios, e com águas provenientes do limite inferior dos mesmos, reservado para o sistema de combate a incêndio. Possui ainda um outro atendimento que é proveniente do sistema de água de poços, que também é recalcado através de sistemas de bombas, localizados na área externa (pública), de entrada e acesso aos terminais.

COR (Centro de Operações do RIO galeão)

O RIO galeão (operador do aeródromo do aeroporto internacional tom Jobim) vem investindo em segurança, equipamentos e no controle de horários de voos, a fim de controlar a movimentação de aeronaves nos pátios, tornando assim, um dos primeiros aeroportos a possuir este tipo de procedimento. Já foram investidos cerca de R\$ 65 milhões em uma nova plataforma digital.

Com esta plataforma instalada no Centro de Operações (COR) (Figura 8), vem otimizando o gerenciamento das atividades de aeronaves, no momento entre pousos e decolagens, contribuindo para a diminuição de conflitos de acesso aos portões, na identificação das trajetórias para o taxiamento (movimentação das aeronaves em solo), e controle de sequência de decolagens. Procedimentos estes, no qual antes autorizados apenas pela Torre de Controle.

Obteve alguns ganhos com a implantação do sistema, tais como: Diminuição no tempo de taxiamento de aeronaves; Economia nos combustíveis e Mitigação de potencial conflito de aeronaves, colaborando com a prevenção de possíveis acidentes no aeródromo.

Figura 8: COR (centro de operações RIO galeão)



Fonte: ABIH (2020)

Desde agosto de 2014, o aeroporto Internacional Tom Jobim está em concessão privada, sendo administrado pela Concessionária Rio Galeão (Concessionária Aeroporto do Rio de Janeiro S/A), cujo comando é realizado pela Changi Airport, famosa pela excelente administração do Aeroporto Internacional de Singapura, um dos maiores e melhores do mundo. Em 2016, foi inaugurado um moderníssimo Centro de Operações (COR).

O que faz o Centro de Operações (COR) do Rio Galeão?

No Aeroporto Internacional Tom Jobim a gestão das movimentações das aeronaves nos pátios dos terminais é feita pelo COR (centro de operações). Na maior parte dos aeroportos a Torre de Controle é quem faz este trabalho (Figuras 9 e 10).

Figura 9: Pátio de aeronaves



Fonte: Cassol (2020)

Figura 10: Pátio de aeronaves



Fonte: Cassol (2020)

O comandante da aeronave pede a autorização ao COR para que libere o acionamento dos motores, a partida (*pushback*) e o taxiamento. De um dado ponto de espera em diante a torre de controle passa a assumir. A Torre de controle é gerenciada pelo Comando da Aeronáutica, que segue responsável pela autorização dos pousos e decolagens. Uma vez a aeronave

em solo, após executar um pouso, o piloto começa a realizar o taxiamento até chegar a um ponto de espera predefinido, e a partir desta passa a receber as instruções do COR, a fim de realizar o estacionamento no determinado ponto do terminal.

Todos os procedimentos realizados pelo COR (centro de operações RIO galeão), conta com uma gama de telas de visualização e de softwares bem específicos, a fim de identificar todas as condições climáticas, os movimentos de cada uma das aeronaves, as posições de estacionamentos que possam estar livres ou ocupadas, e também o tráfego aéreo no aeroporto, como mostrado nas imagens abaixo.

Câmeras de alta definição foram instaladas em locais estratégicos, a fim de permitir uma ampla visualização, sem obstáculos ou pontos cegos. Vale a ressalva de que o controle não é restringido apenas às aeronaves. Monitoram-se também as vias de serviços, onde trafegam os veículos de transporte de bagagens, veículos de combustível que abastecem as aeronaves e o serviço de bordo.

Vale ressaltar que o Aeroporto Internacional Tom Jobim, entre os maiores aeroportos do Brasil, é um dos pioneiros no controle de tráfego remoto. Porém, existem iniciativas semelhantes em outros aeroportos ao redor do mundo, tal como nos aeroportos de Atlanta, Nova York, Zurique e de Frankfurt, que também é uma referência no controle de aeronaves, que inclusive controla os movimentos nas pistas de taxiamento.

Salvamento Aquático (HOVERCRAFT)

O *Hovercraft* trata-se de um veículo terrestre suspenso por um colchão de ar, também chamado de aerodeslizador. É um meio de transporte que acessa a vários tipos de terrenos, e é considerado como um *allroad*: terra, água, lama, gelo, grama, areia. Divide-se em Anfíbios, Não-Anfíbios e Semi-Anfíbios

Pensando em atender ao Salvamento Aquático, o setor que trata do combate ao incêndio no aeródromo do Aeroporto Internacional Tom Jobim, adquiriu no ano de 2019 este equipamento.

Além da aquisição do equipamento, também foi necessário a construção de um local, com finalidade de abrigar e proteger este equipamento. O local foi escolhido estrategicamente, pois, tem acesso direto ao mar que circunda o aeroporto.

O custo de aquisição do equipamento, mais o custo de construção do abrigo, girou em torno de R\$ 1.7 milhões. Para estes gastos não foram medidos esforços, pois trata-se de mais uma fonte de atendimento a Resposta a Emergência.

Exercício Simulado de Emergência Completo no Aeroporto Tom Jobim

No dia 16 de outubro de 2019, o Aeroporto Internacional Tom Jobim executou uma das maiores edições do Exercício Simulado de Emergência

Aeronáutica Completo. De acordo com a exigência da ANAC (Agência Nacional da Aviação Civil), o exercício deve ser realizado no máximo a cada três anos, que tem por objetivo a avaliação da eficiência dos aeroportos no caso de um acidente aéreo.

O exercício contou com apoio de cerca de 30 órgãos. Foi promovido a simulação de um acidente com uma das aeronaves na Baía de Guanabara. Integraram a ação, cerca de cinquenta voluntários, nas funções dos tripulantes e de passageiros, que no qual puderam ser resgatados pelo grupo de salvamento da Ilha do Raimundo, distante do aeroporto cerca de um quilometro e meio. Foram mobilizados no treinamento, doze ambulâncias, seis embarcações e um helicóptero. Também foi testado no exercício o *Hovercraft*, veículo anfíbio disponibilizado pela concessionária RIO galeão. Os três centros de crises existentes no terminal, atuaram simultaneamente monitorando todas as ações. Estavam presentes neste monitoramento o Departamento Geral da Defesa Civil. O Centro de operações da prefeitura (COR-Rio) também monitorava as ações. No total, foram mobilizadas cerca de 300 pessoas neste simulado, tendo como objetivo a otimização do tempo de salvamento das vítimas de um acidente aéreo, testar o fluxo na comunicação, acionar os recursos do Estado e do Município e a Resposta a Emergência em um Aeródromo.

CONCLUSÃO

Neste artigo abordou-se o tema Resposta a Emergência na Prevenção, Salvamento e Combate ao Incêndio em Aeródromos, de forma a promover a melhoria contínua do SREA (sistema de resposta a emergência aeroportuária).

Buscou-se também ressaltar a importância da integração entre o operador do aeródromo e os operadores aéreos na execução dos exercícios, que é de suma importância para se obter a efetividade esperada dos exercícios, proporcionando a identificação de lacunas e falhas existentes nos planos.

Tendo em vista esclarecer a importância de o foco dos exercícios estarem relacionado às responsabilidades do operador de aeródromo, foram apresentadas maneiras para que estes resultados sejam registrados em relatório, a fim de responder em tempo hábil às emergências previstas, salvar vidas e mitigar danos decorrentes de uma emergência aeroportuária.

Chegou-se à conclusão de que o Aeroporto Internacional Tom Jobim, possui um plano de resposta a emergência em aeródromo muito eficiente, e que serve de referência para outros aeroportos em todo o Brasil, atendendo completamente as exigências da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), e cumprindo as orientações relacionadas à atividade de prevenção, salvamento e combate a incêndio em aeródromos, exigidos no SESCINC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABIH. Associação Brasileira da Indústria de Hotéis Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.riodejaneirohotel.com.br/site/en/ler/24609/News>>. Acesso em 22 de junho de 2020.

AEROIN. **Bombeiros do aeroporto de Brasília cantam música de natal para passageiros**. 2016. Disponível em: <<https://www.aeroin.net/bombeiros-do-aeroporto-de-brasilia-cantam-musicas-de-natal-para-passageiros/>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

ANAC. **Agência Nacional da Aviação Civil**. Disponível em: <anac.gov.br> Acesso em 10/05/2020.

ANAC. **Agência Nacional da Aviação Civil**. Resolução N° 279. 2013. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2013/resolucao-no-279-de-10-07-2013>> Acesso em 17 de abril de 2020.

ANAC. **Agência Nacional da Aviação Civil**. Resolução N° 517, de 14 de maio de 2019. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao1/resolucoes/2019/resolucao-no-517-14-05-2019>> Acesso em 17 de abril de 2020.

ASHFORD, N. J., STANTON, H. P. M., MOORE, C. A., COUTU, P., BEASLEY, J. R. (2013). Airport Operations. 3ª Edição – Estados Unidos: MacGraw Hill.

BRASIL. Lei nº 7.273, de 10 de dezembro de 1984. **Dispõe sobre a Busca e Salvamento de Vida Humana em Perigo no Mar, nos Portos e nas Vias Navegáveis Interiores**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L7273.htm> Acesso em: 10 de maio de 2020.

CASSOL, L. **Melhores Destinos**. Disponível em <<https://www.melhoresdestinos.com.br/aeroportogaleaocentrocontrole.html>> Acesso em 25 de junho de 2020.

CENIPA. **Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes aeronáuticos**. Brasília – DF. Disponível em <<https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/ultimas-noticias/1323-trabalho-conjunto-pela-prevencao-de-acidentes-aeronauticos>> Acesso em 22 de abril de 2020.

FREIRE L. L. A. **A Flexibilização de Requisitos de Serviços de Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos como Mecanismo de**

Fomento à Aviação é Possível? Disponível em <<https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22428/1/2016>> Acesso em 22 de junho de 2020.

OACI. **Anexo 14 Convenio sobre Aviação Civil Internacional**. Canada. 2013.

PASSAGEIRO DE PRIMEIRA. **Rio galeão simula resgate em acidente aéreo**. 2020. Disponível em: <<https://passageirodeprimeira.com/riogaleao-simula-resgate-em-acidente-aereo/>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

REVISTA HOTEL. **Aeroporto RIO galeão realiza simulação de emergência aeronáutica**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://www.revistahoteis.com.br/aeroporto-riogaleao-realiza-simulacao-de-emergencia-aeronautica/>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

RODRIGUES, C. C; CUSIK, S. K (2012). **Commercial Aviation Safety**. 5ª Edição - Estados Unidos da América: McGraw Hill.

SESCINC. **Serviço de prevenção salvamento e combate a incêndio em aeródromos civis**. Brasília, 2019.

Julio César Perfeito Martins

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
martinsjulio14@gmail.com

Carlos Alexandre Martins da Silva

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
camartins18@icloud.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rachelpireseng@gmail.com

Jussara Oliveira do Nascimento

Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental PUC-RJ/Technical University of Braunschweig,
Alemanha. Coordenadora dos cursos de Engenharia Mecânica e Elétrica do Centro
Universitário Augusto Motta – UNISUAM.

RESUMO

Embora a disponibilidade de água tenha diminuído em todo o mundo, o uso da água da chuva foi sugerido para promover economia de água potável e aliviar os problemas de disponibilidade de água. Este artigo descreve o cenário de disponibilidade de água no Brasil, mostra o potencial de economia de água potável estimado para o setor residencial e propõe um novo indicador de disponibilidade de água que leva em consideração os benefícios do uso da água da chuva. Está demonstrado que a disponibilidade média de água no Brasil é de cerca de 33.000 m³ per capita por ano, mas é inferior a 5000 m³ per capita por ano em duas das cinco regiões geográficas do Brasil. Quanto ao potencial de economia de água potável usando a água da chuva, é mostrado que varia de 48% a 100%, dependendo da região geográfica. O novo indicador de disponibilidade de água proposto mostra que a disponibilidade de água pode aumentar quando a água da chuva é levada em consideração, tendo como objetivo avaliar a disponibilidade real de água e estimar o potencial de economia de água potável em diferentes regiões geográficas do Brasil usando água da chuva, baseando-se na metodologia de pesquisas de cunho científico, referências bibliográficas, monografias, artigos científicos, livros e sites especializados.

Palavras-chave: Economia de água potável; Uso de água da chuva; Indicador de disponibilidade de água.

INTRODUÇÃO

Como a população de muitos países aumentou rapidamente, a disponibilidade e o suprimento de água tornaram-se motivo de crescente preocupação em todo o mundo (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2017).

Segundo as Nações Unidas do Brasil (2017), a população mundial está atualmente crescendo em 77 milhões de pessoas por ano, o que significa que, mantendo essa taxa de crescimento, haverá cerca de 9 bilhões de pessoas no mundo em 2050. Isso representa um aumento de 50% na população mundial. Os recursos hídricos são limitados, portanto, haverá problemas de disponibilidade de água em muitos países e será um desafio para os governos garantir um suprimento adequado de água potável a toda a população.

A fim de aliviar os problemas de disponibilidade de água e diminuir a demanda de água potável, a coleta de água da chuva tem sido sugerida por muitos pesquisadores. Foi relatado que a água da chuva promove economia de água potável em hotéis na China (DENG, 2003), escolas em Taiwan (CHENG, 2003), casas e edifícios residenciais de vários andares na Alemanha (HERMANN & SCHMIDA, 1999), casas na Austrália, casas no Reino Unido (FEWKES, 1999), edifícios residenciais de vários andares no Brasil, postos de gasolina no sul do Brasil (MARINOSKI, 2007) e outros. No entanto, não há relatos de nenhuma metodologia para estimar a economia de água potável em grandes áreas, como um país inteiro, usando água da chuva. Também não foi desenvolvido um indicador de disponibilidade de água que represente os benefícios do uso da água da chuva.

A metodologia aplicada a este estudo se baseia sobre pesquisas de cunho científico e em fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema e suas vertentes, onde serão mostrados e organizados todos os itens pesquisados em arquivos eletrônicos, livros, sites da internet, monografias e padrões operacionais.

O principal objetivo deste artigo é avaliar a disponibilidade real de água e estimar o potencial de economia de água potável em diferentes regiões geográficas do Brasil usando água da chuva. Também é discutido um indicador de disponibilidade de água que representa os benefícios do uso da água da chuva para diminuir a demanda de água potável.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água é fundamental desde as atividades do cotidiano como tomar banho, até para o desenvolvimento econômico de um país, pois além do consumo humano é também fonte de geração de energia, produzir alimentos e produtos de consumo. Segundo a Agência Nacional de águas (ANA) 48 milhões de foram afetadas por secas duradouras ou estiagens passageiras no território Brasileiro entre 2013 e 2016. Neste período 4.824 eventos registrados de secas com danos humanos, onde, em 2016 o ano mais crítico em impactos para a população, segundo a (ANA) 18 milhões de habitantes

no Brasil foram afetados pela escassez hídrica, sendo que 84% da população impactada vindo da região Nordeste.

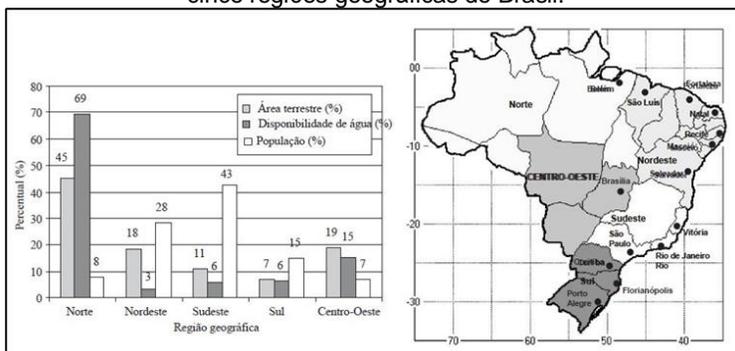
Neste mesmo período, as secas e estiagens levaram 2.783 municípios a decretarem Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP), sendo que 1.409 cidades do Nordeste (78,5% da região) tiveram que declarar SE ou ECP. Destes municípios, aproximadamente metade decretou emergência ou calamidade pelo menos uma vez em sete anos diferentes. Entre 2013 e 2016, o Nordeste registrou 83% dos 5.154 eventos de secas registrados no Brasil, que prejudicam a entrega de água para abastecimento público e para setores que dependem de água para realizarem atividades econômicas, como geração hidrelétrica, irrigação, produção industrial e navegação. O uso da água, segundo o estudo da ANA, a demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas. Até 2030, a previsão é de que a retirada aumente em 30%, onde, podemos dizer que o histórico da evolução dos usos da água está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do País.

Mediante a disponibilidade hídrica e gestão de águas no Brasil, criamos indicadores a fim de prever uma melhora na disponibilidade de água no Brasil em um futuro próximo, considerando estes fatores, o debate quanto às necessidades de inovações e adequações na gestão dos recursos hídricos futuros deverão ser levados em conta para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil.

Definição de Desempenho

É sabido que a água é abundante no Brasil representa 11% da água mundial e 50% da água da América do Sul. Embora abundante, a água não é distribuída uniformemente pelo país. A figura 1 mostra, no lado esquerdo, a porcentagem de área terrestre, disponibilidade de água e população nas cinco regiões geográficas do Brasil no lado direito, é mostrada a localização das cinco regiões no mapa do Brasil. A região norte, que abriga a Bacia Amazônica, compreende cerca de 45% da área terrestre, 69% da água disponível, mas abriga apenas 8% da população. Em contraste, a região sudeste acomoda 43% da população, mas possui apenas 6% da água disponível no país, da mesma forma, a região nordeste possui 28% da população, mas apenas 3% da água disponível. Isso indica que as regiões sudeste e nordeste têm maior probabilidade de enfrentar problemas de disponibilidade de água em um futuro próximo. (TUCCI et al., 2002).

Figura 1: Proporção de área terrestre, disponibilidade de água e população nas cinco regiões geográficas do Brasil.



Fonte: IBGE; ANA (2020)

Alguns pesquisadores vêm tentando desenvolver indicadores para resolver o problema da água (FEITELSON & CHENOWETH, 2002).

No entanto, a relação entre disponibilidade de água e população ainda é o indicador mais utilizado. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) adota uma classificação como mostrado na tabela 1 (UNEP, 2002).

Tabela 1: Classificação de disponibilidade de água

Disponibilidade de água (m ³ per capita/ano)	Classificação
Superior à 20,000	Muito Alta
10,000–20,000	Alta
5000–10,000	Média
2000–5000	Baixa
1000–2000	Muito Baixa
Abaixo de 1000	Catastroficamente baixa

Fonte: UNEP (2002)

A disponibilidade média de água no Brasil foi superior a 328.000 m³ per capita por ano em 1900, como mostra a tabela 2. A disponibilidade de água em 1900 foi muito alta para todas as regiões geográficas do Brasil, de acordo com a classificação da UNEP (2002).

Cento e um anos depois, em 2000, a disponibilidade de água no Brasil diminuiu para cerca de 33.000 m³ per capita por ano, ainda muito alta, de acordo com o UNEP (2002). Contudo, essa média nacional não representa a situação em todas as áreas do Brasil. Ao comparar as regiões do Brasil, percebe-se que nas regiões nordeste, sudeste e sul a disponibilidade de água é muito baixa em comparação com as outras duas regiões.

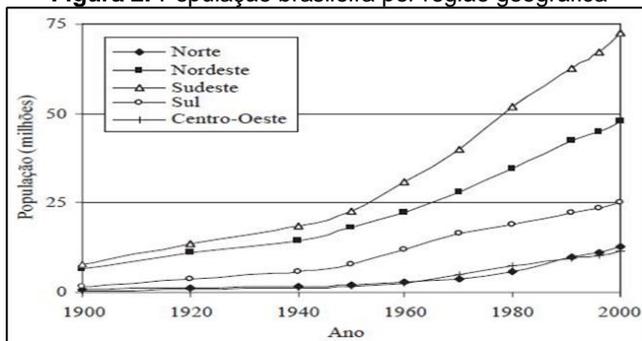
Tabela 2: Disponibilidade de água no Brasil

Região	Disponibilidade de água		
	(km ³ /ano)	Ano 1900 (m ³ percapita/ ano)	Ano 2000 (m ³ percapita/ ano)
Norte	3968	5,708,864	307,603
Nordeste	186	27,587	3900
Sudeste	334	42,715	4615
Sul	365	203,396	14,553
Centro-Oeste	879	2,353,814	75,511
Brasil	5733	328,745	33,762

Fonte: IBGE; ANA (2020)

No nordeste e sudeste, a disponibilidade de água é significativamente menor que a média mundial de 7000 m³ per capita por ano e pode ser classificado como de baixa disponibilidade de água. (UNEP, 2002). Essa diminuição da disponibilidade de capacidade água no Brasil pode ser explicada pelo aumento da população durante o período observado, conforme mostrado na figura 2.

Figura 2: População brasileira por região geográfica

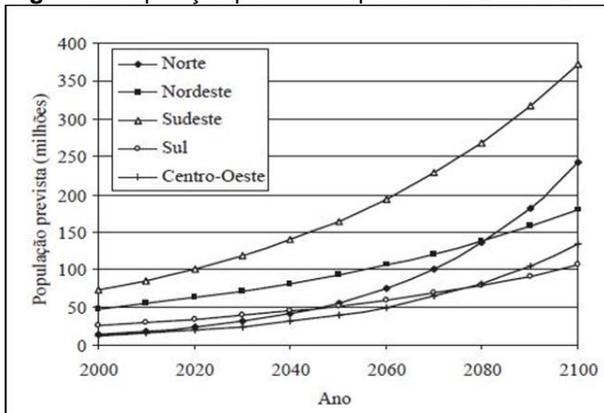


Fonte: IBGE (2020)

Previsão da disponibilidade de água

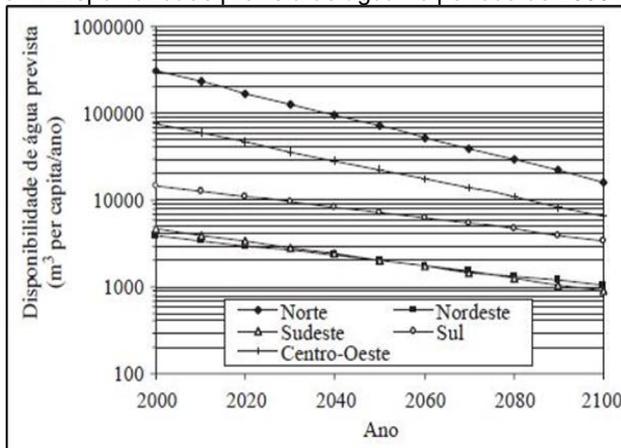
Considerando a taxa média de crescimento no período 1991–2000, para cada região geográfica, previsto para a população e também a disponibilidade de água foram estimadas para o ano 2100, como mostrado nas figuras. 3 e 4, respectivamente. Pode-se observar na figura 4 que a partir de 2050, as regiões nordeste e sudeste terão disponibilidade de água inferior a 2000 m³ per capita por ano, o que é considerado muito baixo pelo UNEP (2002).

Figura 3: População prevista no período de 2000 a 2100



Fonte: UNEP (2002)

Figura 4: Disponibilidade prevista de água no período de 2000 a 2100



Fonte: UNEP (2002)

Na região sudeste, a disponibilidade de água será menor que 1000 m³ per capita por ano a partir de 2094, na região nordeste que vai acontecer a partir de 2100 em diante. A partir de 2075, a água disponibilidade na região sul diminuirá para números abaixo de 5000 m³ per capita por ano, que é um nível baixo de água disponibilidade. Portanto, é necessário tomar medidas para evitar a escassez de água principalmente no sudeste e regiões nordeste do Brasil.

Captação de água da chuva

A menos que haja uma diminuição na demanda de água ou um aumento da população com menor taxa de crescimento, algumas regiões

geográficas do Brasil enfrentarão escassez de água problemas até o final do século XXI. Para evitar escassez de água o Brasil deve implementar programas promover a captação de água da chuva. Segundo Netto (1991), a precipitação média no mundo é de 760 mm por ano, enquanto no Brasil atinge cerca de 1443 mm por ano (tabela 3). Contudo, chuvas no Brasil não são distribuídas uniformemente no país. A tabela 3 mostra a precipitação média para as cinco regiões geográficas do Brasil. Varia de 1146 mm por ano no Nordeste para 2182 mm por ano na região norte. As médias foram calculadas sobre um número de cidades, conforme indicado na coluna da direita da tabela 3. Para estimar o potencial de água potável economizando água da chuva nas cinco regiões, a área específica do telhado por pessoa, bem como a água potável a demanda foi determinada.

Tabela 3: Média de chuvas na região geográfica Brasileira

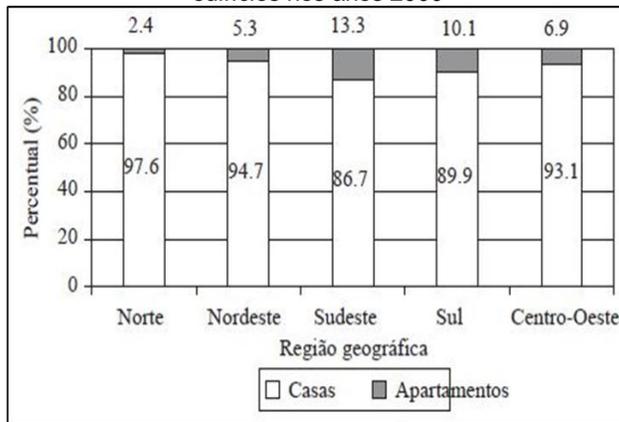
Região	Média de chuva (mm/ano)	Número de cidades
Norte	2182	27
Nordeste	1146	75
Sudeste	1362	55
Sul	1615	26
Centro-Oeste	1540	23
Brasil	1443	206

Fonte: Normas Climatológicas (1991–2010).

