

# CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 4

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



Eptaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

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

CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ENGENHARIA E INOVAÇÃO  
VOL. 4

1ª Edição



Epitaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

Rio de Janeiro - RJ  
2020

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

C764    Construção civil [recurso eletrônico] : engenharia e inovação: vol. 4 /  
Organizadores Rachel Cristina Santos Pires, Iara da Silva de Almeida,  
Bruno Matos de Farias. – Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2020.  
363 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87809-01-4

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

CDD 690

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda  
Rio de Janeiro / RJ  
contato@epitaya.com.br  
<http://www.epitaya.com.br>



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

CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ENGENHARIA E INOVAÇÃO  
VOL. 4



Epitaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

Rio de Janeiro - RJ  
2020

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda

1<sup>o</sup> Edição - Copyright © 2020 dos autores

Direitos de Edição Reservados à Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda.

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

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

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

---

## CONSELHO EDITORIAL

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

---

## COMITÊ CIENTÍFICO

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

## PREFÁCIO

A proposta de uma solução eficaz que leva a comunidade a estudar e entender as facetas da Engenharia e a múltiplas camadas que envolvem por conhecimento vem sendo cada vez mais ampliada através de iniciativas como a da construção deste volume. Estar hoje tendo a oportunidade de contemplar um material de tamanho significado intelectual e acadêmico que vem a se comunicar com os docentes em discentes com uma linguagem clara e objetiva através de sistemas inovadores eleva a importância deste exemplar. O título “**Construção Civil e Engenharia e inovação Vol. 4**” destina-se a motivar alunos da Engenharia Civil a alcançar seu potencial acadêmico através da pesquisa e inovação.

A professora Rachel Cristina Santos Pires é Engenheira Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada Silva e Souza, Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFRJ, Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia, Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e Doutoranda em Engenharia Civil - Geotécnica pela UERJ. Atualmente, é docente no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM); Engenheira de Segurança do Trabalho na empresa Sparta Engenharia, como responsável técnica em projetos de incêndio; e Conselheira Regional do Crea RJ. A professora Iara da Silva de Almeida é Bióloga pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente, é docente no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e atua na área de Saneamento, em uma concessionária de serviços de esgoto, voltada às atividades do setor de Meio Ambiente. O professor Bruno Matos de Farias é Arquiteto e Urbanista pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Especialista em Docência Online: Tutoria em EAD pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e Mestre em Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM). Atualmente, é docente na Universidade Estácio de Sá (UNESA) e coordenador e docente no Centro Universitário Gama e Souza (UNIGAMA) e Arquiteto Autônomo.

Ao receber o convite para construção do Prefácio me debrucei na leitura do material, que se encontra impecável e indica a preocupação na orientação e desenvolvimento das pesquisas, apresentando uma imensa de-

dicação dos autores envolvidos. É com muita satisfação de irei comentar sobre cada trabalho deixando minha crítica ou opinião sincera sobre os temas e suas ações.

Este livro é proveniente de uma coletânea de artigos apresentados como Trabalho de Conclusão de Curso, um dos requisitos para o título de Bacharel em Engenharia Civil do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) no 2º semestre de 2019. Este livro é dividido em 20 capítulos, conforme descrito a seguir:

No capítulo I, **SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO E FILTRO ANAERÓBIO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES – RJ**, os autores relatam sobre a importância da preservação do meio ambiente, proporcionar melhor qualidade de vida, saúde e economicamente. O local de estudo e monitoramento foi o município de Paty do alferes, localizado na região serrana do Rio de Janeiro, onde não possui tratamento algum dos efluentes lançados aos rios da região.

No capítulo II, **ANÁLISE DAS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA ADMINISTRAÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS NA REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA/RJ**, de acordo com os autores o crescimento desorganizado das cidades, essa ausência de planejamento afeta diretamente todas as camadas sociais, mais gravemente a mais pobre. Inundações, fenômeno natural, provocadas principalmente por chuvas intensas e contínuas. O direcionamento deste capítulo é analisar os problemas das constantes inundações na região da Praça da Bandeira, identificando as principais circunstâncias causadoras de inundações, dificuldades institucionais presentes, ações tomadas pelo governo para solucionar o problema, análise do plano de ação executado para solucionar o problema.

No capítulo III, **CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**, seguindo a construção feita pelos autores os mesmos constataram que atualmente a produção do setor da Construção Civil não está em sua melhor fase devido aos baixos índices econômicos que o país apresenta. Durante os estudos ocorreu a comprovação de que os resultados utilizados através do método qualitativo de pesquisa, priorizando a coleta de dados bibliográficos e documentos oficiais, obtiveram resultados positivos.

No capítulo IV, **A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEUS REQUISITOS NORMATIVOS**, a relevância deste trabalho produzido pelos autores se destaca na demonstração da fundamentalidade da elaboração de um projeto elétrico que tem a finalidade através da necessidade de seguir as orientações técnicas e de segurança para oferecer um projeto elétrico a ser executado de maneira padronizada e segura. Por fim a manutenção da quantidade e dos riscos foi minimizada,

a eficiência e a durabilidade da instalação, tornaram-se indispensável ao seguimento das normas técnicas vigentes e as exigências da concessionária local.

No capítulo V, **CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO: INDICADORES PARA MELHORIA CONTÍNUA EM OBRAS CIVIS**, os autores se debruçaram na gestão de qualidade dentro das empresas que continuam ganhando destaque, ao longo dos anos, percebendo que trabalhar seguindo suas diretrizes não é sinônimo de gastar mais, ou até mesmo ser um custo desnecessário. Os mesmos definiram neste capítulo que as verificações de serviço são uma grande fonte de medição de indicadores de qualidade e produtividade, e pode ser usada como uma ferramenta fundamental para Gestão da Qualidade, garantindo melhoria contínua dos processos.

No capítulo VI, **METODOLOGIA DE FACHADA VENTILADA EM EDIFICAÇÕES: CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS EXECUTIVOS E APLICAÇÕES**, pude analisar que os autores direcionaram seus estudos para estudar sugestões englobando os ciclos do desenvolvimento das etapas do design de fachadas ventiladas para edifícios comerciais de numerosos pavimentos ou edificações que, independentemente da tipologia diferenciada, patrocinem sistemas de fachadas análogas aos tipos de edificações.

No capítulo VII, **SAÍDAS DE EMERGÊNCIAS EM EDIFICAÇÕES: MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO**, os autores tiveram muita preocupação através da análise da NT 2-08, norma que entrará em vigor no Rio de Janeiro em dezembro deste ano, serão abordados quais são as exigências que buscam reduzir os efeitos nocivos dos sinistros e preservar a integridade física das pessoas que buscam a saída da edificação. Os autores comprovaram os resultados ao analisar as exigências, apresentando os tipos de saídas de emergências e como classifica-las de acordo com a edificação, a fim de que seja reconhecido a sua importância.

No capítulo VIII, **IMPACTOS E TRANSTORNOS GERADOS ATRAVÉS DA MÁ EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS**, os autores estudaram para construção deste capítulo os fatores que comprometem a qualidade final das instalações hidrossanitárias, já que as construtoras em conjunto com as instaladoras prediais buscam resultados de qualidade dessas instalações, as quais se destacam com a modernização da linha de materiais utilizados, como por exemplo, o PPR (Polipropileno Copolímero Random) e o PEX (Polietileno Reticulado Monocamada), além dos conhecidos PVC, CPVC, Ferro Fundido.

No capítulo IX, **SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO E SUA IMPORTÂNCIA EM PATRIMÓNIOS HISTÓRICOS**, ao ler o trabalho dos autores pude ver que o mesmo abordou o assunto em questão para possíveis esclarecimentos e entendimentos das falhas e falta de adequações de sistemas de

combate a incêndio principalmente para edifícios históricos e tombados no país, no qual requerem cuidados específicos devido à idade da estrutura e principalmente pelo valor cultural inestimável.

No capítulo X, **O CAMINHO DA ÁGUA POTÁVEL: DA CAPTAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO**, de acordo com os autores o capítulo aborda sobre o assunto de captação da água à distribuição nos reservatórios do Rio de Janeiro. Os autores visaram os estudos nas próximas décadas, sobre os fatores mais importantes e essenciais para vida é a água. A escassez dela é alarmante, com isso o ideal é pensar no que nos afetará. Logo, há necessidade que se mude a mentalidade da população, para que lá na nascente não haja desmatamento, e que a mesma seja preservada para que não haja uma crise hídrica.

No capítulo XI, **ESTUDO DE VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS: APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA, AQUECIMENTO DA ÁGUA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR E ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UM PROJETO RESIDENCIAL**, seguindo a leitura do capítulo, os autores procuraram alternativas muito interessantes, entre as quais está a substituição do aquecimento elétrico da água, pelo aquecimento através da energia contida na luz solar, a energia solar fotovoltaica, e o reuso da água através do reaproveitamento da água da chuva. Devido ao alto consumo da energia elétrica e de água nas residências, houve a necessidade de serem criados sistemas integrados que reduzissem esses gastos.

No capítulo XII, **O VALOR E A IMPORTÂNCIA DE UM LAUDO DE AUTOVISTORIA PREDIAL**, segundo os autores a concepção da nova norma de desempenho e de novas legislações acerca do tema manutenção predial e auto vistoria trazem grandes benefícios para usuários das edificações, uma vez que se têm menores riscos de qualquer surpresa desagradável, como acidentes ou panes em qualquer um dos sistemas que o compõe. Neste capítulo, inicialmente, são apresentados conceitos básicos de manutenção predial e auto vistoria.

No capítulo XIII, **A IMPORTÂNCIA DA PERICIA TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, os autores analisaram os motivos de desabamentos, catástrofes, avaliarem um imóvel monetariamente como, por exemplo, o perito necessita tem um grande conhecimento e vasta experiência na área, pois somente a sua formação como engenheiro não é o suficiente devido o grau de importância e responsabilidade. Buscou-se dilucidar, de maneira sucinta, as principais patologias encontradas nos sistemas construtivos, como as trincas e fissuras a fim de investigar uma melhor análise da situação.

No capítulo XIV, **PREVENÇÃO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA PATOLOGIAS NO ASFALTO E CUSTO DE RESTAURAÇÃO DO ASFALTO DEMOLIDO AO ERÁRIO**, seguindo a construção feita pelos autores,

os mesmos direcionaram a importância para a população, são obras de drenagem que são feitas geralmente antes da pavimentação propriamente dita, fazendo com que esse local não sofra mais alagamentos e com doenças promovidos de valas a céu aberto. Por fim viram que a restauração desse asfalto demolido não saia dos cofres públicos, as Prefeituras do estado do Rio de Janeiro, teriam que aumentar seus efetivos de fiscalização a essas empresas, para que seja feita a restauração do pavimento demolido corretamente e mais rápido possível, para não danificar o restante do pavimento.

No capítulo XV, **PATOLOGIAS DO AÇO NA CONSTRUÇÃO: FALHAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO E RECOMENDAÇÕES**, os autores direcionaram seus estudos neste capítulo para o risco de corrosão na qual o impacto é diretamente relacionado a escolha da estrutura metálica como solução, mesmo tendo inúmeras vantagens sobre o concreto. Como parte desta proposta inclui-se o levantamento das patologias e possíveis soluções que possam ser utilizadas na recuperação de estruturas em aço, tendo como metodologia levantamento bibliográfico e estudo de campo.

No capítulo XVI, **ESTUDO DAS PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES** ao ler este trabalho puderam identificar pelos autores que os negócios voltados para o ramo da construção civil vêm crescendo a cada ano, aumentando ainda mais a competitividade, com exigências e diversificação variadas, conduzindo as empresas a buscarem novas técnicas de construção, de qualidade e produtividade, além de terem que ajustar cada vez mais os orçamentos à realidade do empreendedor. Os mesmos direcionaram a realização do estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.

No capítulo XVII, **REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE TUBULAÇÕES EM PVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, a preocupação dos autores ao abordarem algumas formas de reciclagem e reutilização das tubulações em PVC e, também como torná-las em uma forma de sustentabilidade através de sua restauração foi decisiva para confecção deste material. Os mesmos apresentaram diversas maneiras de se processar o PVC, recuperando e restaurando de várias formas que são benéficas para o ser humano e principalmente para o meio ambiente.

No capítulo XVIII, **APLICAÇÃO DO GESSO E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, foi direcionada pelos autores na busca acadêmica sobre a sustentabilidade e de algumas vantagens e desvantagens da aplicação do Gesso nos canteiros de obras da empresa podendo assim vir a criar melhoras ambientais e a evolução dos resultados ligados ao tema. Os mesmos identificaram que a indústria da Construção Civil é um dos vetores importantes para a economia e desenvolvimento social de um país, entretanto este for-

te impacto como alavanca do desenvolvimento nacional também acarreta uma crescente demanda de consumo de recursos naturais e energéticos, e também o aumento da geração de resíduos e dos impactos ambientais.

No capítulo XIX, **RECOMENDAÇÃO PARA PADRONIZAÇÃO NACIONAL QUANTO À EXIGÊNCIA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO**, de acordo com os autores o capítulo aborda os procedimentos usados para comparar as divergências entre as legislações estaduais no tocante a exigência de chuveiros automáticos para locais de reunião de público e o quanto esta situação é prejudicial do ponto de vista da segurança, pois uma mesma edificação fica sujeita às exigências totalmente diferentes dependendo do Estado em que foi construída. Ou seja, todo o estudo realizado foi apresentado através de uma padronização em todo território nacional a fim de nivelar a exigência destes dispositivos nas edificações observadas neste capítulo.

No capítulo XX, **ANÁLISE COMPARATIVA DAS PLATAFORMAS BIM E CAD NA APLICAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES**, os autores abordaram de forma bem lúcida no trabalho a finalidade em abordar as vantagens de se usar essa plataforma na elaboração de projetos de edificações para se conseguir além de diminuir o tempo na elaboração, melhor qualidade e entendimento do empreendimento. Os autores atendem as expectativas no que tange diminuir drasticamente os erros mais comuns na elaboração destes projetos, se fez necessária a criação da plataforma BIM que permite de forma integrada e automatizada a elaboração de projetos bem como as documentações necessárias para todo o processo.

**Prof. DSc. Everton Rangel Bispo**  
Físico e Doutor em Engenharia de Materiais  
e Processos Químicos e Metalúrgicos  
pela PUC-RJ

# SUMÁRIO

<b>Capítulo I</b> .....	15
SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO E FILTRO ANAERÓBIO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES - RJ	
<i>Patrick Rodrigues das Neves; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo II</b> .....	29
ANÁLISE DAS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA ADMINISTRAÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS NA REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA/RJ	
<i>Jefferson Breno Lomenha Pereira; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo III</b> .....	49
CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Arthur Rodrigues Vilarino Francisco; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo IV</b> .....	71
A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEUS REQUISITOS NORMATIVOS	
<i>Caroline Fernandes da Silva Gomes; Victor Souza dos Santos; Guilherme Pires Vieira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo V</b> .....	87
CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO: INDICADORES PARA MELHORIA CONTÍNUA EM OBRAS CIVIS	
<i>Ana Quêzia Cerqueira da Silva Santos; Roberta da Silva Valdivino; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo VI</b> .....	107
METODOLOGIA DE FACHADA VENTILADA EM EDIFICAÇÕES: CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS EXECUTIVOS E APLICAÇÕES	
<i>Cintia Cabral de Andrade; Flávia da Silva; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

<b>Capítulo VII</b> .....	129
SAÍDAS DE EMERGÊNCIAS EM EDIFICAÇÕES: MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO	
<i>Lohana Videres Cury; Lorrany Rodrigues do Prado; Guilherme Pires Vieira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo VIII</b> .....	145
IMPACTOS E TRANSTORNOS GERADOS ATRAVÉS DA MÁ EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	
<i>Airton de Oliveira Claudino; Felipe Cruz de Souza; Guilherme Pires Vieira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo IX</b> .....	163
SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO E SUA IMPORTÂNCIA EM PATRIMÔNIOS HISTÓRICOS	
<i>Lincoln Guerra Conceição; Renan De Souza; Guilherme Pires Vieira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo X</b> .....	181
O CAMINHO DA ÁGUA POTÁVEL: DA CAPTAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO	
<i>Nathan França Vieira de Siqueira; Tainá Rodrigues Santos Sarmiento; Flávia da Silva; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XI</b> .....	197
ESTUDO DE VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS: APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA, AQUECIMENTO DA ÁGUA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR E ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UM PROJETO RESIDENCIAL	
<i>Gianluca da Silva Santos; Leandro de Souza Ferreira; Guilherme Pires Vieira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XII</b> .....	219
O VALOR E A IMPORTÂNCIA DE UM LAUDO DE AUTOVISTORIA PREDIAL	
<i>Marcos Alexandre Araujo; Thaiza Pereira de Melo; Eloan Marlon dos Reis Moreira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XIII</b> .....	237
A IMPORTÂNCIA DA PERÍCIA TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Isabella Politano Vieira Barros; Ronald Cherem de Araujo; Eloan Marlon dos Reis Moreira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	

<b>Capítulo XIV</b> .....	253
PREVENÇÃO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA PATOLOGIAS NO ASFALTO E CUSTO DE RESTAURAÇÃO DO ASFALTO DEMOLIDO AO ERÁRIO	
<i>Silas Nogueira de Freitas Junior; Eloan Marlon dos Reis Moreira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XV</b> .....	271
PATOLOGIAS DO AÇO NA CONSTRUÇÃO: FALHAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO E RECOMENDAÇÕES	
<i>Mauricio da Silva Gregorio; Eloan Marlon dos Reis Moreira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XVI</b> .....	283
ESTUDO DAS PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES	
<i>Phelipe Apolinário Cavalcante; Eloan Marlon dos Reis Moreira; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XVII</b> .....	301
REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE TUBULAÇÕES EM PVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Rafael Bessa dos Santos; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XVIII</b> .....	317
APLICAÇÃO DO GESSO E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Allex Almeida da Silva; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XIX</b> .....	329
RECOMENDAÇÃO PARA PADRONIZAÇÃO NACIONAL QUANTO À EXIGÊNCIA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO	
<i>Hadryene Cezar da Silva; Micaele Correia Matias; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>Capítulo XX</b> .....	343
ANÁLISE COMPARATIVA DAS PLATAFORMAS BIM E CAD NA APLICAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES	
<i>Derek Santos de Souza; Leninson Amaral Silva; Iara da Silva de Almeida; Bruno Matos de Farias; Rachel Cristina Santos Pires</i>	
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	359



# CAPÍTULO I

## SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO E FILTRO ANAERÓBIO EM RESIDÊNCIAS NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES - RJ

*Patrick Rodrigues das Neves*

*Flávia da Silva*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

O saneamento básico é um direito assegurado a todo cidadão brasileiro, presente na Constituição Brasileira na lei nº 11.445/2007. Tem como objetivo além da preservação do meio ambiente, proporcionar melhor qualidade de vida, saúde e economicamente. O Brasil é um país com amplo território, onde nas zonas rurais dos estados não tem nenhum tratamento dos esgotos que lançados diretamente nos corpos hídricos, degradando assim o meio ambiente ao redor, trazendo problemas de saúde e levando a poluição adiante para municípios vizinhos. Será seguido como exemplo o município de Paty do alferes, localizado na região serrana do Rio de Janeiro, onde não possui tratamento algum dos efluentes lançados aos rios da região. Uma das soluções a curto prazo para melhorar esse problema são os tanques sépticos e filtros anaeróbios, por ser tratar de um método de fácil instalação e manutenção e com desempenhos dentro do que determina as normas em vigência. Para esses resultados foram utilizados estudos nas bibliografias existentes com testes utilizando meios de suportes feitos com brita nº 4, cubos de espuma e anéis de plásticos.

## 1. INTRODUÇÃO

Estabelecido pela lei nº. 11.445/2007 da Constituição, o saneamento básico é um direito garantido a população brasileira. A mesma lei, estabelece como saneamento básico os sistemas operacionais de abastecimento de água tratada, drenagem urbana, limpeza urbana e esgotamento sanitário. Essas somas de providências objetivam manter e preservar o meio ambiente afim de proporcionar melhor qualidade de vida, saúde e elevar o país economicamente (TRATA BRASIL, 2019).

Para um país ser classificado como desenvolvido, ter saneamento básico é fundamental. A adução de água tratada, coleta e tratamento de esgoto além de promover melhorias em turismo, educação e meio ambiente, elas impactam diretamente na saúde da população e principalmente na saúde infantil. Segundo o Ministério da saúde, no ano de 2013, 340 mil internações foram contabilizadas por infecções gastrintestinais. E, levando em consideração o tempo de evolução do saneamento básico no Brasil, os gastos com internações devem superar 7 bilhões de reais nos próximos vinte anos (TRATA BRASIL, 2019).

No Brasil, pouco mais de 50% da população tem o serviço de coleta de esgoto, e desses 50% somente 44,92% é devidamente tratado (EXAME, 2018).

Esse desprezo no Brasil com saneamento básico se mostra mais complicado e complexo em áreas rurais pois, pouco se encontram os índices de água e esgoto e a baixa população torna inviável as construções das estações de tratamento e redes de coleta e tratamento (TRATA BRASIL, 2017).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), O município de Paty do Alferes, localizado no interior do estado do Rio de Janeiro, com população estimada no ano 2018, de 27.678 pessoas tem somente 56,4% do esgoto sanitário coletado (IBGE, 2018).