Área de captação

Em edifícios residenciais de vários andares, a área específica do telhado por pessoa é baixa. Portanto, para estimar uma área média exata do telhado por pessoa nas cinco regiões, foi pesquisada a porcentagem de casas e apartamentos em edifícios residenciais de vários andares. Os resultados são mostrados na figura 5, que mostra que sudeste e sul são as regiões com maior porcentagem de apartamentos em prédios residenciais de vários andares. É provável que essas porcentagens mudem ao longo dos anos, mas como não há informações oficiais sobre a taxa de crescimento, elas foram assumidas como estáveis (IBGE, 2016).

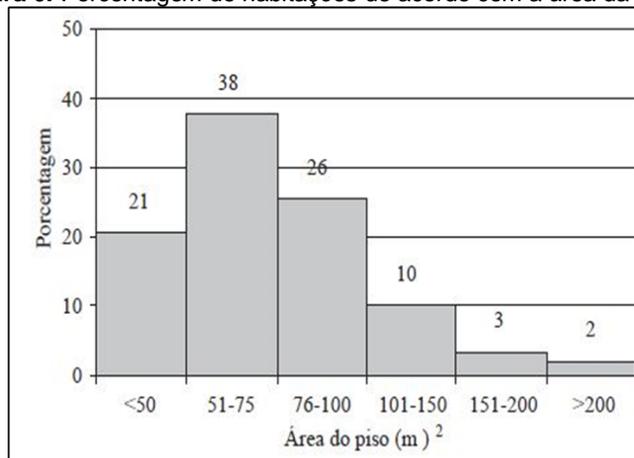
Figura 5: Porcentagem de casas e apartamentos em residências de vários andares edifícios nos anos 2000



Fonte: IBGE (2020)

Uma pesquisa realizada em 12 dos 26 estados no Brasil estabeleceu a porcentagem de residências de acordo com a área de planta, como mostra a figura 6. (ELETROBRÁS, 1998). Ao realizar uma média ponderada usando as figuras mostradas na Figura 6, obtém-se 81 m². Supunha-se que esse número representasse uma área média do telhado a ser considerada para a captação de água da chuva nas casas. Quanto ao residencial de vários andares, devido à falta de informações oficiais, uma área média de cobertura de 15 m² por apartamento foi considerada adequada.

Figura 6: Porcentagem de habitações de acordo com a área da planta



Fonte: ELETROBRÁS (1998)

Potencial de economia de água potável

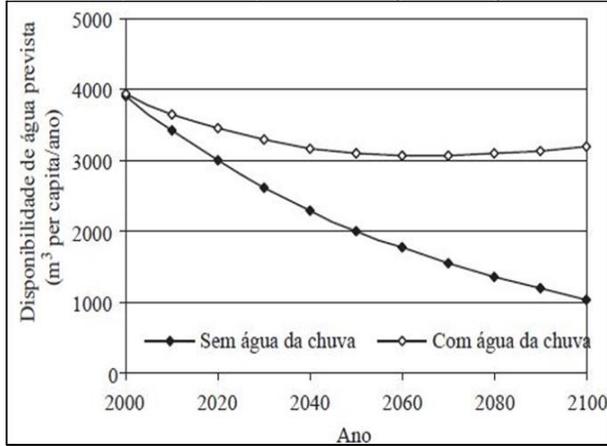
A captação de água da chuva foi implementada em diferentes países como uma maneira de aliviar os problemas de disponibilidade de água, a menos que haja programas governamentais para promover a conservação da água, conforme é sugerido neste artigo.

Quanto ao potencial de economia de água potável pelo uso da água da chuva, variou de 48 a 100% nas cinco regiões. Foi demonstrado que na região norte o potencial de água da chuva é superior à demanda de água, que chega a 88 litros per capita por dia. Na região sudeste, obteve-se um potencial de economia de água potável de 48%. Isso indica que a água da chuva coletada pode ser usada para usos não potáveis, como descarga de vaso sanitário, irrigação de jardins, limpeza de pisos, lavagem de carros e roupas, que geralmente representam cerca de 50% do consumo de água em uma casa. Quanto às demais regiões, cujo potencial de economia de água potável ultrapassa os 50%, a água da chuva deve passar por tratamento adequado para ser utilizada para fins potáveis. Em áreas poluídas, a qualidade da água da chuva deve ser avaliada para evitar problemas de saúde.

Também foi avaliado um novo indicador que representa os benefícios do uso da água da chuva na disponibilidade de água. Foi demonstrado que considerar a água da chuva coletada ao longo dos anos promoveria um aumento do indicador de disponibilidade de água, usado pela UNEP (2002) e outros pesquisadores, sejam modificados quando a água da chuva for usada para contribuir para diminuir a demanda de água potável. Quando há um uso constante da água da chuva, recursos hídricos são preservados cumulativamente ao longo dos anos. Portanto, o que é proposto para refletir essa preservação da água recursos é que o volume específico de água da chuva usado acumulado ao longo dos anos anteriores e somadas à disponibilidade de água.

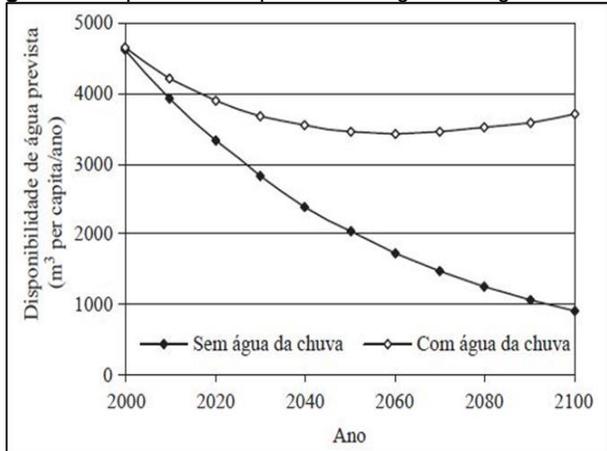
Assim, é possível mostrar a contribuição de uso da água da chuva de acordo com a disponibilidade de água. As figuras. 7 e 8 mostram, por exemplo, a disponibilidade prevista de água no período de 2000 a 2100 para o nordeste e regiões sudeste do Brasil, respectivamente. Pode ser observado que a inclusão da água da chuva no indicador de disponibilidade de água promove um aumento disponibilidade de água UNEP (2002).

Figura 7: Disponibilidade prevista de água na região nordeste



Fonte: UNEP (2002)

Figura 8: Disponibilidade prevista de água na região sudeste



Fonte: UNEP (2002)

CONCLUSÃO

O problema da disponibilidade de água e o potencial de economia de água potável nas cinco regiões geográficas do Brasil foram avaliados, os resultados da análise de disponibilidade de água mostram que as regiões nordeste e sudeste terão disponibilidade de água inferior a 2000 m³ per capita por ano a partir de 2050, a partir de 2100, ambas as regiões terão disponibilidade de água inferior a 1000 m³ per capita por ano, o que é considerado catastróficamente baixo pela UNEP.

Isso indica que as regiões nordeste e sudeste podem enfrentar sérios problemas de disponibilidade de água em um futuro próximo, nas regiões

nordeste e sudeste do Brasil, por exemplo, prevê-se que a disponibilidade de água seja inferior a 1000 m³ per capita por ano a partir de cerca de 2100, portanto, se a água da chuva fosse usada no setor residencial do Brasil, a disponibilidade de água nesses duas regiões não seriam inferiores a 3000 m³ per capita por ano, esse indicador seria ainda mais alto se o uso da água da chuva também fosse considerado em edifícios comerciais, públicos e industriais.

A metodologia apresentada neste documento para avaliar a disponibilidade de água, o potencial de economia de água potável e o indicador de disponibilidade de água que representa os benefícios do uso da água da chuva podem ser aplicados a qualquer país do mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS DO BRASIL. **Gestão de recursos Hídricos no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil>. Acesso em: 29 de março de 2020.

CHENG C. **Building and Environment**: Avaliando medidas de conservação de água para Green Building em Taiwan. 2003; 38(2): 369–79.

DENG S. **Energy and Buildings**: Os usos de energia e água e seus indicadores explicativos de desempenho em hotéis em Hong Kong. 2003; 35(8):775–84.

ELETROBRÁS. **Pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo**. Eletrobrás, PROCEL, PUC-Rio, Brasil, 1998.

FEITELSON E, CHENOWETH J. **Pobreza hídrica: em direção a um indicador significativo**. Política de água. 2002;4(3):263–81.

FEWKES A. **Building and Environment**: O uso da água da chuva na descarga sanitária: teste de campo de um sistema de coleta. 1999; 34(6): 765–72.

HERRMANN T; SCHMIDA U. **Urban Water**: Utilização da água da chuva na Alemanha: eficiência, dimensionamento, aspectos hidráulicos e ambientais.1999;1(4):307–16.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/i>. Acesso em: 29 de março de 2020.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: 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 de Santa Catarina, 2007.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Organização das Nações Unidas**: Glossário da ONU Brasil de termos sobre água e saneamento. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 05/03/2020.

NETTO J. M. A. **Aproveitamento de águas de chuva para abastecimento** - Captação de água da chuva. BIO 1991; 3 (2): 44–8.

NORMAS CLIMATOLÓGICAS (1991–2010). **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação**. Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília.

TUCCI C. E. M; HESPANHOL I; NETTO O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. UNESCO, Brasil, 2002. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129870>. Acesso em: 26 de março de 2020.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Perspectivas ambientais e globais 3: perspectivas passadas, presentes e futuras**. Earth-Scan, 2002. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8609/GEO%20REPORT_English.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Acesso em 26 de março de 2020.

Luis Felipe Moreira Bassani

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
luisbassani@gmail.com

Raphael de Oliveira Melo

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
raphael.topografo87@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Leonardo Reis dos Santos

Engenheiro Civil e Engenheiro de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta. MBA em
Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas-FGV

RESUMO

O pó de pedra, também denominado areia artificial ou areia de britagem, pode ser uma opção para a produção de concretos que utilizam cimento Portland. Considerando a progressiva escassez, o alto custo de recursos como areias naturais e os impactos ambientais de sua extração. Este trabalho pretende analisar a viabilidade da troca da areia natural pela areia de britagem proveniente da região localizada na baixada fluminense, no estado do Rio de Janeiro. Visando quantificar a parcela possível para esta substituição, foram realizados três traços experimentais em laboratório para verificação do abatimento e da compressão axial. Os traços de concretos foram produzidos com diferentes porcentagens de pó de pedra (0%, 50% e 100%). Após os testes, foi possível concluir que ao aumentar a quantidade de areia de britagem, maior é a retenção de água no concreto, propiciando a adição de mais água no traço, dentro de níveis normatizados. A resistência à compressão também aumenta, pois, a areia de britagem, no que tange à granulometria, preenche melhor os espaços vazios do concreto.

Palavras-chave: Areia Natural; Areia Artificial; Pó de Pedra; Concreto; Resistência.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de matérias-primas naturais do mundo. Os principais recursos utilizados na construção civil são: areia natural, argamassa e concreto. De acordo com Thorns (2018), estima-se que 25 bilhões de toneladas de areia e cascalho sejam utilizados a cada ano no mundo, sendo 90% extraídos de leitos de rios e 10% de outras fontes.

No Brasil, a extração ilegal de areia natural é um dos crimes mais lucrativos e danosos ao meio ambiente, com faturamento entre 7 e 8 bilhões de reais ao ano, perdendo apenas para o tráfico de drogas e para a pirataria, afirma Ramadan (2019). A alta demanda pelo material implica na constante extração de agregados utilizados em sua fabricação que, por serem não renováveis, caminham para um esgotamento em regiões próximas aos grandes centros consumidores, motivando explorações em locais distantes aos de suas utilizações e ocasionando a elevação dos custos de transporte.

O setor da construção civil é responsável por aproximadamente um terço de toda emissão de gases do efeito estufa do planeta, a maior parte é relacionada ao processo de fabricação dos materiais de construção e execução de obras. Nesta parcela, não se contabiliza o pó de pedra, considerado um resíduo, sua inserção no processo produtivo é configurada como sustentável, visto que este material é descartado, mas em forma de areia de brita como agregado miúdo, pode ser incluído na produção de concretos e argamassas, qualifica Benite (2010).

Considerado como produto básico pela indústria da construção civil, o concreto que possui como base o cimento Portland utiliza, por metro cúbico, uma média de 42% de agregado graúdo (brita), 40% de areia, 10% de cimento, 7% de água e 1% de aditivos químicos. Assim, é possível verificar que, aproximadamente, 80% do concreto é constituído por agregados, relata Sbrighi (1999).

Segundo Giammusso (1992), qualquer material mineral natural ou artificial, que seja quimicamente inerte em relação ao cimento, pode ser usado como agregado para concreto. Mesmo utilizando aqueles que podem reagir, segundo o referido pesquisador, é possível recorrer a formas de neutralizar os efeitos dessa reatividade.

Os agregados são classificados quanto à sua origem, dimensões dos grãos e pelo peso específico aparente. A ABNT NBR 7225 (1993) define como agregado o material natural, de propriedades adequadas ou obtido por fragmentação artificial de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 152 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm (ABNT, 1993).

Para cada tipo de aplicação dos agregados é exigido o conhecimento de um conjunto de suas propriedades. A caracterização tecnológica de agregados para uso como material de construção é realizada através de técnicas adequadas que permitem conhecer as propriedades do conjunto ou

de forma isolada. Todos os agregados devem ser caracterizados tecnologicamente antes de suas inserções na construção. A norma exige uma caracterização executada por procedimentos padrões, o que é denominado normalização, e o produto é chamado de norma. A normalização torna o tratamento dado a um determinado assunto mais homogêneo e preciso, como por exemplo: Execução de ensaios e de análises; Denominação adequada de materiais e processos; Representação iconográfica e matemática das propriedades; Especificação de qualidade requerida para materiais e serviços, dentre outros procedimentos, (NETO, 2006).

A solução dos impactos da alta exploração da areia natural pode ser a substituição pelo pó de pedra. Em países mais desenvolvidos, essa substituição é realizada desde os anos 70, aproximadamente dez anos após a produção em larga escala dos primeiros equipamentos utilizados na britagem do material fino, viabilizando a produção de pó de pedra em escala comercial, contextualiza Almeida & Sampaio (2002).

No Brasil, Andriolo (2005) relata que a utilização do pó de pedra no concreto ocorreu a partir da década de 80, respaldada por estudos técnicos realizados na hidrelétrica de Itaipu, evidenciando vantagens técnicas e econômicas. O autor ainda aborda que estudos mais avançados foram realizados pelos engenheiros da construtora Norberto Odebrecht, na construção da barragem de Capanda na Angola, em 1987.

A ABNT NBR 7211 (2005), determina as características para a produção de agregados miúdos e grãos de origem natural, obtidos em forma de fragmentos resultantes da britagem de rochas, e define a areia ou agregado miúdo como sendo de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, permitindo, também, ser uma mistura de ambas.

Entretanto, a areia de brita possui material pulverulento, ou seja, coberto por pó, passante na peneira #200, considerando-o uma substância danosa para o concreto, quando em quantidades superiores às especificadas pela norma: 3% para concreto submetido a desgaste superficial e 5% para concreto protegido deste desgaste.

As formas dos grãos interferem diretamente na resistência à compressão do concreto, um fator indispensável e que deve ser comprovado para elaboração de um projeto estrutural, permitindo a avaliação de toda segurança da estrutura. A ABNT NBR 6118 (2003) define a sigla FCK do inglês, *Feature Compression Know*, traduzida para o português como Resistência Característica do Concreto à Compressão, que por sua vez, engloba técnicas estatísticas de dimensionamento ao controle da qualidade do concreto.

Um concreto que utiliza o pó de pedra terá um agregado muito lamelar, onde a espessura é pequena em relação às outras dimensões, apresentando menor trabalhabilidade, fato que não ocorre com a utilização de agregados com características cúbicas ou arredondas, os quais terão melhor interação entre os demais componentes e menor porcentagem de vazios no concreto.

A utilização do pó de pedra como agregado miúdo no concreto é atrativa por aspectos econômicos e sua característica de durabilidade, contudo, ainda que o apelo ambiental seja forte, os benefícios financeiros ainda sobressaem, tendo em vista que as pedreiras poderão comercializar um produto considerado rejeito e sem valor que, além disso, ocasiona transtornos em relação à busca da redução de custos na forma de estocagem com impactos ambientais pequenos.

A proposta deste estudo, é utilizar dados extraídos de cartas-traço após ensaios seguindo as normas ABNT NBR NM 67 (1998) que determina o a consistência do concreto e ABNT NBR 5739 (2018) aferindo a sua capacidade de compressão, ambas regulamentam de forma científica os parâmetros adequados do concreto como produto final, o que permite a comercialização e aplicação direta do material.

Nesta análise serão abordados comparativos entre os traços:

- a) Traço composto por 100% de areia natural como agregado miúdo constituinte do concreto;
- b) Traço com 50% de pó de pedra integrado a 50% de areia natural;
- c) Traço com 100% de areia artificial;

Os parâmetros para análise dos traços que utilizam pó de pedra em sua constituição, utilizando são:

- Alcance de uma resistência de 30 MPa (medida em Megapascal, sendo 1 MPa resistente a aproximadamente a 10 kgf/cm²);
- Diferença tolerada para aceitação do concreto de 10 cm com uma margem de mais ou menos 2 cm.

A areia artificial denominada como pó de pedra e utilizada nas análises foi obtida por meio de um estudo praticado em campo, na pedreira da indústria de propriedade do grupo empresarial Santa Luzia, localizada na cidade de Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro, mesmo endereço do laboratório onde os dados foram coletados através dos ensaios de abatimento e compressão.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Agregados

Os agregados são obtidos na natureza de forma granular, com geometria e volumes variados, entretanto, as dimensões e propriedades são estabelecidas de acordo com a finalidade do uso na construção civil. É possível citar como exemplo: a pedra britada, areias naturais e cascalho, o quais podem ser obtidos a partir de rochas moídas. Estes agregados podem ser considerados naturais ou artificiais: define-se como natural, o agregado

encontrado na natureza em forma de partículas, exemplificada pela areia. O agregado artificial, por sua vez, é proveniente de processos industriais, por exemplo, o pó das pedras a partir da britagem das rochas (SERPA & REZENDE, 2017):

A norma ABNT NBR 7211 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultantes da britagem de rochas. Dessa forma, define areia ou agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante da britagem de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm.

Britagem

No processo fragmentação de rochas para a produção de britas é produzida uma grande quantidade de resíduos na forma de partículas finas consideradas rejeitos, que são depositadas nas pedreiras e empresas de mineração, propor uma utilidade para este rejeito significa beneficiar o meio ambiente e, em contrapartida, aumentar os lucros das empresas que não utilizariam este material (NEVILLE, 2015).

Cimento CP III

O cimento tem a função de aglomerante hidráulico, é indispensável para a ligação dos agregados, conforme estabelece a ABNT NBR 16697 (2018), os cimentos Portland são classificados de acordo com o tipo, correspondendo às adições de outros elementos que os caracterizam. Neste estudo, é possível identificar o CP III, adotado por possuir o menor custo entre os demais, com a resistência satisfatória para esta análise, e denominado seguindo os critérios:

- CP: Cimento Portland;
- III: Indica um subtipo de cimento que possui em sua composição uma porcentagem de escória de alto forno.

Aditivo químico para o concreto

Nos traços de concreto desta pesquisa, o aditivo utilizado foi o MIRA SET 28, segundo a empresa fabricante GCP (2018), o produto deve representar até 1,0% sobre o peso do cimento, visa diminuir a quantidade de água utilizada, promovendo alto poder dispersante e boa manutenção de abatimento de acordo com a ABNT NBR 11768-1 (2019) que, por sua vez, o define como um aditivo plastificante, o qual não modifica a consistência do

concreto no estado fresco, reduz o conteúdo de água e interfere na consistência do concreto aumentando o abatimento (ABNT, 2019).

Análise de viabilidade

A análise da viabilidade de substituição parcial da areia natural pela areia de brita é proveniente de resultados de experimentos integrados aos materiais que constituem os traços de concretos propostos, produzindo assim, um paralelo entre as características dos traços produzidos com a areia natural incorporada aos demais componentes versus as análises daqueles fabricados com a areia de brita, de acordo com Araújo et al. (2018). A fim de avaliar as diferentes performances e comportamentos ao longo do tempo de cura de cada um destes concretos.

Dosagem dos elementos do concreto

A dosagem para a execução do concreto é de extrema importância, garante a produção de estruturas seguras e duráveis. Materiais muito heterogêneos constituindo o concreto, geram complexidade no seu comportamento, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, o que representa um desafio na fabricação e emprego dos concretos. Em cada concretagem há uma dosagem específica, dependendo de fatores que variam em cada circunstância, como: Tamanho das peças a concretar; Resistência desejada; Trabalhabilidade adequada; Equipamentos disponíveis; Tipo, marca, classe e idade do cimento a empregar; Características dos agregados; Umidade da areia; Condições do ambiente onde será empregado o concreto. (HELENE & TERZIAN, 1995).

Concreto FCK 30 com pedrisco (brita 0) ou brita 1

O concreto com FCK 30 MPa, utilizado na análise, é comumente aplicado na concretagem de bases de edificações residenciais superiores a dois pavimentos, especificamente em tipos de fundações superficiais, por exemplo: Baldrames, sapatas e radier; Pavimentação de superfícies apropriadas para o tráfego de veículos pesados, como caminhões; Estruturas que necessitam grande resistência (SANTANA, 2019).

Determinação da consistência

O teste de abatimento, também conhecido como slump test é um controle tecnológico utilizado para medir a consistência do concreto e realizado antes de sua aplicação.

A ABNT NBR NM 67 (1998) determina o condicionamento e a localização da retirada da amostra que deve ser moldada em um troncocônico com a base menor voltada para cima seguindo as dimensões:

- Diâmetro da base de 20 cm;
- Diâmetro superior de 10 cm e altura de 30 cm;

Neste molde, é necessário preencher 10 cm de altura com a amostra do concreto, em seguida, compacta-la com vinte e cinco golpes utilizando uma barra com 16 mm de diâmetro. Refazendo o procedimento para as duas camadas de 10 cm até completar os 30 cm determinados por norma.

A diferença na altura entre o molde compactado e o troncocônico preenchido com concreto fresco, traduz o abatimento ou slump, em centímetros (cm). Neste caso, verifica-se o limite de mais ou menos 2 cm de tolerância para aceitação do concreto.

A ABNT NBR NM 67 (1998) também indica a coesão adequada, onde não há separação dos componentes da massa. A aplicação do pó de pedra no concreto, por representar um material fino, requer uma análise prática que consiste em passar a colher de pedreiro sobre a superfície da massa ainda fresca, introduzindo e levantando verticalmente, possibilitando analisar se há vazios na superfície, o que indica falta de argamassa (cimento, areias e água). Outra análise pertinente para coesão é o ato levantar e girar a colher de pedreiro para baixo com uma pequena parte do concreto, caso o desprendimento da amostra ocorra de forma compacta e homogênea, conclui-se que o teor de argamassa é apropriado, o que ocorreu nos três traços de concreto estudados.

De acordo com os testes de abatimento, o traço 1 alcançou um abatimento inicial de 17 cm e um abatimento final de 12 cm, conforme a figura 1.

Figura 1: Abatimento do traço com 100% de areia natural como agregado miúdo



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

O traço 2 iniciou com a marca de 15,5 cm de abatimento e terminou com 11,5 cm, representado na figura 2.

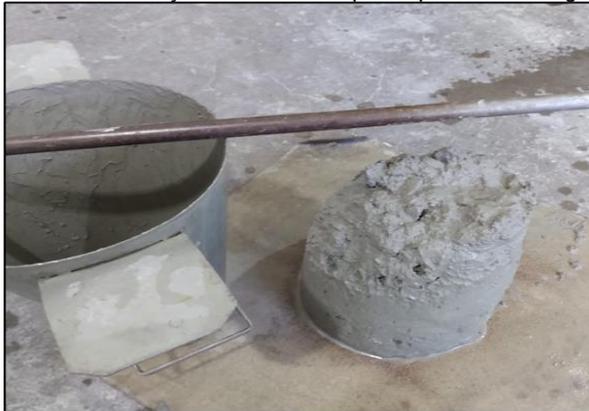
Figura 2: Abatimento do traço com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra como agregados miúdos



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

O traço 3 teve de início um abatimento de 15 cm finalizando com 10 cm, representado na figura 3.

Figura 3: Abatimento do traço com 100% de pó de pedra como agregado miúdo



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Ensaio de Resistência à Compressão do Concreto

O ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos é regulado pela ABNT NBR 5739 (2018) indica qual a tensão o concreto pode resistir antes de se romper, tensão que, por sua vez, resulta da divisão entre a força e a área de atuação.

A realização deste ensaio utiliza corpos de prova de formatos cilíndricos que são inseridos em uma máquina de compressão que permite a

aplicação controlada da força exercida em kgf sobre os corpos de prova, em laboratório por meio de compressão axial.

Assim, a máquina aplica forças sobre o corpo de prova até que ele se rompa, e a resistência é obtida, por meio do cálculo: força exercida em kgf dividida pela área do topo do corpo de prova em cm^2 , encontrando o resultado em kgf/cm^2 é possível estabelecer a tensão de ruptura em MPa, dividindo este valor obtido por 10.

Em laboratório, para equiparar as análises e obter um parâmetro de efeito comparativo com os traços que utilizam o pó de pedra, inicialmente foi realizado o teste de compressão do corpo de prova que utilizou areia natural em sua totalidade como agregado miúdo constituinte do concreto para (figura 4), suportando uma carga axial média de 38,35 MPa após a cura de 28 dias.

Figura 4: Ensaio de compressão do traço com 100% de areia natural como agregado miúdo



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Em seguida, nas mesmas condições do traço contendo 100% de areia natural, o processo de ensaio desta vez, utilizou 50% de areia natural e 50% de pó de pedra, totalizando o agregado miúdo do traço resistiu, com 28 dias de cura, à carga média de 41,30 MPa, (figura 5).

Figura 5: Ensaio de compressão do traço com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra como agregados miúdos



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

A terceira análise quanto à compressão, utilizou 100% de pó de pedra, significando o único agregado miúdo constituinte do traço concreto que, após 28 dias de cura, resistiu à uma carga média de 42,75 MPa (figura 6).

Figura 6: Ensaio de compressão do traço com 100% de pó de pedra como agregado miúdo



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

RESULTADOS DE PESQUISA

Inicialmente, os ensaios foram realizados para verificar as características de abatimento, ar incorporado e resistência à compressão axial, os quais demandaram a coleta dos materiais da central de concreto, localizadas na cidade de Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro, para concretos com mesmo traço:

- FCK de 30 MPa;
- Relação água/cimento: 0,55;
- Brita 1;
- Abatimento 10 cm \pm 2 cm;
- Aditivo plastificante;
- Cimento: CPIII-E-40-RS-Votoran.

A fim de minimizar erros e validar o estudo, todas as moldagens foram realizadas pelo mesmo profissional, bem como a prensa utilizada foi a mesma para todos os casos para uma melhor análise dos resultados e identificação do que leva os traços a terem efeitos distintos.

A seguir, são apresentados os dados dos resultados dos ensaios:

Ensaio do Traço 1

Os dados gerais do ensaio do traço que possui 100% de areia natural como agregado miúdo do concreto é apresentado na tabela 1, as condições do ensaio pela tabela 2, os dados referentes ao slump test pela tabela 3 e os dados do ensaio de compressão axial pela tabela 4, respectivamente:

Tabela 1: Descrição do Traço 1, com 100% de areia natural no concreto

Material	Descrição / procedência	(Kg/m ³)	Traço unitário (m ³)	Betonada 0,018 (m ³)
Aglomerante / Cimento	CPIII-40-RS-Votoran	355	1,00	6,390
Agregado Miúdo / Areia	Areal Atlântico Sul	749	2,11	13,482
Agr. Graúdo / Brita 1	Mineração Santa Luzia	1019	2,87	18,342
Água	Poço	195	0,55	3,510
Aditivo 1	Mira Set 28 - Grace	2,13	0,006	38,34

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 2: Dados obtidos no Traço 1, com 100% de areia natural no concreto

Data	Hora da 1ª água	Umidade do Ar (%)	Temperatura Ambiente (cº)	Nº de CPs Moldados
12/02/2020	08:00	21	22	8

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 3: Dados do ensaio de slump test do Traço 1, com 100% de areia natural no concreto

Slump Test	Hora	Abatimento (mm)	Tempo (minutos)
Inicial	08:05	170	0
Final	08:20	120	60

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 4: Dados do ensaio de compressão axial do Traço 1, com 100% de areia natural no concreto

3 Dias			7 Dias			14 Dias			28 Dias		
C P	Carga (Kgf)	(MP a)	C P	Carga (Kgf)	(MPa)	C P	Carga (Kgf)	(MPa)	C P	Carga (Kgf)	(MPa)
1	14,465	18,4	1	22,025	28,0	1	23,94 0	30,5	1	30,06 0	38,3
2	14,006	17,8	2	23,850	30,4	2	27,37 0	34,8	2	30,16 1	38,4

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Ensaio do Traço 2

Os dados gerais do ensaio do traço que possui 50% de areia natural e 50% de pó de pedra como agregados miúdos do concreto é apresentado na tabela 5, as condições do ensaio pela tabela 6, os dados referentes ao slump test pela tabela 7 e os dados do ensaio de compressão axial pela tabela 8, respectivamente:

Tabela 5: Descrição do Traço 2, com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra no concreto

Material	Descrição / procedência	(Kg/m ³)	Traço unitário (m ³)	Betonada 0,018 (m ³)
Aglomerante / Cimento	CPH-40-RS-Votoran	355	1,00	6,390
Agregado Miúdo / Areia	Areal Atlântico Sul	396	1,11	7,128
Agregado Miúdo / Areia Artificial	Mineração Santa Luzia	396	1,11	7,128
Agr. Graúdo / Brita 1	Mineração Santa Luzia	977	2,80	17,586
Água	Poço	195	0,50	3,510
Aditivo 1	Mira Set 28 - Grace	2,13	0,006	38,34

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 6: Dados obtidos do Traço 2, com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra no concreto

Data	Hora da 1ª água	Umidade do Ar (%)	Temperatura Ambiente (c°)	Nº de CPs Moldados
12/02/2020	14:45	23	24,2	8

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 7: Dados do slump test do Traço 2, com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra no concreto

Slump Test	Hora	Abatimento (mm)	Tempo (minutos)
Inicial	14:50	155	0
Final	14:05	115	60

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 8: Dados de compressão axial do Traço 2, com 50% de areia natural e 50% de pó de pedra no concreto

3 Dias			7 Dias			14 Dias			28 Dias		
C	Carga (Kgf)	(MPa)	C	Carga (Kgf)	(MPa)	C	Carga (Kgf)	(MPa)	C	Carga (Kgf)	(MPa)
1	14,798	18,8	1	23,829	30,3	1	30,466	38,8	1	32,399	41,2
2	15,038	19,1	2	24,188	30,8	2	28,981	38,5	2	32,537	41,4

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Ensaio do Traço 3

Os dados gerais do ensaio do traço que possui 100% de pó de pedra como agregado miúdo do concreto é apresentado na tabela 9, as condições do ensaio pela tabela 10, os dados referentes ao slump test pela tabela 11 e os dados do ensaio de compressão axial pela tabela 12, respectivamente:

Tabela 9: Descrição do Traço 3, com 100% de pó de pedra no concreto

Material	Descrição/procedência	(Kg/m ³)	Traço unitário (m ³)	Betonada 0,018 (m ³)
Aglomerante / Cimento	CPIII-40-RS-Votoran	355	1,00	6,390
Agregado Miúdo / Areia Artificial	Mineração Santa Luzia	722	2,17	12,996
Agr. Graúdo / Brita1	Mineração Santa Luzia	1000	2,82	18,000
Água	Poço	195	0,55	3,510
Aditivo 1	Mira Set 28 - Grace	2,13	0,006	38,34

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 10: Dados obtidos no Traço 3, com 100% de pó de pedra no concreto

Data	Hora da 1ª água	Umidade do Ar (%)	Temperatura Ambiente (cº)	Nº de CPs Moldados
12/02/2020	16:00	26	25,5	8

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 11: Dados do ensaio de slump test do Traço 3, com 100% de pó de pedra no concreto

Slump Test	Hora	Abatimento (mm)	Tempo (minutos)
Inicial	16:05	150	0
Final	16:20	100	60

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Tabela 12: Dados do ensaio de compressão axial do Traço 3, com 100% de pó de pedra no concreto

3 Dias			7 Dias			14 Dias			28 Dias		
C	Carga	(MPa)	C	Carga	(MPa)	C	Carga	(MPa)	C	Carga	(MPa)
P	(Kgf)		P	(Kgf)		P	(Kgf)		P	(Kgf)	
1	11,570	14,7	1	22,938	29,2	1	28,015	36,7	1	33,425	42,5
2	11,860	15,1	2	21,663	27,6	2	28,660	36,5	2	33,778	43,0

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa de substituição da areia natural pelo pó pedra, obtido das jazidas nas dependências da empresa Santa Luzia Mineração, seguindo os padrões de análise de concreto estabelecidos pelas normas ABNT NBR NM 67, (1998) que regula a consistência, e ABNT NBR 5739, (2018) referente à resistência e à compressão axial, é possível realizar as seguintes considerações:

- As propriedades do concreto com cimento Portland no estado fresco sofrem mais influências desfavoráveis quando comparado ao mesmo material no estado endurecido com agregados britados. Isto corre devido à geometria das partículas, os agregados artificiais possuem formas menos esféricas, exigindo mais água para uma mesma consistência;
- Em relação à consistência, de acordo com os traços experimentais utilizando o concreto no estado fresco, é identificado um menor abatimento quando o pó de pedra está inserido parcialmente ou integralmente na parcela referente ao agregado miúdo da amostra. Ainda que o abatimento resulte em uma medida inferior quando comparada ao concreto com areia natural, o traço se enquadra nos padrões exigidos pela ABNT NBR NM 67 (1998);
- Os ensaios mecânicos de compressão axial demonstraram que os concretos contendo pó de pedra possuem maior resistência à compressão em relação aos concretos contendo somente areia natural, o que pode possibilitar, dentro de parâmetros normativos, uma diminuição no consumo de cimento, logo a escolha do pó de pedra possui grande importância para minimizar o custo final do concreto;

- Comparando o traço 2 (50% de pó de pedra) com o traço 3 (100% de pó de pedra), o traço 2 apresentou um slump final mais alto, exatamente por ainda ter na sua composição areia natural. Contudo, demonstrou uma menor resistência a compressão axial;

Em suma, a análise permitiu verificar que há viabilidade do uso de pó de pedra em substituição da areia natural para concretos que utilizam cimento Portland, cada traço apresenta características particulares que podem ser adequadas ou não de acordo com a sua aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, S. L. M., SAMPAIO, J. A. **Obtenção de areia artificial com base em finos de pedreiras.** São Paulo, Revista Areia & Brita, 2002.

ANDRIOLO, F. **Usos e abusos do pó de pedra em diversos tipos de concreto.** São Paulo, EPUSP, 2005.

ARAÚJO, A. E. V.; GOMES, C. R. F.; NETO, G. B. M.; PINA, A. P. P.; NUNES, A. M.; COSTA, J. G.; SANTOS, A. F.; PAVÃO, J. M. S. J. **Análise sustentável da substituição da areia natural por resíduos de pedreira nos concretos de cimento Portland.** Alagoas, Revista Educação Ambiental em Ação, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos – Método de Ensaio.** ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7211: **Agregados para concreto – Especificação.** ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7225: **Materiais de Pedra e Agregados Naturais – Terminologia.** ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR NM 67. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 11768-1: **Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Requisitos.** ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16697: **Cimento Portland – Requisitos.** ABNT, 2018.

BENITE, A. **As emissões de carbono e a construção civil**. Revista Buildings. São Paulo, 2010.

GIAMMUSSO, S. **Manual do concreto**. Ed. Pini. São Paulo, 1992.

HELENE, P; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. Ed. Pini. São Paulo, 1995.

NETO, G. **Estudo da substituição de agregados miúdos naturais por agregados miúdos britados em concretos de cimento Portland**. Paraná: UFPR, 2006. p. 29-31.

NEVILLE, A. **Propriedades do Concreto**. 5ª Ed. Bookman. São Paulo, 2015.

RAMADON, L. **A extração ilegal de areia no Brasil e no mundo**. Ação contra os Crimes Ambientais, Minerais e Tráfico de Animais Silvestres. Rio de Janeiro, 2019.

SANTANA, D. **Concreto de 20 ou 30 MPa**. Engenheiro de Alto Rendimento. Goiás, 2019. Disponível em: <https://engenheirodealtorendimento.com.br/concreto-de-20-ou-30-MPa/>. Acesso em: 01 de abril de 2020.

SERPA, H; REZENDE, M. **Agregados para a Construção Civil**. Agência Nacional de Mineração, Departamento Nacional de Produção Mineral, Série Estatísticas e Economia Mineral. Distrito Federal, 2017.

SBRIGHI, C. **A importância dos conceitos tecnológicos na seleção dos agregados para argamassas e concretos**. Revista Areia & Brita. EMC-Editores. São Paulo, 1999.

THORNS, E. **A próxima crise da sustentabilidade: nós estamos usando tanta areia que ela pode realmente acabar**. ArchDaily Brasil. São Paulo, 2018.

Alexandra Suellen Cyriaco Nunes da Silva

Graduanda em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM
alle_suenn2006@hotmail.com

Bianca Ferreira da Silva

Graduanda em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM
biancaferreira21@outlook.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Leonardo Reis dos Santos

Engenheiro Civil e Engenheiro de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta. MBA em
Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas-FGV

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo abordar as falhas de Impermeabilização, no edifício Passeio Corporate, pertencente a companhia BR Properties localizado no Estado do Rio de Janeiro, que gerou uma patologia no coroamento, nas juntas dos rufos da cobertura entre o revestimento e as esquadrias da pele de vidro da fachada, fissuras foram encontradas nos três blocos incluindo na passarela do mesmo. A partir disto, este estudo tem como objetivo demonstrar a necessidade de revitalização e restauração, com um sistema de impermeabilização adequado para cada ponto específico do empreendimento, assim evitando danos estruturais e de proporção aparente, devido ao excesso de umidade e/ou infiltração, além de explicar a escolha correta do sistema de impermeabilização. A metodologia utilizada de uma forma quantitativa, por meio do teste de estanqueidade que permite a exploração de pontos específicos aparentes, sendo apresentado assim os resultados de forma avaliativa e tendo como objetivo geral fornecer uma solução imediata e apropriadamente adequada baseada no orçamento indicado sobre o tema.

Palavras-chave: Impermeabilização; Revestimento; Infiltração.

INTRODUÇÃO

As civilizações antigas usam um material chamado de betume, que basicamente tem sua origem proveniente de organismos vivos, essa rocha pode vir a ser usado como vernizes, massas de revestimento, bases para pintura. Para a pavimentação de ruas é utilizado o betume formado de resíduos do petróleo destilado ou até óleo de baleia

A escolha adequada do sistema de impermeabilização é de suma importância para a durabilidade de uma construção, pois impede a passagem de águas por meio de infiltrações e vazamento, dando proteção a estrutura da construção já que o fator “chuva” vem sendo um fenômeno natural previsto porém não controlado ao decorrer do tempo e o volume desses “agentes” danificam as armações da construção. Uma forma de testar essa resistência, e ou até identificar esses vazamentos é por meio do teste de estanqueidade (ABNT, 2013).

Segundo Hussein (2013):

A impermeabilização interfere na vida útil de uma construção, pois protege as estruturas contra a ação nociva da umidade. Ela tem a função de formar uma barreira que contém a propagação da umidade e evita infiltrações. Consequentemente, esta previne o descolamento de azulejos, aparecimento de manchas de bolor, surgimento de goteiras e corrosão de armaduras.

Para dar um contexto, é necessário ter o conhecimento de que a água é responsável por patologias na edificação, por este motivo é necessário impermeabilizar. A maior parte dos construtores ignoram essa fase, pela ausência de conhecimento ou para gerar uma economia. Ou seja, garantia de problemas que está por vir.

Conforme Silva et al (2019):

A impermeabilização é o envelope da edificação, um sistema que protege a edificação das condições do meio onde está edificada, além do isolamento de certos cômodos da própria estrutura. Todavia, quando não se faz uso dos métodos adequados de impermeabilização, de acordo com o tipo de estrutura, o meio no qual está exposta e sua finalidade, corre-se o risco de provocar problemas de habitabilidade, além dos prejuízos quanto à funcionalidade da construção e degradação dos materiais constituintes.

A falta de conhecimento sobre as técnicas de impermeabilização pode trazer problemas, cada circunstância precisa ser estudada detalhadamente, com a intenção de escolher o material mais apropriado, senão, pode causar infiltração ou patologias. Sendo essas patologias geradas

de várias formas, sejam por evaporação da água, por capilaridade, umidade, vazamento ou condensação.

A infiltração é inimiga da construção, visto que compromete a vedação e a estética do ambiente. Para resolver um problema de infiltração ou umidade logo após o término da obra é mais difícil e mais caro, sendo assim a impermeabilização precisa ser prevista na fase de planejamento da obra, e de preferência tendo em vista um projeto executivo somente para tal.

Em consequência disso, com o propósito de proteger a edificação de inúmeros problemas patológicos a ABNT NBR 15575, cobra a impermeabilização na edificação (ABNT, 2013).

Coberturas e fachadas ficam expostas constantemente a ação de intempéries, sendo assim, esse fato deve ser considerado na hora da escolha do sistema de impermeabilização. Tendo em conta, este artigo visa classificar os sistemas mais usuais e o local adequado para utilização, além de abordar o estudo de caso, do edifício Passeio Corporate, apresentando a solução e método executivo, respectivamente.

O problema que se busca esclarecer consiste em analisar as causas que ocasionaram uma infiltração no coroamento, nos rufos da cobertura, e entre o revestimento e esquadria da sua parede de vidro nos três blocos incluindo a passarela do mesmo localizada no Rio de Janeiro. E em seguida, apresentar uma solução para reparar a funcionalidade da edificação e precaver qualquer tipo de patologia.

Devido à dificuldade para compreender a causa de uma infiltração na cobertura de um prédio e entre o revestimento da parede de vidro nos três blocos incluindo a passarela, foi feita essa pesquisa que é justificada através de uma análise correta sobre impermeabilização, tendo como contribuição para o seu público alvo o discernimento para prevenção de quaisquer patologias, ligadas a umidade ou percolação de água, nas edificações, além de partilhar o método idôneo de execução do sistema escolhido.

É de grande importância compreender a necessidade de estanqueidade da edificação, dado que se garante uma maior vida útil da estrutura e evitando o surgimento de goteiras, manchas ou mofo. De um modo geral ambientes úmidos e insalubres, são propícios para o desenvolvimento de fungos e bactérias que podem prejudicar à saúde.

O método de pesquisa utilizado neste trabalho, é a exploratória onde assume a forma de estudo de caso, elaborando uma pesquisa documental com o objetivo de identificar os pontos de infiltração nas áreas do empreendimento, como; Rufos, Coroamento e na pele de vidro do edifício, e oferecer uma solução aplicativa para resolução do problema do tema em questão, visando contribuir com a diminuição e o controle de patologias, ligadas a umidade e percolação de água, nas edificações e o conhecimento do método eficaz do sistema de resolução escolhido.

Neste sentido, os resultados foram apresentados de forma qualitativa, pois através de testes e análise de documentos e de relatórios foram extraídos dados e feita as análises adequadas segundo as normas vigentes na NBR. A partir destes testes, foi feita uma coleta de informações

da debilidade do edifício, usando fontes primárias e secundárias, incluindo livros, artigos científicos, revistas, sites de autoridades como Google Acadêmico, e Alta Vista, para uma análise do correto método utilizado e a apresentação das conclusões deste artigo. Baseado nessas informações foi criado um orçamento para reforma e correção das patologias encontradas.

O objetivo deste artigo é identificar a origem de uma infiltração no perímetro dos rufos da cobertura e entre as esquadrias da pele de vidro na fachada, nos três blocos do empreendimento, incluindo a passarela que interliga o edifício Passeio Corporate, pertencente a companhia BR Properties localizado no Estado do Rio de Janeiro. O teste de estanqueidade irá identificar com precisão os pontos de vazamentos e com o análise do mesmo pode se criar um projeto de contenção para que a falha não atinja a estrutura, concluindo assim uma apresentação para solucionar adequadamente o problema. Além de identificar o melhor tipo de impermeabilização a ser usada para cada situação (cada ponto do empreendimento) e explicitar a forma construtiva correta do sistema escolhido.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de Desempenho

O termo de desempenho é focado para a produção de edifícios e componentes que atendam definidas exigências ao longo de suas vidas úteis. Durante o processo de construção, a fim de que sejam satisfeitas as exigências e as normas técnicas vigentes, são determinadas responsabilidades a cada profissional incluído no empreendimento, segundo a norma técnica ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013).

Cabe ao incorporante contratar os profissionais e serviços que sejam capazes de providenciar as informações essenciais podendo ou não trazer riscos à elaboração e entrega do produto final, como exemplos, pode-se citar a presença de aterro sanitário na área edificável do lote, presença de agentes agressivos no solo e demais passivos de natureza ambiental tal como agentes que podem manifestar-se durante as muitas fases da vida da edificação (THOMAZ, 1989).

Conforme Cremonini (1988):

[...] o conceito de desempenho é antes de tudo o processo de pensar e trabalhar em termos de fins ao invés de meios, o que não significa que os meios são desconsiderados, mas que sua consideração ocorre através dos fins alcançados (CREMONINI, 1988).

As edificações devem atender condições mínimas de aspectos de habitabilidade, manutenibilidade e uso, frequentemente expressas através de padrões ou critérios definidos pela norma técnica ABNT NBR 15575 essas

condições são regulamentadas e retratam as condições que necessitam ser atendidas pelos materiais e componentes das edificações (ABNT, 2013).

A qualidade na construção civil pode ser questionada por várias vertentes, através de pesquisas comparativas entre diversos métodos construtivos nas mais diferentes etapas do processo de construção, mencionando as etapas básicas de concepção do edifício, projeto, execução e uso do produto final (CBIC, 2013).

Denomina-se então por desempenho, o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas, esse será capaz variar de um local para outro e de um usuário para outro, diversificando em função das condições de exposição e do desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção, o desempenho irá acontecer como as condições de exposição dos elementos que integram a edificação, tal exposição é vista como o conjunto de ações atuantes sobre a edificação, incluindo cargas gravitacionais, ações externas e ações resultantes da ocupação (THOMAZ, 1989).

Conforme Gnipper & Mikaldo Junior (2007):

[...] o requisito de desempenho é a formulação qualitativa das propriedades a serem alcançadas pelo edifício, ou por suas partes, de maneira a atender determinadas necessidades do usuário. Os requisitos de desempenho são relativos ao uso propriamente dito da edificação, à resistência que esta deverá oferecer aos desgastes que sobre ela atuam e às consequências que ela produzirá sobre o meio ambiente (GNIPPER & MIKALDO JUNIOR, 2007).

O termo de desempenho se mostra uma ferramenta útil aos projetistas, que ao escolher por determinadas soluções possuíram uma ideia do que esperar da estrutura projetada, dos quais atualmente os órgãos fiscalizadores e as normas técnicas vigentes são criteriosos sobre o exemplo de qualidade e os níveis de desempenho desenvolvidos pelos produtos comercializados (CREMONINI, 1988).

Arrisca-se dizer ainda, que no refere-se o desempenho de edificações, que se em certo momento da vida útil de determinado elemento este apresentar desempenho insatisfatório, não significa que ele esteja necessariamente condenado. A avaliação nesta situação talvez seja o objetivo maior da patologia das construções, tendo em vista que este é o momento que requer intervenção técnica, de forma que ainda seja possível recuperar a estrutura, postergando sua vida útil (RIPPER & SOUZA, 1998).

De modo geral os problemas patológicos estão relacionados à queda de desempenho das edificações, esta queda está diretamente relacionada com os danos e vícios construtivos que aparecem na edificação ao longo do tempo (DO CARMO, 2003).

Para que o surgimento dos problemas patológicos não se torne comum nas edificações já finalizadas e em processo de uso, o usuário deverá

fazer uso adequado da edificação, obedecendo às exigências feitas pelos projetistas e incorporadores e realizando as manutenções preventivas e corretivas de acordo com o manual de uso, operação e manutenção formatado, redigido conforme a norma técnica ABNT NBR 14037/2013 – Manual de uso, operação e manutenção das edificações, efetuando registros documentados das manutenções de acordo com a norma técnica ABNT NBR 5674/1999 – Manutenção de edificações – Procedimento (CBIC, 2013).

Vida útil e durabilidade

A concepção de uma construção durável é decorrente de um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial, tais decisões são as que garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil, parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (RIPPER & SOUZA, 1998).

A modelização do mecanismo de estudo da durabilidade passa pela avaliação e compatibilização entre a agressão ambiental e a qualidade da matéria-prima e do processo adotado durante a execução do elemento em questão, tais critérios são relacionados e analisados nas normas técnicas vigentes durante as fases de concepção, execução e uso da estrutura (ZARCAR JUNIOR, 2007).

Caso haja a ocorrência de algum problema, fazendo com que o desempenho da estrutura venha a se tornar insatisfatório, deve-se fazer uma análise para auxiliar na tomada de decisões, sempre se adotando a opção mais conveniente e respeitando os pontos de vista técnicos, econômicos e socioambientais (RIPPER & SOUZA, 1998).

O termo “durabilidade” expressa o período esperado de tempo em que um produto tem potencial de cumprir as funções a que foi destinado, num patamar de desempenho igual ou superior àquele pré-definido, para tanto, há necessidade de correta utilização, bem como realização de manutenções periódicas em estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto, sendo que as manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação. Diz-se então, que durabilidade é a capacidade da edificação de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção previamente especificadas (CBIC, 2013).

Importância de uma Autovistoria Predial

Autovistoria predial ou visita técnica como é mais conhecido é o acompanhamento técnico que se descreve em uma inspeção realizada em prédios, edifícios ou condomínios por um profissional responsável legalmente apto para fazer uma avaliação das condições estruturais de um empreendimento. Dentro desta avaliação, a autovistoria predial tem como

propósito principal avaliar tecnicamente as condições de segurança, conservação e estabilidade das edificações (GOMIDE et al, 2006).

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

Conforme Gomide et al (2006):

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

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

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

Conforme Lottermann (2013):

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

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

Seguindo as instruções da Lei estadual nº 6400 de 05 de março 2013 a autovistoria deve ser executada nas edificações com regularidade, ou seja, é uma preocupação do poder público tendo em vista garantir, por lei, que as condições consideradas adequadas a segurança e uso sejam respeitadas nos imóveis no estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2013).

Desta forma, para alcançar este resultado, o período de tempo estipulado para a regularização das edificações frente à nova obrigatoriedade estipulou o prazo de 15 meses após a vigência da lei, valendo assinalar que,

a partir de sua primeira realização, também determinando a periodicidade em que o serviço deverá ser prestado.