De acordo com informações do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), todo esgoto sanitário do município é lançado diretamente nos rios e córregos sem devido tratamento (CEIVAP, 2014).

Como solução interessante para os problemas de saneamento básico em zonas rurais, o sistema tanque séptico-filtro anaeróbico vem sendo estudada nos últimos 30 anos no país. Entre seus benefícios estão a fácil construção, manutenção e seus baixos custos (ÁVILA, 2005).

O tanque séptico é amplamente utilizado em todos os países e foi a primeira solução encontrada para melhor tratamento do esgoto. A partir da década de 70, o Brasil vem utilizando esse sistema de filtros anaeróbios, mas somente em 1982 com a ABNT NBR 7229 fixou condições para projetos, construção e operação do mesmo (ÁVILA, 2005).

O intuito deste estudo justifica-se pela falta de tratamento e deficiência na coleta do esgoto sanitário em áreas rurais e em específico o município de Paty do Alferes, onde este trabalho está sendo desenvolvido, visando com isso implantar melhorias no sistema de saneamento básico que impactam diretamente na qualidade de vida de seus moradores.

A metodologia aplicada, será através de revisão bibliográfica utilizando as bases de dados Scielo, Google acadêmico e bases de dados do governo. As palavras chaves utilizadas para buscas foram saneamento básico, tanque séptico, filtro anaeróbio, tratamento de esgoto, coleta de esgoto. Os trabalhos encontrados foram lidos e só permaneceram na revisão final os que tinha relevância com o tema.

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade da utilização de um sistema de tratamento de esgoto com o método de tratamento de tanque séptico e filtro anaeróbio no município de Paty do Alferes. Devido à falta do mesmo no município supracitado, tendo em vista as vantagens descritas a respeito do método na literatura.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Saneamento Básico**

O meio ambiente mostra ter condições de receber o esgoto sanitário e tratar até certo grau, mas com o crescimento da população, esses esgotos sobrecarregaram o meio ambiente e impediram a degradação natural, com isso provocam a poluição das águas, dos solos e ar (FINEP, 1999).

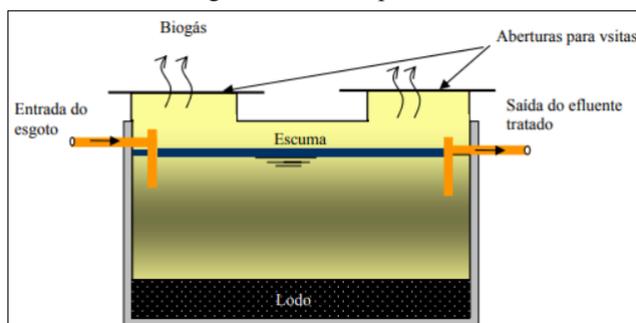
O sistema de tratamento de esgoto é classificado em níveis preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar é a retirada dos solos grosseiros, areias ao passo que o tratamento primário se dispõe aos sólidos que sofrem decantação, o tratamento secundário destina-se a dissolução do material orgânico presente e o tratamento terciário tem o objetivo de retirar nutrientes específicos biodegradáveis, soluções tóxicas, nesse processo geralmente são utilizados processos físico-químicos (ICLEI, 2019).

Nas zonas rurais, onde a coleta e tratamento do esgoto residenciais praticamente não existem, as fossas sépticas vem como solução de baixo custo para um tratamento do mesmo antes de ser lançado em córregos, rios e afins (ALVES, 2014).

As fossas sépticas são tanques onde o tratamento químico e físico são feitos. Nesse tanque e recebido todo o esgoto que vem do vaso sanitário para o início do tratamento. O esgoto vindo de ralos e pias não podem ser lançados na fossa séptica, pois a presença de reagentes químicos como o detergente e sabão prejudicam o microrganismo que fazem o processo natural de decomposição dos resíduos (DASSIÉ, 2015).

As medidas dos tanques são variáveis conforme a quantidade de pessoas na residência, e devem seguir normas de segurança. As fossas têm que estar a uma distância de 30 metros da residência e não podem ser construídas próximas a poços artesianos (Figura 1). Devem ser feitas de alvenaria, concreto ou plástico resistente ao tempo. É exigido um mínimo de 1.250 litros de capacidade e uma válvula de escape para os gases produzidos no processo (ALVES, 2014).

Figura 1: Fossa séptica



Fonte: AVILA (2005)

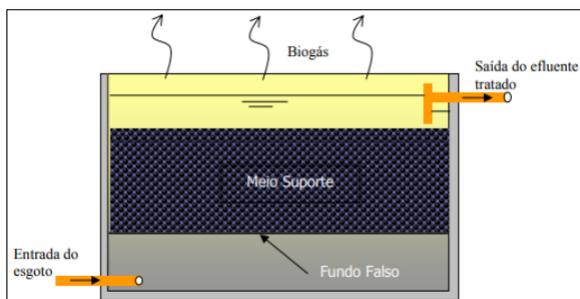
### 2.3. Filtro anaeróbio

Desde os anos de 1970, os filtros anaeróbios são utilizados no Brasil. Esses filtros fazem um segundo tratamento do material vindo da fossa séptica. A bases dos tanques podem ser constituídos em pedras ou outro material com a eficiência de fazer a degradação dessa matéria. Os proje-

tos e construções desses filtros anaeróbios atendem a ABNT NBR 7229/93 (ÁVILA, 2005).

Os filtros (Figura 2) são preenchidos com material com grau de vazios bem acentuado, que permanece parado. Nesse leito há formação de lodo biológico. O esgoto é depositado ao percorrer os vazios no meio de suporte, em contato com o lodo retido (AVILA, 2005).

Figura 2: Filtro anaeróbio



Fonte: ÁVILA (2005)

O meio de suporte tem como objetivo acumular grandes quantidade de biomassa, atuar como barreira física para que os sólidos não saiam do sistema de tratamento e ajudar no escoamento do reator. Por esses motivos, uma boa escolha do material utilizado no meio de suporte é primordial (ÁVILA, 2005).

Esses meios de suporte podem ser construídos de escória de alto forno, bambu, anéis de plásticos entre outros materiais, mas o mais usual é a brita nº4 (ÁVILA, 2005).

## 2.4. Saneamento básico no município de Paty do Alferes

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), somente 56,4% dos domicílios de Paty do Alferes tem esgotamento sanitário adequado, estando na 80ª posição entre os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro, e os relatórios do Plano Municipal de Saneamento Básico de Paty do Alferes mostram que não existe tratamento de esgoto no mesmo. Todo esgoto é lançado diretamente nos rios e afluentes (CEIVAP, 2014).

Paty do alferes tem quase uma internação a cada mil habitantes por diarreia (IBGE, 2018). Números esses que podem ser reduzidos com uma coleta e tratamento de esgoto adequado (Figuras 3 e 4).

Figura 3: Lançamento de esgoto e águas pluviais desativada Paty do Alferes



Figura 4: Saída de esgoto in natura da em ETE no Rio Ubá/Paty do Alferes



Fonte: CEIVAP (2014)

## 2.5 Condições e Padrões de Lançamento do Esgoto nos Rios

O lançamento do esgoto direto aos rios sem o seu devido tratamento causa destruições ambientais lesando o ciclo natural dos rios (MIRANDA, 2019).

Resíduos não biodegradáveis, resíduos contendo metais nocivos, resíduos orgânicos suspensos, entre outros, são frequentemente lançados sem tratamento, mas vale frisar que saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal por estar ligados a saúde e higiene do cidadão (MIRANDA, 2019).

Para o lançamento direto nos rios e córregos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, através da resolução nº 430 de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, essa resolução complementa e altera a resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA (CONAMA, 2005).

As diretrizes para as condições e padrões de efluentes oriundos de sistemas de tratamento esgoto sanitário é conferida na Seção III da resolução nº 430. Esse efluente tem de obter os seguintes padrões, pH entre 5 e 9, temperatura abaixo de 40 °C, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO 5 dias, 20 °C: máximo de 120 mg/L e materiais flutuantes inexistentes (CONAMA, 2011).

## 3. EFICIÊNCIA DA FOSSA SÉPTICA E FILTRO ANAERÓBIO

Os resultados obtidos nesse estudo demonstram um bom desempenho e estão adequadas a ABNT NBR 13969/1997 da ABNT (AVILA, 2005). Com a utilização dos anéis de plástico foram obtidos uma redução total de

90%± 6% para sólidos suspensos totais (SST), 70% ± 9% de diminuição de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e 65% ± 11% de diminuição de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Nos testes com os cubos de espuma teve um rendimento de 90% ± 7% de SST, 68% ± 13% de erradicação de DQO e remoção de 62% ± 13% de DBO. O filtro de brita nº 4 tiveram os melhores resultados, com melhor eliminação de cor e turbidez, remoção de 93% ± 4%, 73% ± 10% de DQO e 67% ± 13% de DBO. O pH apresentado nesses filtros ficou em torno de 7 (AVILA, 2005).

Foi avaliado a também a manutenção de cada meio de suporte desses filtros. Nos filtros feitos com anéis de plástico e brita apresentou uma maior facilidade na limpeza, diferente dos filtros com cubos de espuma que tem que ser trocar periodicamente. Avaliando o custo dos materiais, a brita nº 4 apresenta o melhor preço, tornando o custo benefício melhor, pois apresenta melhores resultados técnicos, melhor manutenção e limpeza e não necessita de trocas periódicas igual aos filtros feitos de cubos de espuma (AVILA, 2015).

### 3.1. Sistema de esgotamento sanitário no município de Paty do Alferes

O município de Paty do Alferes dispõe de rede coletora unitária, ou seja, o esgoto e as águas pluviais dividem a mesma rede coletora. As obras de implantação e manutenção dessas redes são de responsabilidade prefeitura do município. A prefeitura não possui cadastros e dados referentes a tempos de existência, manutenção, diâmetro das tubulações, dimensionamentos do mesmo (CEIVAP, 2014).

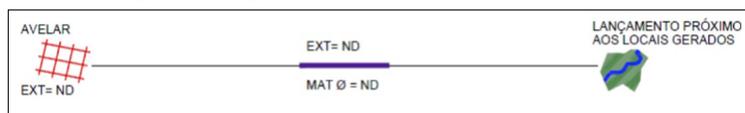
Nas figuras 5 e 6 são retratadas o sistema de esgotamento sanitário da sede do município e do seu distrito de Avelar.

Figura 5: Esquema do SES da sede do município de Paty do Alferes.



Fonte: CEIVAP (2014)

Figura 6: Esquema do SES do distrito de Avelar.



Fonte: CEIVAP (2014)

Conforme mostrado na figura 5, o município dispõe de uma estação de tratamento de esgoto, mas devido a problemas estruturais isso encontra-se inoperável (CEIVAP, 2014).

Como não há tratamento, todo efluente é lançado in natura no principal rio do município e em corpos d'água próximos do local onde foi gerado (CEIVAP, 2014).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) desenvolvido para o município, em 2014, traz projeções a curto, médio e longo prazo para a universalização e um sistema de esgotamento sanitário eficaz conforme as tabelas 1 a 4.

Tabela 1: Investimentos para universalização do SES no distrito sede.

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		PRAZO/ CUSTO (R\$)			
		IMEDIATO (2014-2015)	CURTO (2016-2018)	MÉDIO (2019-2028)	LONGO (2029-2033)
Rede coletora	Cadastro das unidades do SES	1.667.000,00	1.667.000,00		
	Rede de esgoto (atendimento de déficit, ampliação e substituição)	0,00	2.613.000,00	10.420.000,00	24.757.000,00
	Ligações de esgoto (atendimento de déficit, ampliação e substituição)	0,00	1.350.000,00	980.000,00	380.000,00
Coletor Tronco e Intercep.	Projeto e implantação de coletor tronco e/ou interceptores		461.000,00	4.610.000,00	4.610.000,00
	EEE		18.500,00	369.000,00	
Linha de recalque	Projeto e implantação de linhas de recalque		225.000,00	2.250.000,00	2.250.000,00
ETE	Universalizar o atendimento de esgoto tratado (projeto e implantação) e reforma da ETE existente		97.400,00	1.947.000,00	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1.667.000,00</b>	<b>6.431.900,00</b>	<b>20.576.000,00</b>	<b>31.997.000,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>60.671.900,00</b>			
Por ano no período		833.500,00	1.607.975,00	2.057.600,00	2.133.133,33

Fonte: CEIVAP (2014)

Tabela 2: Custo de manutenção do SES no distrito sede.

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		PRAZO/ CUSTO (R\$)			
		IMEDIATO (2014-2015)	CURTO (2016-2018)	MÉDIO (2019-2028)	LONGO (2029-2033)
Rede coletora	Rede de esgoto (Substituição)	0,00	223.000,00	7.430.000,00	5.727.000,00
	Ligações de esgoto (Substituição)	30.000,00	54.000,00	202.000,00	102.000,00
EEE	Reforma e atualização das unidades				36.900,00
Linha de recalque	Reforma e atualização das unidades			75.000,00	75.000,00
Coletor Tronco e Intercep.	Manutenção e substituição de trechos			922.000,00	922.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>30.000,00</b>	<b>277.000,00</b>	<b>8.629.000,00</b>	<b>6.862.900,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>15.798.900,00</b>			
Por ano no período		15.000,00	92.333,33	862.900,00	1.372.580,00

Fonte: CEIVAP (2014)

Tabela 3: Investimentos para universalização do SES no distrito Avelar.

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		PRAZO/ CUSTO (R\$)			
		IMEDIATO (2014-2015)	CURTO (2016-2018)	MÉDIO (2019-2028)	LONGO (2029-2033)
Rede coletora	Cadastro das unidades do SES	305.000,00	305.000,00		
	Rede de esgoto (atendimento de déficit e ampliação)	0,00	1.200.000,00	1.470.000,00	800.000,00
	Ligações de esgoto (atendimento de déficit e ampliação)	0,00	1.930.000,00	507.000,00	130.000,00
Coletor Tronco e Intercep.	Projeto e implantação de coletor tronco e/ou interceptores		185.000,00	1.844.000,00	1.844.000,00
EEE	Projeto e Implantação de 5 EEE		9.300,00	184.500,00	
Linha de recalque	Projeto e implantação de linhas de recalque		75.000,00	750.000,00	750.000,00
ETE	Universalizar o atendimento de esgoto tratado (projeto e implantação)		97.000,00	1.922.000,00	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>305.000,00</b>	<b>3.801.300,00</b>	<b>6.677.500,00</b>	<b>3.524.000,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>14.307.800,00</b>			

Por ano no período	152.500,00	1.267.100,00	667.750,00	704.800,00
--------------------	------------	--------------	------------	------------

Fonte: CEIVAP (2014)

Tabela 4: Custo de manutenção do SES no distrito Avelar.

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		PRAZO/ CUSTO (R\$)			
		IMEDIATO (2014-2015)	CURTO (2016-2018)	MÉDIO (2019-2028)	LONGO (2029-2033)
Rede coletora	Ligações de esgoto (Substituição)	400,00	3.000,00	130.600,00	91.000,00
Coletor Tronco e Intercep.	Manutenção e substituição de trechos			369.000,00	369.000,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>400,00</b>	<b>3.000,00</b>	<b>499.600,00</b>	<b>460.000,00</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>963.000,00</b>			

Por ano no período	200,00	1.000,00	49.960,00	92.000,00
--------------------	--------	----------	-----------	-----------

Fonte: CEIVAP (2014)

No município de Petrópolis, vizinho ao município de Paty do Alferes, 27 famílias do bairro rural do Bonfim ganharam o sistema de fossas sépticas e filtros anaeróbios numa parceria da Prefeitura, Emater a da concessionária Águas do Imperador. Cada uma das fossas sépticas custou em média R\$600,00 de material, ficando a manutenção periódica por conta do morador (DASSIE, 2015).

A economia de Paty do Alferes apresenta um PIB per capita de R\$18.309,81 e um IDH de 0,671, ocupando a posição 70º entre os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro, e posição 2396º entre os 5570 municípios do país, mostrando a necessidade urgente de um plano de saneamento eficaz condizente com a economia do município (IBGE, 2018).

## 4. DIMENSIONAMENTO

### 4.1. Dimensionamento tanque séptico

O município de Paty do Alferes se adequa a ABNT NBR 7229/93 na indicação do uso do sistema do tanque séptico por ter área desprovida de

rede pública de esgoto e como alternativa para tratamento nas áreas atendidas de rede coletora (ABNT NBR 7229, 1993).

A ABNT NBR 7229/93 recomenda distâncias mínimas para a construção dos tanques sépticos, sendo 1,50 metros de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água, 3 metros de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água e 15 metros de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza (ABNT NBR 7229, 1993).

Para o dimensionamento dos tanques sépticas, foram utilizados os dados da quantidade de domicílios no município segundo o IBGE. Os dados apresentam um total de 7998 quantidade de domicílios particulares e população estimada de 27.678, com uma média de aproximadamente 4 moradores por domicílio (IBGE, 2018).

O volume do tanque séptico é dado pela fórmula (ABNT NBR 7229, 1993).

$$V = 1000 + N (CT + K Lf),$$

Em que:

- V = volume útil, em litros
- N = número de pessoas ou unidades de contribuição
- C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1)
- T = período de detenção, em dias (ver Tabela 2)
- K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 3)
- Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1).

Os valores da contribuição de despejos, período de detenção, taxa de acumulação de lodo digerido e contribuição de lodo fresco são obtidos através, respectivamente, das tabelas da ABNT NBR 13696/1997.

Considerando uma casa padrão médio com 4 habitantes, temperatura mínima 17°C e intervalo de limpeza de um ano temos para cada residência (IBGE, 2018; CEIVAP, 2014):

$$\text{Contribuição de despejos: } 4 \times 130 = 520 \text{ litros}$$

$$V = 1000 + 4 (130 \times 1 + 65 \times 1)$$

$$V = 1780 \text{ litros ou } 1,78 \text{ m}^3$$

Adotando, segundo a tabela 4, uma profundidade de 2,00 metros, será

necessária uma área de 0,89m<sup>2</sup> para a construção do tanque séptico.

#### 4.2. Dimensionamento filtro anaeróbio

Para o dimensionamento do filtro anaeróbio atendemos a equação obtida na ABNT NBR 13969/97:

$$V_u = 1,6 \text{ NCT},$$

Em que:

- $V_u$  = volume útil do leito filtrante, em litros;
- $N$  = número de contribuintes;
- $C$  = contribuição de despejos conforme tabela 5;
- $T$  = tempo de detenção hidráulica conforme tabela 6.

Os valores da contribuição de despejos e tempo de detenção hidráulico são obtidos através, respectivamente, das tabelas da NBR 13696/97.

Adotando os mesmos critérios do dimensionamento do tanque séptico, obtém-se:

$$V_u = 1,6 \times 4 \times 130 \times 1$$

$$V_u = 832 \text{ litros ou } 0,82\text{m}^3$$

Atendendo o volume útil mínimo solicitado pela norma, obtém-se:

$$V_u = 1000 \text{ litros ou } 1,00\text{m}^3$$

#### 5. CONCLUSÃO

Nesse estudo foi visto o método de utilização de fossas sépticas e filtros anaeróbios como uma possível solução para o tratamento de esgoto do município de Paty do Alferes tendo em vista que ele não dispõe de nenhum sistema de tratamento.

O município realizou em 2014 um plano municipal de saneamento básico onde foi retratada toda a situação atual. Nele mostra os inúmeros problemas que aqui foram relatados para universalizar de forma efetiva o tratamento do esgoto sanitário através de implantação de estações de tratamento de esgoto.

Como a coleta e tratamento do esgoto sanitário e de responsabilidades do município, e segundo dados do IBGE, o mesmo não dispõe de uma economia para a implantação do plano municipal de saneamento básico, as

26 fossas sépticas e filtros anaeróbios, em parceria do município com a prefeitura, mostra-se viável como solução inicial para melhores lançamentos de esgoto nos corpos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. O. Fossa séptica. Info Escola. 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/fossa-septica/>. Acesso em: 06 de abril de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13969. Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.

ÁVILA, R. O. Avaliação Do Desempenho De Sistemas Tanque Séptico-Filtro Anaeróbio Com Diferentes Tipos De Meio Suporte. 2005.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP. Plano Municipal De Saneamento Básico Paty Do Alferes – RJ. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-paty-do-alferes.pdf>. Acesso em: 17 de março de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 11 de maio de 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430 de maio de 2011. 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 11 de Maio de 2019.

DASSIÉ, C. Fossa séptica melhora a qualidade de vida e ajuda na preservação. G1. Globo Rural. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2015/05/fossa-septica-melhora-qualidade-de-vida-e-ajuda-na-preservacao.html>. Acesso em: 09 de abril de 2019.

EXAME. Saneamento básico é determinante para a economia de um país. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/blog/instituto-millenium/saneamento-basicoedeterminante-para-a-economia-de-um-pais/>. Acesso em: 17 de março de 2019.

FINEP. Tratamento de Esgoto Sanitário por processo anaeróbico e disposição controlada no solo. 1999. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>. Acesso em: 17 de março de 2019

ICLEI. Resíduos, Tratamento e destinação. 2019. Disponível em: [http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page\\_id=411](http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=411). Acesso em: 17 de março de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Paty do Alferes. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paty-do-alferes/panorama>. Acesso em 17 de março de 2019.

LEI Nº 11.445. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. De 5 de janeiro de 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm). Acesso em: 20 de abril de 2019.