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

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

Teste de estanqueidade

Não existe no Brasil uma norma regulamentadora específica que trate somente do teste de estanqueidade, os testes realizados no país são baseado em normas americanas, todavia na ABNT NBR 15575: 2013, através de ensaios, diz que, a estanqueidade fica por parte dos ensaios de impermeabilização previstos na ABNT NBR 9574 e ABNT NBR 9575, os quais já são normalmente feitos pelas construtoras através da lamina de água. Isso significa verificar se algo está estanque, hermético, sem vazamento ou sem imperfeições estruturais, esse procedimento é realizado após a autovistoria predial. Quando o perímetro das patologias na alvenaria é apontado, com a ajuda de uma mangueira, joga-se água com um nível médio de pressão sobre uma área de um metro para cada lado da “fissura” para identificar assim o ponto exato do vazamento. A norma teste de estanqueidade referente à NBR 15571, onde os métodos de vedamento por meio de passagem de gases pressurizados são especificados. Trata também do método pela penetração de líquidos por capilaridade. Seu objetivo é identificar os defeitos passantes em juntas soldadas, chapas, fundidos e forjados. O teste de estanqueidade é uma exigência do Corpo de Bombeiros e assegura que não existem vazamentos nas redes canalizadas. É de suma importância a realização desse teste, ele é uma forma de assegurar que a obra está de acordo com o que rege a NBR.(UGREEN, NBR 15571)

TIPOS DE UMIDADES

UMIDADE E SUAS CAUSAS

Os projetos de construção tradicional tipicamente tinham fraco isolamento de humidade e permitiam que a humidade do ar circulasse livremente entre o interior e o exterior. A eficiência energética e a arquitetura fortemente selada, introduzida no século XX, também isolaram a circulação de humidade, e isso resultou em um problema secundário de condensação, formada em torno das paredes, que incentiva o desenvolvimento de mofo e bolor. Além disso, os prédios com as fundações não devidamente seladas permitiram o fluxo de água através das paredes, devido à ação capilar, notoriamente cimento, que é um bom condutor de água. A soluções para os

edifícios energeticamente eficientes, que evitem a condensação, é um tema atual da arquitetura (ENCICLOPAEDIA BRITANICA.2010).

A umidade é a maior inimiga das construções e da saúde dos seus ocupantes, devido as consequências que ela traz. A impermeabilização, na maioria das construções, é desconsiderada, seja por falta de conhecimento técnico ou pela tentativa de baratear a obra para obtenção de mais lucro.

Para Oliveira et al (2018):

A umidade é um dos maiores causadores de patologias e problemas nos elementos estruturais nas construções. Ela pode surgir tanto pela infiltração das águas pluviais, percolando pelas lajes, vigas, pilares e paredes como também pelo solo, em um fluxo ascendente comprometendo os elementos da fundação.

Dependendo da causa, a umidade pode atingir diferentes áreas e estruturas das edificações, como mostrado no quadro 1.

Quadro 1: Tipos de umidade

TIPO	CAUSA	LOCAIS ATINGIDOS
UMIDADE POR INTEMPÉRIES	Este tipo de patologia ocorre devido a precipitação que penetra através da edificação.	Fachadas, coberturas, estruturas, etc.
UMIDADE POR CONDENSAÇÃO	Quando acontece uma queda de temperatura, as partículas da água agitam-se cada vez menos, até ocorrer a condensação, que é a transição da água de estado gasoso para estado líquido.	Paredes, vidros ou estruturas.
UMIDADE POR CAPILARIDADE	Capilaridade é o fenômeno de movimentação ascendente da água, causada pela tensão superficial.	Partes inferiores das paredes ou rodapés.
UMIDADE POR INFILTRAÇÃO	Este tipo de patologia ocorre devido a falhas de vedação de encaamentos, pela ausência ou má impermeabilização ou quando a edificação encontra-se abaixo do nível do lençol freático.	Alvenarias rentes a aparelhos hidráulicos e sanitários, fachada, cobertura, estrutura e pavimentos abaixo do lençol freático.

Fonte: Adaptado de Viapol (2019)g

A edificação deve ser protegida de modo a não haver contato com a água a fim de prolongar a vida útil da mesma. Os materiais de construção usados nos revestimentos possuem pequenas fissuras, na maioria das vezes imperceptível, causada por dilatação térmica, retração, movimentação da construção, excesso de peso ou uso de material de baixa qualidade. A água em qualquer estado físico é prejudicial ao edifício, pois ela penetra por essas trincas e fissuras, até atingir as ferragens, provocando a oxidação. (Viapol, 2019)

Segundo Verçoza (1991), “Nas construções, os defeitos de impermeabilização podem causar os seguintes problemas: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração.”

Esses problemas causados nas estruturas citados por Verçoza é defenido como patologias. Por isso a ABNT NBR 15575, garante uma maior vida útil da edificação ao exigir a estanqueidade de água proveniente de

precipitação, a prevenção de umidade e de proliferação de insetos e micro-organismos (ABNT, 2013).

Devido a esses motivos, a falta de impermeabilização faz com que ocorram pontos de umidade na edificação, e caso não seja tratada, esta patologia tem um aumento gradativo, trazendo desconforto ao usuário. (ABNT, 2013).

Na figura 2, pode-se observar os vazamentos expostos no interior da alvenaria. Essa umidade é causada pela infiltração. Ocorre quando a falha na vedação de um modo geral, certos vazamentos nas paredes costumam deixar o local úmido e com manchas. Mesmo havendo azulejos, é possível identificar alterações na coloração das paredes e, em alguns casos, o deslocamento do azulejo.

Figura 2: Manchas de infiltração na área interna da alvenaria, causada por falha na vedação



Fonte: Civil Master (2019)

A figura 3 mostra uma mancha contínua de umidade, na parte superior da parede e teto. Este fenômeno natural produz-se no interior da estrutura quando o ar está saturado de humidade. O excesso de água deposita-se nos pontos mais frios da divisão, e devido ao acúmulo torna-se aparente as manchas na alvenaria, pois a água é absorvida pela estrutura.

Figura 3: Umidade ascendente



Fonte: Fonte Pessoal (2019)

Na figura 4, pode-se observar a parede com descamação por conta de uma infiltração. Ocorre devido à penetração de água direta em razão de vazamentos, encanamentos ou áreas úmidas e água que vem de ambientes externos.

Figura 4: Parede com descamação causada por Infiltração.



Fonte: Casa do Construtor (2016)

Na figura 5, observa-se uma parede externa, com descamação causada por umidade relativa, afetando até mesmo a estrutura de concreto da casa. É um tipo de umidade decorrente da água da chuva. E por esse motivo é mais comum em locais externos de uma construção.

Figura 5: Infiltrações no teto, causada por Intempéries



Fonte: Verum (2017)

TIPOS DE PATOLOGIAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO E OS MATERIAIS APLICADOS NA CORREÇÃO DAS FALHAS

Patologia gerada pela falta de Impermeabilização

As patologias causadas em uma edificação são provenientes de infiltrações e por danos de umidade. Uma edificação deve ser protegida a fim de prolongar a vida útil da mesma, logo todo material usado desde a

fundação, estrutura e acabamento deve ser devidamente avaliado antes de sua aplicação. A água em qualquer estado físico é prejudicial a uma estrutura, pois ela tem a capacidade de penetrar por essas trincas e fissuras, até atingir as ferragens, provocando a oxidação.

Segundo o fórum da construção, o termo "patologia" é derivado do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". (Na construção civil pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações.

Essas patologias podem se manifestar de diversos tipos, tais como: trincas, fissuras, infiltrações e danos por umidade excessiva na estrutura. Por ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas

Impermeabilização e seus métodos.

A impermeabilização é o ato de tornar algum material, impermeável, isto é, de fazer com que a água, outro fluido, não consiga atravessar esse material. Impermeabilizar é o ato de isolar e proteger os materiais de uma edificação. Mantendo assim as condições de habitabilidade da construção.

O clima é um fator determinante para a variação volumétrica de um material. Conforme eleva-se a temperatura, o grau de agitação das moléculas aumenta, esse fenômeno é chamado de dilatação térmica. Cada material possui um coeficiente de dilatação, por isso, dado dois materiais distintos, submetidos a uma mesma variação de temperatura, resulta em diferentes variações volumétricas (FIBERSALS, 2019).

Esse conceito é fundamental para a escolha do sistema de impermeabilização, pois em uma edificação o nível de exposição solar afeta o material exposto, causando a dilatação. Diante disto, os sistemas de impermeabilização são classificados em duas formas: Rígido e Flexível (FIBERSALS, 2019).

Conforme Oliveira et al (2018), a impermeabilização rígida somente deve ser utilizada em áreas com baixa ou nenhuma movimentação. E isso se traduz na prática em elementos com pouquíssima exposição ao sol ou elementos enterrados.

O sistema rígido tem como característica uma baixa capacidade de absorção de movimentos estruturais ou deformações, é um material não flexível. É recomendada sua aplicação em locais mais estáveis da edificação, locais onde o aparecimento de trincas ou fissuras sejam escassos, pois como este sistema não acompanha as movimentações térmicas, tem a possibilidade de aparecimento de fissuras, tendo como consequência um caminho para a percolação de água (RIGHI, 2009).

Impermeabilização flexível compreende o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração e podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas e chamadas de mantas (RIGHI, 2009).

O sistema flexível tem como característica uma maior flexibilidade, compatíveis com as movimentações estruturais e deformações. Sua utilização é indicada para áreas expostas e mais submetidas à fissuração, estruturas que estejam sujeitas as movimentações, vibrações e variações térmicas.

Para a escolha do sistema de impermeabilização, que deve ser utilizado na construção deve-se consultar a ABNT NBR 9575. Esta define o tipo de impermeabilização segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação ocorre em quatro formas, sendo estas (ABNT, 2010):

- Imposta pela água de percolação;
- Imposta pela água de condensação;
- Imposta pela umidade do solo;
- Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

No quadro2, é apresentado o melhor método de impermeabilização a ser utilizado conforme o comportamento do fluido na edificação.

Quadro 2: Escolha dos métodos de impermeabilização.

Situação	Ação dos agentes	Exemplos típicos	Soluções
Atuação da água	Percolação	Lajes frias, terraços, coberturas, marquises, parapeitos.	Impermeabilização Rígida
	Água sob pressão hidrostática	Caixas d'água, cisternas, reservatórios, piscinas.	Impermeabilização Rígida Impermeabilização Semi Flexível
	Umidade do solo	Muros de arrimo, paredes em subsolos.	Impermeabilização Rígida
Comportamento dos elementos da edificação	Sujeitos à fissuras e trincas	Estruturas com fissuras e trincas devidas a dilatação/retração, recalques, fadiga e movimentações estruturais	Impermeabilização Flexível
	Sujeitos a esforços externos	Fissuras e trincas provocadas cargas dinâmicas externas de temperaturas, carregamentos temporários, tráfego de veículos, obras vizinhas etc.	Impermeabilização Flexível

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018)

Principais Materiais utilizados para Impermeabilização

No quadro 3, é apresentado os principais materiais para impermeabilização, de acordo com a ABNT NBR 9574 (ABNT, 2008).

Quadro 3: Principais materiais utilizados para impermeabilização.

MATERIAIS PARA SISTEMA FLEXÍVEL	MOLDADA IN LOCO	Membrana de asfalto
		Membrana de emulsão asfáltica
		Membrana elastomérica
		Membrana de poliuretano
		Membrana acrílica
	Membrana de polímero com cimento	
	PRÉ-FABRICADA	Mantas asfálticas
		Manta de policloreto de vinila (PVC)
		Manta de polietileno de alta densidade (PEAD)
		Manta elastomérica de etileno-dieno-monômero – EPDM
Manta elastomérica de polisobutileno isopreno (IIR)		
Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.)		
MATERIAIS PARA SISTEMA RÍGIDO	Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo	
	Argamassa modificada com polímero	
	Argamassa polimérica	
	Cimento modificado com polímero	
		Membrana epoxídica

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 9574 (2010)

Alguns dos materiais de impermeabilização mais utilizados na construção civil serão apresentados nos subitens abaixo, sendo citado suas vantagens, desvantagens e locais de uso.

Argamassa impermeável

A argamassa impermeável é feita de maneira semelhante à argamassa convencional, porém, com o uso de aditivos hidrófugos na água de amassamento, que conferem propriedades impermeabilizantes ao produto final.

As vantagens de utilizar esse tipo de argamassa é que funciona como bloqueador dos capilares estruturais, possui baixo custo e consumo, é de fácil utilização, tem elevada aderência e possui resistência química. Porém, esta tem como desvantagem menor resistência à movimentações e o traço deve ser feito adequadamente com o produto. É indicado para baldrame, piscina, subsolo, piso em contato com o solo, argamassa de assentamento de alvenaria e nos poços de elevadores (FIBERSALS, 2019).

Mantas asfálticas

Segundo Ávila (2013), as mantas asfálticas são obtidas pela laminação de estruturas ou tecidos impermeáveis, tem como produto principal as mantas asfálticas.

A manta asfáltica é a mais utilizada para impermeabilização de sistemas flexíveis, devido a sua eficácia e durabilidade. Elas são pré-

fabricada e feitas de elementos estruturantes de alta resistência mecânica além de compostos asfálticos (ÁVILA, 2013).

A ABNT NBR 9952, define as mantas em quatro tipos. Abaixo segue o quadro 4, apresentando suas características e locais de uso indicado, e a figura 7 apresentando sua execução em uma obra (ABNT, 2014).

Quadro 4: Tipos de mantas asfáltica.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	ONDE USAR
I	São mantas pouco usuais no Brasil, por possuir baixa elasticidade e resistência mecânica. Por serem mantas com desempenho baixo, são indicadas para locais com pouco trânsito e carregamentos leves.	Lajes pequenas que não estejam expostas ao sol, cozinha, baldrame, vigacalha, banheiros, etc.
II	Este tipo pode ser usado em impermeabilizações com mantas duplas, por possuir uma resistência mecânica propícia a solicitações leves e moderadas.	Lajes sob telhados, cozinhas, baldrames, banheiros, varandas, etc.
III	Esta manta foi desenvolvida para impermeabilização de estruturas sujeitas a movimentos com resistência a cargas maiores. Possui elevada resistência mecânica e alta elasticidade. É bastante usual no Brasil.	Lajes maciças, pré-moldadas, stell deck, terraços, camadas de sacrifício em sistemas de dupla manta, piscinas, etc.
IV	Esta manta é para estruturas sujeitas a grandes deformações por cargas altas ou dilatação térmica, é uma manta de alto desempenho e maior vida útil	Lajes de estacionamento, túneis, rampas, tanques e espelhos d'água, viadutos, helipontos, etc.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 9952 (2014)

As vantagens de utilizar a manta asfáltica, é que ela possui alta durabilidade, é super flexível, resistente à tração e tem excelente alongamento. Apresenta como desvantagens a necessidade de proteção mecânica e pouca resistência a pressão negativa.

Figura 5: Execução de manta asfáltica em uma obra



Fonte: Mapa da obra (2019)

A Manta Asfáltica Aluminizada Auto Adesiva, realiza correções reparando fissuras, tendo em vista sua aplicação elimina os pontos de infiltração realizados por intemperismos, em trincas e até fissuras na edificação, além de possuir uma fácil acessibilidade na sua aplicação, pode ser utilizada em, telhados, alvenaria, toldos entre outros, esse material possui uma ótima resistência quanto a durabilidade, essa manta asfáltica auto adesiva, tem uma camada de proteção com um filme de alumínio, que lhe permite ficar exposta aos raios solares, por ter sua aplicação à frio pelo método do sistema flexível não há necessidade do auxílio de uma maçarico, basta apenas retirar o filme protetor e aplicar ao local, como; Lajes de coberturas, recuperação e manutenção de telhados, reparos em áreas domiciliares, entre outros.

Argamassa polimérica

Conforme Oliveira et al (2018):

A argamassa polimérica é produto composto de cimento, minerais (agregados), e aditivos poliméricos acrílicos. Deve ser misturada com água, nas devidas proporções, seguindo as instruções dos fabricantes. Quando aplicada, forma um revestimento impermeável com bastante resistência mecânica. Este tipo de produto funciona basicamente preenchendo os espaços e porosidades, impedindo a infiltração da água.

Esta argamassa possui uma fácil aplicação e tem um bom custo-benefício, tendo como consequência o aumento da produtividade e lucro na fase de alvenaria. Porém, tem como desvantagem a necessidade de proteção mecânica. Seu uso é indicado para reservatórios enterrados, piscinas e em paredes internas.

Silicone

Esse material é derivado do cristal de rocha quartzo, considerado produto inorgânico, tem como uma de suas principais características, a vida útil mínima de 10 anos. Os silicones são altamente resistentes aos raios ultravioletas e também a ação do intemperismos. São compostos quimicamente inertes e inodoros resistentes à decomposição pelo calor, água ou agentes oxidantes, além de serem bons isolantes elétricos. Podem ser sintetizados em grande variedade de formas com inúmeras aplicações práticas, por exemplo, como agentes de polimento, vedação, proteção e impermeabilizantes (JULIANO GRAHL, 2018).

É importante sempre ressaltar que existem diferentes variações na produção desses silicones, eles podem desempenhar funções e ter finalidades diferentes, distintas. Por isso deve ser analisado cada situação,

levando em conta qual é o resultado final que se pretende alcançar com essa aplicação do material.

Como por exemplo, caso seja aplicado o mesmo tipo de silicone para colar e vedar as juntas entre vidros, podem vir a ocorrer vazamentos pois o silicone usado para colar geralmente precisa ser mais rígido do que o silicone aplicado nas juntas de dilatação. O silicone utilizado pelos profissionais dos vidros pode ter a função de estrutura a edificação como na troca de um vidro ou de vedação. Para o setor vidreiro os principais são: silicone estrutural, silicone neutro e silicone acético.

- **Silicone Estrutural**

Como o nome já diz, este silicone é especial no sentido que possui substâncias apropriadas em sua composição para garantir a força necessária para uma estrutura. Funciona como um adesivo elastomérico de silicone e tem cura neutra. Devido sua alta resistência são usados na construção civil como elementos que seguram grandes peças de vidro. O exemplo mais comum são os enormes arranha-céus que vemos hoje em dia, todo envidraçado. As peças de vidro são coladas com esse silicone estrutural que atua também na vedação de caixilhos. Esse produto extremamente resistente foi um grande avanço de tecnologia, pois permitiu aos arquitetos e engenheiros civis, elaborarem projetos ousados e criativos.

- **Silicone Neutro**

Os selantes neutros são mais versáteis, indicados para vedação em geral. Em caso de dúvidas sobre os diferentes tipos de substratos em que o produto será aplicado, opte pelo selante de cura neutra.

O selante leva no mínimo 72 hs para curar adequadamente, dependendo da espessura da camada aplicada e das condições ambientais do local. Temperatura elevada e umidade relativa alta aceleram o processo de cura. Já a aplicação do selante em locais com baixa temperatura e baixa umidade relativa pode retardar o tempo de cura.

- **Silicone Acético**

Os selantes acéticos liberam um odor semelhante ao de vinagre, que em contato com determinadas superfícies pode contaminar, oxidar, enferrujar, corroer, manchar. Devido a esse ácido, é ideal para ambientes internos de alta umidade, possui alta resistência e grande elasticidade. O selante de cura acética é indicado apenas para ambientes internos e para superfícies lisas como alumínio, vidro comum e temperado e azulejos. Não deve ser aplicado em vidro laminado, vidro aramado, chapas galvanizadas, cobre, latão, espelhos, superfícies porosas, entre outras.

PATOLOGIAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO DO ED. PASSEIO CORPORATE NO RIO DE JANEIRO

O Empreendimento Passeio Corporate e sua Localização

Este artigo descreve e analisa os serviços de impermeabilização, nos rufos da cobertura e na pele de vidro do Ed. Passeio Corporate pertencente a BR Properties, localizado na Rua das Marrecas 20, Centro, Rio de Janeiro. Foi contratada uma empresa referencial no ramo de impermeabilização para realizar uma autovistoria predial no edifício, para identificar as falhas provenientes por vazamentos causada na sua maior parte por intemperismo. O edifício em questão é corporativo e comercial, dividido em 3 setores. Construído em concreto armado é revestido por pele de vidro e com placas de ACM na vela e rufos da cobertura, contém 17 pavimentos com 3 andares de subsolo, elevadores e salas comerciais. Toda a obra de impermeabilização seguiu as normas vigentes.

Planilha Orçamentária inicial de reparo no edifício

Após autovistoria predial, foram encontradas marcas de infiltração na alvenaria abaixo dos rufos na cobertura e no perímetro da fachada identificou –se fissuras, que estavam ocasionando vazamentos em algumas salas do empreendimento. O quadro 5, apresenta o orçamento realizado para a correção das deficiências e irregularidades na impermeabilização do edifício. Nesse levantamento há uma mobilização de equipe como: alpinistas industriais, escalador industrial e mestre de obra. No orçamento à uma discriminação detalhada dos custos e serviços para rotina e realização do projeto que será executado no empreendimento.

Quadro 5: Planilha Orçamentária específica para obra no ED. Passeio Corporate.

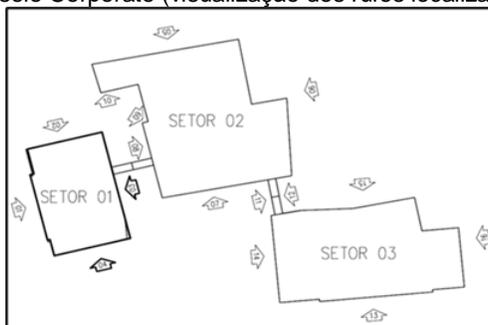
ED. PASSEIO CORPORATE					
ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANT.	PREÇO UNIT. TOTAL (R\$)	PREÇO TOAL (R\$)
1.	Mobilização				R\$ 918,08
1.	Mobilização de equipe, equipamentos, materiais e ferramentas.	VB	1,0	R\$ 2.306,00	R\$ 2.306,00
2.	Reparos na fachada.				R\$ 184.233,19
2.1	Teste de estanqueidade.	VB	1,0	R\$ 58.548,23	R\$ 58.548,23
2.2	Inspeção visual em todas as fachadas viabilizando a necessidade de reparo e aplicação de uma nova impermeabilização, de demais itens passíveis de vazamentos e infiltrações.	VB	1,0	R\$ 42.686,21	R\$ 42.686,21
2.3	Reparo nos rufos das coberturas, com sobreposição de ACM avaliado necessário.	VB	1,0	R\$ 32.987,65	R\$ 32.987,65
2.4	Manutenção nas junções das passarelas, com manta asfáltica.	VB	1,0	R\$ 7.324,89	R\$ 7.324,89
2.5	Relatório de entrega com descritivo dos serviços realizados após finalização de todas atividades em cada setor.	VB	1,0	INCLUSO	
3.	Fornecimento dos materiais por faturamento indireto				R\$ 200.658,71
3.1	Silicone Dow- Corning 791 - 590ml - preto - até 3.000 bisnagas	VB	1,0	R\$ 158.623,94	R\$ 158.623,94
3.2	Manta de alumínio Viapol 10cm- Até 3.000m ²	VB	1,0	R\$ 9.049,65	R\$ 9.049,65
3.3	Chapas de ACM para sobreposição dos rufos- Até 200m ²	VB	1,0	R\$ 32.985,12	R\$ 32.985,12
4.	Desmobilização				R\$ 2.306,00
4.1	Desmobilização de equipe, equipamentos, materiais e ferramentas	VB	1,0	R\$ 2.306,00	R\$ 2.306,00

Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Planta Baixa com especificação dos rufos nos 3 setores

Foi realizada uma manutenção nos rufos em cada área dos 3 setores, o setor 1 tem aproximadamente 14,820,49 m², seguida pelo setor 2 com 30,604.45 m² e finalizado no setor 3 27,092.24 m². Rufos são peças moldadas e fixadas em locais específicos para evitar que a água infiltre na alvenaria, causando problemas futuros. No empreendimento o perímetro tratado foi especificamente na cobertura do edifício. Na análise de inspeção visual foi identificado que a patologia estava sendo causada especificamente nas juntas dos rufos devido ao tipo de material, ACM. Nesse processo foi utilizado uma demão de prime asfáltico entre as junções dos rufos na liga das placas de ACM, antes da aplicação da manta, obedecendo recomendações do fabricante, após a aplicação da manta. Essa junção foi sobreposta com uma nova placa de ACM de 12x60 cm e siliconada em seu entorno com Dow – corning 791 branco. Todo perímetro demonstrado na planta baixa foi reparado com sobreposição de placas de ACM (Figura 6).

Figura 9: Planta baixa com detalhamentos das vistas, criada especificamente para obra no ED. Passeio Corporate (visualização dos rufos localizados na cobertura)



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Manutenção na fachada revestida por vidro

Foram feitas análises das patologias em todas as fachadas dos 3 setores no empreendimento, após a verificação, constatou-se que havia falhas nas esquadrias entre os vidros, o que estava ocasionando as patologias nas salas do empreendimento. Foi retirado todo revestimento antigo, todo silicone danificado e deu-se início aos reparos da fachada com uma nova vedação, utilizando o silicone Dow Corning 791 preto, solucionando assim as falhas na impermeabilização danificada. Após período de cura do processo de vedação, iniciou-se as etapas com teste de estanqueidade. O teste de estanqueidade foi realizado com uma lâmina d'água na ordem de 3 a 4 cm de espessura durante um período de 72 (setenta e duas) horas, seguindo a norma vigente, de forma a se comprovar a estanqueidade do serviço de impermeabilização realizado. Foi demarcado as áreas de

vazamento nas plantas das fachadas, com isso foram feitos novos reparos onde apresentou o novo vazamento. O processo se repetiu inúmeras vezes em algumas áreas até que o empreendimento não apresentasse mais vazamentos.

Figura 10 e 11: Realização do teste de estanqueidade na fachada do setor 2, seguida da impermeabilização do perímetro onde apresentou infiltrações após o teste.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

CONCLUSÃO

Neste artigo abordou-se o tema de patologias causadas por falha no processo de impermeabilização, ressaltando a importância desse procedimento, visto que essa etapa da obra, muitas vezes é ignorada ou realizada de forma errônea, seja por falta de conhecimento técnico ou para a economia da obra.

Foram apontados os tipos de umidade, causas e suas consequências, caso esse problema não seja solucionado. Em seguida foi apresentado os tipos de sistema de impermeabilização: Rígido ou Flexível, com seus respectivos materiais mais utilizados na construção civil. Incluindo os materiais utilizados para a restauração do empreendimento Passeio Corporate citado no artigo.

Foi apresentado um estudo de caso, sobre as patologias por falhas na impermeabilização, do Ed. Passeio Corporate, uma empresa do segmento de impermeabilização realizou uma visita técnica ao empreendimento, onde pelo processo de inspeção visual foram encontradas fissuras e trincas na alvenaria da cobertura e nas fachadas do empreendimento. Esses pontos de infiltrações causaram sérios vazamentos em algumas salas do empreendimento, danificando o drywall de acabamento interno e conforme o fluxo desses vazamentos foram sendo intensificados, o emboço e a pintura da alvenaria foi sofrendo o processo de descamação devido ao nível de umidade, trazendo inúmeros prejuízos de custo para o empreendimento por ser um edifício corporativo e comercial.

Após a realização da inspeção visual e a retirada do silicone anterior que apresentava falhas na vedação da fachada foi realizado um novo processo de impermeabilização na fachadas dos 3 setores, antes de qualquer reparo, deve se realizar a inspeção visual, pois ela aponta qual são e onde estão as patologias. Os responsáveis pelo empreendimento não souberam informar qual material havia sido utilizado nas juntas das esquadrias da pele de vidro, porém devido a acessibilidade de aplicação, durabilidade, sustentabilidade e qualidade do material, as fachadas do edifício foram impermeabilizadas com silicone Dow- corning 791, todavia saber a procedência dos produtos utilizados na edificação anteriormente é de suma importante para qualquer manutenção posterior. Após esse procedimento de vedação foi realizada, uma análise detalhada com teste de estanqueidade onde foram encontrados pontos de vazamento na fachada de vidro e em algumas junções dos rufos da cobertura que apresentaram umidade causada por infiltração, devido à deformação da antiga impermeabilização. As patologias são causadas em sua maior parte pela exposição a temperatura associadas a dilatação térmica. Para uma melhor eficácia, como os rufos localizados na cobertura são revestidos por placas de ACM, pela visualização estética foi indicado uma nova sobreposição de placas sobre as juntas, para tratar a infiltração na alvenaria causada por percolação da água, esse processo quando tem o retardo do tratamento, pode afetar não só a área de concreto como oxidar as ferragens da estrutura. Logo a correção foi aplicada sobre as juntas dos rufos utilizando, prime asfáltico, manta asfáltica autoadesiva aluminizada composta por cimento asfáltico enriquecido com polímeros e elastômero, sobreposto por um placa de ACM branca e vedada em seu entorno com silicone Dow – Corning 791 branco, respeitando a NBR 9952. Tendo em vista todo o conteúdo esclarecido, conclui-se que o sistema flexível é o mais adequado para ser aplicado, devido a sua flexibilidade em absorver fissuras se especificamente adequado, por sua acessibilidade em suportar movimentações estruturais e boa aderência ao substrato. Os reparos foram realizados no perímetro dos 3 setores e diante disto todas as patologias causadas que apresentavam danos ao empreendimento foram solucionadas, a empresa responsável criou um laudo de estanqueidade para o empreendimento, ele aponta que não há nenhum vazamento nas fachadas ou nos rufos, um laudo de estanqueidade tem validade de um ano porés devido a ação dos fenômenos naturais, ocasionaram com o tempo novos desgastes no material, então a empresa vinculou seu lado a cada anos realizar uma nova inspeção visual e Consequentemente, caso necessário uma nova impermeabilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9952. **Manta asfáltica para impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2014.

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

CASA DO CONSTRUTOR. **Infiltração em parede.** 2016. Disponível em: <https://info.casadoconstrutor.com.br/almanaque/tag/encanamento/Acesso> em: 31 de outubro de 2019.

CIVIL MASTER PROJETOS E CONSTRUCOES LTDA. Can trabalhos especiais, soluções e projetos LTDA. **Impermeabilização em obras de engenharia civil** - Relatório mensal Civil Master, junho, 2019.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais:** Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre:** Recomendações para projeto,

execução e manutenção. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 01 de maio de 2015.

DO CARMO, P. O. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

DOW- BR. **Dow Brasil**. Aplicação e fornecimento de silicone, dow- corning Brasil <https://br.dow.com/pt-br>.

CARVALHO, K. **Impermeabilização com mantas de PVC**. Técnica, São Paulo, n. 156, p. 84-85, jul. 2018. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/devido-a-baixa-demandasistema-de-impermeabilizacao-com-mantas-de-315979-1.aspx>>. Acesso de 20 de maio de 2020.

FORUM DA CONSTRUÇÃO; **Patologias na construção civil**. Infiltrações e danos por umidade <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1339#:~:text=Patologias%20na%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20Civil,significa%20%22estudo%20da%20doen%C3%A7a%22.&text=Essas%20patologias%20podem%20se%20manifestar,por%20umidade%20excessiva%20na%20estrutura>.

FIBERSALS. **Juntas de dilatação e os efeitos das variações climáticas nas estruturas**. 2019. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/juntas-de-dilatacao-e-os-efeitos-das-variacoes-climaticas-nas-estruturas>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

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

GOOGLE MAPS. **Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro**. 2019. Disponível em:

<https://www.google.com/maps/search/site+do+minist%C3%A9rio+p%C3%BAblico+do+estado+do+rio+de+janeiro+itagua%C3%AB-22.8656761,-43.7774093,214m/data=!3m1!1e3> Acesso em: 25 de setembro de 2019.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO JUNIOR, J. **Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulico sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto**. Curitiba, 2007. Disponível em: <www.ufpr.br/workshop2007/Artigo-29.pdf>.

HUSSEIN, J. **Levantamento de Patologias causadas por infiltrações devido à Falha ou Ausência de Impermeabilização em Construções Residenciais na Cidade de Campo Mourão**. Paraná, 2013. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1873/1/CM_COECI_2012_2_03.pdf Acesso em: 13 de novembro de 2019.

JULIANO GRAHAL. **Conhecendo os tipos de silicone e suas aplicações**. Blog linde vidros <http://www.lindevidros.com.br/blog/conheca-melhor-os-tipos-de-silicone-e-sua-aplicacao/>. Novembro 2018

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

MAPA DA OBRA. **Manta Asfáltica: Como aplicar**. Mapa da Obra. 2017. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/impermeabilizacao-de-laje-commantaasfaltica/#targetText=Um%20dos%20materiais%20mais%20usados,com%20diferentes%20n%C3%ADveis%20de%20resist%C3%A2ncia>. Acesso em: 28 de setembro de 2019.

OLIVEIRA, A. H. S.; NEUMANN, L. A.; PASSOS JUNIOR, E. M. **Impermeabilização Rígida**. 2018. Disponível em: <http://www.udc.edu.br/libwww/udc/uploads/uploadsMateriais/02052018131949lperm.%20r%C3%ADgida.pptx>. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

RIGHI, G. **Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de Casos**, 2009. Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7741/RIGHI,%20GEOVANE%20VENTURINI.pdf> Acesso em: 13 de novembro de 2019.

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

RIPPER, T.; SOUZA, V. C. de. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

SILVA, C.; SILVA JUNIOR, T.; HOLANDA, E. **Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil: Caracterização, importância e métodos de execução**. Alagoas: Cadernos de Graduação, 2019. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/6803>. Acesso em: 05 de novembro de 2019.

THOMAZ, E. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

UGREEN. **Norma do teste de estanqueidade NBR 15571**. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/norma-teste-de-estanqueidade-saiba-tudo-sobre-a-nbr-15571/>. Acesso em: 05 de novembro de 2019.

VERÇOZA, Ê. J. **Patologia das Edificações**. Editora Sagra, Porto Alegre, 1991, 176 p.

VERUM. **Infiltração, Vazamentos e o direito de vizinhança**. 2017. Disponível em: <https://www.verumengenharia.com.br/single-post/2017/10/09/Infiltra%C3%A7%C3%A3o-vazamentos-e-o-direito-de-vizinhan%C3%A7a>. Acesso em: 29 de maio de 2020.

VIAPOL. **Curso - Formação de Mão de Obra: Sistemas de Mantas Asfálticas e Sistema Autocolante**. 2016. Disponível em: http://www.viapol.com.br/media/211895/apostila-fmo_fechado_mantas_final_2016compressed.pdf/. Acesso em: 25 de setembro de 2019.

ZARZAR JUNIOR, F. C. **Metodologia para estimar a vida útil de elementos construtivos, baseada no método dos fatores**. Recife, 2007. Disponível em: < http://www.unicap.br/tede//tede_busca/arquivo.php?codArquivo=176>.

Rudy Marcell Moura Teixeira

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rudymmteixeira@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Leonardo Reis dos Santos

Engenheiro Civil e Engenheiro de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta. MBA em
Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas-FGV

Marcella Maria Sobral Lima

Engenheira Civil, Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica, Pós-graduada em
Patologia da Construção Civil

RESUMO

A correlação entre os conceitos de sustentabilidade e construção civil vem fundamentar a necessidade de uma aplicabilidade maior de práticas sustentáveis no âmbito da engenharia. Desenvolvimento sustentável é um conceito que denomina um conjunto de práticas adotadas antes, durante e após os trabalhos de construção civil com o intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente e que melhore a qualidade de vida dos seus usuários. Logo, o presente trabalho apresenta o conceito “Construção Sustentável” como uma necessidade intrínseca ao desenvolvimento da indústria da construção, principalmente do setor dos edifícios, tendo por base o contexto atual do mercado da construção. A construção, apresenta uma elevada interligação com as três dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiente, sociedade e economia) e caracteriza-se um conceito multidimensional, relacionado com a redução do consumo de energia não renovável, materiais e água e ainda da produção de emissões, resíduos e poluentes. Desta forma, a avaliação da sustentabilidade envolve inúmeros parâmetros, sendo muitos deles interdependentes e em parte contraditórios e é necessário lidar com esta complexidade para dar suporte aos processos de decisão que tenham como objetivo a concepção de edifícios mais sustentáveis, além de desenvolverem-se abordagens sistemáticas, holísticas e que possam ser utilizadas na prática pelos principais decisores do ciclo de vida dos edifícios.

Palavras-chave: engenharia civil; sustentabilidade, construção sustentável, recursos naturais.

INTRODUÇÃO

Em tempos atuais, falar sobre sustentabilidade deixa de ser um assunto de caráter superficial ou secundário e assume papel de extrema relevância nos mais diversos setores da sociedade, tanto nos aspectos culturais e ideológicos como no âmbito financeiro e comercial. Conseqüentemente, todo esse viés seja de caráter comportamental, sejam nas escolhas a nível pessoal ou industrial, tem sido perpassado por essa temática da sustentabilidade e mister se faz ampliarmos a discussão da mesma.

Essa discussão tem como objetivo contribuir na ampliação da conscientização de criamos um pensamento sustentável no universo da engenharia civil e, principalmente, a melhoria da qualidade de vida de cada um de nós, através das contribuições que a engenharia civil, enquanto área de conhecimento e de atuação ostensiva na rotina de cada ser humano, pode trazer.

Ampliarmos essa visão holística, nos enxergando como parte integrante desse ecossistema, cria um pensamento crítico que ultrapassa a aridez do consumo indiscriminado de recursos naturais e torna-se uma necessidade cada dia maior em função da conscientização, ampliada continuamente, da limitação dos recursos existentes e da atual precariedade na preocupação com os resíduos gerados pela indústria.

Bossel (1999), destaca que o desenvolvimento sustentável possui dimensões ambientais, materiais, ecológicas, sociais, econômicas, jurídicas, culturais, políticas e psicológicas que exigem atenção por ser um conceito dinâmico.

Falar de sustentabilidade é evocar um viés necessário e fundamental quando se pensa em qualidade de vida e manutenção do ecossistema para a humanidade em geral.

Para que seja possível construir edificações mais sustentáveis e incluir o universo da engenharia civil nos parâmetros de sustentabilidade, antes de tudo é necessário que seja criado um referencial que estabeleça a partir de quais critérios analisar a inclusão de preocupações ambientais, sociais e econômicas na concepção e execução de uma edificação e, por isso, entender o processo histórico da construção desse conceito bem como discorrer sobre suas principais variáveis, torna-se imprescindível para o entendimento.

O presente artigo foi fundamentado em pesquisas relacionadas à temática abordada, levantamento de dados, conceitos históricos e epistemológicos de sustentabilidade bem como no entendimento da evolução desse conceito e toda a intercessão que ele tem com as interfaces da engenharia civil. Além da leitura e pesquisa de materiais relacionados ao

tema, foi feita breve e informal entrevista com profissionais da empresa Lafarge Holcim, com sede em Pedro Leopoldo-MG, na intenção de ampliar os conhecimentos pertinentes à temática aqui abordada e como a referida indústria hoje pode, a título de exemplo, ilustrar parte do assunto aqui discorrido com suas práticas de aproveitamento de resíduos (como na fabricação do cimento CP3), diminuição do consumo de água e energia e campanhas de conscientização de seus clientes para práticas mais sustentáveis.

O objetivo deste estudo, visa elucidar, de forma sucinta e clara, um dos maiores problemas que esbarramos quando o assunto é sustentabilidade: a falta de conscientização das empresas e, sobretudo dos profissionais. E para falar dessa falta de conscientização, ou seja, essa visão ainda limitada e imediatista, passaremos pelo entendimento do conceito de sustentabilidade no universo da engenharia civil, suas implicações práticas bem como a revisão de algumas pesquisas e estudos já realizados nessa área. A intenção é ampliar a discussão sobre a importância da apropriação de comportamentos e escolhas sustentáveis tendo a engenharia como grande ferramenta e aliada nesse processo, já que suas intervenções estão diretamente ligadas à vida de todo ser humano e ela representa significativo quociente de consumo dos recursos naturais, principalmente água, energia e uso de matérias primas retiradas diretamente do ecossistema e/ou com produção que afetam diretamente o mesmo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sustentabilidade e Engenharia

Panorama histórico-cultural da construção civil sustentável

Introduziu-se o conceito de sustentabilidade a priori no chamado Clube de Roma em 1968, como uma forma de contestar as referências econômicas adotadas pelos países industrializados, destacando a preocupação com o meio ambiente como imprescindível ao crescimento econômico (WINES, 2000).

Mas foi na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment – UNCHE*), realizada na Suécia em 1972 que esse conceito ganhou força já que essa foi a primeira conferência da ONU sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente (PEREIRA et al., 2000).

Somente na década seguinte, através do Relatório Brundtland, foi cunhado o termo desenvolvimento sustentável no qual o “desenvolvimento deve responder às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

Outra contribuição fundamental para o processo de consolidação do conceito e ampliação da compreensão do mesmo foi a redação da chamada Agenda 21, que é mais um resultado das discussões da ECO-92 e trata-se de um documento consensual firmado entre os países, resgatando o termo 'Agenda' no seu sentido de intenções, desígnio, desejo de mudanças para um modelo de civilização em que predomina o equilíbrio ambiental e a justiça social entre as nações. Importante destacar que a Agenda 21 não é simplesmente uma Agenda Ambiental e sim uma Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, onde, evidentemente, o meio ambiente é uma consideração de primeira ordem. (CORRÊA, 2009)

De alguns anos pra cá, a atenção voltada para a temática da sustentabilidade e meio ambiente, ganhou relevância ao redor da avaliação de estratégias importantes para assegurar desafios inter-relacionados de construções saudáveis social, econômica e ambientalmente. Mas essa conexão teve início na fusão do movimento ambiental e do desenvolvimento internacional pós II Guerra Mundial, desconstruindo a idéia de que o ambiente tem uma capacidade incomensurável de absorver a poluição (IISD, 1997).

Agopyan (2000) nos traz que foram do início da década de 90 as primeiras providências consistentes no Brasil em busca de uma construção mais sustentável, envolvendo estudos mais sistemáticos e direcionados para essa temática e, conseqüentemente, a apresentação de resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia, pilares fundamentais no processo de introdução e manutenção de um comportamento sustentável na engenharia civil.

O autor também observa que mais recentemente, surgiram outras preocupações e mudanças no que concernem à diminuição do consumo de energia na produção de produtos como o cimento e a cerâmica de revestimento; o emprego de resíduos de obra (reciclagem) como componentes de barras de aço e cimento; à preocupação para a diminuição na geração de lixo e desperdício nas obras, seguido da decisão do Ministério do Meio Ambiente em regulamentar o direcionamento dos mesmos, e por último, a introdução no mercado de novos produtos que auxiliam na economia de água e energia.

Foi no ano de 2000 que entrou em discussão e passou a vigorar a nível nacional a ampliação do escopo do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional para PBQP-Habitat (englobando desta maneira as áreas de saneamento, infraestrutura e transportes urbanos). Ela pode ser avaliada como um sinalizador de que a construção de habitações não é mais vista como uma atividade à parte, mas integrada à criação do habitat urbano. Apesar de utilidade, representando uma mudança de pensamento, essas medidas ainda são tidas como isoladas e pontuais no Brasil, diferente de inúmeros outros países. Fora do Brasil, conseguimos observar um cuidado maior com o meio ambiente, respaldado não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas pela precariedade de recursos que exige maior controle e uso racional dos materiais. Ademais,

incentivos fiscais são conferidos a empresas que integram essa preocupação entre suas estratégias de atuação. (AGOPYAN, 2000)

Por fim e não menos importante para a compreensão de difusão do conceito de sustentabilidade, podemos citar a Declaração de Política de 2002 da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburg, que afirma que o Desenvolvimento Sustentável é construído sobre “três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores”: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental (CORRÊA, 2009).

Com base em toda essa revisão histórica da construção do conceito e como ele foi ganhando importância, sustenta-se a ideia de que a percepção e o entendimento de progresso (que era confundido até então com o domínio da natureza e a atuação sobre ela e onde entendia-se que não havia fim na oferta de recursos naturais) e a preservação do meio ambiente (que era limitada à criação de parques e áreas direcionadas à preservação de partes da natureza para evitar a extinção de espécies) passaram a ser insuficientes e necessitaram de urgentes reformulações em prol dos manejos de manutenção, cuidado e preservação do ecossistema, mesmo ante a engrenagem industrial das construções civis. Mesmo ainda de forma tímida se contextualizada e comparada a outros países, é nesse contexto que surgem as denominadas edificações sustentáveis.

Sustentabilidade na Construção Civil

Com o entendimento cada vez maior da necessidade do entendimento e aplicação dos conceitos e práticas de desenvolvimento sustentável, a indústria da construção civil ganha cada vez mais destaque nesse contexto. Bourdeau (2000) pondera este setor da sociedade de tamanha importância que a maior parte das outras áreas industriais perde em comparação quando considerados os impactos do consumo de matérias primas não renováveis e produção de resíduos, ou seja, o impacto ambiental da construção civil é um dos maiores quando comparado ao impacto ambiental gerado por outros tipos de indústria. As habitações e as necessárias infraestruturas para transportes, comunicação, fornecimento de água, esgoto e energia para suprir as necessidades da população mundial indicam o desafio principal da construção sustentável.

Na construção civil, a conceituação, interpretação e principalmente a aplicação do conceito de sustentabilidade tem passado por inúmeras mudanças ao longo dos anos. A princípio, o foco consistia em como gerir com recursos limitados, principalmente a energia elétrica, e como reduzir os impactos na natureza. Na década passada, o enfoque maior migrou suas atenções para outros aspectos, voltando seu olhar para pontos mais técnicos da construção como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. Em seguida, o entendimento dos aspectos não técnicos começou a crescer e as questões sociais e econômicas começaram a ser entendidas como fundamentais para

o desenvolvimento sustentável nas construções, devendo receber tratamento específico em qualquer definição. Mais recentemente, também os aspectos culturais e as implicações do patrimônio cultural do ambiente construído também entraram no repertório dos itens vinculados à toda temática da sustentabilidade (SJÖSTRÖM, 2000).

A Agenda 21 para a Construção Sustentável destaca a significância das dimensões sociocultural e econômica da construção sustentável e a necessidade de um tratamento explícito dessas questões não técnicas nas políticas de construção e práticas de gerenciamento.

Os principais desafios, apontados pela Agenda, que a indústria da construção civil deve superar em busca do desenvolvimento sustentável são (GAUZIN-MULLER, 2002):

- Gerenciamento e organização: considerados aspectos-chave da construção sustentável, devendo comprometer não apenas os aspectos técnicos, mas também os aspectos sociais, legais, econômicos e políticos. As barreiras para o progresso são consideradas grandes e os desafios a serem enfrentados lidam com diferentes aspectos como processo de projeto, qualidade ambiental da construção, reengenharia do processo construtivo, desenvolvimento de novos conceitos construtivos, recursos humanos, processo de tomada de decisões, exigências dos proprietários e clientes, educação, conscientização pública, normas, regulamentos e pesquisa.
- Produtos e edifícios: dizem respeito a como otimizar as características dos edifícios e dos produtos de forma a melhorar o desempenho sustentável, levando-se em consideração fatores básicos como o clima, cultura, tradições construtivas e fase de desenvolvimento industrial. Quanto à produção de componentes e sistemas, é ressaltada a importância da redução do volume de material, energia e emissões dos produtos em uso e a melhoria em questões de reparação e reciclagem. Ressalta ainda que a qualidade do ambiente interno deve ser aprimorada para alcançar condições de vida saudáveis e produtivas no interior dos edifícios.
- Consumo de recursos: medidas de economia de energia, programas de recuperação e reforma extensivos e necessidade de transporte são identificados como grandes desafios relacionados ao uso de energia. Além disso, a redução do uso de recursos minerais é incentivada pelo uso de materiais renováveis ou recicláveis, seleção apropriada de matérias-primas e previsão da vida útil. O gerenciamento da água em edifícios deve ser desenvolvido, assim como o gerenciamento do uso do solo.
- Impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável: refere-se ao fornecimento de infraestrutura, edifícios e insumos; qualidade do ambiente, qualidade de vida, qualidade da moradia e aspectos administrativos. O crescimento urbano, o gerenciamento do

lixo e de outras cargas ambientais da indústria da construção, vinculadas à produção, operação e desmontagem dos edifícios e obras civis, também estão incluídos. Por fim, os aspectos sociais, culturais e econômicos são abordados, enfatizando que uma construção mais sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios financeiros e melhorias para a comunidade.

Kaatz et al. (2006) afirmam que a aplicação de métodos para a avaliação da sustentabilidade de edifícios representa um dos meios de implementação da Agenda 21, uma vez que as avaliações facilitam a integração de considerações de sustentabilidade na tomada de decisões para a viabilização de novos empreendimentos.

Porém, imaginava-se que toda matéria prima e recursos utilizados do ecossistema como um todo, eram retirados de maneira equilibrada e consciente. Mesmo com as evoluções e adaptações no mundo, o planeta conseguia se equilibrar a partir do princípio que os seres vivos só retiravam do planeta aquilo que era realmente necessário para sua sobrevivência, para que todos pudessem conviver em harmonia. Entretanto, é a partir da constatação de Soffiati (1995) que é possível constatar que essa suposição não passa de um grande equívoco imaginar que com a evolução e desenvolvimento do mundo, o cenário muda, desde a idade Média com a tendência do homem transformar tudo em mercadoria, com a chamada gênese do capitalismo e da burguesia, começou a existir um desequilíbrio na natureza, na extração dos recursos e início da poluição (MACHADO, 2018).

A Construção Civil sempre existiu para atender as necessidades básicas e imediatas do homem, sem preocupação com a técnica aprimorada, porém, as questões ambientais têm sido motivo de preocupação crescente no dia a dia, seja em países desenvolvidos ou não, e a quantidade de resíduos deixados por construções (atualmente mensurados em cinco vezes mais do que de produtos), tornou-se um dos centros das discussões da sustentabilidade (MACHADO, 2018).

A constituição das cidades exigiu qualificação e técnicas mais apropriadas e vantajosas para se construir edifícios cada vez mais sustentáveis. Surgem as edificações concebidas com responsabilidade social. (MACHADO, 2018)

Logo, com base nesta futura análise comparativa e coleta de dados, poder-se-á constatar que há uma atenção referente ao rumo na construção civil, comprometendo positivamente com o avanço do sistema sustentável e no meio ambiente. Sendo assim, o objetivo principal volta seu olhar para uma análise comparativa, avaliando seu envolvimento na área de sustentabilidade, suas formas e processos de construção ligadas diretamente

ao projeto arquitetônico mostrando a importância do envolvimento do pensar sustentável (MACHADO, 2018).

Certificações Ambientais

Silva (2003), identifica como primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios a constatação de que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de edifícios ecológicos (*green buildings*) não possuíam meios para verificar quão eles eram de fato. Os métodos de avaliação da engenharia civil foram, então, inicialmente concebidos para prover uma avaliação objetiva do uso de recursos, cargas ecológicas e qualidade do ar interno dos edifícios, dentro de um contexto mais amplo de medição do desempenho (COLE, 2005).

O segundo grande impulso veio com o consenso de que a classificação de desempenho combinada a sistemas de certificação é um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações, repercutindo essas ações na diminuição da degradação do meio ambiente e aumento da qualidade de vida dos envolvidos. Atualmente, praticamente todos os países desenvolvidos possuem seu sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Mais recentemente, os países em desenvolvimento também iniciaram a elaboração de metodologias próprias, com escopo voltado para avaliação da sustentabilidade das edificações.

Adicionalmente, a formalização de um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios possibilita:

- Estabelecer medidas de sustentabilidade para requisitos relevantes ao contexto brasileiro;
- tornar o conceito de edifício sustentável mais objetivo, por meio do estabelecimento de padrões de mensuração das características a ele relacionadas;
- Buscar a prática integrada de todos os projetos da edificação;
- Proporcionar discussões entre os agentes envolvidos em um estágio preliminar da concepção do empreendimento;
- Reconhecer iniciativas sustentáveis na indústria da construção;
- Aumentar a percepção dos consumidores para os benefícios das edificações sustentáveis;
- Estimular a competição entre empresas e garantir benefícios fiscais;
- Identificar focos de desperdícios e técnicas para eliminá-los ou minimizá-los antes de serem gerados ou, quando necessário, identificar as opções de eliminação após a sua geração;
- Aumentar a reputação e confiança na empresa por demonstrar ações responsáveis;
- Eliminar opções custosas e reduzir os custos de reformas.