MIRANDA, M. P. S. Poluição Em Decorrência Do Lançamento Em Cursos D'água De Esgotos Sanitários Sem Prévio Tratamento. 2019. Disponível em: [http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina\\_25.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsudoutrina_25.pdf). Acesso em: 11/05/2019

TRATA BRASIL. O que é saneamento? 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>. Acesso em: 31/03/2019.

TRATA BRASIL. Como é o cenário do saneamento básico em área rural? 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/02/09/o-saneamento-em-area-rural/>. Acesso em: 31/03/2019.



## CAPÍTULO II

### ANÁLISE DAS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA ADMINISTRAÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS NA REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA/RJ

*Jefferson Breno Lomenha Pereira*

*Iara da Silva de Almeida*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

O mundo está passando por um período histórico onde a maior concentração encontrasse nas grandes áreas urbanas (centros urbanos), o povo brasileiro, por sua vez, tem se concentrado em suas 27 capitais, essa concentração em maior parte ocorre por causa da grande migração populacional, migração esta que tem se acelerado devido a maiores oportunidades de emprego e qualidade de vida nos centros urbanos. Porém essa migração, tem gerado muitas mazelas, entre elas, o crescimento desorganizado das cidades, essa ausência de planejamento afeta diretamente todas as camadas sociais, mais gravemente a mais pobre. Inundações, fenômeno natural, provocadas principalmente por chuvas intensas e contínuas. O fenômeno é frequente e pode ocorrer devido resultado de uma chuva que não foi suficientemente absorvida pelo solo ou de outras formas de escoamento, causando transbordamentos, têm se tornado mais frequentes devido à má ocupação da cidade, a serviços de manutenção ineficientes, mau gerenciamento dos recursos hídricos e a irresponsabilidade da população com o descarte de seu detrito. A região estudada neste artigo, é a região da Praça da Bandeira, na cidade do Rio de Janeiro. Esta cidade possui uma grande concentração de habitantes, possuindo 17,2 milhões de habitantes. A região compõe a Praça da Bandeira, Leopoldina e o entorno do Maracanã, área com grande taxa de ocupação, fluxo de pessoas, foco de constantes e críticas enchentes e para

30 minimizar estes problemas a prefeitura realizou obras de macrodrenagem na região. O objetivo deste artigo é analisar os problemas das constantes inundações na região da praça da Bandeira, identificando as principais circunstâncias causadoras de inundações, dificuldades institucionais presentes, ações tomadas pelo governo para solucionar o problema, análise do plano de ação executado para solucionar o problema e ser um artigo que facilite a compreensão do tema estudado, tendo em vista a enorme quantidade de bibliografias relacionadas ao estudo de inundações em área urbana, a escassez de um material sobre a região estudada, pontuando os principais tópicos sobre o tema.

## 1. INTRODUÇÃO

A população do Brasil tem apresentado grande crescimento ao passar dos anos, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE estimasse que a população do Brasil chegou ao valor de 208,5 milhões de habitantes em julho de 2018, um enorme aumento quando comparamos com o sensu realizado em 2001 onde a população brasileira era estimada em 172,3 milhões de habitantes (RAMOS, 2018).

Conforme levantamento realizado pelo IBGE, todas as 27 capitais juntas abrigam 49,7 milhões de habitantes, o que representa 23,8% da população de todo território do país. O Rio de Janeiro pertence a um grupo dos três estados mais populosos do Brasil possuindo 17,2 milhões de habitantes perdendo apenas para São Paulo com 45,5 milhões de habitantes e Minas Gerais com 21 milhões de habitantes. O próximo sensu populacional do IBGE será realizado em 2019, esperasse um grande aumento populacional, acentuado pelas imigrações ocorridas pela crise política de países vizinhos da América do Sul (RAMOS, 2018).

O crescimento contínuo da população nas grandes metrópoles, simultaneamente com a ausência de planejamento e políticas habitacionais eficazes, tem gerado uma situação preocupante, devido a crescente ocupação de locais consideradas de risco a vida humana, assim aumentando o número de tragédias em regiões de encostas e áreas próximas a grandes volumes de água. Devemos ressaltar que a ocupação indevida de áreas urbanas, ocorre por todas as classes sociais e não somente pela fração da população com menos recurso financeiro (TUCCI, 2002; SOUZA & OTTONI, 2015; RAMOS, 2018).

Este crescimento por vezes ocorre de forma desorganizado e sem planejamento, impactam diretamente nos recursos hídricos, gerando inundações (RAMOS, 2018).

O crescimento desorganizado e por consequência, a ocupação desordenada de áreas urbanas, é um problema recorrente na história das grandes metrópoles, ocorre sobretudo devido à contínua migração para cidades, no qual a população do campo busca melhores oportunidades de emprego, moradia, saúde, etc. Porém este constante crescimento populacional das cidades tem gerado um processo de urbanização sem planejamento, já que falta moradia, o desemprego crescente, e a falta de serviços básicos geram exclusão, forçando assim as pessoas a se concentrarem nas favelas e periferias (TUCI, 1999).

A ocupação sem planejamento de áreas urbanas tem causada diversos impactos sociais e ambientais nas mais diversas metrópoles brasileiras e do mundo a fora, este constante crescimento das favelas e periferias sem o devido planejamento tem ocasionado desmatamentos de encostas, ocupação indevida da faixa de inundação próxima aos rios, a edificação de calçadas e o asfaltamento de ruas tem impedido a água de penetrar no solo e o descarte de materiais diversos nos rios ou proximidades, além de na atualidade a sociedade tem consumido produtos em demasia, com isso extraindo recursos da natureza em uma velocidade e escala bem maior que a possibilidade de reposição natural destes recursos (SOUZA & OTTONI, 2015).

Consequentemente a geração de resíduos aumentou de tal maneira que ultrapassa e muito o volume que a natureza pode os absorver. Estas são as atividades que tem agravado a forma, aumento da frequência e extensão das inundações, além de contribuir para que os rios estejam cada vez poluídos (SOUZA & OTTONI, 2015).

A falta total de planejamento e a adoção de soluções ineficientes que combatem apenas os sintomas e não as causas, influenciam diretamente no agravamento do problema das inundações urbanas. A consequência de todo este descaso se reflete como impactos sociais, econômicos e sanitários, as enchentes causam transtornos à população, podem transmitir doenças de propagação hídrica, causar transtornos a rotina da cidade, danos ao patrimônio público e até morte (TUCCI, 2002; SOUZA & OTTONI, 2015).

O tema estudado tem diversos fatores que colaboram para o agravamento da situação e prejuízo para a população de áreas urbanas, a crescente frequência de inundações, torna-se gradativamente mais importante o estudo e utilização adequado das áreas, visando minimizando-se os impactos.

O método aplicado no diagnóstico da Bacia Hidrográfica aqui estudada atenderá as seguintes etapas:

I. Avaliação das ações estruturais de controle de inundações da Bacia Hidrográfica em estudo.

II. Análise e discussão sobre a problemática das enchentes na bacia estudada.

III. Análise e discussão de autores de artigos sobre o tema analisado.

O presente artigo tem como proposta a identificação das principais causas dos problemas das enchentes numa bacia hidrográfica urbana e suas inter-relações. A localização escolhida para estudo foi a Praça da Bandeira. A região compõe a Praça da Bandeira, Leopoldina e o entorno do Maracanã, área muito urbanizada e foco de constantes e críticas enchentes, gerando situações de calamidade pública. No intuito de minimizar estes problemas, a Prefeitura realizou diversas ações visando de a melhoria da macrodrenagem e micro drenagem da região.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Distribuição de Águas

O Brasil possui uma grande disponibilidade de água, segundo estimativas, em seu território concentrasse 12% de toda água doce superficial do planeta terra, este enorme recurso natural a ser aplicado para o desenvolvimento econômico, para o estímulo à economia, entretanto existe uma distribuição desigual do volume e disponibilidade de recursos hídricos: enquanto um habitante do Amazonas tem acesso a 700.000 m<sup>3</sup>/hab./ano de água disponíveis, um habitante da área metropolitana do estado de São Paulo tem acesso a 280 m<sup>3</sup>/hab./ano de água disponíveis e enquanto um habitante da metrópole do estado do rio de janeiro tem 1.278,8 m<sup>3</sup>/hab./ano de água (MACHADO, 2015).

Essa disparidade traz inúmeros problemas econômicos e sociais, especialmente levando-se em conta a disponibilidade/demanda e saúde humana nas regiões de periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil: esse é um enorme problema ambiental do início de século XXI no Brasil. Portanto, saneamento básico, tratamento de efluentes (esgoto), recuperação de infraestrutura e de mananciais são prioridades fundamentais no Brasil (MACHADO, 2015).

O Estado do Rio de Janeiro está inteiramente inserido na Região Hidrográfica (RH) Atlântico Sudeste, cuja disponibilidade hídrica representa apenas 1,25% do total nacional, não possui uma situação que consiga ser caracterizada como confortável a longo prazo, sobretudo se comparada a outros estados da federação (MACHADO, 2015).

A distribuição populacional e as projeções de incremento das diver-

sas demandas setoriais, incluindo aquela decorrente do aumento da população, devem ser consideradas como fatores de pressão sobre o recurso hídrico disponível (MACHADO, 2015).

## 2.2 Urbanização Mundial

O desenvolvimento da formação de cidades tem ocorrido já em tempos da Idade da pedra. Neste período elas sempre estiveram relacionadas a áreas rurais (campo), pois precisavam dos bens produzidos desta para a sobrevivência da espécie. O crescimento constante dos habitantes do planeta acarreta um aumento na demanda de bens e serviços e de vários outros requisitos essenciais à sua sobrevivência (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Urbanização é a expansão de cidades, bem como em população e extensão de seu território. É o processo onde o espaço rural se transforma em espaço urbano. Desse modo, cidade é todo aglomerado urbano que envolvendo características culturais, econômicas e sociais em um mesmo meio. O desenvolvimento urbano só se intensificou mesmo, a partir do século XVIII durante a revolução francesa e posteriormente a revolução industrial, fazendo assim, o campo a passar a ser dependente da cidade, pois nas cidades que vão sair as ordens que influenciarão todo o território municipal (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

O processo de urbanização do período de desenvolvimento industrial ocorreu graças às condições de estrutura disponíveis no território das cidades, dentre as quais é possível destacara industrialização e o êxodo rural resultante desse processo. Êxodo rural é um fenômeno característico de países desenvolvidos e refere-se ao movimento de migração de habitantes do campo – geralmente consideradas de menor sustentabilidade - para outras regiões, em busca de melhores condições de vida. No caso específico do processo de urbanização, a motivação para o êxodo rural acelerado e intenso está relacionada à industrialização na medida em que esta proporciona uma modernização das relações de trabalho no campo, culminando na substituição da mão-de-obra do homem pela máquina. A consequência foi a migração e concentração da população rural nas metrópoles, locais onde existiam melhores condições de sustentabilidade. É importante destacar, no entanto, que as cidades apresentam dificuldades em absorver esse contingente migratório massivo, o que resulta no surgimento de habitações irregulares e de pouca ou nenhuma infraestrutura, como é o caso das favelas. Podemos, assim, afirmar que a industrialização aumenta a velocidade da urbanização da sociedade (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

No que tange ao aspecto territorial contemporâneo, o espaço rural apresenta maior amplitude em relação ao urbano. Isso se deve ao fato de que, no campo, as atividades desenvolvidas – como a agropecuária (espaço agrário), o extrativismo mineral e vegetal, além da delimitação de áreas de preservação ambiental e florestas em geral – exigem grandes extensões de terra. Apesar disso, sob uma ótica populacional e de produtividade econômica capitalista, o espaço urbano se sobrepõe ao campo (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.2.1 Urbanização no território brasileiro

A população de áreas urbana do Brasil tem crescido consideravelmente, nas últimas décadas, a taxa de migração de pessoas do campo para as cidades tem aumentado, este processo se acelerou após a década de 1960. A população que reside em áreas urbanas no Brasil é de 76% em proporção ao campo. Este desenvolvimento concentrase mais em áreas metropolitanas e cidade que são polos regionais (TUCCI, 1999).

Devido a aceleração deste processo, alguns efeitos nocivos fazem-se sentir em toda estrutura urbana relativa a recursos hídricos, desde o fornecimento de água, passando pelo tratamento de efluentes (esgoto) e escoamento de águas pluviais (SOUZA & OTTONI, 2015).

O antigo planejamento de ocupação da área urbana no Brasil, não considerava as particularidades da drenagem urbana, que ocasionam grandes infortúnios e despesas para a sociedade (devido a crescente ocorrência de inundações e outros efeitos) (SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.2.2 Urbanização da cidade do Rio de Janeiro

A Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro foi fundada no dia 1º de Março de 1565, o objetivo de sua fundação foi expulsar os franceses da região da Baía de Guanabara, onde eles já habitavam a mais de 10 anos. Antes do século XIX, a cidade do Rio de Janeiro era bastante densa e heterogênic, tendo em vistas as necessidades da época, como defesa, a falta de transportes coletivos e a grande quantidade de escravos (a maior parcela da população). (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Desde o ano de 1870, a cidade enfrenta uma crise habitacional, causada por uma grande concentração populacional no seu centro, devido a este

crescimento populacional descontrolado, as áreas de subúrbio começaram a ser ocupadas no século XIX, inicialmente tiveram áreas loteadas por empreendedores ao longo da linha férrea. A separação dos usos e classes sociais iniciou-se a partir da implementação do transporte coletivo: o bonde por animais (1859) e o trem a vapor (1870). A cidade neste período de tempo, podia ser dividida em três partes: o núcleo, onde predominavam as atividades não residenciais e os cortiços, os bairros da zona sul, sendo ocupados pela classe rica e nobre e os subúrbios da zona norte, ocupado por indústrias, pobres, etc. A partir de 1850, a imigração portuguesa tomou caráter quase que exclusivamente urbano e, ao contrário de alemães e italianos que vinham para trabalhar na agricultura, os portugueses ocupavam com maior frequência áreas urbanas. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Em 1902, ao assumir a prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Pereira Passos se via diante de diversos problemas urbanos que necessitavam de intervenção, de um lado o centro da cidade que estava superpopuloso, alocado em uma estrutura de formato coloniais, sofria com diversas epidemias de doenças e necessitava de uma urgente intervenção urbanística. De outro, a expansão da cidade em direção aos subúrbios, em expansão, que vinha ocorrendo desde o século XIX, demandava esforços para a promoção de melhores condições de vida aos moradores. Visando o saneamento, embelezamento e modernização da cidade, com maior foco no o centro da cidade do Rio de Janeiro, vitrine do Brasil para o mundo. As reformas empreendidas nas áreas centrais, ainda que, não tenham sido diretamente responsáveis pela ocupação das áreas suburbanas, agravou esta situação. A política de demolições expulsou milhares de pessoas das áreas de centrais que seguiram para morros e áreas periféricas, contribuindo para o adensamento populacional de muitos bairros. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

No auge da industrialização, entre as décadas de 1960 e 1980, a região sudeste começou a receber grande quantidade de pessoas que migravam de outras regiões, sobretudo nordestinos, em busca de melhores condições de vida e trabalho. Com a melhoria estrutural de outras regiões do país, e os problemas resultantes da superpopulação nas grandes cidades, a migração nordestina diminuiu consideravelmente. Embora Rio de Janeiro e São Paulo continuem sendo importantes polos de atração. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Entre os anos de 1881 e 1991, mais de 1,5 milhão de imigrantes de Portugal vieram para o Brasil. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

É um fenômeno social e geográfico que ocorre em consequência da forma desordenada que os seres humanos ocupam uma determinada área ou lugar, de maneira que não ocorreu planejamento prévio para a realização da ocupação, este tipo de ocupação pode ocasionar consequências ao ambiente e os próprios ocupantes da região, a longo ou médio a prazo (SOUZA & OTTONI, 2015).

Esse crescimento descontrolado/migração da população em um período de pouco tempo, teve como principal consequência a ocupação de áreas urbanas de forma desorganizada, áreas estas que receberam um enorme número de moradores sem estarem previamente preparadas. A falta de um planejamento para o constante crescimento populacional nos centros urbanos faz com que não exista locais previamente adequados para a população, sem a existência de lugares para se alocarem, a população passa a ocupar locais considerados inapropriados para a vida humana, como, planícies fluviais (margens de córregos e rios), encostas, morros e regiões mais periféricas. Desse modo, as ocupações desordenadas, ocasionam, o surgimento de favelas (ocupação em área de encostas e morros), a ocupação das planícies fluviais (área localizadas a margens de córregos e rios) e de outros assentamentos irregulares, tais como loteamentos clandestinos e áreas de risco (SOUZA & OTTONI, 2015).

Ainda existem diversos outros problemas ambientais ocasionados pela urbanização como a impermeabilização do solo (impedindo a absorção de água pelo solo), poluição visual, poluição sonora, alterações climáticas (devido a poluição), ausência de saneamento (devido a forma que foram ocupados diversas áreas da cidade), falta adequada de destinação e tratamento dos resíduos sólidos, efeito estufa, entre outros (SOUZA & OTTONI, 2015).

## 2.3 Características de Inundações

Para melhor entendimento e caracterização sobre inundações e o risco associado ao mal escoamento de água é necessário o entendimento de alguns termos relacionados ao tema (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Enxurrada é uma enorme parcela de água que não foi absorvida pelo solo já saturado ou outras por formas de escoamento, que corre com violên-

cia, ela pode ser resultada de chuvas, abundantes; águas selvagens, água ou enxurro (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Enchentes são grande abundância de água que não ultrapassam a cota máxima do canal, assim não caracterizando um extravasamento, devido a excesso de chuvas, subida de maré etc. (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Inundação ou cheia é um processo de risco natural, é entendida como um processo periódico de extravasamento de um curso de água cujo transbordamento atinge a planície de inundação ou a área de várzea (leitos maiores dos rios) que é agravada em áreas urbanas devido a ocupação irregular de áreas próximas aos rios (áreas de várzeas), são provados por uma interação de fatores, meteorológicos/atmosférica (tempestades repentinas, chuvas contínuas, intermitentes), hidrológicos (infiltração no solo, escoamento superficial seguindo a topografia, porosidade, saturação) e infraestrutura urbana (forma de uso e ocupação do solo, como urbanização ou impermeabilização do solo) (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Alagamento é um sinônimo de inundação em áreas urbanas é usado pois nestes casos estão geralmente associados à deficiência do sistema de drenagem urbano (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.3.1 Principais causas de Inundações

Enchentes são processos naturais onde o rio preenche seu leito maior, devido a chuvas fortes. Este tipo de enchente, ocorre nas grades bacias com vazão superior a 500 km<sup>2</sup>, sendo um processo natural do ciclo hidrológico. O impacto causado sobre a população ocorre por causa de ocupações irregulares de áreas de risco, pois a sequência de anos sem que se tenha sucedido enchentes, se torna razão suficiente para empresários lotearem áreas inadequadas ou da ocupação de regiões ribeirinhas, pela população carente (baixa renda). (TUCCI, 1999).

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal do solo (a removendo), devido a substituição da cobertura natural por uma cobertura impermeável, ocorre um encolhimento da evapotranspiração (perda de água de uma comunidade ou ecossistema para a atmosfera, causada pela evaporação a partir do solo e pela transpiração das plantas), dado que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal, ocorre um acréscimo da vazão máxima, devido ao crescimento da capacidade de escoamento por causa de pavimentos impermeáveis impedem a infiltração de água no solo; com a redução da infiltração, o nível do lençol freático tende a diminuir

devido a inexistência de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo (TUCCI, 1999).

O volume de água que deixa de infiltrar fica na superfície, provocando um aumento no escoamento pluvial, através de conduto e canais, assim o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, diminuindo assim o tempo de deslocamento da água. Desta forma as vazões máximas também aumentam (TUCCI, 1999).

O Aumento da produção de material sólido (sedimento e resíduos sólidos (lixo) e a ligações clandestinas de esgoto tem causado a perda de qualidade de água, já que parte desse material é transportado para dentro dos rios causando contaminação dos aquíferos (grupo de formações geológicas que pode manter água subterrânea. São formadas por rochas permeáveis e porosas, aptas a conversar e ceder água) (TUCCI, 1999).

Conforme o crescimento sem controle dos centros urbanos vem ocorrendo, sua infraestrutura é implantada de forma desorganizada, criando diversas barreiras para o escoamento de água, como pontes e taludes que obstruem o escoamento, ainda podendo ocorrer a diminuição da seção do escoamento devido a aterros ou por obstrução de rios, condutos e canais devido à lixo, sedimento ou obras de drenagem feitas inadequadamente (TUCCI, 1999).

## 2.4 Poluição Hídrica

Conhecida como poluição das águas, é caracterizada pela introdução de qualquer tipo de matéria, responsável por alterar as propriedades químicas ou físicas de uma molécula de água. Os principais responsáveis por causar desta forma de poluição é o lançamento de matérias provenientes de industriais, esgotos comerciais e domésticos, além de diversos outros resíduos sólidos. Os prejuízos causados por esses lançamentos são terríveis, vão desde crise no fornecimento de água da região, morte de espécies aquáticas, além do crescimento de diversas doenças (SOUZA & OTTONI, 2015).

Quanto maiores e mais desordenadas for uma cidade, menor será o acesso ao saneamento básico à toda população, o que por sua vez contribui para difusão da poluição das águas e proliferação de diversas doenças (SOUZA & OTTONI, 2015).