Logo, o primeiro passo é a criação de um método de mensuração para, em seguida, termos a classificação de desempenho e um sistema de certificações para categorizar o que já foi construído e o que ainda será. A maioria dos países desenvolvidos tem seus critérios de avaliação de nos países em desenvolvimento isso já começa a ganhar espaço também.

Hoje no Brasil temos ao CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável que é uma OSCIP, Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, de âmbito nacional, criada em agosto de 2007 como resultado da articulação entre lideranças empresariais, pesquisadores, consultores, profissionais atuantes e formadores de opinião.

Seu objetivo é contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade na construção civil. Este objetivo é posto em prática ao:

- promover a inovação;
- integrar o setor da construção aos demais setores da sociedade;
- formar redes de parceiros estratégicos;
- elaborar diretrizes, orientações e ferramentas para o setor;
- discutir políticas públicas e setoriais;
- coordenar soluções e ações intersetoriais com objetivo de otimizar o uso de recursos naturais, sociais e econômicos, reduzir os efeitos negativos da atividade de construção civil e maximizar seus efeitos benéficos, visando um ambiente mais saudável e uma sociedade mais equilibrada

Com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a ECO 92, algumas certificações sobre desenvolvimento sustentável foram geradas para atestarem se uma construção ou empreendimento segue os preceitos de sustentabilidade. Alguns exemplos são:

- A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) foi criada pelo U.S. Green Building Council (USGBC). É um certificado de eficiência da construção que analisa a eficiência energética, hídrica e a redução dos gases do efeito estufa;

Essa certificação se baseia em um número de pontos dividido em quatro níveis: Certified, Silver, Gold and Platinum. E existem oito (8) tipologias de certificação.

- Selo Procel Edificações: este selo tem o objetivo de identificar as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética em uma das seguintes categorias: envoltória, iluminação e condicionamento de ar e aquecimento de água. O selo pode ser outorgado desde a etapa do projeto, válido até o final da obra, e também após o edifício construído.

Para conseguir o Selo Procel Edificações é necessário antes obter a Etiqueta PBE Edifica – classe A. Os selos são emitidos pela Eletrobrás após a inspeção por um Organismo acreditado.

- **Certificação Aqua:** a Certificação Aqua de construção sustentável foi desenvolvida em 2008 a partir da certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e adaptada às necessidades brasileiras. Suas bases foram desenvolvidas considerando as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil. A certificação consiste na avaliação de 14 categorias, que são separadas em 3 perfis:
 1. Base (B): prática corrente ou regulamentar;
 2. Boas Práticas (BP): desempenhos de boas práticas;
 3. Melhores Práticas (MP): desempenho máximo nas operações de qualidade ambiental.
- **Selo Casa Azul:** foi criado pela Caixa para a classificação dos projetos habitacionais financiados por ela. O selo tem o objetivo de incentivar o uso racional de recursos naturais e redução de custos de manutenção e despesas dos usuários nos empreendimentos habitacionais. É o primeiro sistema de classificação de sustentabilidade brasileiro, desenvolvido para a realidade do país. (MOBUSSCONSTRUÇÃO, 2017)

RECURSOS NATURAIS E SUAS VARIÁVEIS

Para Barbieri (2007), “Meio Ambiente é tudo o que se envolve ou cerca os seres vivos ou o que está ao seu redor é o próprio Planeta Terra com todos os elementos, tantos os naturais, quanto os alterados e construídos pelos seres humanos”. Ainda se distingue três tipos de ambientes, o fabricado ou desenvolvido pelos humanos (cidades, parques industriais e corredores de transportes como rodovias, ferrovias e portos); O ambiente domesticado (áreas agrícolas, florestas plantadas, açudes, lagos artificial, etc.) e; o ambiente natural, por exemplo, as matas virgens e outras regiões autossustentadas, pois são acionadas apenas pela luz solar e outras forças da natureza, como precipitação, ventos, fluxos de água, etc, e não dependem de qualquer fluxo de energia controlado diretamente pelos humanos, como ocorre, nos dos dois outros ambientes.

No Brasil, assim como em outros países, durante muito tempo, a poluição era um indicativo de progresso. Essa percepção permaneceu até que os problemas ambientais (contaminação do ar, da água e do solo) com efeitos diretos sobre os seres humanos fossem intensificados (BRAGA et al., 2005).

Algumas empresas, têm demonstrado que é possível ser um capitalista e proteger o meio ambiente mesmo que a organização não tenha um compromisso ambiental, porém, que possuam certa dose de criatividade e infraestrutura que possam transformar ou, pelo menos, minimizar as

restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios (DONAIRE, 1999).

Existem inúmeros empecilhos na relação entre o homem e o meio ambiente, agravados por fatores como:

- 1) crescimento demográfico;
- 2) a disparidade econômica entre as camadas sociais;
- 3) os padrões de consumo, principalmente nos países desenvolvidos;
- 4) a falta de planejamento ou planejamento inadequado das cidades;
- 5) o aumento dos desastres naturais, em função das mudanças climáticas causadas pela própria ação do homem;
- 6) devastação do solo e das florestas.

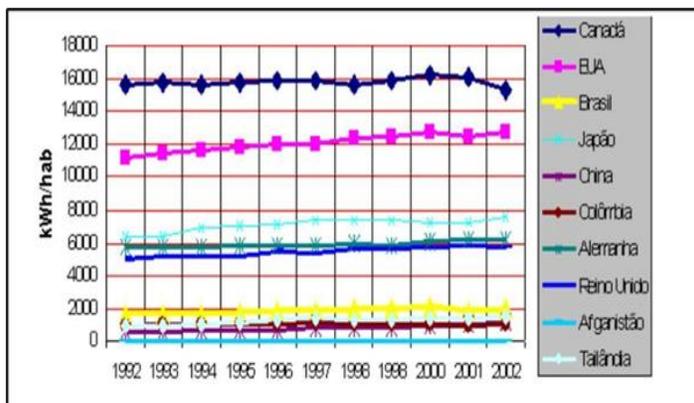
Então, podemos considerar três os pilares fundamentais da imersão da sustentabilidade no universo da engenharia civil, quanto a questão dos recursos naturais: água, energia e resíduos. O uso e/ou direcionamento adequado desses recursos é o que capacita um empreendimento / construção se habilitar à receber o “selo verde”, por exemplo, e ser classificado como sustentável ou não.

A construção e o uso dos edifícios são um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% de sua colheita de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados (WINES, 2000). A construção civil também é responsável por boa parte da poluição atmosférica, com emissões de CO₂, principal gás responsável pelo efeito estufa. No Brasil, as edificações consomem, para uso e manutenção, 44% do consumo total de energia elétrica do país, distribuído entre os setores residencial (22%), comercial (14%) e público (8%) e a indústria cimenteira contribui atualmente com 6% a 8% do CO₂ emitido (JOHN, 2000).

Energia e poluição

Por causa do estilo de vida das pessoas atualmente e uma demanda cada vez maior pelos bens de consumo e busca por conforto, o consumo energético tem crescido em todo o planeta, sendo os países mais desenvolvidos os principais responsáveis por esse índice (Figura 1).

Figura 1: Evolução do consumo de energia elétrica por habitantes em alguns países



Fonte: U.S CENSUS BUREAU (2005)

A concentração de CO₂ é outro dos problemas importantes ocasionados pelo desenvolvimento da sociedade e que teve grande aumento nos últimos anos. Se continuarmos na tendência de crescimento atual (os Estados Unidos, por exemplo, são responsáveis por mais de 20% das emissões de CO₂ no mundo), estaremos cada vez mais longe do nível de sustentabilidade estabelecido no protocolo de Kyoto, sendo necessário, entre outras estratégias, o desenvolvimento de tecnologias mais ecologicamente corretas. (LAMBERTS et al.,2010?)

Zakaria (2007) nos traz que a maior parte dos estudos antevê que o consumo de energia mundial vai dobrar até o 2050 e países como a China e a Índia serão um dos principais responsáveis por isso. Os dois países estão construindo 650 termelétricas, sendo que a emissão de CO₂ delas todas será 5 vezes maior que o acordado no Tratado de Kyoto, firmado em 1997.

Tentando mudar essa situação, o Relatório do IPCC (1990) propõe possibilidades tecnológicas para os setores identificados como principais fontes poluidoras: suprimento de energia, transporte, indústrias, edifícios, agricultura, queimadas de florestas, incineração de resíduos. Entre as alternativas apresentadas de curto e médio prazos, o Relatório classifica com alto grau de certeza que opções de eficiência energética para edifícios novos e existentes podem reduzir consideravelmente as emissões de CO₂ com benefícios econômicos, destacando que (ZAKARIA, 2007):

- Até 2030, aproximadamente 30% das emissões de gases causadores do efeito estufas previstas no setor de edificações podem ser evitadas;
- Edifícios eficientes energeticamente, além de delimitar o aumento das emissões de CO₂, podem melhorar a qualidade do ar interno e externo, melhorar o bem-estar social e promover segurança em relação à energia.

A Água

Para falar de construções sustentáveis e sustentabilidade, não podemos esquecer que os critérios relacionados ao consumo de água são importantíssimos. Calcula-se que apenas 2,5% da água do planeta seja indicada para o consumo; sendo que o maior percentual dessa parcela, encontra-se em geleiras ou em níveis profundos e inacessíveis. Dessa maneira, a mensuração da quantidade de água potável acessível em lagos, rios ou represas, é algo aproximadamente estimado em 0,01% da quantidade total de água no planeta (UNEP, 2002).

Para completar, o consumo de água no mundo vem crescendo consideravelmente e Lemos (2003) nos sinaliza que apenas para atender a necessidade dos meios urbanos em um futuro próximo, seriam necessários investimentos na ordem de 11 a 14 bilhões de dólares por ano, nas próximas três décadas.

Projeções da ONU para 2025, trazem a informação que dois terços de toda a população do mundo (ou 5,5 bilhões de pessoas) habitarão em locais onde incide algum tipo de problema vinculado à escassez de água (LEMONS, 2003).

PROJETO CASA EFICIENTE E PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Esse conceito de Produção Mais Limpa foi definido pela UNIDO/UNEP (1995) e diz que “produção mais limpa é a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos para o homem e para meio ambiente, podendo ser aplicado aos processos produtivos, produtos e serviços”. Dentro de poucos anos, a empresa que não tiver um programa de gerenciamento ambiental da qualidade total, será uma exceção (KINLAW, 1997).

Para o SENAI-RS (2003) “A Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo”.

A Produção Mais Limpa (P+L) pressupõe quatro atitudes básicas. A primeira, e a mais importante delas é a busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção. Quando o primeiro conceito não pode ser aplicado integralmente, a segunda atitude apregoada pela P+L é a minimização da geração dos resíduos. O reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida pela P+L, enquanto a quarta alternativa para a P+L é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais (CETESB, 2010).

A tecnologia de Produção Mais Limpa é um exemplo de como os recursos naturais podem ser utilizados visando ao Desenvolvimento

Sustentável (KIND, 2005). A responsabilidade social corporativa é convergente com estratégias de sustentabilidade de longo prazo, e inclui a necessária preocupação dos efeitos das atividades desenvolvidas no contexto da comunidade em que se insere. O autor ainda afirma que no mundo globalizado, em que predominam as novas tecnologias da produção, da informação e da comunicação, a responsabilidade social das organizações assume um papel de destaque (TACHIZAWA, 2005).

Segundo a UNIDO/UNEP (1995) visando demonstrar que é possível proteger o meio ambiente e obter ganhos econômicos, fomentaram o surgimento de Centros Nacionais de Produção Mais Limpa em países em desenvolvimento, os quais têm a função de formar pessoas e de implantar o programa de PML nas empresas em diversos setores de atuação. Em julho de 1995 foi escolhido o SENAI-RS no Brasil para a criação do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), sendo sua sede em Porto Alegre.

O projeto Casa Eficiente, é uma parceria da Eletrobrás com a Eletrosul e a UFSC, localizada em Florianópolis, e tem dois objetivos principais: ser um centro de pesquisa e uma vitrine para inspirar as pessoas a adotarem os conceitos de sustentabilidade na construção civil e a metodologia P+L. Foi baseada em três conceitos: conforto ambiental dentro da arquitetura bioclimática, uso racional da água e eficiência energética. Foi levado em conta o posicionamento da casa e dos respectivos cômodos, a inclinação do telhado para captação da luz e calor. A casa é equipada com telhado jardim, painéis fotovoltaicos, madeiras com selo verde (de reflorestamento e não de desmatamento), aquecedor solar, captação da água de chuva e tanques de reuso de água.

CONCLUSÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social e por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

Na visão das construtoras em geral, o setor tem um grande desafio, conciliar uma atividade produtiva desta magnitude com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente, menos agressivo ao meio ambiente. Neste sentido, a implantação de métodos de descarte consciente e de reaproveitamento de materiais agrega valor a imagem da empresa, pois firma compromisso com a sociedade e com as gerações futuras, mas não se pode esquecer das dificuldades enfrentadas como as barreiras de grandes mudanças culturais e a difícil conscientização das pessoas envolvidas no processo da construção civil.

Para o cenário da indústria da construção civil, que assistiu à todas as mudanças na evolução do conceito de sustentabilidade e sua aplicabilidade nesse nicho mercadológico, existe um ganho real com reaproveitamento de materiais, consequentemente diminuição nas compras,

gastando menos, gerando menos resíduos, diminuindo custo com a remoção dos materiais, porém o maior ganho seria sem dúvida a diminuição do impacto ambiental e na contribuição de uma mentalidade voltada para práticas e hábitos sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGOPYAN, V. **Prefácio da versão em língua portuguesa. Agenda 21 para a construção sustentável.** Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: s.d. 2000. 131p.

BARBIERI, J. C. 2007. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos (2ª ed.).** São Paulo: Saraiva.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G., BARROS, M. T., SPENCER, M., PORTO, M. **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável (2ª ed.).** São Paulo: Prentice Hall. 2005.

BOSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A report to the Balaton Group.** Winnipeg: IISD, 1999.

BOURDEAU, L. **The Agenda 21 on Sustainable Construction.** In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford University Press. p. 398. 1987.

CETESB - **Workshop busca formas para CETESB estimular indústrias a adotarem Produção Mais Limpa.** 2010. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Noticias/003/10/21_mais_limpa.asp. Acesso em: 10 de abril de 2020.

COLE, R. J. **Building Environmental Assessment Methods: Redefining Intentions and Roles.** Building Research and Information, v. 35, n. 5, p. 455 à 467, 2005.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa** (2ª ed.). São Paulo: Atlas. 1999.

GAUZIN-MULLER, D. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili. S.A, 2002. 286 p.

IISD – International Institute of Sustainable Development. **Home Page Sustainable Development Timeline**. 1997. Disponível em <http://www.iisd.org/rio+5/timeline/sdtimeline.htm#1962>. Acessado em: 14 de setembro de 2005

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). In: Houghton, J. T., Jenkins, G.J., Ephrams, J.J. (Eds.), **Climate Change The IPCC Scientific Assessmnt. IPCC**: Cambridge University Press, Cambredge, 1990.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2000. 120f.

KAATZ, E.; ROOT, D. S.; BOWEN, P. A.; HILL, R. C. **Advancing key outcomes of sustainability building assessment. Building Research and Information**, v. 34, n. 4, p. 308ñ 320, 2006.

KIND, C. J. 2005. **Produção Mais Limpa em busca pela Sustentabilidade** – Estudo de Casos. Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes.

KINLAW, D. C. 1997. **Empresa Competitiva e Ecológica**. São Paulo: Makron Books.

LAMBERTS et al., **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. [S.I.][2010?]

LEMOS, A. M. **O século 21 e a crise da água. Instituto Brasil PNUMA; Comitê brasileiro do programa das nações unidas para o meio ambiente**.

2003. Disponível em:
http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber_1.htm. Acesso em 12 set 2005.

MACHADO, P. T. **Avaliação do Envolvimento das Construtoras do Processo Sustentável da Cosntrução Civil em Aracaju-SE**. Tese de Mestrado apresentada ao Programa de pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais certificações ambientais que as construtoras precisam conhecer** - Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/principais-certificacoes-ambientais-que-as-construtoras-precisam-conhecer/>. Acesso em 24 de Junho de 2020.

PEREIRA, J. d., LIMA, E. P., MORAIS, J. d., & POLITI, E. 2000. **Educação Profissional – Referencias curriculares nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico – Área Profissional: Meio Ambiente**. Brasília: MEC.

SENAI-RS. 2003c. **Questões ambientais e Produção mais Limpa**. UNIDO/UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Porto Alegre: SENAI.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 210p.

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components**. In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

SOFFIATI, A. **De um outro lugar: devaneios filosóficos sobre o ecologismo**. Niterói: EDUFF, 1995.

TACHIZAWA, T. 2005. **Gestão Ambiental e responsabilidade social corporativa**. São Paulo: Atlas.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Mapa da disponibilidade de água potável no mundo**. 1995. Disponível em:

<http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/water/vitalwater/freshwater.htm>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **GEO3 - Global Environment Outlook 3**. Past, present e future perspectives. 2002.

US CENSUS BUREAU. **World Population Information** - Washington, 2005. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>. Acesso em: 12 de abril de 2020.

ZAKARIA, F. **Aquecimento global: é bom se acostumar**. Revista Época: Coluna Nosso Mundo. 2007. p.66.

WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, 2000. 240p.

Leiziane Alves Borges

Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM
leizianeborges.eng@gmail.com

Rafael Almeida Mattos

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM
almeidamattosrafael@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Marcella Maria Sobral Lima

Engenheira Civil, Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica, Pós-graduada em
Patologia da Construção Civil

RESUMO

Com a grande quantidade de sistemas prediais que com o passar dos anos vão envelhecendo e se tornando obsoletas e/ou edificações que se encontraram inacabadas e abandonadas, surge um amplo campo de oportunidade de negócios para empresas e profissionais da construção Civil. Com o intuito de acompanhar o processo de atualização e modernização, a reabilitação de edifícios é um tema que está em voga no cenário arquitetônico e da construção civil. Sendo uma forma inovadora de reabilitação de edificações. O retrofit aparece como uma alternativa de renovação atrelado a técnicas com a finalidade de aplicar inovação e tecnologia a edificações ultrapassadas ou fora das normas. Assim com a finalidade de transformar e aperfeiçoar sem perder sua essência e história, criando ou implantando estratégias sustentáveis em edificações que já existem, observando os termos de sustentabilidade, o retrofit está se expandindo por dar a opção de reaproveitamento reduzindo o desperdício de materiais, viabilizando economicamente a retomada de edificações antes abandonadas. O trabalho foi realizado por meio de consulta a literatura disponível, levantamento de conceitos, gerenciamento, gestão de obras, gestão de risco e ABNT.

Palavras-chave: Retrofit; Reabilitação; Retrofit em edificações.

INTRODUÇÃO

A expansão das grandes metrópoles brasileiras fez com que nas últimas décadas a construção civil se transformasse em uma área supervalorizada e promissora, gerando empregos diretos e indiretos no setor. Afinal, ela constrói possibilidades que, uma vez construídas, continuam gerando crescimento.

Com a crise global iniciada em 2007, o Brasil, que até então era um dos poucos países que ainda não sofriam drasticamente com o reflexo deste acontecimento, tornou-se um grande canteiro de obras. Muitas empresas, fugindo do cenário internacional abatido, investiram pesado no país. Entretanto, em meados de 2012, aos poucos o estouro da crise, iniciada em 2007, começou a afetar o Brasil, que teve muitas obras paralisadas, encerradas pela falta de investimentos. Porém, como todo país que se propõe a lutar contra uma recessão, foram criados incentivos para fomentar a economia no Brasil, a engenharia civil, que é uma área medidora, sentiu positivamente os reflexos destas ações.

Com a retomada aos poucos do cenário da economia nacional, surgiram focos de crescimento na área da construção, com a implantação de novos empreendimentos e retomada de obras que em meio as dificuldades econômicas foram abandonadas, a fim de revitalizar as edificações e torná-las compatíveis com as necessidades e princípios da atualidade, valorizando também a região em que ela está localizada. Nesse contexto de atualização, modernização e revitalização o retrofit foi adotado pela construção civil afim de proporcionar inicialmente uma eficiência para redução de custos operacionais e gastos desnecessários, a fim da realização de uma obra mais limpa e sustentável com a utilização da edificação existente, finalizando com a valorização do empreendimento trazendo um grande retorno financeiro aos investidores e imóveis ao seu entorno.

O retrofit por ser um método em crescimento no Brasil ainda é tido como um grande desafio, o comum era demolir para fazer de novo, mas a nova realidade demandada nas grandes cidades propulsionou de forma expansiva o surgimento de técnicas e estratégias para promover a reabilitação das construções.

A escassez de experiência profissional na área resulta em uma série de dificuldades em decorrência das peculiaridades executivas deste tipo de obra. Segundo (CROITOR, 2009):

(...) os projetos de reabilitação têm, geralmente, limitações advindas do projeto arquitetônico da edificação. Um dos grandes desafios para projetistas é a adequação às exigências legais e às necessidades atuais frente a sistemas de automação, sistemas prediais e flexibilidade de uso dos ambientes, às limitações físicas das edificações antigas. A reabilitação de um edifício precisa surgir da análise de estudos de viabilidade técnico-comercial.

Através de dificuldades e obstáculos encontrados na execução de uma obra de retrofit, dada a inexperiência e falta do conhecimento na área que resultou na curiosidade sobre o tema em busca de conhecimento profissional.

Logo esse tema foi proposto com o objetivo de uma melhor compreensão contribuindo com o avanço do conhecimento na área, demonstrando que durante o processo executivo de obras de retrofit, limitações e restrições são impostas por diversas razões acarretando em dificuldades para execução do empreendimento. Concluindo que o estudo diagnóstico, além de ser uma etapa obrigatória em um processo de retrofit, é de suma importância, sendo através dele a possibilidade de antever os riscos para sua execução evitando problemas que implicam diretamente no custo e no prazo de entrega da obra, gerando incertezas quanto a qualidade final da construção.

Serão apresentados, neste artigo, peculiaridades juntamente com um levantamento de conceitos e análises voltada às técnicas e dificuldades executivas na realização de uma obra de retrofit.

Como forma de delinear os argumentos necessários para defender os objetivos propostos neste artigo, foi feita uma pesquisa bibliográfica através de artigos técnicos, monografias, e sites específicos ligados ao tema, envolvendo pesquisas de campo em obras de retrofit para atingir os objetivos propostos.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Retrofit

Segundo Barrientos (2004), “*retrofit* é a conjunção dos termos “*retro*”, oriundo do latim, que significa movimentar-se para trás, e de “*fit*” do inglês, que significa adaptação, ajuste”.

O retrofit teve início no final da década de 90, sendo adotado por países da Europa e os Estados Unidos para atender inicialmente a demanda da indústria aeronáutica, com o intuito de atualizar, modernizar e readequar as aeronaves aos novos e modernos equipamentos disponibilizados pelo mercado, a fim de trazer uma eficiência sem uma alteração significativa na sua arquitetura original. Com o passar do tempo o termo, conceito retrofit começou a ser empregado em outras indústrias, inclusive na construção civil.

Segundo, CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2019), na indústria de construção civil, retrofit é a intervenção realizada em uma edificação com objetivo de incorporar melhorias e alterar seu estado de utilidade. Esta prática de recuperação de um patrimônio que esteja subutilizado ou totalmente inutilizado, não encerra na escala do edifício, mas sim, estende ao entorno urbano.

O Projeto Reabilita (2007) define o termo reabilitação como sendo "o processo pelo qual o imóvel ou o bem urbanístico pode ser recuperado de

maneira a contribuir não só para os moradores e proprietários do imóvel, como também em uma escala mais ampla, como um processo a interferir em toda uma área urbana".

No Brasil, esse processo vem se expandindo, sendo formalizado pela ABNT NBR 15575 (2013), onde define o retrofit como remodelação ou atualização do edifício ou de sistema através da incorporação de novas tecnologia e conceito, visando a valorização do imóvel, mudança de uso, aumento de vida útil, eficiência operacional e emergência.

O retrofit apresenta uma forma de reabilitação da edificação de maneira sustentável e economicamente viável, sendo uma forma inteligente de recuperar e adaptar as edificações que antes eram motivo de desvalorização de uma região por poluir a arquitetura do local, permitindo novamente a sua utilização. Esse é um termo regularmente utilizado por engenheiros, arquitetos, projetistas, designers, construtores e urbanistas.

De acordo com Souza (2011), o retrofit se apresenta como sendo:

[...] uma alternativa, um agente modificador dos centros antigos. O retrofit predial nada mais é que a revitalização de edifícios antigos através de projetos de modernização da construção e da arquitetura. Esse mercado é atrativo pelo elevado número de prédios nestas condições. A reocupação desde prédios leva o repovoamento desde centros e aliado a outros projetos de requalificação urbana devolvem a vitalidade dos núcleos urbanos.

Características do processo de retrofit

É a intensificação desses processos de reabilitação, de modo repaginar, atualizar, modernizar e valorizar edificações ineficientes. A aplicação do retrofit se faz rotineira, pois corresponde a 50% das obras. Países como Itália e França essa porcentagem chega a 60%.

A aplicação do processo de retrofit anexado a tecnologia no empreendimento, apresenta certas vantagens a curto e médio prazo, tais como:

- Integração dos sistemas, simplificando e reduzindo a manutenção;
- Redução de gasto com pessoal e tornando o controle e gestão da edificação mais eficiente;
- Redução do consumo do sistema hidráulico e energético;
- Redução dos gastos;
- Melhoria da qualidade de vida ao usuário

Escalas de intervenção

Para uma melhor otimização, eficiência e com a finalidade de minimizar inconveniente se faz necessário escalonar a intervenção para a aplicação (VALE, 2018):

- Retrofit rápido: Aplicação de pequenos reparos em edificações que se encontram em um estado de conservação satisfatório ou razoável. Inclui revitalização das instalações hidráulicas, elétricas incêndio, esgoto, gás e revestimento internos.
- Retrofit médio: Engloba a aplicação do Retrofit rápido e se acrescenta intervenção em fachada, mudança nos sistemas, reparo ou reforço de elementos estruturais trazendo melhor funcionalidade em geral. Se necessária alteração de layout interno sem mudar a originalidade da edificação.
- Retrofit profundo: Se faz necessárias demolições e reconstruções. Essas alterações são parciais ou totalmente significativas. A alteração é desde pavimentos, paredes, divisórias até problemas estruturais e reestruturação das áreas comuns, incluindo redes horizontais e verticais, substituição ou retirada de carpintarias e ainda realização de novos revestimentos.

ETAPA DE INVESTIGAÇÃO E DIAGNÓSTICO

O processo de reabilitação em empreendimentos não se engloba apenas em edificações antigas, mas em tudo em que não há interesse do empreendedor, ineficiência ou aplicação do sistema do empreendimento, mudança da característica de utilização da edificação, inclusive as que se encontram inacabadas ou abandonadas (BARRIENTOS, 2004).

Levando a degradação do seu entorno e, consequentemente, a desvalorização e insegurança do local, logo fica criada a necessidade de reabilitação do ambiente urbano. Mas a capacidade regenerativa de um edifício ou de uma região só pode ser determinada após um processo de avaliação de certa complexibilidade, é o que chamamos de diagnóstico para *retrofit* (BARRIENTOS, 2004).

Assim conhecer o estágio de degradação de uma construção ajuda na resolução de possíveis problemas e obtém-se uma visão mais completa global de possíveis problemas advindos de causas patológicas. As patologias são consideradas as grandes motivadoras das intervenções nas edificações. Por isso, considera-se relevante uma realização de um diagnóstico detalhado do estado de conservação e/ou mapeamento do potencial de reaproveitamento da estrutura (MORETTINI, 2012).

Segundo Oliveira (2009), é de suma importância saber se a edificação é capaz de suportar acréscimo de cargas gerada por mudanças no layout, por incorporação de automatismo ou por correção do desgaste do tempo.

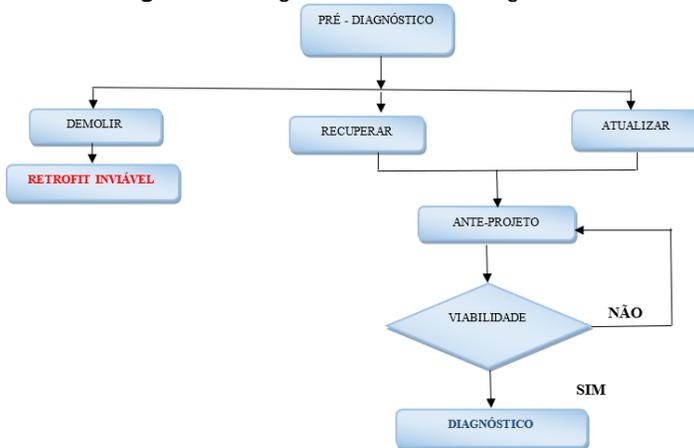
De acordo com Vale (2006), diagnóstico é definido como sendo a descrição do problema patológico incluindo sintomas, causas, mecanismo e caracterização da gravidade do problema.

Antes da realização de um diagnóstico é necessário um estudo sobre o imóvel, uma investigação se documento e plantas existem, uma fiscalização

em loco do estado da estrutura, tal processo que é chamado de pré-diagnóstico (Figura 1), denomina que o pré-diagnóstico possibilitará ao profissional escolher entre diversas possibilidades aquela que melhor se adequa a situação, e, que serão expostas a seguir (BARRIENTOS & QUALHARINI, 2003):

- Derrubar e reconstruir: indicado quando elementos estruturais apresentam um grau de degradação tão acentuado que represente perigo ou falta de estabilidade ao edifício. Esta solução só deve ser adotada quando o retrofit for inviável tanto técnica quanto economicamente.
- Recuperar e realizar obras de caráter menor: indicado quando ainda há possibilidade de recuperar a edificação ou adaptá-la à nova utilização.
- Acrescentar elementos de conforto: indicado em casos que o estado de degradação do edifício não é um fator relevante e o objetivo principal é apenas melhorar as condições de utilização do mesmo. Este caso configura um retrofit superficial que geralmente engloba obras de orçamento reduzido.

Figura1: Fluxograma de um Pré-Diagnóstico



Fonte: BARRIENTOS & QUALHARINI (2015)

Diagnóstico

Após o pré-diagnóstico já se tem um perfil do objetivo de intervenção. A etapa seguinte consiste em uma investigação minuciosa dos problemas existentes no edifício, com o objetivo de elaborar um parecer coerente com a realidade. Com a ideia inicial proporcionada pelo pré-diagnóstico podemos traçar o programa de diagnóstico de acordo com as necessidades da investigação (BARRIENTOS & QUALHARINI, 2015).

Vistoria, também conhecido como *Walkthrough* é descrito por Ornstein (1996) como a primeira atividade para o profissional que deve vistoriar o imóvel funcionando como base para realização de um diagnóstico eficaz. Consiste em caminhar pelo ambiente, estudando e observando o

maior de número de informações possíveis, verificando, os aspectos físicos do ambiente, o estado da estrutura e a compatibilização da estrutura com o novo projeto (BARRIENTOS & QUALHARINI, 2015).

A atividade de levantamento de dados consiste em obter qualquer informação do empreendimento relacionada ao seu histórico, tais como: plantas originais, levantamentos cadastrais, obras que foram executadas nos empreendimentos após a sua operação etc. (CROITOR, 2009).

O levantamento de campo é essencial para a caracterização adequada da construção existente. Em outros termos, as medições in loco são imprescindíveis para qualquer atividade de desenvolvimento de projeto de reabilitação (CROITOR et al, 2007).

Segundo Barrientos & Qualharini (2015) é importante verificar algumas dimensões e, se possível elaborar um croqui com as principais informações. Em um levantamento é de suma importância que todos os elementos do edifício sejam observados, em geral observa-se existência de fissuras, possíveis infiltrações, e desníveis e deformações na estrutura, mudanças realizadas no decorrer da construção. Neste aspecto recomenda-se o uso de algumas ferramentas de auxílio, como citadas a seguir:

- Mangueira de nível: tubo de borracha utilizado, por dois indivíduos e que permite a verificação de desníveis entre pisos;
- Metro ou trena: importante para verificação de dimensões;
- Paquímetro: auxilia na determinação de medidas mais precisas, como o diâmetro dos ferros que apresentam alguma deterioração ocasionada por corrosão;
- Níveis e prumos: auxiliam a verificação dos alinhamentos e desaprumos;
- Miras topográficas ou laser: necessárias quando o trabalho a ser executado atingir uma alta precisão das posições e dimensões;
- Máquina fotográfica / filmadora: em especial, com grande angular e flash. As fotos permitem lembrar, posteriormente, alguns detalhes como estado da estrutura como base para um estudo para recuperação estrutural;

A análise detalhada das informações coletadas nessa etapa articula o resultado desse levantamento com os de um estudo de novas possibilidades técnicas, buscando dessa forma encontrar soluções para a compatibilização dos projetos (MORETTINI, 2012).

Segundo Barrientos (2004), uma ótima maneira de demonstrar a conclusão de uma análise é por meios de cada componente através de sua atribuição que faz parte da construção de uma resolução de acordo com sua fase de deterioração. Desta forma, podemos criar melhor as mediações diante de seus graus de necessidade, juntando e indicando prioridades.

É demonstrado no quadro 1, com o EPIQR - *Energy Performance and Indoor Environmental Quality Retrofit* (1999), elaborada pela comunidade europeia, como uma forma de encriptação para ser tratada como instrumento de verificação do retrofit e agilizando na realização da análise.

Quadro 1: Elaboração da estrutura construtiva conforme o EPIQR

CODIGO	ESTADO	URGENCIA	AÇÃO
A	BOM ESTADO	CONSERVAÇÃO	MANUTENÇÃO
B	LIGEIRA DEGRADAÇÃO	VIGILANCIA	LIGEIRA REPARAÇÃO
C	MÉDIA DEGRADAÇÃO	INTERVENÇÃO	MÉDIA REPARAÇÃO
D	FIM DA VIDA ÚTIL	INTERVENÇÃO IMEDIATA	SUBSTITUIÇÃO

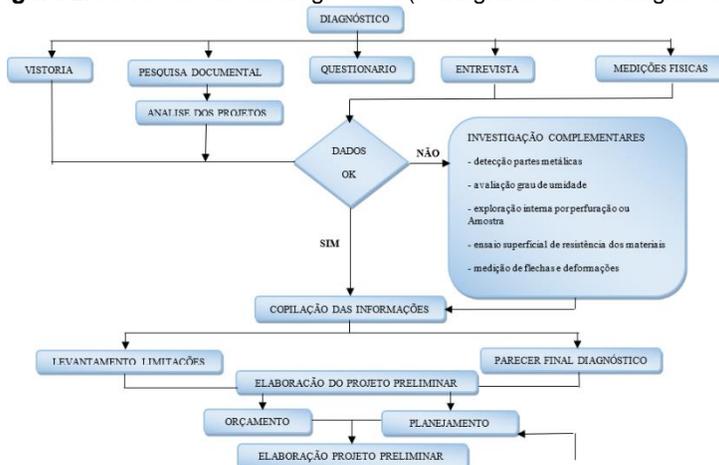
Fonte: BARRIENTOS & QUALHARINE (2003)

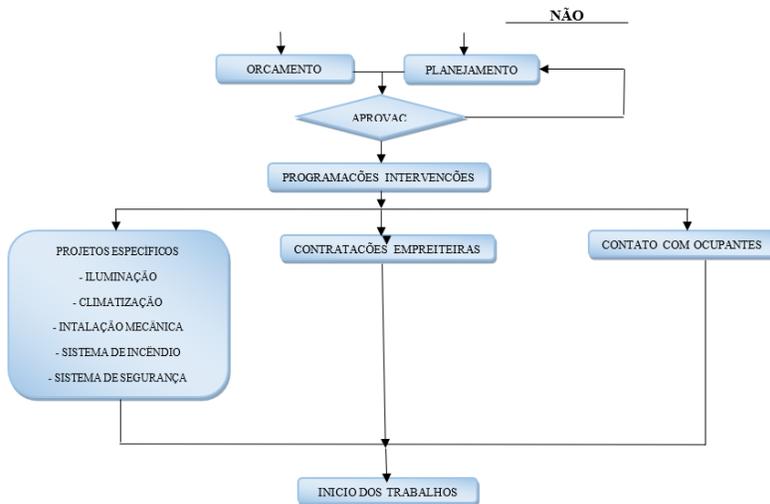
Método do Diagnóstico

Tem a finalidade de traçar um alinhamento estratégico para a execução de um procedimento de requalificação de uma edificação sugerindo critérios para a atual etapa do retrofit.

Segundo Barrientos & Qualharini (2015), a metodologia de diagnóstico permite estruturar o processo de decisão, de forma a torná-lo mais fácil, mais racional e consistente, priorizando e garantindo a satisfação das necessidades de conforto e qualidade pretendidas. A figura 2 apresenta os passos da estruturação do método de diagnóstico.

Figura 2: Novo método de diagnóstico (Fluxograma de um diagnóstico)





Fonte: BARRIENTOS (2004)

A aplicação deste novo método será estruturada com um modelo informático que auxiliarão com outras ferramentas já existentes. Através de uma base de dados com fotos digitais, textos e imagens que auxiliarão na identificação dos problemas construtivos, o que dará a possibilidade de estudar a melhor solução a ser aplicada (BARRIENTOS e QUELHAS 2015).

DIFICULDADES EXECUTIVAS

Patologias

Quando se inicia uma obra de retrofit uma das primeiras atividades que o profissional deve executar é a vistoria do imóvel, verificando o estado da estrutura. Em construções antigas e ou abandonadas é comum encontrar problemas patológicos, a degradação se dá ao envelhecimento dos materiais aplicados, ou em problemas de execução na questão de cobrimento da armadura.

Quando a estrutura se encontra sem revestimento, com o concreto completamente exposto sujeita a ação de agentes climáticos são encontradas grandes incidências patológicas, que se faz necessária a recuperação estrutural, boa parte em locais onde a armação praticamente não teve cobrimento. As figuras 3 e 4 apresentam alguns exemplos de estruturas com patologias, podendo se identificar uma das anomalias mais comum como a corrosão da armadura ocasionando em perda de seção.

Figura 3: Pilar com armadura exposta

Figura 4: Fundo de viga com armadura exposta



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Execução em desacordo com o projeto

Segundo Freitas & Souza (2003), por melhor que seja a qualidade dos trabalhos realizados nas etapas de diagnóstico, sempre é possível encontrar problemas na etapa de execução das obras. Porém acredita-se que quanto menos eficiente é a etapa de diagnóstico, maior a probabilidade da existência de problemas na etapa de execução.

No processo reabilitação de uma construção suas etapas não são idênticas às de um empreendimento novo, pois apresenta algumas atividades distintas: reforço em pilares e fundação para aumento da capacidade de carga, demolição de partes de subsistemas do edifício, utilização de metodologias específicas para acompanhamento do layout da estrutura existente, entre outros.

Em uma obra de Retrofit, algumas mudanças no layout da estrutura são necessárias para atender ao novo programa arquitetônico. Para viabilizar tais mudanças é necessário que seja feito um levantamento métrico da edificação, pois segundo Croitor (2009) em diversas vistorias realizadas em edificações antigas são encontrados projetos legais em desacordo com o executado, sendo relativamente comum serem encontradas diferenças entre as dimensões executadas em relação ao previsto no projeto.

Para Moraes & Quelhas (2012), em determinados momentos do empreendimento, limitações e restrições são impostas por diversas razões:

- Em função das limitações físicas da antiga estrutura;
- Restrições encontradas pelos profissionais em trabalhar sobre um projeto de outro autor;
- Por achar que somente os empreendimentos “novos” e convencionais têm sucesso;
- Impacto causado no projeto como a distribuição de cargas da estrutura devido às novas divisões internas;
- Devido à diferença de legislação vigente no momento da elaboração do antigo projeto com a legislação atual;
- Quando a demolição do antigo edifício para construção de um novo é considerada a solução;

- Quando o grau de incerteza está relacionado à qualidade do conhecimento que se tem do empreendimento (CROITOR, 2009);
- A expectativa de resultados das intervenções em empreendimentos de reabilitação não pode ser a mesma associada a empreendimentos novos (CROITOR, 2009);
- Falta de padronização das medidas da edificação existente podendo interferir na execução dos serviços e, por consequência, na produtividade da obra (CROITOR, 2009).

Erros grosseiros de execução na estrutura como pilares e vigas fora de esquadro resultam em desalinhamento da alvenaria, resultando em um alto custo de materiais para o revestimento, custos não previstos no orçamento.

Estruturas

Devido ao alto nível de imprevisibilidade, algumas informações necessárias são identificadas apenas durante a execução da obra, especialmente na etapa de demolição (MORETTINI, 2012).

Inúmeros erros de execução só conseguem ser identificados após a demolição, na armação onde sua execução feita de forma diferente de projeto comprometendo a estrutura.

Dificuldades com a mão de obra e competências requeridas

Em decorrência da falta de ciência e experiência nessa modalidade construtiva, muitas obras caminham para a má execução. Muitos profissionais não aptos à realização acarretam em procedimentos errôneos, gerando altos custos e problemas de prazo de execução.

Este procedimento deve ser munido de um técnico capacitado, principalmente perante os problemas que tal profissional só conhecerá através do decorrer da obra. O engenheiro ou arquiteto deverá estar par ao proprietário do imóvel, assim se informando sobre as especificidades construtivas do local. Juntamente com o responsável e conhecedor do imóvel, traçar um diagnóstico, facilitando a elaboração do projeto e seu escopo de segurança caso eminentes problemas venham surgir. Além da função de prevenção o diagnóstico é de suma importância para execução do planejamento e orçamento da obra, não estudar qual foi o método utilizado para execução da estrutura, e a importância de manter o mesmo processo pode atrasar o cronograma da obra e resultar em um alto custo fora do orçamento.

Conhecer o canteiro de obras e ter um cronograma bem definido é muito importante para uma obra de retrofit, pois trabalhar em um canteiro em que boa parte da estrutura já está construída reduz o espaço livre o que dificulta no armazenamento e manuseio de ferramentas de grande porte.

Quando temos um projeto em que sua arquitetura foi alterada é comum termos reforços estruturais em fundações, e devido ao espaço limitado temos que buscar uma maneira de executar o procedimento atendendo as especificidades construtivas do local, o que pode alavancar o custo para execução de locação de ferramentas específicas.

CONCLUSÃO

Observou-se que a reabilitação de um edifício não está limitada somente às edificações antigas e degradadas, mas também se aplica em obras inacabadas e abandonadas, quando há interesse do empreendedor na mudança do uso do imóvel.

Visto que do ponto comercial o retrofit é um método construtivo com muito potencial, pode contribuir para reaver parte ou até mesmo a total valorização do imóvel e seu entorno. Podendo ser aplicado de diversas formas em diversas construções, sendo benéfico não somente no ponto de vista arquitetônico e inovador, mas também na sustentabilidade, buscando preservar os elementos que caracterizam a edificação ao invés de descartá-los.

Empreendimentos de reabilitação possuem a característica de impor as limitações físicas da estrutura existente às equipes de projeto, resultando em inúmeras dificuldades executivas advindas da escassez de profissionais com experiência nesse tipo de construção. A ideia central deste artigo foi apresentar diversas informações teóricas que proporcionem conhecimento as técnicas do retrofit. Assim espera-se que o leitor entenda a necessidade de compreensão do processo e suas particularidades.

Dentre as diversas etapas de um empreendimento de reabilitação, aquela que se destaca pela importância e por estar diretamente relacionada ao sucesso do empreendimento é a de diagnóstico e estudo de viabilidade. Se em empreendimentos convencionais as etapas preliminares são importantes para o processo de projeto, na reabilitação a etapa de diagnóstico e viabilidade identificará as limitações e oportunidades da estrutura existente e será instrumento fundamental para o desenvolvimento dos projetos.

Cada projeto tem suas particularidades, mas dificilmente se consegue fugir das dificuldades impostas por uma obra de reabilitação, no presente artigo foram apresentadas diversas informações teóricas com a intenção de proporcionar conhecimento essenciais e relevantes que contribuam para o avanço do conhecimento na área.

Este trabalho permitiu demonstrar as características e as peculiaridades em um processo de retrofit, constatando que tal processo necessita de um estudo complexo de todos os elementos constituintes, para obter sucesso em uma obra de reestruturação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575. **Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. 2004. 189 f. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BARRIENTOS, M. I. G. G.; QUALHARINI, E. **Retrofit de construções: Metodologia de avaliação**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015

BARRIENTOS, M. I., QUALHARINI, E. L. "Retrofit de construções frente a ótica brasileira" In: 3o ENCORE, Portugal, 2003.

CBCS. Retrofit: **“Requalificação de edifícios e espaços construídos”**. 2019. Disponível em: www.cbcs.org.br. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

CROITOR, E. P. N. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra**. 2009. Dissertação de Mestrado Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2009.

CROITOR, E. P. N.; OLIVEIRA, L.; MELHADO; S. B. **Etapas de diagnóstico de um projeto de reabilitação: estudo de um caso francês**. In: **Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. Curitiba, PRo Anais. 2007. 7 p.

EPIQR. **Un Outil D'Aide À La Decisin Pour La Réahbilitation Des Bâtiments D'Habitation – Les Principes De La Methode C.S.T.N**. FRANÇA, 1999.

FREITAS, V. C.; SOUZA, M. **Reabilitação de edifícios - do diagnóstico à conclusão da obra**. In: **Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios**, 3, Lisboa, Portugal. Actas. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2003. v. 2.

MORAES, V. T. F.; QUELHAS, O. L. G. **O desenvolvimento da metodologia e os de um “Retrofit” arquitetônico**. Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil. Revista de Sistema e Gestão vol.7, nº 3, 2012, 451p.

MORETTINI, R. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios: Tomada de decisão para uma reabilitação sustentável**. São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, L. A. **Metodologia para desenvolvimento de fachadas leves**. Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2009. 267 p.

ORNSTEIN, Sheila. “**Avaliação pós-ocupação (APO) no Brasil: Estado da arte, desenvolvimento e necessidades futuras**”. In: Nutau 1996, S.Paulo, 1996.

PROJETO REABILITA **Diretrizes para reabilitação de edifícios para HIS**: as experiências em São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador. São Paulo, Programa HABITARE, 2007. 246 f.

SOUZA, T. C. de. **Retrofit e a revitalização de centros urbanos**: estudo de caso: reabilitação do Ed. Tupis. 2011. 87f. Monografia de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte. 2011.

VALE M. S. do. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit** 2006. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/FAU Rio de Janeiro, 2006.

Bruno Romi da Rocha

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM.
brunoromirocha@gmail.com

José Carlos Barbosa Lucena

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Mota – UNISUAM.
zecarlosb84@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Marcella Maria Sobral Lima

Engenheira Civil, Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica, Pós-graduada em
Patologia da Construção Civil

RESUMO

O presente artigo tem como assunto as soluções de tratamento de água e esgoto, novas técnicas para a captação de água dos rios e economia no sistema em geral de tratamentos da água, conhecendo como funciona uma estação de tratamento de água/esgoto, principais desafios na coleta distribuição e tratamento da água e esgoto, tipos de tratamentos, o que deve ser considerado no tratamento de água e alguns parâmetros de projeto a serem executados. O projeto de novas soluções para tratamento de água e esgoto visa dar novas soluções de tratamento mais baratas e que possa trazer melhorias do sistema de abastecimento em grandes metrópoles e ajudar a projeções para o futuro, já que a população tendê a crescer.

Palavras-chave: Tratamento; Água; Esgoto; Abastecimento; Soluções.

INTRODUÇÃO

A urbanização e o crescimento populacional ocorridos nos últimos anos têm sido responsáveis por demandas crescentes de bens de consumo, energia e água para abastecimentos público e industrial, gerando grandes volumes dos mais variados resíduos poluindo as principais bacias hidrográficas de abastecimento de água.

O Tocante problema de grandes metrópoles com o tratamento e abastecimento de água e destinação final do esgoto para estação de tratamento de esgoto e a correta destinação de esgoto tratado de volta à

natureza, sem falar de tecnologia adotada nas principais estações de tratamento de águas esgoto e como podemos melhorar com novas tecnologias e pouco investimento que será discutido ao longo do trabalho (SOUSA, 2007).

Uma técnica muito importante e inovadora no sistema de tratamento de esgoto é o uso de reatores anaeróbio, tanques sépticos e lagos de estabilização que pode ser usado em micro e macro sistema para esgotamento, que por sua vez pode ser utilizado para grande sistema de tratamento tanto para pequenos sistemas de tratamento como prédios, fábricas e etc. (SILVA & NOUR, 2005).

Em se falando de novas tecnologias e que tem um custo menor e menos prejudicial para a flora e fauna temos o tratamento feito por plantas aquáticas que é utilizado, mas que ainda é desconhecido pelas grandes ETES (PIMENTA et al, 2002).

A metodologia adotada será de pesquisa em artigos, monografias, e sites a respeito de método já usado em algumas ETES de pequeno a médio porte, e tecnologia de tratamento de esgoto com o uso de plantas aquáticas.

Será apresentado neste artigo o funcionamento de uma estação de tratamento de água e esgoto desde a captação da água dos rios o tratamento com químicos e a distribuição e a captação do esgoto, o início do tratamento das águas servidas (esgoto) e sua destinação final após a despoluição, em relação as novas tecnologias será abordado o uso de plantas aquáticas para o tratamento de esgoto e reutilização dessa biomassa tanto para ração (suínos, peixes e assim por diante), uso também para adubo orgânico, biogás e até mesmo para alimento humano rico em proteína.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ciclos hidrográficos

Quando se fala de tratamento de água não se pode deixar de falar como ela se movimenta no planeta e suas diversas transformações de estados físicas como é o caso do ciclo hidrográficos que é tão importante, para se souber como se poder aproveitar e captar esse líquido de maneira que possa dar um correto destino da água. É sabido que a água se transforma em diversos estados físicos sólido como presente em neves, gelo e granizo, líquido como as chuvas e gasosa como a neblina. Todo o ciclo se dá com a radiação do sol que evapora a água dos rios, mares e lagoas e vegetação e sobe em forma gasosa formando nuvens que precipitam formando chuvas, granizo ou neves que por sua vez infiltram no solo que vão para o subterrâneo que alimentam rios, lagos e nascentes, tem uma parte que vai para a vegetação e mares. E se repete infinitamente (SOUZA, 2007).

Se considerar que no mundo se tem 97,3% da água salgada e o restante 2,7% de água doce e 2,07% dessa água está em geleira e calotas polares em estado sólido e 0,6% da água doce que não é totalmente aproveitada por inviabilidade técnica que compõem lagos, rios e subterrâneos e em se tratando do Brasil que possui cerca de 12% do recurso hídrico do

planeta e por deixa numa posição privilegiada e com isso o volume distribuído por pessoa é 19 vezes maior do que o mínimo proposto pela organização das nações Unidas (ONU) que é de 1.700 m³/s por habitante por ano por ano (SOUZA, 2007).