## 2.5 Drenagem Urbana

O aumento significativo da população e a expansão irregular dos centros urbanos tem produzido impactos significativos na infraestrutura de recursos hídricos. A drenagem é o gerenciamento da água da chuva que escoam no meio urbano com o objetivo de minimizar os riscos de inundações possibilitando um desenvolvimento urbano, sua função principal é coletar os escoamentos superficiais provenientes dos eventos pluviométricos e conduzir até o destino final (SOUZA & OTTONI, 2015).

## 2.6 Controle de Enchentes

Segundo Souza & Ottoni (2015), o controle de enchentes são medidas de correção e prevenção que visam minimizar os danos das inundações, é a gestão sustentável das bacias hidrográficas, podendo ser classificado em:

Medidas estruturais, que correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes.

Medidas não estruturais, aquelas em que se procura reduzir os danos ou as consequências das inundações, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem.

## 2.7 Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro e a Legislação

A constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988, “assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos” sendo assim, é de responsabilidade, entre outras diversas atribuições, da união instituir diretrizes para o desenvolvimento de áreas urbanas, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”; “da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”; e do sistema único de saúde: “participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

O presente Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do rio de janeiro foi baseado e adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais

da cidade do Rio de Janeiro, elaborado pela Fundação Rio-Águas e Consórcio Hidrostudio - FCTH (Hidrostudio Engenharia Ltda – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica).

O Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas tem como objetivo é a gestão correta e sustentável das águas pluviais da região do Rio de Janeiro, para assim ter um controle das enchentes na cidade e assegurando condições de vida de qualidade e melhoria na saúde pública, a segurança da vida e do patrimônio público e privado, evitando prejuízos ao patrimônio público e privado, assim como estabelece a lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. (PSMB, 2016)

A lei nº 11.445 de 05/01/2017, estabelece as diretrizes em âmbito nacional para políticas de saneamento básico e as diretrizes relacionadas ao saneamento básico, ela foi um marco regulatório para o setor de saneamento básico, já que ela prevê que todo serviço prestado para o setor de saneamento básico, seja Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana, Manejo de Resíduos Sólidos ou fornecimento de Água sejam prestados visando a proteção do meio ambiente e da Saúde pública. Assim criando mecanismos e procedimentos que garantem acesso a informação, participação nos processos de formulação e planejamento a sociedade, além de avaliação de serviços públicos relacionados ao saneamento básico. Também atribuindo ao COMPUR, a participação na criação, planejamento e avaliação da política de Saneamento Básico, em todas as modalidades. O Decreto Nº 39679 DE 22/12/2014, especifica e atualiza as atribuições do COMPUR. Em 29 de Junho de 2015, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais recebeu a Moção de Aprovação pelo COMPUR.

A Lei nº 12.305 de 02/08/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que contém instruções de combate aos problemas ambientais, econômicos e sociais que venham a ocorrer do manejo inadequado de resíduos sólidos. Entre eles podemos citar a redução na geração de resíduos e o incentivo a prática da reciclagem. Concebeu a responsabilidade ambiental compartilhada e a Logística reversa, além de instalar métodos para a eliminação de vazadouros ao ar livre.

### 3. REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA

A macrorregião da Baía de Guanabara possui extensão de 504,2 km<sup>2</sup>, é uma região densamente urbanizada e industrial, bairros residenciais como Tijuca e Botafogo fazem parte desta região (SOUZA & OTTONI,

2015; PMSB, 2015).

O crescimento urbano impactou muito a rede de drenagem natural da região, já que diversas obras que realizaram o aterro, canalização e desvio do curso originais de rios foram realizados (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Os rios desta macrorregião rios que deságuam na Baía de Guanabara sujeitam-se aos efeitos das marés que provocam o refluxo na foz, dificultando o seu extravasamento (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

A bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,4 km<sup>2</sup>, localizando-se entre o norte da sub-bacia do Canal do Cunha; a Leste a Baía da Guanabara e a sub-bacia do Centro; ao sul e oeste o maciço da Tijuca. Sendo ela que drena os bairros: Tijuca, Grajaú, Vila Isabel, São Cristovão, Rio Comprido, Maracanã, Santo Cristo e Cidade Nova (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Os principais cursos Rios desta bacia hidrográfica são os rios Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido e Papa-Couve, os quais têm suas nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo e afluem para o canal do Mangue que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

O relevo da bacia do Canal do Mangue apresenta acentuados desníveis nas regiões oeste e sudoeste, onde está localizado o maciço da Tijuca (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

As altitudes máximas estão em torno de 820 metros, possui uma grande parte de sua área coberta por matas densas e vegetação, além de possuir uma área fortemente urbanizada com o maior número de favelas da bacia localizada nessa região. Essa configuração topográfica dificulta o escoamento nos canais de macrodrenagem. Outra característica do relevo da bacia do Mangue é a ocorrência de maciços de baixa altitude e morros isolados nas baixadas, observando-se formas bastante peculiares, a maioria constituída de morros com vertentes convexas, suaves e topos arredondados (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

O Canal do Mangue tem seu ponto inicial na Avenida Presidente Vargas, próximo à Rua Marquês de Sapucaí. Ele percorre uma extensão de 1.400 m e realiza uma acentuada curva de 90°, mudando sua direção para à Baía de Guanabara, onde deságua. Percorre uma extensão de 2.800 km, recebendo como afluentes os rios Papa-couve, Comprido e Maracanã, além do extravasador do rio Trapicheiros e inúmeras galerias (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

A Praça da Bandeira recebe contribuição de diversos rios, fazendo

assim que a vazão de água que passa na região ser bastante elevado, contribuindo para que ocorra inundações, os rios que impactam diretamente na região são:

#### 1- Rio Maracanã

Sua nascente localiza-se junto à Pedra do Conde, na Floresta da Tijuca, com elevação 730 m. Possui extensão de 8,5 km, até sua foz no canal do Mangue. Ele possui inúmeros afluentes até a região da Usina (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 2- Rio Trapicheiros

Sua nascente localiza-se próxima ao Alto do Sumaré, na Floresta da Tijuca, com elevação aproximada 300 m. Tem extensão de 5,9 km até sua foz no rio Maracanã. Em virtude da construção de um extravasor na foz do rio Trapicheiro a vazão é atualmente dividida entre o rio Maracanã e o canal do Mangue (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 3- Rio Joana

Sua nascente fica localizada junto ao Pico do Andaraí, na Floresta do Grajaú, com elevação de 600 m, ele é formado pelos rios Perdido e Jacó. Tem extensão total de 8,0 km até sua foz, no rio Maracanã (SOUZA & OTTONI, 2015).

Os rios da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira nascem em áreas preservadas com a existência de florestas na parte superior (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 4- Reservatório (piscinão) da Praça da Bandeira

O reservatório foi construído com o intuito de amenizar os problemas das enchentes na região, foi inaugurado no dia 29/12/2013. Ele possui 20 metros de profundidade e 35 metros de diâmetro, sua capacidade é de 18 milhões de litros. As águas das chuvas são direcionadas para três aberturas no reservatório. Conforme ele vai enchendo, gradativamente as águas da chuva vão sendo liberadas conforme o nível do rio Trapicheiros desce, logo é um controle realizado através do nível do rio/mares. (G1; 2013)

### 3.1. Análise da Bacia

A região sofre muito com enchentes, uma das causas é o Canal do Mangue, atual corpo receptor das águas da Bacia Hidrográfica, ainda pode sofrer, durante o período de maré de sizígia, efeito de obstrução hídrica fluvial durante uma chuva intensa. A Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira, tem como seu corpo receptor de águas o canal do mangue, o Canal nasceu

com o aterramento de áreas da Baía de Guanabara para a construção do porto, o que ocasionou o desaparecimento de diversas ilhas e o estreitamento da foz dos rios da bacia (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Um dos principais fatores causadores de enchentes na região da Praça da Bandeira, tem origem no processo utilizado para a urbanização da cidade do Rio de Janeiro, com o aterramento de diversas áreas sujeitas a inundações frequentes, como várzeas, manguezais e pântanos (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Chuvas intensas, processo pluviométrico natural do clima da cidade, ocasionando causam o transbordamento dos rios da região (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

No entanto, há uma crescente ocupação irregular (favela) do solo nas encostas, propiciando o desmatamento, no período de chuvas intensas há um incremento do escoamento superficial das encostas, sendo o lixo e o esgoto produzido na comunidade escoados para as calhas dos rios, aumentando o assoreamento fluvial e as vazões nas partes baixas da bacia drenante, contribuindo para que ocorro inundações na área.

O lançamento de esgoto in natura nas calhas dos rios aumenta a vazão nas partes baixas da bacia, podendo ainda disseminar doenças de veiculação hídrica, gerando um problema de saúde pública (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Ainda existem diversos pontos de restrições aos escoamentos nas calhas fluviais, observadas ao longo de toda a bacia, tais como: componentes de sustentação de pontes (pilares), assoreamento por lixo ou resíduos e etc. Nos trechos onde o escoamento se dá sob arruamento, há probabilidade de formação de bolsões de ar, restringindo o escoamento pleno e ocasionando o transbordamento do rio (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

### **3.2 Análise das medidas tomadas para o controle de enchentes na praça da Bandeira**

Segundo a Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, para minimizar a frequência e o impacto das enchentes na região da Praça da Bandeira, iniciou uma série de obras de macrodrenagem nas bacias e sub-bacias drenantes (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

O projeto realizou desvio de parte da vazão do rio Maracanã para o rio Joana (o desvio possui uma extensão de 3.412 metros, sendo 2.400 metros de túnel e 1.012 metros de galeria), considerado fator fundamental

para a solução dos históricos alagamentos da região, assim será necessário realizar um reforço da galeria do rio Joana, aumentando a sua seção (ainda sendo realizado), chegando até a praça, entre o Maracanã e a UERJ. O curso do Rio Joana será desviado de seu trajeto atual e percorrerá um longo túnel sob os morros de São Cristóvão e da Rua Fonseca Teles. Atravessando o túnel, o rio Joana seguirá em galeria fechada, sob a Rua São Cristóvão, até desaguar na Baía de Guanabara (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

As intervenções incluem também a construção de um reservatório de grande porte (piscinão), estes foram projetados para acumular águas de chuva (18 milhões de litros), retardando o trajeto da água para as regiões mais baixas, assim impedindo o alagamento destas áreas, com a diminuição da força da chuva, os reservatórios vão se esvaziando de acordo com a vazão real da rede de drenagem (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

Com estas obras a prefeitura da cidade do rio de janeiro, pretende evitar o transbordamento dos rios Maracanã, Trapicheiros, Comprido e do próprio Joana, que atravessam a região da Grande Tijuca (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 3.3 Medidas estruturais e não estruturais

A seguir, são apresentadas algumas medidas relevantes para prevenir e combater as inundações da região, Segundo Souza & Ottoni (2015):

1. A Recuperação de áreas de retenção natural de chuva.
2. Replantio e recuperação da vegetação das encostas.
3. Monitoramento permanente da ocupação das encostas e mapeamento atualizado das zonas críticas de risco de deslizamentos.
4. Implantação de uma nova rede de esgotos sanitários ao longo da região,
5. Criação de um programa de reciclagem do lixo e coleta seletiva na região das favelas.
6. Criação de programas sociais para capacitação/educação ambiental da população carente local.
7. Construção de médios e pequenos reservatórios de cheias nos trechos superior e médio dos rios da região, visando reter volume considerável de água de chuva,

8. Maior frequência da execução da desobstrução e Limpeza das calhas dos leitos dos rios e dos canais de drenagem.

9. Incentivo ao uso de pavimento permeável.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento urbano, ao longo de sua história foi realizado sem o devido planejamento adequado, a alocação do grande número de pessoas que migram para os centros urbanos, impactou diretamente na forma que as que as cidades desenvolveram. Desenvolvimento este não pode ser realizado com a destruição do ambiente como vem acontecendo (especialmente no Brasil). Essa falta de planejamento causa danos diretos a qualidade de vida, saúde, danos ao patrimônio, etc. da população

Mesmo com todas as obras realizadas na região, ainda se faz necessário um maior investimento na capacitação e propagação do conhecimento sobre os recursos hídricos e drenagem urbana, pois a população em geral está muito mal informada sobre as causas e consequências de negligências. Logo educar a população para que não ocorra lançamento de detritos ou ocupação de encostas e leito de rios é fundamental, pois além de prevenir inundações, impede que os problemas sociais e ambientais, tais como, desmatamento, deslizamento de encostas, falta de saneamento básico disseminação de doenças de veiculação hídrica se agravam. Estas pequenas medidas contribuem muito para a prevenção de inundações.

Por se tratar de uma área fortemente urbanizada, mais áreas verdes fazem-se necessárias para se criar uma retenção natural das águas de chuvas, para diminuir o fluxo de águas que é direcionado para a rede de drenagem da região, já que a Impermeabilização do solo aumenta o escoamento superficial, gerando um forte fluxo de água para a rede de drenagem, aumentando as chances de ocorrer inundações

Melhoria na coleta de esgoto sanitário ao longo da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira, visando o não lançamento de esgotos no leito dos rios e a gradual despoluição das águas fluviais e a criação de um programa de coleta seletiva e de reciclagem do lixo nas favelas da região, acoplado a um programa de capacitação/educação ambiental para a população carente local, trarão melhorias a qualidade de vida, assim indiretamente trarão benefícios socioeconômicos para pessoas que moram na região e assim como diminuindo o assoreamento do leito do rio.

Ainda estão sendo realizadas obras para a correção de perdas da car-

ga de escoamento, podemos citar o alargamento da calha do rio, que irá contribuir para que material não se prenda a obstáculos presentes no rio (pilar de ponte, curvas acentuadas do leito dos rios, e trechos onde o escoamento está sob o arruamento), prevenindo que ocorra elevação do nível de água e o transbordo do rio.

A construção do reservatório, visando reter volume considerável de água de chuva, está funcionando como uma pequena barragem, controlando para que não ocorra o transbordamento, reduzindo a vazão de escoamento, da região da Praça da Bandeira e arredores contribui e muito para o fim das constantes inundações da região, que por muitas vezes trouxeram sofrimento a população local.

O serviço preventivo realizado pela Rio Águas, como a Limpeza e desobstrução das calhas dos leitos dos rios e dos canais de drenagem, além da manutenção do sistema de drenagem pluvial contribui muito para que não ocorram mais inundações na região.

Por falta de uma bibliografia ou estudo mais aprofundado em relação a melhoria provocado pela obra de macro e microdrenagem que foi realizada na região, não é possível afirmar com a precisão necessária que a obra foi um sucesso completo, porem, por falta de reportagens sobre inundações na área e relato de pessoas que transitam pela região, que diariamente trafegam pela região, é possível afirmar que a obra minimizou o problema de inundações frequentes que ocorriam na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. de. A Evolução Urbana do Rio de Janeiro 4<sup>o</sup>ED. ed. Instituto Pereira Passos , 2013.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988, 1988. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

G1 RIO. Piscinão da Praça da Bandeira é inaugurado no Rio. G1. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/12/piscinao-da-praca-da-bandeira-e-inaugurado-no-rio.html>. Acesso em 11 de dezembro de 2019

MACHADO, T. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Revista INEA. Dezembro, 2015. Disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_vpres\\_geiat/documents/document/zwew/mte4/~edisp/inea0118222.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwew/mte4/~edisp/inea0118222.pdf). Acesso em 14 de maio de 2019.

MICELI, B. S. O desenvolvimento do espaço urbano do Rio de Janeiro: principais observações a partir do Paço da Cidade. Disponível em: [https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/MICELI\\_BRUNA\\_S.pdf](https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/MICELI_BRUNA_S.pdf). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

MOREIRA, L. V. S. Cidade e subúrbios no Rio de Janeiro do início do século XX: ordenamento e progresso para o morador suburbano. 2013. Disponível em: [http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1389207142\\_ARQUIVO\\_Luciana\\_Veronica.pdf](http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1389207142_ARQUIVO_Luciana_Veronica.pdf). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

PREFEITURA DO RIO. Controle de Enchentes na Grande Tijuca: Obra de Desvio do Rio Joana chega à Mangueira, 2018. Disponível em: <http://prefeitura.rio/web/rio-aguas/exibeconteudo?id=8301111>. Acessado em 18 de maio de 2019.

PMSB - SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Plano municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB\\_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf). Acesso em 03 de abril de 2019.

RAMOS, R. L. O. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: População Residente Segundo as Unidades da Federação e Municípios. 2018. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/08/2018&jornal=515&pagina=55&totalArquivos=134>. Acesso em 09 de abril de 2019.

SOUZA, T. M. K., OTTONI, B. A. Análise Crítica das causas e soluções sustentáveis para o controle de enchentes urbanas: O Caso Prático da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira (Estudo de Caso). 2015. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso em 15 de março de 2019.

SOUZA, J., FRUTUOZO, J. V. de P. Rio de Janeiro: considerações sobre os processos de expansão urbana e interiorização do crescimento (1980-2010). 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/v10n1/2175-3369-urbe-10-1-124.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2019.

TUCCI, C. E. M. Aspectos Institucionais no Controle de Inundações. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília, 1999. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/12/aspectos-institucionais-do-controle-das-inundacoes-urbanas.pdf>. Acesso em 15 de março de 2019.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. RBRH. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7, 2002. Disponível em: [http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/1009](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1009). Acesso em 15 de março de 2019.

# CAPÍTULO III

## CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Arthur Rodrigues Vilarino Francisco*

*Flávia da Silva*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

A forma como são reaproveitados e/ou descartados os resíduos em uma empreitada, demonstra a visão do construtor com a preservação do meio ambiente e com o resultado financeiro da empresa. Constata-se que atualmente a produção do setor da Construção Civil não está em sua melhor fase devido aos baixos índices econômicos que o país apresenta. Como grande parte deste setor é impulsionado por verbas públicas, conseqüentemente foi prejudicado pela crise política econômica momentânea que assombra o estado brasileiro. Mesmo com a produção desse seguimento reduzida, ainda são preocupantes as conseqüências dos grandes impactos ambientais causados, principalmente por descarte inadequado, o mau ou o não reaproveitamento, entre outros. Os resíduos da construção civil além de serem inertes, ocupam cerca da metade dos resíduos sólidos urbanos. Este artigo tem como objetivo classificar e descrever os principais tipos de resíduos segundo a ABNT NBR 10004/2004, subsidiando ações que viabilizem o descarte apropriado, promovendo um desenvolvimento mais sustentável. Para a comprovação de resultados foi utilizado o método qualitativo de pesquisa, priorizando coleta de dados bibliográficos e documentos oficiais, obtendo resultados positivos, até mesmo para um maior volume de resíduo quando duas situações são analisadas, e mais lucrativo quando realizado da maneira correta.

Entende-se desenvolvimento sustentável, a capacidade de suprir necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer as futuras gerações. Há apenas algumas décadas esse pensamento foi inserido no mundo (SENADO FEDERAL, 2012).

O setor da construção civil produz significativas quantidades de resíduos de demolição e construção, causando impactos representativos ao meio ambiente. Devido a este quadro, há um aumento notório de investimentos, por parte de empresários, em reciclagem das sobras destas atividades (BIDONE, 2001).

Silva et al (2017), comprovaram que há retorno financeiro a médio e longo prazo, além de valorização do empreendimento por possuir grande apelo publicitário, o que vem a desencadear uma harmonia entre economia e meio ambiente.

Ao abordar este tema, tem-se em vista sua importância para a engenharia civil visto que os impactos causados ao meio ambiente, pela deposição de resíduos de forma inadequada, têm provocado inúmeros acidentes e desequilíbrios ambientais (ANGELIS NETO, 2015).

O RCC (Resíduos da Construção Civil) representa os principais detritos produzidos nas áreas urbanas. Sua porcentagem em território nacional seria entre 50% e 70% quando comparados com o total de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) (IPEA, 2012).

Os resíduos provenientes da construção civil também são um dos responsáveis pelo esgotamento das áreas de aterro dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999 apud ANGULO et al., 2003).

Para Moreira (2010), a composição desse resíduo antes da separação, possui itens indesejáveis, tais como cimento, amianto, resíduos químicos etc. se descartados ou distribuídos inadequadamente, podem provocar impacto ambiental e prejuízo a sociedade.

Na classificação dos resíduos sólidos para construção civil, há em

vigência a norma ABNT NBR 10004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que se refere a resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública.

Utiliza-se, ainda, a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que classifica os diversos tipos de resíduos gerados pela construção civil, onde são separados por suas definições, materiais e destinos.

Estas normas têm o objetivo de orientar sobre o impacto ambiental originado pelos detritos da construção civil e seus riscos potenciais ao meio ambiente, estabelecendo critérios, procedimentos e elaborando regras a serem cumpridas pelas construtoras e demais envolvidos em cada etapa de uma construção.

A busca por soluções na área de resíduos reflete a demanda da sociedade que pressiona por mudanças motivadas pelos elevados custos socioeconômicos e ambientais. Se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

O propósito pela defesa deste tema se deu pela grande valorização de resíduos nos tem-pos atuais. Não só nas construções, mas em geral, preservar e/ou reaproveitar, visa beneficiar o meio ambiente e a humanidade de modo que possamos utilizar os recursos naturais, sem que eles se esgotem, além de ser lucrativo.