Tratamentos para água superficiais

Estação de Tratamento de Água e Esgoto – ETA E ETE

Uma estação de tratamento de esgoto serve para capitar a água de mananciais da superfície como rios e lagos ou se é de mananciais subterrâneos vindo de poços. Em se tratando de água não se pode deixar de falar como esse líquido chega na ETA, qual a qualidade e como uma estação de tratamento lida com diferente poluente que vem na água (CEDAE, 2020).

ETA (Estação de Tratamento de Água)

O funcionamento da estação de tratamento de água começa com o Gradeamento que consiste em grande grades para reter material grossos, depois vem a desarenação que faz a retirada das areias da água em mais algum resíduo sólido de menor diâmetro, logo depois vem a caixa de tranquilizarão que alguns sedimento são postos no fundo e segue para o tanque de coagulação química no qual utilizados como sulfato de alumínio e/ou cloreto de férrico e faz com que aglutinam nas partículas de sujeira e são colocadas para em baixo deixando a água limpa em cima e a sujeira no show, depois vai para o tanque de decantação que por sua vez raspa os flocos que estão no fundo formando iodo que são retirados do fundo para e separado para utilização desse iodo como adubo ou até mesmo para queima, seguindo para o tanque de filtração composto de areia fina ou carvão antracitoso e tem a função de retirar o restante das partículas da água por último vai para o reservatório de contato que faz a desinfecção (colocando cloro que desinfetar a água de possíveis bactérias), fluoretação (sais de flúor que auxilia na prevenção da cárie dentaria) e correção PH próximo a 7 (neutro) usando a cal virgem ou Cal Hidratada (evitando que tenha corrosão da tubulação no caso de PH baixo tornando a água ácida e no caso de PH alto tornando a água mais alcalina e encrustando na tubulação), após a isso a água é bombeada por estação de bombeamentos no qual chega a água em reservatórios para a distribuição e consumo (CEDAE, 2020).

ETE (Estação de Tratamento de Esgoto)

A estação de tratamento de esgoto (Figura 1) como o nome já diz trata o esgoto vindo das moradias, fábricas, agricultura e comercio em geral.

Figura 1: Estação de Tratamento de água e esgoto do Guandu



Fonte: CEDAE (2020)

O funcionamento de uma ETE se dá com a captação das redes de esgotos que leva para uma estação de bombeamento de esgoto e vai para e chegando os efluentes na estação de tratamento e em primeiro lugar passa por gradeamento grosseiro onde sólidos maiores como garrafas, madeiras e qualquer outro tipo de material de espessura semelhante são retidos, depois o esgoto é bombeado para o gradeamento fino onde é retido papelão e tecidos, depois vai para o tanque de areia onde o esgoto onde o líquido sedimenta e os grãos de areia mais densos vão para o fundo e a etapa seguinte são os reatores RAS, as matérias orgânicas sofrem decomposição por bactérias anaeróbicas removendo grande parte do sólido da água e ocorre também a separação das fases líquida, sólida e gasosa: a parte sólida segue para o tanque de lodo, a gasosa segue para os queimadores de gás e a líquida segue para o tanque de aeração que acontece em colocar ar por pequenos furos no tanque, os microrganismos são estimulados a se alimentar da matéria orgânica e formando o lodo, reduzindo substancialmente a carga de nutrientes da água e depois vai para o decantado secundário no qual o lodo produzido no tanque anterior sedimenta e o líquido segue para a próxima etapa que já se pode falar que 90% da água está limpa, e em seguida vai para a desinfecção ultravioleta que o efluente é exposto ao raio ultravioleta e por sua vez altera o DNA das bactérias ainda presente na água, deixando-as inofensivas e o efluente está limpo e já pode ser lançado aos rios e córregos. A matéria sólida que foi retida do tanque de lodo, os efluentes são levados para desidratação no qual o lodo é retirado, a água é compactada para facilitar o transporte ao aterro e a outra parte que não foi desidratada volta para o sistema de tratamento através de bombeamento (CEDAE, 2020).

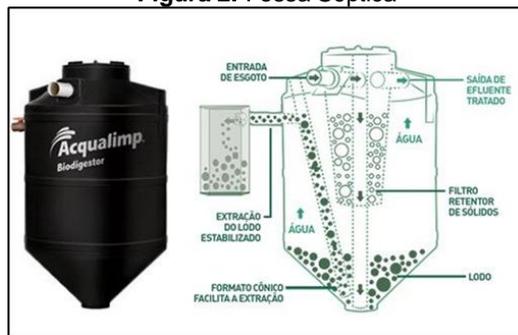
Fossas Sépticas

É o primeiro tratamento de esgoto de rede doméstica que passa pela fossa (figura 2) e por sua vez recebe a carga de nutrientes vindos principalmente

do banheiro e esse material é posto na fossa e vai ser consumido por bactérias Anaeróbias (CEDAE, 2020).

Uma fossa para 5 pessoas trata equivalente a 1.250 litros; e uma fossa para 500 pessoas trata equivalentes a 75 mil litros (CEDAE, 2020).

Figura 2: Fossa Séptica

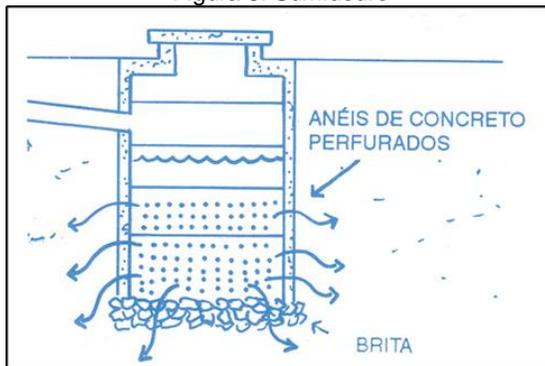


Fonte: Acqualimp (2020)

Sumidouros

Esse sistema é para ruas que não possuem canalização de água pluvial e para que esse esgoto não seja despejado direto ao ar livre são feito os sumidouros para que o solo absorva e não polua e nem contamine o solo. O sumidouro é feito de brita, anel de concreto e calcário que tem a função de filtrar o esgoto líquido e só lançar ao solo uma água que não prejudique a fauna e a flora como apresentado na figura 3 (CEDAE, 2020).

Figura 3: Sumidouro



Fonte: CEDAE (2020)

Caixa de Gordura

A caixa de gordura serve para reter as gorduras das pias das cozinhas. Quando a gordura é resfriada se torna sólida e entope rede de

esgoto e por isso a caixa de gordura tem que ser bem dimensionado para determinado serviços já que em se tratando de comercio que foi mal dimensionado pode ocasionar entupimento e transtorno como, por exemplo, padarias bares e restaurante (CEDAE, 2020).

Novas Tecnologias para Tratamento de Água e Esgoto

Tratamento de esgoto com o uso de plantas aquáticas

O tocante problema que é empregado a distribuição de água e o grande investimento para solucionar o problema de abastecimento de água e de tratamento desse esgoto tem sido um desafio para que se faça de forma que possa resolver gastando menos e com o menor impacto ao meio ambiente e vem de novas técnica que já dão certo e estão revolucionados o modo como é feito (CICLO VIVO, 2020).

O uso de plantas aquáticas para o tratamento de água servida (esgoto) já vem sendo usado e se mostra bem eficaz e barato.

As águas de Jutunaíba usa o sistema de tratamento de esgoto com plantas aquáticas e sem produtos químicos, como funciona esse sistema onde a Estação Pontes dos Leitos fica em Araruama, Região dos Lagos do Rio de Janeiro é uma das únicas da América Latina que suporta tratar 200 litros de esgoto por segundo (l/s) usando desse sistema (ABCON SINDCON, 2018).

Nesse método é construído filtro biológico através de brejos, ou lagoas com essas plantas aquáticas funcionam como grandes filtros despoluentes, onde vão ajudar a desenvolver água limpa para os mananciais. Plantas como lemnáceas ou lentilhas (figura 4), o aguapé (Eichhornia crassipes) (figura 5), a alface-d'água (Pestia stratiotes) (figura 6), a orelha-de-onça (Sclavina auriculata) (figura 7) e a taboa (typha domingensis) (figura 8) funcionam como despoluidora e que ajudam retira da água nutriente e substâncias tóxicas, dando condição para base alimentar no ecossistema aquático. A produção da biomassa pelas macrófitas pode ter utilidade para fins, de forragem para animais (peixes, suínos, aves etc.) adubo orgânico, indústria, obtenção de biogás, entre outros. As lemnáceas podem ser utilizadas até como alimento humano, rico em proteína. (EMBRAPA, 2002).

Figura 4: lentilha d'água



Fonte: EMPRAPA (2002)

Figura 5: Aguapé



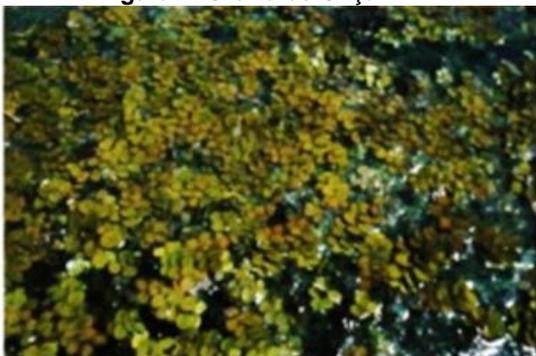
Fonte: EMPRAPA (2002)

Figura 6: Alface d'água



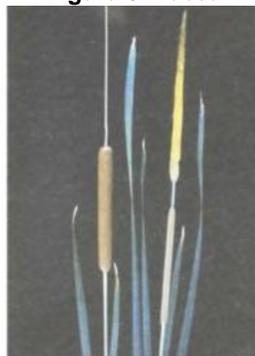
Fonte: EMPRAPA (2002)

Figura 7: Orelha-de-Onça



Fonte: EMPRAPA (2002)

Figura 8: Taboa



Fonte: EMPRAPA (2002)

A planta Orelha de Onça (*Salvinia*. Spp.), possui a capacidade de remover acúmulo de metais pesados como: chumbo, quando contaminada não pode ser, mas utilizada como alimento ou adubo (EMBRAPA, 2002).

A planta macrófitas *Eichhornia crassipes* (aguapé), atuam para tratamento da água na redução de nutrientes (formas de nitrogênio e fosforo) e da matéria orgânica (EMBRAPA, 2002).

As plantas como lemnáceas ou lentilhas, alface-d'água (*Pistia stratiotes*), taboa (*typha domingensis*), são muito utilizadas para tratamento de águas provenientes de esgoto, removendo substâncias tóxicas (EMBRAPA, 2002).

Pequenas Estações de Tratamento de Esgotos

Uma técnica que se podem ajudar grandes ETAs e diminuir a grande carga de esgoto que elas recebem vindas dos afluentes do rio Guandu seria o tratamento como pequenas estações de tratamento de esgotos colocadas em pontos estratégicos como entrada de córrego poluído ou pequenos rios ligados a cidades sem tratamento de esgoto que despejam toda a matéria orgânica direta no rio principal (Guandu). Tanto a construção de pequenas ETEs como lagoas de estabilização colocadas no afluente do rio principal (Guandu) ajudaria a diminuir muito a carga de poluentes que chegam à estação de tratamento de água de grande porte, e ela ser usada para o principal objetivo o tratamento, desinfecção e fluidificação da água, mas como é feito hoje a ETAs elas tratam o esgoto para depois tratar a água (HASSEGAWA, 2007).

O USO DE SOLUÇÕES PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

Plantas aquáticas para Tratamentos do Esgoto

A poluição pode vir de diversos tipos e vir de origem urbana, rural e industrial. A urbana vem de sedimento e resíduos domésticos provenientes de sedimento orgânico, lixões e outros. O de origem rural basicamente vem dos esterco provenientes das vacas, porcos cabras e assim por diante. O industrial vem de envolve muita matéria química de diversos tipos como a produção do açúcar, do álcool de medicamento frigoríficos e entre outros (SYRO, 1981).

Uma das soluções de baixo custo é o uso de filtros biológicos com o cultivo de plantas aquáticas para o tratamento da carga grande de nutriente que tem no esgoto.

A Lemnaceae é formada de cinco gêneros: Landoltia, Wolffia, Lemna, Spirodela e Wolffia. As “lemnas”, lentilhas d’águas ou “duckweeds” (erva de pato) são conhecidas como as menores plantas vasculares do mundo. São classificadas como macrófitas ou plantas superiores (grupo das monocotiledôneas). Suportam salinidade de até 4 g/Le podem ser confundidas com algas (EMBRAPA, 2002).

Para a produção da espécie é necessária um ambiente, mais natural possível e protegido de ventos. Requer água com nutrientes, por meio de fertilizantes orgânicos (esgoto) ou minerais. Em condições ótimas podem duplicar a biomassa. Além de despoluir brejos, rios e lagos, reduzem e até previne a proliferação de alga, de patógenos a saúde humana. (RIBEIRO 2016).

As plantas que flutuam na água são absorventes de nutrientes já as que ficam no fundo do rio retém os nutrientes do solo. Tendo o terreno adequado a despoluição pode ser feita nos leitos dos rios, brejos ou tanques de água de resíduos para que as plantas possam ter o tempo para fazer seu trabalho de despoluição. Os de tanques são mais comuns o uso de plantas superficiais os brejos são bom o uso de planta do tipo taboa (typha) e a Eleocharis (cebolinha) por terem em sua origem a emersão na água e tem a

produção muito rápida que é um problema de tornar superpopulação no ecossistema é já como solução colocasse tilápias e carpas-capim nas lagoas rios e assim por diante e tem o seu reuso na fabricação de cestos e esteiras (EMBRAPA, 2002).

Utilização da Biomassa

A orelha de onça é uma planta que fica na beira de rios e absorve da água poluída o chumbo e cádmio e após a contaminada com metais pesados não se pode usar para consumo humano a reciclagem dessas plantas é feito com a retirada de metais pesado retidos por elas e reutilizados (EMBRAPA, 2002).

As macrófitas na produção de biomassa podem ter muitos fins, como produção de ração de animais (peixes, suínos, aves etc.) e alimento humano, rico em proteínas etc. a extração do biogás das macrófitas com grande valor como adubo orgânico.

As lentilhas-d'água removidas pode ter diversas utilidades, principalmente na criação de peixes e aves, em estado fresco ou como ração, ou em forma usaram-nas para alimentar carpas. Patos e gansos também se alimentam de lemnáceas, por isso o seu nome em inglês é *duckweed* (erva-de-pato). No Estado de Ouro Preto – MG possui a prática de produção de plantas do tipo dos Lemnáceos grandes tanques que são interligadas para pisciculturas, criação de patos e em tratamento de água, foi observado que as plantas Lemnáceas utilizada na alimentação de galinhas, observam - se que os ovos apresentaram a gema de cor amarela mais forte, sugerindo que as Lemnaceas e sejam usadas como substituto da soja e como alimento para peixes. O teor de proteína em Spirodela é equivalente ao da soja, o conteúdo de lisina e arginina é maior do que da proteína da alfafa. Relata que na Índia são usadas Lemna e Spirodela como medicinais (EMBRAPA, 2002).

São produzidos na Índia por volta de 15 milhões de m³ de esgoto todo dia, são despejadas na água não só resíduos sólidos, como também elementos nutritivos. Através do Instituto Central de Aquicultura de Água Doce e com ajuda da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para Agric'ultura e Alimentação) – FAO foi criada em 1986 uma Estação de Tratamento de Esgoto com Aquicultura de lemnáceas e peixes, custando apenas US\$ 38 mil, valor quatro vezes menor do que uma estação de tratamento de esgoto convencional.

Esse tipo de Estação de Tratamento de Esgoto tem capacidade para tratar o esgoto de cerca de 10 mil pessoas ou 1 milhão de litros de esgoto por dia, usando um tanque de 0,5 ha, tendo uma mão de obra de apenas 02 colaboradores para operação do sistema. O tratamento inicial com lemnáceas, passando para tanque de carpas e camarões e após 5 dias a água são reutilizadas apenas para a agricultura. Nesse período ainda existem coliformes fecais nas brânquias e vísceras dos peixes, mas após 8 – 12 meses a vendas desses peixes compensa os custos e ainda resolvem os problemas ambientais.

A tecnologia para tratamento de esgoto e de efluentes orgânicos de pecuária e agroindústria por meio de plantas aquáticas é simples e barata, todavia requer estudo para adaptação a ambientes diversos. O tratamento tem que ser específico para cada caso. Utilizando plantas que vão trazer melhor resultado e adequadas para condição da água servida, o funcionamento é muito dinâmico, e o sistema necessita de ajustes até atingir o ideal, de fluxo contínuo.

Pequenas Estações de tratamento de Esgoto.

Uma solução de tratamento de água em grande cidade e também para desafogar as grandes ETAs são pequenas ETEs colocadas em pontos estratégicos na saída de rios. Nos esgotos industriais já se tem por lei em muitos estados o pré-tratamento de resíduos no qual a empresa fica responsável pela captação de resíduos grossos e só entregarem para a rede resíduos menos poluídos com o uso de caixa de areia e tanque de areação e tanque de sedimentação no qual só é devolvido para a rede coletora o resíduo líquido menos poluído. Para o esgoto rural se tem uma fossa sépticas e sumidouros e por final algumas fazendas mais modernas usam boa parte desses resíduos para biogás e o restante para adubo.

Temos um modelo, por exemplo, do Rio de Janeiro que se tem uma grande ETAs, mas que já está com seu uso no limite e o que está sendo discutido ao longo desse trabalho é exatamente com algumas ações de baixo custo possa melhorar a captação e o tratamento desses afluentes de menor impacto na flora e na economia dessa empresa ao trazer melhorias o sistema já implantando e também que não possa para o funcionamento a estação de tratamento de água principal.

Nas bacias do rio guandu (figura 9), por exemplo, temos as grandes entradas de nutrientes nesses pequenos rios, entrando no Rio Guandu já com a água poluída trazendo transtornos e maior gasto no tratamento de água. Uma das ideias é colocar pequenas estações de tratamento de esgoto na saída desses rios para o guandu em todas as saídas de rios e tratando já o esgoto com caixa de areia, tanque de decantação, tanque de areação e tanque de sedimentação para que a água que entra no rio guandu já não venha poluída e diminua a carga de resíduos que o rio carrega e como isso sobrecarregue a estação de tratamento de água de grande porte, para que só trate a água. Atualmente as grandes ETAs tratam tanto o esgoto e depois a água já que o rio chega neles já poluído de resíduos sólidos e orgânicos (ATLAS BRASIL, 2020).

As obras para a construção das pequenas ETEs também como fator positivo não precisaria construir para a principal ETA (Estação de tratamento de água Guandu) para fazer essa obra já que fica em lugares distintos.

Ponto negativo no uso desse sistema em relação a planta aquática é a proliferação em excesso causando entupimento e transtornos, já que teriam que ficar fiscalizando os rios e constado o início da proliferação intervir com remoção e reciclagem das plantas excedentes.

CONCLUSAO

Mediante as informações expostas, é evidente o fato de que o problema de poluição de rios, lagoa, brejos causando problemas para tratamento ao sistema de captação de água e o tratamento ao sistema de esgoto. Portanto, foi abordado nesta pesquisa como funcionam hoje as ETE'S E ETA'S, pequenas estações de tratamento de água e esgoto, tratamentos de esgoto doméstico e foi apresentada uma proposta para a possível solução do problema referente à poluição mais barata e eficaz já existente para tratamento de água e esgoto, abordando uma série de métodos com uso das macrófitas aquáticas para reduzir os índices de poluição e impactos ambientais que atualmente se encontram em estados críticos.

Sendo assim, foram discutidas alternativas, porém ainda existir carência de informações concretas em relação aos resultados obtidos, especialmente em países tropicais em evolução, sendo um caminho rentável, é importante que sejam aplicadas pesquisas informando o tema, indicado aos interessados em seguir com a pesquisa, se baseado nesse artigo, analisando então, o comportamento de um grupo de espécies em relação ao ambiente aquático poluído selecionado, na tentativa de promover e adequar às técnicas desenvolvidas aos mesmos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABCON SINDCON. **Águas de Juturnaíba Trata Esgoto com Plantas Aquáticas e sem Produtos Químicos**. 2018. Disponível em: <http://abconsindcon.com.br/noticias/aguas-de-juturnaiba-trata-esgoto-com-plantas-aquaticas-e-sem-produtos-quimicos/>. Acesso em 05 de abril de 2020.

ACQUALIMP. **Portal de Saneamento Básico**. 2020. disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/tipos-digestores-anaerobios/>. Acesso em 07 de maio de 2020.

ATLAS BRASIL. **Abastecimento Urbano de Água**. 2020. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=18>. Acessado em 09 de abril de 2020.

CEDAE. **Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Rio de Janeiro**. 2020. Disponível em: https://www.cedae.com.br/como_-funcionam. Acesso em 17 de março de 2020.

CICLO VIVO. **Tratamento de esgoto doméstico com plantas é alternativa para evitar poluição dos rios**. 2020. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/tratamento-de-esgoto-domestico-com-plantas-e-alternativa-para-evitar-poluicao-dos-rios/>. Acesso em 17 de março de 2020.

EMBRAPA. **Potencial de uso de plantas aquáticas na despolição da água**. 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/325560>. Acesso em: 10 de março de 2020.

HASSEGAWA, B. K. F. **Gerenciamento Ambiental em Estação de tratamento de água de médio porte: Elaboração de um instrumento de Análise Ambiental e Operacional com base na NBR ISSO 1400**. Dissertação apresentada para o curso de pós-graduação em recursos Hídricos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Ambiental, 2007.

PIMENTA, H. C. D.; TORRES, F. R. M.; RODRIGUES, B. S.; ROCHA JUNIOR, J. M. **O Esgoto: A Importância do Tratamento e as Opções Tecnológicas**. Trabalho de conclusão de cursos Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Departamento de Engenharia de Produção. Campus Universitário, Lagoa Nova, Natal. 2002

RIBEIRO, J. P. M. **O uso de macrófitas lemnáceas para a remoção de nitrogênio do esgoto sanitário de uma lagoa de estabilização**. 2016. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

SILVA, G. H. R.; NOUR, E. A. A. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Reator compartimentado anaeróbio/aeróbio: Sistema de baixo custo para tratamento de esgotos de pequenas comunidades*. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000200019&script=sci_arttext. Acesso em 27 de março de 2020.

SOUSA, W. A. **Tratamento de água**. CEFET. Rio Grande do Norte. 2007.

SYRO, N. W. P. A. **Plantas forrageiras da Amazônia**. 1981. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aa/v11n3/1809-4392-aa-11-3-0457.pdf>. Acessado dia 09 de abril de 2020.

Sobre os Organizadores

Prof^a. Me. 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. Fiscal de Contrato da Superintendência de Recursos Logísticos da Secretaria de Estado de Administração Penitenciária do RJ (SEAP-RJ). Conselheira Regional do Crea RJ para o triênio 2023/2025.

Prof^a. Me. 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.

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.

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.

Marcella Maria Sobral Lima

Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica (Unisuam – 2022). Pós-graduada em Patologia da Construção Civil (Faculdade Unyleya – 2021). Graduada em Engenharia Civil (Unisuam – 2020). Graduada em Marketing (Univercidade – 2007). Técnica em Edificações (Escola Técnica Estadual Ferreira Vianna – 2000). Experiência no segmento da construção civil com mais de 10 anos de atuação, em grandes empresas do mercado de engenharia civil. Sólidos conhecimentos nas implantações das estratégias de negócios, análise de mercado, negociação, foco no cliente, atenção nos prazos de entrega. Acompanhamento dos indicadores comerciais com objetivo de alcançar as metas definidas e atenção aos prazos.

Amanda Pisão Pinhal Noronha de Oliveira

Pós-graduada em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ);

Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica, pelo Centro Universitário Augusto Motta (2023). Graduada em Engenharia Civil, pelo Centro Universitário Augusto Motta (2022). Graduanda em Supervisão Escolar e do Ensino Fundamental e Médio de Magistério das Disciplinas Pedagogia do Ensino Médio, pelo Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM. Experiência com visitas técnicas de 166 barragens no Brasil - Projeto PLANERB / Ministério de Integração do Brasil (2017). Fiscal de Contrato da

Superintendência de Recursos Logísticos da Secretaria de Estado de Administração Penitenciária do RJ (SEAP-RJ).

Prof. Dr. Bruno Matos de Farias

Doutorado 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 principalmente no seguinte tema: 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 na UNISOCIES-SC e Coordenador Pedagógico no Curso de Arquitetura e Urbanismo.

PARTICIPARAM DO PROJETO OS ACADÊMICOS E PROFESSORES DE ENGENHARIA CIVIL

ALEX BEZERRA PORTUGAL
ALEXANDRA S. C. NUNES DA SILVA
ALEXANDRE FÁBIO DOS SANTOS
AMANDA PISÃO P. N. DE OLIVEIRA
BIANCA FERREIRA DA SILVA
BRUNO MATOS DE FARIAS
BRUNO ROMI DA ROCHA
CARLA FERREIRA MACHADO
CARLOS ALEXANDRE M. DA SILVA
FLÁVIA DA SILVA
JHONATAN NICÁCIO PINHEIRO
JOHANN ESSLIN NASCIMENTO
JOSÉ BONIFÁCIO DOS ANJOS
JOSÉ CARLOS BARBOSA LUCENA
JULIO CÉSAR PERFEITO MARTINS
JUSSARA O. DO NASCIMENTO

LEIZIANE ALVES BORGES
LEONARDO REIS DOS SANTOS
LUIS FELIPE MOREIRA BASSANI
MARCELLA MARIA SOBRAL LIMA
MARCOS CARNEIRO SILVA
MATHEUS GOMES GONÇALVES
PATRICK LIMA MESQUITA
RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES
RAFAEL ALMEIDA MATTOS
RAPHAEL DE OLIVEIRA MELO
RUDY MARCELL MOURA TEIXEIRA
SÉRGIO FREITAS LOPES
STÉPHANNE VIANA DA SILVA
THAÍS DE OLIVEIRA FREIRE
VANDERSON MOREIRA
VIVIANE DA SILVA COSTA


epitaya
Editora