A metodologia utilizada foi de modo qualitativo participante, que segundo Gil (2002) caracteriza-se pela interação de pesquisador e membros da situação investigada, tal interação com duração de um ano em cada empresa investigada, realizada entre 2015 e 2018, como se observará nos tópicos futuros em análise de dados e discussão de resultados. Outro método utilizado foi o de coleta de dados bibliográficos e documentais, obtidos em diferentes bancos de dados acadêmicos, científicos e de sites oficiais. Informações relevantes sobre o assunto que possam juntamente com os achados resolver

de uma forma prática o controle de resíduos sólidos da construção civil. O trabalho foi elaborado de acordo com a norma ABNT NBR 10004/2004, que orienta na classificação dos resíduos sólidos em geral, normas ABNT NBR 15112/2004, 15113/2004, 15114/2004, 15115/2004 e 15116/2004, que em suas particularidades orientam sobre os resíduos sólidos específicos da construção civil, norma ABNT NBR 8419/1992 que orienta sobre apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, norma ABNT NBR 10006/2004 que orienta sobre procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e suas modificações.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo demonstrar a importância da classificação, da distribuição e da deposição adequada de cada resíduo gerado pela construção civil e analisar a influência do resíduo ao meio ambiente.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Resíduos da Construção Civil (RCC)

Consoante a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Artº2, de 5 de julho de 2002.

Os resíduos originados da construção civil são normalmente de novas construções, re-formas, demolição de construção em geral e reparos. Já os advindos de preparação e de escavação de terrenos: derramamento de concreto, resto de cimento, blocos cerâmicos, tijolos, solos e rochas inúteis, resto de metais, madeiras, resinas, gessos, amianto, plástico, vidro etc. conhecidos como calça ou popularmente chamados de entulho. (CONAMA, 2002). Pode ser originado por responsáveis de atividades ou empreendimentos que produzem os resíduos de obra.

Segundo Leite (2001), estes resíduos também podem ser gerados pelos seguintes motivos:

- A falta de qualidade dos bens e serviços, podendo dar origem às

perdas de materiais, que saem das obras como entulho;

- O crescimento urbano desordenado faz com que as construções passem por adaptações e modificações gerando mais resíduos;
- O aumento do poder aquisitivo e as facilidades econômicas que impulsionam o desenvolvimento de novas construções e reformas;
- Estrutura de concreto mal produzida que ocasiona a redução de sua vida útil e necessita de manutenção corretiva, gerando grandes volumes de resíduos.

A depender dos resíduos da construção civil a serem transportados, será necessário observar se as empresas responsáveis pela coleta atendem a regulamentação específica para a realização do transporte, entre as fontes geradoras e a área de destinação (CARELLI et al, 2015).

Para Bidone (2001) o reuso dos resíduos da construção civil é uma maneira de economizar a matéria-prima, pois reduz a busca de recursos naturais, trazendo benefícios econômicos e ambientais, diminuindo os níveis de poluição atmosférica elevada em função da extração, de processamento e transporte, possibilitando a redução nos custos de construção e o acúmulo de resíduos. Os resíduos não reaproveitáveis devem ser descartados em um aterro sanitário.

Conforme a norma ABNT NBR 8419/1992, o aterro sanitário é uma das técnicas de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo de forma que não cause danos à saúde pública e ao meio ambiente, minimizando os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, recebendo tratamento no terreno, cobrindo-se com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. (ABNT NBR 8419, 1992)

Normas elaboradas para descarte dos resíduos sólidos da construção civil:

- ABNT NBR 15112/2004 – Trata dos resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem (área para recepção

54 do RCD. Triagem eventual reciclagem e posterior remoção para destinação adequada). Diretrizes para projeto, implantação e operação.

- ABNT NBR 15113/2004 – Trata dos resíduos sólidos da construção e resíduos inertes. Aterros, diretrizes para projeto, implantação e operação.

- ABNT NBR 15114/2004 – Trata dos resíduos sólidos da construção. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.

- ABNT NBR 15115/2004 – Trata de agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil. Execução da camada de pavimentação.

- ABNT NBR 15116/2004 – Trata de agregados reciclados de resíduos sólidos para Construção Civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

O quadro 1 apresenta alternativas de destinação para os diversos tipos de Resíduos da Construção Civil (RCC).

Quadro 1: Tipos de Resíduos da Construção Civil.

<b>Tipos de Resíduo</b>	<b>Cuidados Requeridos</b>	<b>Destinação</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, concreto, tijolos e assemeelhados.	Privilegiar soluções de destinação que envolva a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), Áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil; os resíduos classificados como classe A podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão e papéis	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal	Inexiste	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, geração de energia.
Gesso em placas cartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	Aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.

Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil.
Telas de fachada e de proteção	Inexiste	Possível reaproveitamento para a confecção de <i>bags</i> e sacos ou por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido – exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos.	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-SP (2015)

## 2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é prevista na Lei nº 12.305/2010 e procura organizar a forma com que o país lida com o lixo, exigindo de setores públicos e privados transparência no gerenciamento de seus resíduos (BRASIL, 2010).

O crescimento populacional acarreta o aumento da produção de resíduos sólidos urbanos (FONSECA, 1999 apud LUIZ et al., 2010).

O não acompanhamento de um descarte adequado de embalagens e dos próprios itens que se degradam e acabam sendo descartados de forma incorreta ao invés de serem reciclados ou reaproveitados – prejudica o ecossistema e a vida humana, contaminam o solo, os corpos d’águas, degradam áreas de preservação e impulsionam a emissão do gás CO<sub>2</sub> causado pelo acúmulo de lixo (PREFEITURA DE MACEIO, 2013).

A PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. “É fruto de ampla discussão com os órgãos de governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil” (REVISTA: SENAC e EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2009 apud COQUI et al, 2016).

No Art. 7º da Lei 12.305/2010, são estabelecidos à proteção da saúde

de pública e da qualidade ambiental, diminuição, reaproveitamento, reprocessamento e tratamento dos resíduos sólidos. Tal como um descarte fim ambientalmente adequado dos detritos, estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, redução do uso dos recursos naturais, redução do volume e da periculosidade dos resíduos, incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados (BRASIL, 2010).

### **2.3 Plano de Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil (PGRCC)**

O crescimento urbanístico desordenado resulta em um grande volume de resíduos na construção civil. Visando esse volume de resíduos produzidos durante uma construção ou demolição, gerou-se o Plano de Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil (PGRCC) (BRASILEIRO & MATOS, 2015).

Este plano consiste em um documento que integra o processo de solicitação do alvará de construção, apresentando a quantidade de resíduos produzidos de acordo com as suas classificações (A, B, C e D), podendo ser proveniente de construções, reparos, reformas ou até mesmo de demolições, com o intuito de fazer com que a disposição final seja correta, legal e dentro das normas vigentes (PREFEITURA DE JUIZ DE FORA, 2010).

Segundo a Resolução nº 448/2012 do CONAMA o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve ser elaborado por todos os empreendimentos considerados grandes geradores de resíduos, estes são responsáveis pelos procedimentos de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final correta (CONAMA, 2012).

Estas exigências variam conforme a necessidade de cada estado, cidade ou município. Para ilustrar, segue exemplo do município de Curitiba, no Paraná: estão isentos da elaboração do PGRCC aqueles considerados

pequenos produtores, cuja área construída seja inferior a 600 metros quadrados, ou com demolição de área abaixo de 100 metros quadrados, ou aqueles que geram uma quantia máxima de 2,5 metros cúbicos de resíduos da construção civil classe A e C, num intervalo superior a 2 meses. Atendem as exigências do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), conforme a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, 2015).

Desta forma, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, deve ser elaborado referente ao volume dos entulhos gerados durante as fases de implantação de um empreendimento, baseada na sua área construída e no volume de solo movimentado, que deverão constar informações da tipologia dos resíduos (CABRAL & MOREIRA, 2011).

Como a Resolução nº 307/2002, a segregação e o destino dos resíduos da construção civil são obrigatórios para o empreendedor (CONAMA, 2002).

O quadro 2 retrata o fluxo das ações disciplinadas dos grandes volumes de resíduos da construção e demolição (RCD), com transportadoras cadastradas e áreas de recepção licenciadas, obedecendo aos parâmetros do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (PINTO & GONZÁLEZ, 2005).

Quadro 2: Quadro de Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos.

<b>PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	
<b>GERADORES DE PEQUENOS VOLUMES DE RESÍDUOS</b>	<b>GERADORES DE GRANDES VOLUMES DE RESÍDUOS</b>
Programa Municipal de Gerenciamento	Projetos de Gerenciamento de Resíduos
Pequenos geradores descartam em áreas cadastradas (Pontos de Entrega)	Grandes geradores auto declaram compromisso de uso de transportadores cadastrados e áreas de manejo licenciadas.

Fonte: Adaptado de PINTO & GONZÁLEZ (2005)

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve ser elaborado antes do início das obras, e executado durante toda a construção do empreendimento, e o relatório de gerenciamento (RGRCC) deve ser apresentado no final da obra como condicionante da licença de operação ou de habitação (CONAMA, 2002).

Consoante artigo 9º da Lei Federal 12.305/2010, a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil devem ser considerados conforme a ordem presente na figura 1:

Figura 1: Gestão e o Gerenciamento de Resíduos Sólidos.



Fonte: Adaptado da Lei Federal 12.305 (2010)

## 2.4 Classificação de Resíduos na Construção Civil

Em concordância com a norma ABNT NBR 10004/2004, a classificação de resíduos sólidos é a identificação do método ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias, cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Onde a identificação dos constituintes deve ser avaliada como as matérias primas, os insumos e o processo que lhes deu origem (ABNT, 2004).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil, determinando que os resíduos produzidos devam ser destinados da maneira apresentada no quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Classificação Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.

Tipo de RCC	Definição	Exemplos	Destinações
CLASSE A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	- Resíduos de pavimentação, de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem; - Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, ladrilhos, telha etc.), argamassa e concreto; - Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras.	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados às usinas de reciclagem ou áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
CLASSE B	São os resíduos recicláveis para outras destinações.	-Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, isopor e gesso.	Reutilização/reciclagem ou encaminhamento às áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
CLASSE C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	- Lixas, massa corrida, massa de vidro etc.	Os restos desses materiais devem ser separados dos demais (A, B e D). Armazenamento, transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas.

CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	- Tintas, solventes, óleos e outros materiais contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.	Devem ser encaminhados para <del>ATPs</del> (área de transbordo e triagem) ou para aterros licenciados. Armazenamento, transporte, reutilização e destinação final conforme normas técnicas específicas.
----------	--	---	--

Fonte: Adaptado de CONAMA (2002)

A Resolução nº 431 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 24 de maio de 2011, dispõe da alteração do Art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Determinando assim, a nova classificação para o gesso, de classe C para classe B. Embora seja comprovado que os resíduos derivados do gesso possam ser reciclados e recuperados, não é permitido misturar com os demais resíduos de classe B e nem com as demais classes, devendo ser depositado em um recipiente próprio (CONAMA, 2011).

#### 2.4.1 Classificação quanto à Periculosidade

**A** ABNT NBR 10004/2004, conceitua a periculosidade de um resíduo em relação as suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que podem apresentar risco à saúde pública e riscos ao meio ambiente, quando não são gerenciadas adequadamente. Com isso, a NBR 10004/2004 classifica os resíduos da seguinte maneira:

- CLASSE I – perigosos: São aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente. Podendo ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos;

Citam-se como exemplos dessa classe de resíduos: Resíduos e lodos de tinta proveniente da pintura industrial, óleo lubrificante usado ou contaminado, serragem contaminadas com óleo, EPI's contaminadas (luvas e botas de couro) contaminados com os resíduos acima, resíduos de sais provenientes de tratamento térmico de metais, lodos originados no sistema de tratamento de efluentes líquidos da pintura industrial, os seguintes solventes não halogenados usados: acetona, acetato de etila, éter etílico, os resíduos

originados no processo de recuperação destes solventes ou de misturas que os contenham e lodo resultante da separação primária de água/óleo de refinaria de petróleo (ABNT, 2004).

Conforme a norma ABNT NBR 10004/2004 existem critérios específicos para o profissional capacitado para que classifique e avalie cada propriedade dos resíduos. Assim o produto considerado “perigoso”, deve ser utilizado e transportado de forma apropriada:

- CLASSE II – Representa o grupo de materiais não perigosos, não inerte II A e inerte II B.
- CLASSE II A – Não perigosos e Não inertes: São aqueles que não se encaixam nas classes I e II B, e que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água;

Podemos citar como exemplo dessa classe: Matérias orgânicas, papéis, gessos e lixas.

- CLASSE II B – Não perigosos e inertes: São aqueles que, ensaiados segundo o teste de solubilização da norma ABNT NBR 10006/2004, não apresentam qualquer de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, executando-se os padrões de cor, turbidez, sabor e aspecto.

Cita-se como exemplo dessa classe: Areia, cerâmica, tijolos, telhas cerâmica, argamassa, concreto, cimento, pedra, terra/solo entre outros. Ainda em conformidade com a Resolução n° 307/2002 Art. 4° do CONAMA, os resíduos de construção e demolição não podem ser depositados em aterros de restos domiciliares, encostas, regiões de “bota-fora”, corpos hídricos, lotes desocupados e em áreas com proteção legal. A disposição adequada final dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) englobados na classe A, devem ser reciclados e dispostos apenas em aterros inertes (CONAMA, 2002).

## 2.4.2 Laudo de Classificação

O laudo de classificação pode ser baseado exclusivamente na identificação do processo produtivo, quanto no enquadramento do resíduo nas listagens dos anexos A ou B conforme previsto na norma ABNT NBR 10004/2004. Deve constar no laudo de classificação a indicação da origem do resíduo, descrição do método de segregação e descrição do critério adotado na escolha de parâmetros analisados, quando for o caso, incluindo os laudos de análises laboratoriais. Os laudos devem ser elaborados por responsáveis técnicos habilitados.

## 3. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

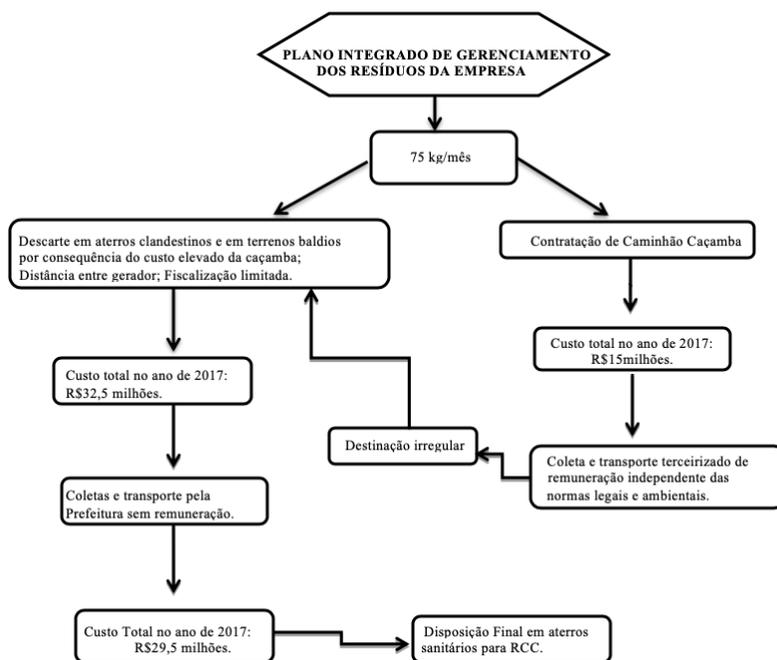
Para a feitura deste artigo, realizou-se a análise de duas empresas de grande porte, atuantes no ramo da construção civil, localizadas na cidade de Nova Iguaçu, no Estado do Rio de Janeiro. Na ocasião, eram executadas obras no mesmo padrão de edificações, para facilitar a comparação e compreensão sobre a administração dos resíduos sólidos, obras estas, incentivadas pelo Governo Federal com o programa habitacional “Minha casa, minha vida”.

A primeira empresa a ser descrita realiza obras no bairro Cabuçu e não possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), onde a fiscalização de destinação e disposição é feita pelo mestre de obra, responsável pelo serviço que gera entulho nas construções e demolições.

Os resíduos gerados quando não são gerenciados corretamente, agredem ao ambiente de trabalho, a vitalidade humana e a empresa. Desta forma, constata-se que essa empresa não gerencia corretamente os resíduos gerados por suas construções, além de não classificar os resíduos, não efetuam o acompanhamento de todas as etapas necessárias de destinação e disposição dos resíduos sólidos, da mesma forma que a maioria dos resídu-

A figura 2 apresenta o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção des-sa empresa.

Figura 2: Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos.



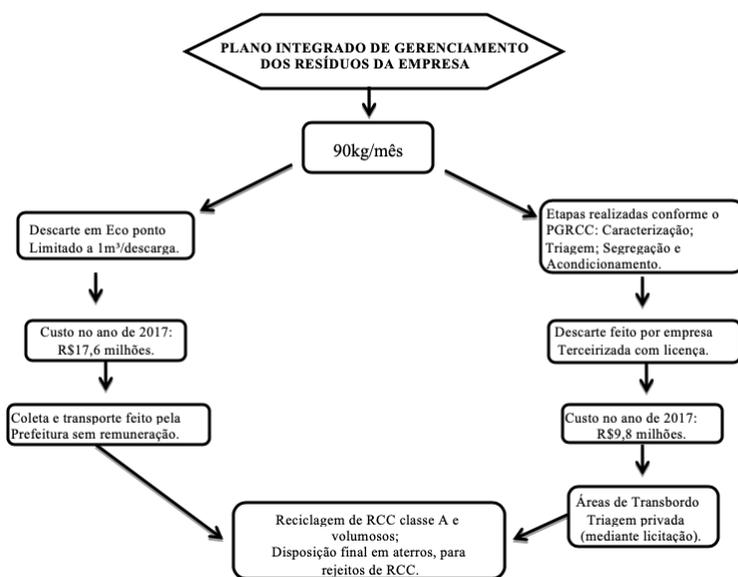
Fonte: KLEIN & GONÇALVES (2017)

Os resíduos de classe A são os que possuem maior potencial de reciclagem do que os outros resíduos. Quando são descartados de forma indevida, junto com outros resíduos domiciliares e comuns, eles não podem ser mais reaproveitados, pois estão contaminados com outros tipos de entulho, como telhas de fibrocimento, plásticos, materiais orgânicos, latas de tinta etc. gerando uma impossibilidade em seu reuso.

A segunda empresa analisada realiza obras no bairro Prata e dispõe do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, onde estes são classificados e a sua disposição e deposição final são feitas adequadamente, além de reciclar em usina própria os resíduos de “classe A”, onde reduzem os custos em produtos como pedrisco, pó de pedra, brita e areia.

A figura 3 apresenta o plano integrado de gerenciamento de resíduos referentes às construções executadas pela empresa.

Figura 3: Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos



Fonte: KLEIN & GONÇALVES (2017)

Outro exemplo pontual e impactante que demonstra a diferença na preocupação com os resíduos, que envolvem não só financeiramente, mas também ambientalmente as duas empresas, foi o investimento de R\$ 60.767,00 feito pela segunda empresa apresentada em um Triturador de entulho Modelo TE2, esse valor inclui toda a operação no período de 12 meses: preço do triturador, instalação elétrica, cobertura para armazenamento, baias para locação do resíduo triturado, manutenção, consumo de energia elétrica e operador. Segundo o fabricante, o triturador pode ser regulado para produzir agregados de 2,5cm, 5,00cm ou 7,5cm, o que possibilitou a utilização deles no aterramento de valetas junto ao solo, pavimentação e agregados para o concreto de calçada.

Nesse período de 12 meses, o triturador produziu 1.376m<sup>3</sup> de agregado bica corrida o que gerou uma economia de R\$ 47.853,00 devido a diminuição significativa na compra desse agregado para nivelamento de ter-

reno e subleitos de fundações, com isso economizou também R\$ 68.361,67 de caçamba classe A, que custaria a destinação desse volume de entulho em caçambas de 5m<sup>3</sup> para áreas legalizadas, totalizando um valor de R\$ 116.214,67.

Por fim a máquina em um curto período gerou uma economia financeira de R\$ 55.447,67 e evitou muitos impactos ambientais como degradação de rochas existente na natureza com o uso de explosivos (no mesmo volume da bica corrida gerada pelo triturador), esgotamento da capacidade de aterros sanitários com resíduo classe A, retirada de vegetais, modificação da paisagem, poluição sonora etc.

Os serviços citados eram essenciais as duas obras, considerando que a primeira empresa apresentada efetuou a compra dos agregados por não possuir o triturador, e em consequência, não reaproveitou corretamente o seu resíduo, acabou por amargar prejuízos financeiros e não evitou os diversos desastres causados ao meio ambiente.

### 3.1 Análise De Dados

**B**aseando-se nas informações obtidas através dos fluxogramas apresentados acima, das duas empresas, fica evidente que a primeira empresa detalhada produz uma quantidade menor de resíduos quando comparado com a produção dos resíduos da segunda empresa.

Contudo, mesmo com sua baixa produção de resíduo há uma ausência de acompanhamento de profissional credenciado na geração até a disposição final dos mesmos, ocasionando uma logística de descarte descontrolada fazendo com que a empresa sofra com o resultado. Não conseguindo fazer o reuso dos resíduos para proveito próprio, a empresa acaba comprando alguns materiais que poderiam ser fabricados com os resíduos. Realizar a venda dos que são recicláveis também poderia ser uma forma de proveito de seus detritos, outro prejuízo evidente é de parte ambiental, com descartes irregulares, gerando vetores de doenças, enchentes etc.

A segunda empresa analisada, além de toda a produção dos resíduos e sua disposição final, há também uma preocupação com os custos da empresa, implantando setores privados, como o de triagem, que realizam a separação dos detritos possibilitando o seu reuso e a venda dos recicláveis, quando conveniente. Pelo lado ambiental, a empresa realiza o descarte em eco ponto, que fazem a coleta seletiva dos resíduos e encaminham para sua destinação correta.

Com essa comparação, consegue-se enxergar de maneira clara que uma logística de descarte correta é essencial para proporcionar a uma empresa um ambiente limpo, saudável e lucrativo, e que a ausência dela tende a ocasionar desastres ambientais, prejuízos e, em alguns casos, multas.

#### 4. CONCLUSÃO

Com base no que foi proposto no presente estudo, conclui-se ter alcançado o propósito de analisar a influência dos detritos produzidos pela construção civil ao meio ambiente, demonstrando a importância da classificação, distribuição, disposição e deposição adequada de cada resíduo (RCC).

Desta forma é indispensável realizar o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e a Classificação dos resíduos detalhados, avaliando a possibilidade de redução da geração, ou quando não possível sua redução, a necessidade de certificar-se do tratamento e destinação apropriada dos RCCs, para tornar o empreendimento sustentável ambientalmente e economicamente.

O intuito é apresentar as formas de administrar o RCC, detalhando cada etapa de seus processos. Visando a diminuição da produção dos resíduos nas obras em geral, ou então, a reciclagem desses RCCs, contribuindo assim, para a diminuição de custos da empresa e, conseqüentemente, o aumento dos lucros.

ANGELIS NETO, G. Gestão de Resíduos Sólidos nas Cidades Litorâneas do Estado do Paraná. 366 f. Tese (Pós-Doutorado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia de Recursos Hídrico e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2015.

ANGULO, S. C.; KAHN, H.; JOHN, V. M.; ULSEN, C. Metodologia de Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. In: Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. 6, 2003, São Paulo. Metodologia de Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. São Paulo: IBRACON, 2003. v.2, p. 2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006. Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114. Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BIDONE, F.A. Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização. 1.ed. Brasília: FINEP/PROSAB, 2001.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Instituto a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 03 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acessado em: 15 de nov. 2018.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Teresina. Universidade Federal do Piauí, 2015.

CABRAL, E. B. C.; MOREIRA, K. M. V. Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza, 2011.

CARELLI, E.; SARROUF, L.; CARRILES, M. Gestão ambiental de resíduos da construção civil. Avanços Institucionais e Melhorias Técnicas. São Paulo: Sinduscon, 2015. Disponível em: <[www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%C3%84DUOS-2015.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%C3%84DUOS-2015.pdf)> Acesso em: 15 de nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 348, de 16 de agosto de 2004, Altera o inciso IV do art. 3º da resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos, (Classe D). Disponível em: <<https://famai.itajai.sc.gov.br/download.php?id=85>> Acesso em: nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015, altera o inciso II do art. 3º e inclui os § 1º e 2º do art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, inclui embalagens vazias de tintas imobiliárias na classe B (recicláveis). Disponível em: <[www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307](http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307)> Acesso em: 20 de nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Presidente: Jose Carlos Carvalho. Brasília, 2002. p. 4. Disponível em: <<https://famai.itajai.sc.gov.br/download.php?id=84>> Acesso em: 15 de nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 431, de 24 de maio de 2011, Altera os incisos II e III do art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Altera a classificação do gesso, de Classe C para a Classe B. Disponível em: <<https://famai.itajai.sc.gov.br/download.php?id=87>> Acesso em: 15 de nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 448, de 18 de Janeiro de 2012, Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>> Acesso em: 15 de nov. 2018.

COQUI, D. C.; SOUZA, O., R.; FRIEDE, R. Coleta Seletiva de Resíduo Sólido Urbano: Um Comparativo Entre as Cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Semioses, 2016.

GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IPEA. Relatório Construção Civil. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos na Construção Civil. 2012. Disponível em: <[www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911\\_relatorio\\_construcao\\_civil.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf). Brasília, 2012> Acesso em: 10 de nov. de 2018.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES, S. L. F. D. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente. UFPR. v. 40. p. 488-506. Curitiba-PR, 2017. Disponí-

vel em: <[revistas.ufpr.br/made/article/view/47703](http://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703)> Acesso em: 10 de nov. 2018.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

LUIZ, A.; CORREIA, C.; BEQUIMAM, I.; TRINDADE, M.; SANTOS, R. Resíduos Sólidos: Uma Revisão Bibliográfica. Tocantins, 2010. Disponível em: <[www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs\\_gestaoambiental/projetos2010-2/4-periodo/Residuos\\_solidos\\_uma\\_revisao\\_bibliografica.pdf](http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-2/4-periodo/Residuos_solidos_uma_revisao_bibliografica.pdf)> Acesso em: 10 de nov.2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resíduos Sólidos. Brasília, 2012. Disponível em: <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos)> Acesso em: 15 de nov.2018.

MOREIRA, L. H. H. Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord.). Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil. Como Implantar Um Sistema de Manejo e Gestão dos Resíduos da Construção Civil Nos Municípios, Volume 1, Caixa Econômica Federal. Brasília, 2005b. v.1. Disponível em: [www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual\\_RCD\\_Vol1.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf). Acesso em: 15 de nov. 2018.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <[www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/arquivos/plano\\_residuos.pdf](http://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/seplag/arquivos/plano_residuos.pdf)>. Acesso em: 12 de nov. 2018

PREFEITURA DE MACEIO. Os Problemas Causados Pela Disposição e Descarte Inadequado de Resíduos. Maceió, 2013. Disponível em: <[www.maceio.al.gov.br/2013/10/os-problemas-causados-pela-disposicao-e-descarte-inadequado-de-residuos](http://www.maceio.al.gov.br/2013/10/os-problemas-causados-pela-disposicao-e-descarte-inadequado-de-residuos)> Acesso em: 10 de nov. 2018.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Manual de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Curitiba, 2015. Disponível em: <[multimi-dia.curitiba.pr.gov.br/2016/00178995.pdf](http://multimi-dia.curitiba.pr.gov.br/2016/00178995.pdf)>. Acesso em: 15 de nov. 2018.

SENADO FEDERAL. Em Discussão. Da conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, à Rio-92: agenda ambiental para os países e elaboração de documentos por Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <[www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx](http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx)> Acessado em: 15 de nov. 2018.

SILVA, W. SANTOS, G. ARAUJO, W. Resíduos Sólidos da Construção Civil: Caracterização, Alternativas de Reuso e Retorno Econômico. Revista gestão e sustentabilidade ambiental. V. 6, n. 2. Unisul, Florianópolis, 2017. P. 286-301. Disponível em: <[www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/download](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/download)> Acesso em: 10 de nov. 2018.

# CAPÍTULO IV

## A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEUS REQUISITOS NORMATIVOS

*Caroline Fernandes da Silva Gomes  
Victor Souza dos Santos  
Guilherme Pires Vieira  
Rachel Cristina Santos Pires  
Bruno Matos de Farias*

### RESUMO

As instalações elétricas são essenciais para a construção e é de extrema importância que sejam bem executadas e utilizadas, com o propósito de que não se produzam riscos desnecessários aos usuários e à edificação. Este artigo tem como objetivo geral demonstrar a fundamentalidade da elaboração de um projeto elétrico que tem a finalidade através da necessidade de seguir as orientações técnicas e de segurança para oferecer um projeto elétrico a ser executado de maneira padronizada e segura. Mediante a elaboração de um projeto de instalações elétricas é possível evitar gastos excessivos com materiais elétricos e consumo maior de energia por falhas no dimensionamento e proteção das instalações elétricas. A fim de manter a quantidade de riscos minimizados, a eficiência e a durabilidade da instalação, torna-se indispensável o seguimento das normas técnicas vigentes e as exigências da concessionária local. Por fim, o resultado final da edificação será de qualidade, funcional e seguro.

A eletricidade é um grande facilitador no dia a dia, por ser utilizada no cotidiano gera dependência em inúmeras tarefas, e é uma das principais fontes de luz. Em razão disso, em uma obra a instalação elétrica é de suma importância durante o processo construtivo, e para garantir o uso seguro de todos os equipamentos elétricos de sua residência, torna-se necessário investir em um projeto de elétrica (PORTE, 2018).

É imprescindível ter certeza de realizar o processo de dimensionamento e execução de instalação elétrica de maneira correta e com segurança para evitar futuros problemas, pois estes processos uma vez feitos de maneira imprudente podem ocasionar diversos transtornos durante e após construção (PORTE, 2018).

Em empreendimentos residenciais, as principais não conformidades estão no dimensionamento de circuitos e equipamentos, tais como cabos, disjuntores, barramentos, a ausência de componentes como dispositivos residuais, dispositivos contra surtos, e ainda erros nas montagens e instalações dos componentes (ZAMPIÉRI et al., 2003).

A elaboração do projeto de elétrica garante que o proprietário tenha acesso ao que foi executado e onde está a distribuição elétrica do empreendimento tendo acesso a todo seu esqueleto. Após a entrega do empreendimento caso precise realizar manutenção nas instalações elétricas ou reformas na edificação, o conhecimento do projeto de instalações elétricas é de suma importância (PORTE, 2018).

Seguindo uma premissa de exigências, pode-se esperar por benefícios como: a redução de custos de materiais desperdiçados, economia na conta de luz, ausência de problemas devido às instalações mal projetadas. Assim, com planejamento e boa execução, o resultado final será de qualidade e seguro (DALMAGRO, 2016).

A elaboração de um projeto elétrico requer planejamento, praticidade e objetividade, considerando a sua complexidade e exigência aos detalhes. Por esta razão, torna-se imprescindível seguir as normas técnicas regulamentadoras. As normas técnicas vigentes para garantir o funcionamento perfeito das instalações elétricas são (DALMAGRO, 2016):

- IEC 60417/2002 - Símbolos gráficos para uso em equipamentos;
- ABNT NBR 5410/2004 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419/2015 - Proteção contra descargas atmosféricas (SPDA);

- ABNT NBR 14039/2005 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 3,6 kV;
- ABNT NBR 8995/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em eletricidade;
- Norma específica da concessionária local.

A motivação desse estudo é alertar sobre a necessidade de se realizar uma correta instalação elétrica nas edificações, a fim de evitar gastos e riscos indesejáveis, e o início se dá através do projeto elétrico seguindo as normas.

Para a elaboração deste estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, onde foram abordados vários aspectos do tema, pretendendo atingir o objetivo descrito. Através de pesquisas em artigos, análise das normas específicas de instalações elétricas com foco em dimensionamento, segurança e riscos; pesquisa de registros de acidentes eminentes e apontados por perícia de que se iniciaram por falhas nas instalações, para que o trabalho fosse concluído com êxito.

O artigo tem como objetivo apresentar a necessidade de seguir as orientações técnicas e de segurança para oferecer um projeto elétrico a ser executado de maneira padronizada e segura, obtendo um resultado funcional e satisfatório.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A Importância da instalação elétrica na construção civil**

A instalação elétrica tem um papel fundamental no cotidiano do ser humano, logo é de suma importância na relação comercial, industrial, residencial e outros setores. Assim, a instalação elétrica se faz necessária no dia-a-dia.

A execução da instalação elétrica se inicia com um bom planejamento, tendo como partida o projeto arquitetônico, seguido da implantação das ligações elétricas com seus componentes e seus circuitos, entre a fonte geradora de energia elétrica e as suas cargas, vindo de quadros elétricos, disjuntores, tomadas, divisores, condutores, etc. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

O principal objetivo de elaborar um projeto elétrico para dar início à construção da edificação é prever os pontos de energia de cada cômodo, sendo obrigatório seguir às normas regulamentadoras, sendo capaz de definir a quantidade de pontos de luz por m<sup>2</sup> que será necessária, distâncias de um ponto para o outro, altura das tomadas, etc. Tendo como ponto de parti-

da, o projeto, será obtida uma boa execução trazendo qualidade e segurança (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

O projeto também auxilia na economia, sabendo que é possível especificar a quantidade exata de material a ser utilizado, evitando prejuízos na execução, e nas reformas, quando necessário.

## **2.2. Aplicação das normas regulamentadoras na elaboração de um projeto de instalações elétricas**

O projeto de instalações traz consigo um conjunto de informações que ligada às normas técnicas vigentes, é caracterizado pela presença de tabelas, simbologias características dos circuitos, gráficos, etc. Através das normas adotadas, como a ABNT NBR 5410 (2004) e a IEC 60417, o profissional responsável técnico tem como parâmetro principal na construção o desenvolvimento da respectiva instalação a segurança dos circuitos dimensionados, economias, funcionalidades e finalização de acabamentos estéticos.

Todo projeto deve ser elaborado seguindo alguns critérios e normas técnicas vigentes e outras que se fizeram necessárias. A segurança obtida no projeto de instalação elétrica será eficaz se as normas, leis e códigos forem seguidos em suas edições mais recentes, passar por inspeções por um profissional da área, verificações periódicas e testes de manutenção, etc. (ELETRICISTA CONSCIENTE, 2018).

Seguindo a ABNT NBR 5410 (2004), assegurará que a edificação utilizará materiais e equipamentos seguros e que serão adequados para realizar as funções previstas sob todas as influências externas possíveis, a proteção contra sobre correntes e sobre tensões é garantida, a proteção contra choques elétricos por contato direto é assegurada pelo emprego de isolamentos. Em geral, medidas de proteção são tomadas contra todos os riscos relacionados ao uso da eletricidade.

## **2.3. Riscos e danos devido à ausência de um projeto elétrico**

Uma das variáveis recorrentes nas execuções de instalações elétricas sem um determinado ou inicial projeto são os curtos circuitos e outros que podem surgir acarretando uma intensa cadeia interligada de pequenos e grandes problemas. Sendo assim podendo ser residencial, comercial e indus-

trial. Todos os citados têm como refêns esses recorrentes acontecimentos. Os curtos acontecem principalmente quando existem falhas na isolação dos circuitos, ou seja, nos casos em que há condutores desencapados, ligações malfeitas e fadiga do material isolante (DE COR WATTS, 2019).

O curto-circuito pode ocorrer quando há contato entre condutores energizados pela rede elétrica e entre o condutor e a massa. Em determinadas situações o disjuntor do circuito que está em curto pode desarmar e assim podendo reparar o ponto em que ocorreu o curto. Para detectar o ponto da instalação em que ocorreu o curto-circuito, o eletricitista deve se fazer uma análise começando pela técnica visual, entre outros métodos usar uma lâmpada de teste ligada em paralelo ao disjuntor que está desarmando. Esse profissional saberá que o ponto com problemas foi encontrado quando o brilho da lâmpada diminuir ou cessar.

Os problemas mais frequentes são a fuga de corrente que ocorre por problemas na isolação dos fios, onde a corrente “foge” do circuito e pode ir para a terra (através do fio terra). Quando o fio terra não existe, a corrente fica na carcaça dos equipamentos (eletrodomésticos), causando o choque elétrico. Outro fator é a sobrecarga que ocorre quando a corrente elétrica é maior do que aquela que os fios e cabos suportam. Acontece quando ligamos muitos aparelhos ao mesmo tempo, pois os fios se danificam quando ocorre aquecimento elevado (DE COR WATTS, 2019).

Outro problema é o curto-circuito que é causado pela união de dois ou mais potenciais (por ex.: fase-neutro/fase-terra), criando um caminho sem resistência, provocando aquecimento elevado e danificando a isolação dos fios e cabos, devido aos altos valores que a corrente elétrica atinge nessa situação. E por último, mas não menos importante, a sobretensão que é uma tensão que varia em função do tempo. Costuma designar-se por sobretensão quando a rede ou qualquer outra fonte de eletricidade excede o seu valor nominal visto que a sobretensão é um aumento súbito e acidental de tensão um aparelho ou na instalação eléctrica, os aparelhos eléctricos afetados costumam ficar totalmente danificados. Essa sobretensão pode ter origem interna (curto-circuito, ausência de fase) ou externa (descargas atmosféricas) (DE CORWATTS, 2019).

De acordo com as normas de segurança elétricas, o aterramento é um item obrigatório em qualquer instalação elétrica. Quando feito corretamente, é ele o responsável por garantir que as descargas elétricas sejam conduzidas pela instalação, protegendo contra choques.

O aterramento também evita que os aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos queimem por sobrecarga. O fio terra deve ser instalado onde

houver circuitos elétricos, inclusive nos de iluminação (ABNT NBR 5410, 2010).

A utilização de cabos destinados apenas para a ligação de equipamentos eletroeletrônicos ou em extensões para a ligação temporária de aparelhos está proibida desde a última revisão da norma da ABNT NBR 5410, que está em vigor desde 2004. Esses cabos não possuem propriedade anti-chamas.

Torna-se necessário a utilização de Tomadas de Uso Específico, conhecidas como TUEs, para equipamentos de alta potência como ar condicionado, torneira elétrica, forno elétrico, geladeira, entre outros. Na ausência delas, poderá haver sobrecargas nas tomadas que são utilizadas e que não foram destinadas ao uso com potências elevadas (COSTA, 2018).

No quadro 1, abaixo, é apresentado às patologias e causas frequentes na execução da Instalação Elétrica quando não é realizado um projeto elétrico com seus respectivos cálculos, e o não seguimento das normas técnicas.

Quadro 1: Patologias e causas frequentes na execução da Instalação Elétrica

PATOLOGIAS	CAUSAS
Curto-circuito	Falha no circuito entre o quadro e o aparelho ou dispositivo elétrico.
Fuga de corrente	Baixa isolamento dos condutores.
Sobrecarga	A intensidade de corrente ultrapassa o valor da intensidade nominal do disjuntor do circuito.
Sobretensão	Quando a rede ou qualquer fonte de energia excede seu valor nominal.

Fonte: Adaptado de PEREIRA et al. (2014)

Conforme citado anteriormente, alguns erros podem ser geridos e evitados no ato do desenvolvimento do projeto elétrico. Por isso é necessário uma atenção e preocupação maior na fase inicial de construção e execução nas instalações, pois o descuido pode ser prejudicial nas próximas fases causando retrabalhos e mais gastos financeiros.

### 3. ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ELÉTRICO

#### 3.1. Desenvolvimento de um projeto de arquitetura

As atividades desenvolvidas se relacionam com a elaboração de Projetos Arquitetônicos em AutoCAD. Nos projetos desenvolvidos englobam a parte de planta baixa, corte AA e BB, situação, cobertura e fachada. Levantamento de dados, onde o cliente esclarece seus objetivos e necessidades.

Estudos preliminares, através das informações obtidas no "Levantamento de dados", começam a desenvolver esboço inicial do projeto, que deve ser acompanhado de perto pelo cliente, já que se trata do início da elaboração do projeto. Será desenvolvido o projeto com a elaboração da planta baixa de cada pavimento, contendo informações de cada ambiente, cálculo das áreas e etc. Primeiro o cliente deve aprovar o anteprojeto, para que o engenheiro passe para a próxima etapa, que é o Projeto Legal. Nesta etapa, a configuração do projeto deve estar de acordo com as normas indicadas pelos órgãos competentes, com o objetivo de serem aprovadas pela prefeitura municipal (ABNT NBR 13532: 1995).

Através do projeto arquitetônico é possível dar início aos projetos de instalações prediais/residenciais.

## **3.2. Desenvolvimento de um projeto de instalações**

### **3.2.1. Limpeza de arquitetura**

É necessária a limpeza da arquitetura retirando todos os elementos que não são interessantes para dar início à distribuição das tubulações e eletrodutos, como por exemplo: hachuras, cotas, números de degraus e de vagas, entre outros elementos. As cores no padrão do CTB (arquivo com as penas utilizadas no CAD) devem ser uniformizadas conforme a padronização da empresa, dando assim destaque aos elementos referentes à instalação. Por fim, criar blocos em DWG dos pontos locados pelo(a) arquiteto(a) responsável por tal projeto, blocos do texto e das fôrmas da edificação, para posteriormente serem inseridos (GUAREZI, 2018).

A arquitetura é anexada como "XREF", uma forma de inserir arquivos no CAD onde qualquer alteração feita na raiz muda em todas as outras plantas que utilizam o mesmo XREF.

### **3.2.2. Margem e carimbo**

Outro componente importante é a margem e o carimbo. A margem serve para limitar o campo de desenho do quadro. O carimbo é onde relata o endereço da obra, número, rua, lote, quadra, o tipo de planta (planta baixa, de situação, localização, diagramas unifilares, esquema vertical, etc.), as revisões\*, número da prancha e da quantidade total de pranchas (ABNT NBR 6492: 1994).

(\*) Observação = As revisões são importantes pois nelas deve-se descrever as datas da revisões, o que foi a revisão e qual projetista a fez. A cada revisão é uma despesa gerada e de certa forma é um documento.

### 3.2.3. Legendas e notas

As legendas auxiliam na especificação dos pontos e das abreviações espalhadas pelo projeto. As notas servem no auxílio de determinadas normas com citações e explicações quando são tomadas decisões por parte de alguém da obra, diferentes de como deveria de acordo com a norma. Sendo assim, para fácil entendimento de qualquer pessoa que veja o projeto, é necessário ter as legendas e notas de acordo com a instalação desenvolvida (ABNT NBR 6492: 1994).

### 3.3. Projetos de instalações elétricas

A partir da planta de arquitetura, sem conter informações não utilizáveis, contendo todas as medidas dos ambientes e vãos é possível dar início ao dimensionamento elétrico de uma residência através do cálculo de área e perímetro dos cômodos.

Com base nos cálculos de área e perímetro, é determinado o número mínimo de lâmpadas, de interruptores e as tomadas de cada dependência. Esses elementos são divididos em circuitos numerados. Essa numeração é importante para a orientação dentro do diagrama e serve também para realizar a instalação correta dos disjuntores da residência (AZZINI, 2014).

Utiliza-se um circuito separado para iluminação, circuitos apenas para TUGs e um circuito dedicado para cada TUE. Após a definição dos locais dos elementos, deve-se conectar por uma tubulação de eletrodutos.

O tamanho dos condutores e eletrodutos são previstos no projeto, levando em conta a corrente calculada para cada um e o agrupamento de condutores dentro do mesmo eletroduto. A norma exige bitola mínima de 1,5mm<sup>2</sup> para iluminação e 2,5mm<sup>2</sup> para tomadas. Além disso, condutores devem ocupar sempre menos de 40% da área interna de um eletroduto. Esses valores aumentam conforme a necessidade do projeto (AZZINI, 2014).

Na previsão de carga referente à iluminação, a ABNT NBR 5410/2004 e ABNT NBR 8995/2013 determina a quantidade de pontos de luz na residência. Em cada cômodo, deve-se ter no mínimo um ponto de luz no teto comando por interruptor. A previsão para uma área igual ou menor

que  $6\text{m}^2$  deve ser uma carga mínima de 100 VA. E para área maior que  $6\text{m}^2$ , a previsão deve ser uma carga mínima de 100 VA para os primeiros  $6\text{m}^2$  e acrescer 60 VA a cada de  $4\text{m}^2$  internos. E para áreas externas a decisão deverá ser feita entre o cliente e o projetista.

Para previsão de carga de tomadas, a ABNT NBR 5410/2004 determina a quantidade e potência das tomadas. As condições para estabelecer a quantidade mínima de TUGs (destinadas a aparelhos portáteis ou móveis) são:

- Para cômodos com área inferior ou igual a  $6\text{m}^2$  utiliza-se pelo menos uma tomada.

- Para cômodos com área maior que  $6\text{m}^2$  utiliza-se uma tomada a cada 5 metros ou fração de perímetro, de forma espaçada e o mais uniforme possível.

- Para cozinhas, copas, áreas de serviço e lavanderias a previsão deve ser de uma tomada para cada 3,5 metros, sendo previstas ao menos duas tomadas acima da bancada da pia, no mesmo ponto ou em pontos distintos.

- Para subsolos, garagens, hall, sótão, hall de escadarias e salas de bombas deve ser previsto no mínimo uma tomada. Em varandas, é permitido que o ponto de tomada considerado não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto, quando sua área for inferior a  $2\text{m}^2$  ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m.

- Para banheiros deve ser previsto pelo menos uma tomada próxima ao lavatório com distância mínima de 60 cm do limite do boxe ou da banheira.

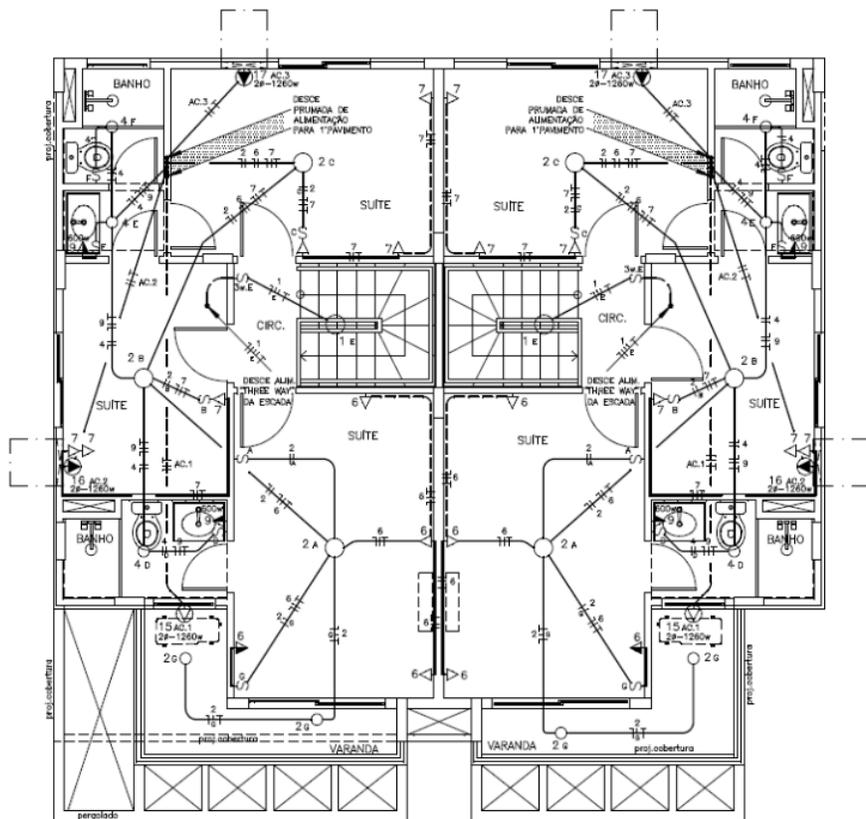
As condições para estabelecer a quantidade mínima de TUE (destinadas a aparelhos fixos) são de acordo com a quantidade de aparelhos de utilização, com corrente nominal superior a 10A. Os pontos devem ser localizados no máximo a 1,5 m do aparelho. Deve-se atribuir a potência nominal dos equipamentos a ser alimentado. A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos (GONÇALVES, 2012):

- Para banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço e lavanderias, no mínimo 600 VA por tomada (até 3 pontos) e 100 VA da 4ª tomada em diante. E para os demais cômodos, pelo menos 100 VA por tomada.

As figuras 1 a 3 são as representações de um projeto elétrico seguindo as

normas técnicas vigentes e seus respectivos quadros de informações referentes à instalação.

Figura 1: Planta baixa (pavimento superior) de um resort localizado em Campo Grande.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014)

Figura 2: Quadro de previsão de cargas referente à Figura 1.

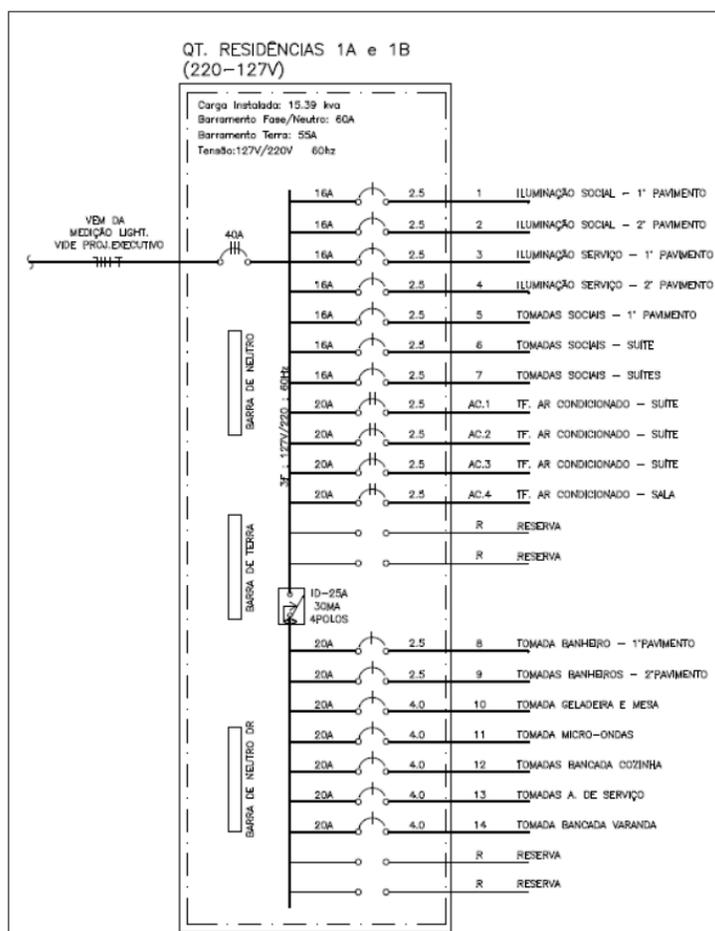
QT. RESIDÊNCIAS 1A e 1B (220-127V)								
n°.circ.	descrição	dist.	parcial	tensão	fases	fases	disj.	
		(m)	(VA)	(V)	(RST)	(mm2)	(A)	
1	ILUMINAÇÃO SOCIAL - 1º PAVIMENTO	10	500	127	R	2.5	2.5	16
2	ILUMINAÇÃO SOCIAL - 2º PAVIMENTO	10	500	127	S	2.5	2.5	16
3	ILUMINAÇÃO SERVIÇO - 1º PAVIMENTO	10	700	127	T	2.5	2.5	16
4	ILUMINAÇÃO SERVIÇO - 2º PAVIMENTO	10	300	127	R	2.5	2.5	16
5	TOMADAS SOCIAIS - 1º PAVIMENTO	10	500	127	S	2.5	2.5	16
6	TOMADAS SOCIAIS - SUITE	10	400	127	T	2.5	2.5	16
7	TOMADAS SOCIAIS - SUITES	10	600	127	R	2.5	2.5	16
8	TOMADA BANHEIRO - 1º PAVIMENTO	10	600	127	S	2.5	2.5	20
9	TOMADAS BANHEIROS - 2º PAVIMENTO	10	1200	127	T	2.5	2.5	20
10	TOMADA GELADEIRA E MESA	10	800	127	R	4.0	4.0	20
11	TOMADA MICRO-ONDAS	10	1500	127	S	4.0	4.0	20

12	TOMADAS BANCADA COZINHA	10	800	127	T	4,0	4,0	20
13	TOMADAS A. DE SERVIÇO	10	700	127	R	4,0	4,0	20
14	TOMADA BANCADA VARANDA	10	600	127	S	4,0	4,0	20
AC.1	TF. AR CONDICIONADO - SUÍTE	10	1260	220	RS	2,5	2,5	20
AC.2	TF. AR CONDICIONADO - SUÍTE	10	1260	220	TR	2,5	2,5	20
AC.3	TF. AR CONDICIONADO - SUÍTE	10	1260	220	ST	2,5	2,5	20
AC.4	TF. AR CONDICIONADO - SALA	10	1910	220	TR	2,5	2,5	20
R	RESERVA							
R	RESERVA							
R	RESERVA							
R	RESERVA							
CARGA TOTAL S/ DEMANDA		(*)	15390	220	RST	(*)	(*)	40
carga / fase (VA)		amperes						
R	5.115	VA	40	A				
S	4.960	VA	39	A				
T	5.315	VA	42	A				

(\*)OS CABOS ALIMENTADORES FORAM CALCULADOS BASEADOS NA DISTANCIA DAS UNIDADES ATÉ OS MEDIDORES.

Fonte: Arquivo Pessoal (2014)

Figura 3: Quadro de distribuição referente à Figura 1.



Fonte: Arquivo Pessoal (2014)

## 4. VERIFICAÇÃO FINAL DA INSTALAÇÃO

### 4.1. Verificação e fiscalização

Após as etapas de verificação da arquitetura e dimensionamentos através dos cálculos de previsão de carga, para dar início à execução da instalação, é importante destacar a metodologia de análise e eficiência das aplicações das normas e padrões projetados e executados.

É necessário que haja também fiscalizações realizadas por profissionais habilitados para que seja verificada que a execução da instalação está atendendo às normas. Tendo esse procedimento como essencial, é possível obter também o controle dos cronogramas de execução a serem seguidos, gastos excessivos para que os valores previstos em contratos não sejam ultrapassados. Levando em consideração de primeira instância normas de segurança para operários, eletricitistas em torno da atividade. Sempre passando confiança e segurança ao cliente, para que durante a execução das instalações elétricas não ocorra negligências (ENERGIA ATUANTE, 2019).

O fiscal fica responsável em emitir laudos, realizar relatórios das atividades executadas detalhadamente. Os laudos técnicos são de suma importância e devem ser sempre conservados e feitos descrevendo minuciosamente todos os passos das instalações exercidas, fornecendo comprometimento com o contratante a respeito de informações técnicas das execuções (PEREIRA et al., 2014).

Assim, ocorrendo às fiscalizações, é realizada uma análise final com rigores técnicos e específicos, todos os parâmetros para cada local e exigência por localização da obra. Tendo como verificação final, se a instalação foi bem executada ou mal sucedida.

### 4.2. Incidentes causados por falhas nas instalações elétricas

A verificação e a fiscalização durante a execução e o seguimento das normas têm como objetivo principal inibir o risco de acidentes devido à má execução das instalações.

Nos últimos anos tivemos alguns exemplos públicos de acidentes causados por falhas na instalação elétrica, como por exemplo, o incêndio no CT do Clube de Regatas do Flamengo ocorrido no dia 08 de fevereiro de 2019, e o incêndio que destruiu quase a totalidade do acervo histórico do Museu Nacional do Rio de Janeiro ocorrido no dia 02 de setembro de

2018.

Segundo os peritos, o incêndio ocorrido no Ninho do Urubu foi iniciado por um curto-circuito no ar condicionado de um dos quartos e por causa do material que reveste as paredes dos contêineres que o fogo se expandiu rapidamente no local. O incêndio matou dez jovens jogadores da categoria de base do Flamengo e deixou três feridos. Os peritos ainda encontraram outras irregularidades: o prédio ao lado dos contêineres, usado como vestiário, tinha instalações elétricas que alimentavam os módulos e estavam em desacordo com os princípios fundamentais da Associação Brasileira de Normas Técnicas. No laudo técnico da Polícia Civil haviam fotos tiradas pelos peritos de fiação exposta, fios desencapados, condutores emendados, tomadas sem plugue e fios queimados. Os peritos afirmaram que, durante o incêndio, as instalações elétricas continuavam energizadas indicando que não havia indícios de um sistema que desarmasse a rede (G1, 2019).

O incidente ocorrido no Museu Nacional do Rio de Janeiro foi causado por uma pane no ar condicionado e, segundo os peritos da Polícia Federal, foram encontrados fortes indícios de que uma série de gambiarras no circuito elétrico provocou o incêndio (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019).

O laudo apresentado pela Polícia Federal também apontou sinais de que as instalações elétricas não seguiam as recomendações do fabricante em ao menos dois momentos, segundo o perito criminal Marco Antônio Zatta (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019):

- Os três aparelhos de ar condicionado no auditório deveriam ter um disjuntor próprio, porém não foi executado desta maneira. "Em vez de ligar direto num quadro principal, foi feita uma ligação em paralelo. Deveria ter um disjuntor para cada ar. Era um mesmo para os três".
- Não havia aterramento, e segundo o perito, isso pode ter colaborado para que uma pane tenha se maximizado.
- Apontou-se também a falta de equipamentos que poderiam ter reprimido as labaredas mais rapidamente, como: sprinklers, alarme de incêndio e porta corta-fogo (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019).

Casos como estes são frequentes em todo o mundo, entretanto nem todos são divulgados publicamente. Por esta razão, torna-se imprescindível alertar sobre a verificação e fiscalização durante a execução das instalações, o seguimento das normas vigentes e as exigências da concessionária local e as manutenções regulares após execução da instalação. A prevenção contribui para a segurança do indivíduo e para a minimização de riscos à vida.

## 5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise da complexidade e o nível de detalhamento no desenvolvimento de um projeto de instalações elétricas através da previsão de dimensionamento das cargas elétricas, entre outros elementos. Com a elaboração de um projeto de instalações, também fica previsto os materiais a serem utilizados, evitando gastos excessivos o que consequentemente impacta no custo final.

Atingiu-se o objetivo geral e específico correlacionando à importância do planejamento que antecede à execução com o seguimento de normas técnicas e exigências da concessionária.

Dada à importância do assunto, torna-se fundamental que as instalações sejam realizadas com primazia em função das normas. Além disso, quando realizada com precisão, a quantidade de riscos é minimizada obtendo como resultado uma instalação segura e de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 14039. Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 3,6 kV. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5419. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 6492. Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 13532. Elaboração de projetos de edificações. Rio de Janeiro, 1995.

AZZINI, H. A. D. Projetos de Instalações Elétricas Residenciais. 2014. Disponível em: [http://www.dt.fee.unicamp.br/~akebo/et017/Instalacoes\\_Eletricas\\_1.pdf](http://www.dt.fee.unicamp.br/~akebo/et017/Instalacoes_Eletricas_1.pdf). Acesso em: 12 de maio de 2019.

COSTA, M. 10 dicas que você precisa saber sobre a NBR 5410 em instalações elétricas residenciais. 2018. Disponível em: <https://www.viverdeeletrica.com/nbr-5410/>. Acesso em: 31 de março de 2019.

DALMAGRO, A. I. A importância do conhecimento de eletricidade e as normas técnicas de instalações elétricas para instalações elétricas prediais. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Estado de Mato Grosso, MT, 20 fls., 2016.

DE COR WATTS. Segurança Elétrica: 11 erros mais comuns em instalações elétricas. 2019. Disponível em: <http://blogdecorwatts.com/seguranca/instalacoes-eletricas/>. Acesso em: 31 de março de 2019.

ELETRICISTA CONSCIENTE. Guia de aplicação - Segurança em instalações elétricas. 2018. Disponível em: <http://www.eletricistaconsciente.com.br/blog/fique-por-dentro/artigos-tecnicos/guia-de-aplicacao-seguranca-em-instalacoes-eletricas-nao-residenciais-2-de-3/>. Acesso em: 01 de abril de 2019.

ENERGIA ATUANTE. Fiscalização de Obras Elétricas. 2019. Disponível em: <http://www.energiaatuante.com.br/fiscalizacao-de-obras-eletricas>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

FOLHA DE SÃO PAULO. Gambiarras nas instalações elétricas provocaram incêndio no Museu Nacional. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/04/gambiarras-nas-instalacoes-eletricas-provocaram-incendio-no-museu-nacional.shtml>. Acesso em: 06 de setembro de 2019.

G1. Incêndio no CT do Flamengo. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/05/08/incendio-no-ct-do-flamengo-comecou-em-curto-no-ar-condicionado-e-se-alastrou-devido-a-material-do-container-aponta-laudo.ghtml>. Acesso em: 06 de setembro de 2019.

GONÇALVES, L. F. Instalações Elétricas Prediais. 2012. Disponível em: [http://www.lapsi.eletr.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas\\_IEPrediais\\_arquivos/ENG04482\\_aula\\_08\\_Previsao\\_Cargas.pdf](http://www.lapsi.eletr.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_08_Previsao_Cargas.pdf). Acesso em: 13 de maio de 2019.

GUAREZI, N. J. Limpeza da arquitetura no editor de CAD. 2018. Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115001517894-Limpeza-da-arquitetura-no-editor-de-CAD>. Acesso em: 13 de maio de 2019.

INTERNATIONAL ELETROTECHNICAL COMISS – IEC 60417. Símbolos gráficos para uso em equipamentos. Rio de Janeiro, 2002.

MUNDO DA ELÉTRICA. Instalações elétricas, o que são? 2019. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/instalacoes-eletricas-o-que-sao/>. Acesso em: 30 de março de 2019.

PEREIRA D. N. Q.; NOGUEIRA F. M.; FAUSTINO L. C.; FIGUEIREDO L. G. S. Patologias em Instalações Elétricas, Hidráulicas e em Impermeabilizações. 2014. Disponível em: <https://patologiaifap.wordpress.com/2014/06/17/patologias-em-instalacoes-eletricas-hidraulicas-e-em-impermeabilizacoes/>. Acesso em: 12 de março de 2019.

PORTE. Instalações Elétricas: Entenda sua importância para a sua obra. 2018. Disponível em: <https://portejr.com.br/instalacoes-eletricas/>. Acesso em: 15 de março de 2019.

ZAMPIÉRI, J. C.; GAVLOVSKI M.; SCHIMITT, M. A. Levantamento da situação atual das instalações elétricas na cidade de Curitiba. Curitiba: UTFPR, 2003.

# CAPÍTULO V

## CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO: INDICADORES PARA MELHORIA CONTÍNUA EM OBRAS CIVIS

*Ana Quézia Cerqueira da Silva Santos*  
*Roberta da Silva Valdivino*  
*Flávia da Silva*  
*Bruno Matos de Farias*  
*Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

O Brasil é um país cujo termômetro da economia gira em torno da construção civil. Hoje este setor vive uma das maiores crises do mercado, o que impacta diretamente na geração de empregos e melhorias para a sociedade, seja de forma direta ou indireta. Tem-se poucas vagas e muitos candidatos, muitas obras a serem realizadas e poucas empresas com recursos financeiros. Mesmo diante desse grande declínio, a gestão de qualidade dentro das empresas continua ganhando destaque, pois ao longo dos anos, foi percebido que trabalhar seguindo suas diretrizes não é sinônimo de gastar mais, ou até mesmo ser um custo desnecessário. Uma obra que atenda ao prazo e custo, em conjunto com gestão da qualidade, garante excelência ao empreendimento, firmando a satisfação do cliente final. Neste artigo, será apresentado um dos processos mais importante do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), que são as verificações dos serviços utilizadas para quantificar e qualificar a execução dos serviços conforme procedimentos. As verificações de serviço são uma grande fonte de medição de indicadores de qualidade e produtividade, e pode ser usada como uma ferramenta fundamental para Gestão da Qualidade, garantindo melhoria contínua dos processos. Através de estudos bibliográficos, experiência de campo de profissionais que vivem na realidade da construção civil, focando na gestão da qualidade da implantação do

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil tem grande impacto na economia e consequentemente no desenvolvimento do país. Estima-se que são cerca de 13 milhões de pessoas trabalhando no setor, considerando empregos formais, informais e indiretos (AMARY, 2017).

É uma cadeia gigante cujo sua melhoria tem impacto em diversos outros campos da atividade econômica, onde os investimentos em obras impulsionam áreas importantes para o desenvolvimento urbano (AMARY, 2017).

A construção, diminui o déficit habitacional, gera a ampliação do saneamento básico melhora as condições de saúde da população e a expansão da mobilidade urbana oferece praticidade ao cotidiano, trazendo qualidade de vida, estimulando o emprego, além de possibilitar que famílias recuperem sua capacidade de consumo, afetando diretamente o comércio. O governo também ganha uma parcela, dos valores investidos que voltam em forma de imposto (AMARY, 2017).

Atualmente, mesmo enfrentando momentos de crise, o setor da construção civil continua tendo investimentos em obras. Mesmo que em menor escala, continua empregando funcionários desde a extração de matéria-prima, até a indústria responsável pela fabricação de materiais de construção. E ainda gera emprego para o comércio desses produtos, até chegar nas empresas construtoras que também necessitam de mão de obra para a execução de suas obras.

Um fator que tem viabilizado novos empreendimentos é a possibilidade de adquirir financiamento imobiliário, com isso, construtoras e também incorporadoras de médio porte encontram ambiente financeiro viável para a construção de empreendimentos (VARTANIAN, 2017).

Para financiar o empreendimento de uma empresa, o banco financiador faz análise da construtora, do grupo de compradores interessados e dos projetos, além disso, para a maioria das instituições financeiras a empresa tem que ter atendimento ao PBQP-H (Programa de Qualidade e Produtividade do Habitat) (ALBUQUERQUE, 2017).

Este último pré-requisito citado, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), tem a sua implantação no setor da construção civil cada vez mais importante, devido a exigência crescente do mercado e o aumento da competitividade. Este programa tem como meta organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra. Dessa forma, espera-se a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. O objetivo, a longo prazo, é que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

Os serviços controlados de uma obra, deve ser avaliado quanto à conformidade e qualidade da prestação de serviços do mesmo, devendo este possuir procedimentos a serem cumpridos no momento da sua execução, e serem registrados e inspecionados.

É possível através destes documentos registrados, gerar uma série de indicadores e informações que levaram a empresa atingir excelência no quesito qualidade, e a alcançar a continuamente melhorias em benefício da empresa.

Para elaboração deste estudo, tornou-se necessário um estudo bibliográfico, experiência de campo e entrevista com profissionais da área, com ênfase do monitoramento e registro dos serviços controlado, do Sistema de Gestão da Qualidade do SiAC/PBQP-H (PBQP-H, 2018).

Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar que através dos registros das inspeções dos serviços controlados, pode-se gerar uma série de indicadores, e fazer com que essa ficha de verificação deixe de ser apenas um item burocrático a nível de certificação, passando a ser um item de apoio, cujos dados auxiliem o empreendimento na melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade.

Sendo uma das ferramentas mais importantes para atestar a qualidade dos serviços, o atendimento ao item 8.5.1.1- Controle dos serviços de execução controlados (SiAC), possibilita as empresas a gerar uma série de

indicadores. Porém, neste mercado é comum ver os registros das não conformidades encontradas terem as tratativas descritas e com a finalização do serviço estes formulários são arquivados. Tornam-se apenas registros em atendimento ao item do PBQP-H. (PBQP-H, 2018).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)

Especificamente para promover a qualidade na construção civil no Brasil, o Governo Federal instituiu o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-h) e no âmbito deste programa se organizou o regimento geral do Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC) o qual corresponde a ISO 9000 em um formato específico para ser aplicado nos setores da construção civil. Seu objetivo é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

A busca por essas metas envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Com isso, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos. A longo prazo, seu objetivo é criar um ambiente de isonomia competitiva, que propicie soluções mais baratas e de melhor qualidade para a redução do déficit habitacional no país, atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

O Sistema de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras, o SiAC, busca avaliar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras, focando-se nas características específicas da atuação das construtoras (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

## 2.2. Quanto a certificação

As empresas que buscam a certificação, passam por um processo de auditoria feito por um órgão certificador reconhecido. Para conseguir o selo da certificação na especialidade técnica de execução de obras, o regimento do SiAC prevê dois níveis de certificação: Nível A e Nível B. Obter certificação do nível A, não é uma tarefa fácil, visto que é preciso atender a 100% dos requisitos exigidos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2019).

Quando o cliente contrata uma empresa construtora que tem selo de certificação da qualidade, este possui a garantia de que o empreendimento seguiu processos de controle regidos em normas de qualidade, o que consequentemente se reflete no produto final.

Para a empresa a certificação traz como benefício melhores práticas de qualidade na construção e facilita na obtenção de linhas de crédito, outro benefício é a facilidade de integração com a ISO 9001 (SEBRAE, 2017).

Além de passar credibilidade para a instituição financeira e para os clientes, com a certificação a empresa passa a ter procedimentos e um padrão de qualidade a ser seguido o que vai ajudar a promover a melhoria contínua através dos indicadores dos processos.

O tempo para implantação do PBQP-H em uma empresa de pequeno porte leva em média 1 ano, e para que isso ocorra, primeiramente a empresa tem que investir em uma equipe técnica (por exemplo, um engenheiro e um técnico) responsável por implantar o sistema de qualidade na empresa. Essa equipe irá seguir os quesitos necessários para obter a certificação, elaborar os procedimentos e treinar os demais setores, e após implantação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) a empresa deve acionar o órgão certificador.

Com o SGQ rodando na empresa, os retrabalhos diminuem cada vez mais e esse valor não é quantificável, se levarmos em consideração que o retrabalho reflete no custo, tempo perdido e consequentemente nos prazos. Devemos ainda enfatizar que a possibilidade da compra do imóvel financiado, aumenta as vendas gerando retorno direto para as empresas. É certo que o valor investido não chega perto do retorno que a empresa tem.

Para cada obra que uma empresa possui, deve ser elaborado o Plano de Qualidade da Obra, sendo este um dos principais documentos a serem feitos quando se pensa em iniciar uma obra. Neste documento, irá constar um resumo da obra, contendo os seguintes elementos: (PBQP-H, 2018).

- a) Definir responsabilidade específica;
- b) Materiais e serviços de execução controlados;
- c) Projeto do canteiro;
- d) Identificação das especialidades da execução da obra;
- e) Identificação dos processos críticos para a qualidade da obra;
- f) Identificação das especialidades no que se refere a manutenção de equipamentos;
- g) Programa de treinamento específico da obra;
- h) Objetivos da qualidade específicos para a execução da obra;
- i) Definição do destino adequado aos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra.

Será aprofundado neste artigo o item referente a serviços controlados, levando em consideração uma empresa que possui certificação Nível A, ou seja, que atende a todos os quesitos normativos.

### **3. SERVIÇOS CONTROLADOS**

#### **3.1. Qualificação e avaliação de fornecedores**

Uma construtora certificada pelo PBQP-H nível A, deve possuir critérios para qualificar e ainda manter atualizado os registros de qualificação de seus fornecedores tanto de serviço quanto de materiais. De acordo com o PBQP-H, 2018, fica vedado que a empresa construtora faça aquisição de produtos de fornecedores de materiais e componentes considerados não-conformes no Programa Setorial da Qualidade (PSQ) e fica dispensado do processo de qualificação a empresa considerada qualificada por esse programa do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMac) (PBQP-H, 2018).

Pode ainda ser dispensada do processo de qualificação a empresa que possui o DATec- Documentação de Avaliação Técnica, do SINAT- Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores (PBQP-H, 2018).

O desempenho dos fornecedores, deve ser avaliado de maneira evolutiva, levando em consideração, a capacidade do fornecedor em atender aos itens especificados nos documentos de aquisição, e sendo esse fornecedor de materiais, deve ser considerado a sua formalidade e legalidade, em atendimento a legislação (PBQP-H, 2018).

### 3.2. Serviços controlados

Para determinar os serviços que serão controlados, a construtora deve listar os serviços utilizados e que afetam a qualidade do produto. Esta lista deve ser representativa dos sistemas construtivos por ela empregados em suas obras. Fazendo a utilização de serviços específicos que substituam serviços constantes da lista mínima, os mesmos devem ser controlados. A empresa também deve preparar uma lista de materiais, que sejam empregadas nos serviços listados que sejam empregados. Assim será garantida a qualidade dos serviços, quanto a dos produtos exigidos pelo cliente (PBQP-H, 2018).

Para o estabelecimento do planejamento da implementação do Sistema de gestão da qualidade (requisito 4.4.1 do Referencial Normativo – SiAC - Execução de Obras), a empresa deve respeitar as porcentagens mínimas de evolução do número de serviços de execução controlados estabelecido em sua lista, no caso da certificação Nível A, deve atender a 100% (PBQP-H, 2018).

A lista preparada pela empresa dos serviços controlados, deve abranger no mínimo os serviços de execução listados abaixo, segundo a etapa de obra:

Serviços preliminares:

1. compactação de aterro;
2. locação de obra.

Fundações:

3. execução de fundação.

#### Estrutura:

4. execução de fôrma;
5. montagem de armadura;
6. concretagem de peça estrutural;
7. execução de alvenaria estrutural.

#### Vedações verticais:

8. execução de alvenaria não estrutural e de divisória leve;
9. execução de revestimento interno de área seca, incluindo produção de argamassa em obra, quando aplicável;
10. execução de revestimento interno de área úmida;
11. execução de revestimento externo.

#### Vedações horizontais:

12. execução de contrapiso;
13. execução de revestimento de piso interno de área seca;
14. execução de revestimento de piso interno de área úmida;
15. execução de revestimento de piso externo;
16. execução de forro;
17. execução de impermeabilização;
18. execução de cobertura em telhado (estrutura e telhamento).

#### Esquadrias:

19. colocação de batente e porta;
20. colocação de janela.
21. execução de guarda-corpo.

#### Pintura:

22. execução de pintura interna;
23. execução de pintura externa

#### Sistemas prediais:

24. execução de instalação elétrica;
25. execução de instalação hidrossanitária;
26. execução de instalação de gás;
27. colocação de bancada, louça e metal sanitário.

A empresa, em qualquer nível deve garantir que todos os serviços de execução que tenham a inspeção exigida pelo cliente também sejam controlados. A partir destes, deve ampliar a lista de materiais controlados, considerando aqueles já relacionados como críticos para o atendimento das exigências dos clientes, e que sejam empregados em tais serviços (PBQP-H, 2018).

### **3.2.1 Procedimento dos serviços de execução controlados**

Para cada serviço controlado listado pela empresa, deve ser elaborado os procedimentos, podendo ultrapassar a quantidade de serviços monitorados, pois um mesmo serviço pode gerar mais de um procedimento. Para que a qualidade do produto final seja garantida, o funcionário ou empresa responsável pela execução de determinado serviço, deve receber o treinamento, dos procedimentos (na sua revisão vigente) relacionados a tarefa a ser desenvolvida antes da execução do mesmo (PBQP-H, 2018).

### **3.2.2 Registro dos serviços de execução controlados**

Os serviços controlados, também devem ter os registros para inspeção desse serviço, afim de verificar atendimento aos requisitos especificados em procedimento. Estes por sua vez, devem conter itens de inspeção que garantam a conformidade do produto final, evidenciando sua conformidade às especificações (PBQP-H, 2018).

As obras, identificam esse documento, como FVS (Ficha de Verificação de Serviços ou Formulário de Verificação de Serviço). Em seu registro há o responsável pela verificação e pela validação da mesma.

Atualmente, com foco em sustentabilidade, a maioria das empresas aderiram a verificação eletrônica dos serviços, dispensando os registros em papeis, que muitas vezes se perdem ou que impossibilitam a eficácia na coleta de dados.

### **3.2.3. Inspeção de serviços controlados**

Os serviços controlados, além de terem seus procedimentos elaborados, devem ter os registros para inspeção desse serviço. Estes por sua vez,

devem conter itens de inspeção que garantam a conformidade do produto final (PBQP-H, 2018).

A verificação dos serviços e suas respectivas verificações, permite identificar o que não está em conformidade, possibilitando controle para que os serviços subsequentes não deem andamento enquanto a inconformidade não for sanada, ou até que seja liberada por concessão por autoridade pertinente. Mesmo após liberação por concessão ou correção da não conformidade, o serviço deve ser inspecionado (PBQP-H, 2018).

### **3.2.4. Controle de serviços não conformes**

Os serviços controlados, que estiveram em desacordo com os critérios do procedimento na execução, devem ser registrados das fichas de verificação dos produtos, ficando assim, documentando uma não conformidade (PBQP-H, 2018).

As não conformidades devem ser corrigidas antes do término da execução do serviço em questão. Quando deixa de ser uma não conformidade pontual, e se torna repetitiva em outras etapas construtivas do empreendimento, ou até mesmo se for constatado que se repete nos demais empreendimentos, deve ser aberto uma ação corretiva, afim de encontrar a causa raiz da não conformidade evidenciada evitando a sua repetição, desta forma estará promovendo a melhoria contínua (PBQP-H, 2018).

### **3.3. Indicadores**

A partir dos dados gerados pelos processos de verificação dos serviços, é possível gerar conjuntos de informações que podem disponibilizar indicadores a ser implantados na Empresa. É possível que alguns indicadores devam ser compilados manualmente, levando em consideração as empresas que ainda fazem uso dos registros dos serviços verificados em papel (PBQP-H, 2018).

Os indicadores, vão permitir avaliar continuamente determinada atividade, permitindo avaliar a eficácia dos materiais empregados e da melhoria contínua quanto a execução. Vai permitir acompanhar, avaliar, su-

gerir, decidir, interferir ou mudar o rumo de um processo ou conjunto de atividades visando atingir determinado objetivo. A partir da definição dos indicadores que serão monitorados, é possível determinar uma meta a ser atingida em uma periodicidade estabelecida (DOMANSKI, 2014).

### 3.3.1. Indicadores a partir da verificação dos serviços

Para tornar isso possível a empresa deve implantar uma ficha de verificação que vincule tanto o fornecedor do material, quanto dos serviços, além dos itens de inspeção em atendimento aos quesitos descritos em procedimentos operacionais, como o exemplo demonstrado na imagem abaixo (Figura 1).

Figura 1: Modelo de ficha de verificação de serviços

LOGO DA EMPRESA		SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE				OBRA:	
		Ficha de Verificação de Serviços				FVS - 06/01	
		Lançamento de Concreto				EMPREITEIRA:	
						Folha: 01/01	
PROJETO/REVISÃO:		BLOCO/ CASA:		PAVIMENTO:		ELEMENTO ESTRUTURAL:	
ITENS DE INSPEÇÃO		TOLERÂNCIA A ADMISSÍVEIS	EQUIPAMENTO UTILIZADO	RESULTADO DA INSPEÇÃO	DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE		AÇÃO IMEDIATA
PILARES	LIMPEZA	Levagem das Peças	-	Vizual	( )		
	FIXAÇÃO DAS PEÇAS	Fôrma / Escoramento	-	Vizual	( )		
	ADESAMENTO	Concreto	-	Vizual	( )		
	ALTURA DA PARADA DE CONCRETO	1,5 cm acima em relação ao fundo da forma	1cm	Traco	( )		
VIGAS / LAJES	LIMPEZA	Levagem das Peças	-	Vizual	( )		
	FIXAÇÃO DAS PEÇAS	Fôrma / Escoramento	-	Vizual	( )		
	ADESAMENTO	Concreto	-	Vizual	( )		
	ESPESURADO CONCRETO	Leij	5mm	Traco	( )		
DEFORMA VIGAS / LAJES	CURA ÚMIDA	Realização por 3 dias	-	Vizual	( )		
	SUPERFÍCIE PLANA	Acabamento	-	Vizual	( )		
	DEFORMAÇÕES	Planura	-	Vizual	( )		
	FUGA DE NÁTÁ	Vedação	-	Vizual	( )		
FALHA DE CONCRETAGEM	Lançamento	-	Vizual	( )			
LEGENDA DA INSPEÇÃO			DATA		RESPONSÁVEL		
<input type="checkbox"/> APROVADO <input checked="" type="checkbox"/> REPROVADO (N.A) NÃO APLICÁVEL <input checked="" type="checkbox"/> APROVADO APÓS REINSPEÇÃO			/ / ABERTURA / / FECHAMENTO		INSPEÇÃO: _____ APROVAÇÃO: _____		
nº de itens inspecionados:		nº itens aprovados:		nº itens aprovado após reinspeção:		%Conforme:	

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

A partir desta ficha pode-se extrair diversos indicadores que auxiliam o desenvolvimento do produto e da empresa consequentemente.

Um exemplo seria o indicador de desempenho de fornecedores (Figuras 2 e 3), onde divide-se a quantidade de inspeções aprovadas pela quantidade de inspeções realizadas. Essa Razão expressa em porcentagem, representa o desempenho de um certo fornecedor em determinado serviço. Podendo ser filtrado por período (mensal, bimestral e etc.) ou fase da obra (fundação,

estrutura, acabamento e entrega).

Uma vez obtido o indicador, pode-se nivelar ou ranquear os fornecedores por desempenho de qualidade, prazo, atendimento de documentações exigidas, entre outros, seja qual for o critério adotado na elaboração do indicador.

Figura 2: Quadro avaliação de fornecedores

AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES					
<span style="color: green;">●</span> Bom <span style="color: yellow;">●</span> Regular <span style="color: red;">●</span> Ruim					
EMPRESA	QUALIDADE	PRAZO	SEGURANÇA	ATENDIMENTO	ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA
GESSO IMPACTO	●	●	●	●	●
FCM	●	●	●	●	●
TAVARES BELETE	●	●	●	●	●
KIT INTELIGENTE	●	●	●	●	●
IMM IMPERMEABILIZAÇÃO	●	●	●	●	●
DECISÃO	●	●	●	●	●
AMBIENT AIR	●	●	●	●	●
IDEAL	●	●	●	●	●
MJ RIO	●	●	●	●	●
MFC	●	●	●	●	●

Fonte: Arquivo Pessoal (2013)

Figura 3: Métrica dos processos

<b>QUALIDADE</b>
Quantidade de não Conformidades encontradas na FVS ou em uma inspeção rotineira, sobre o total de inspeções realizadas.
<b>PRAZO</b>
Quantidade de itens não realizados sobre o total planejado (PPS) de acordo com registro em FVS.
<b>SEGURANÇA</b>
Quantidade de itens não conformes sobre o total avaliado, antes e durante a execução do serviço.
<b>ATENDIMENTO</b>
Quantidade de documentos entregues sobre a quantidade requerida (procedimento dos serviços, legalização social; previdenciária e trabalhista)
<b>Limpeza/Organização</b>
Lista de Verificação aplicada na área destinada ao armazenamento e as condições do local das frentes de serviço.

Fonte: Arquivo Pessoal (2013)

Com estes indicadores de avaliação dos fornecedores, pode ser elaborado critérios para permanência da prestação, levando até mesmo a exclusão da lista de fornecedores aquele que tiver mal desempenho.

Com análise da execução e verificação dos serviços considerados críticos em cada fase da obra, podemos gerar indicadores. Nas figuras 4 a 8, tomou-se como crítico a concretagem e revestimento cerâmico, respectivamente corresponde a fase de estrutura e acabamento da obra. Com isso foi necessário gerar o indicador de perda de concreto e de revestimento cerâmico:

Figura 4: Indicadores e metas

PROCESSO DOS CONDOMÍNIOS 02 E 04	INDICADOR	META	FORMA DE CÁLCULO	PERIODICIDADE DE MEDIÇÃO
PRO	Perda de concreto na Estrutura	≤ 7%	Previsto / Realizado (%)	Mensal
	Perda de revestimento cerâmico	≤ 10%	Previsto / Realizado (%)	Mensal

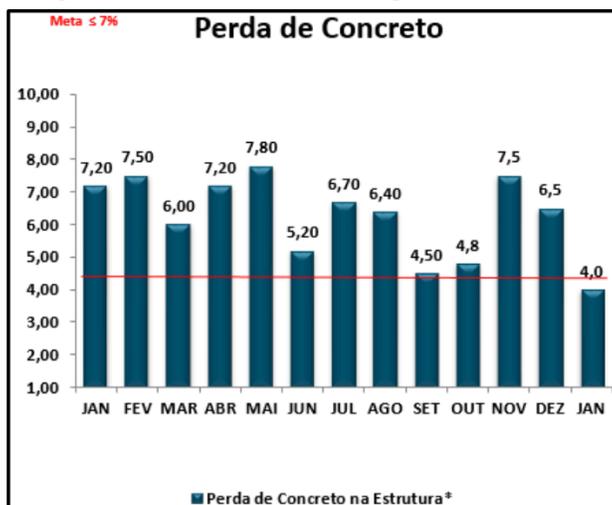
Fonte: Arquivo Pessoal (2013)

Figura 5: Dados do indicador de perda de concreto.

OBJETIVOS DO PROCESSO	INDICADOR	META	FORMA DE CÁLCULO	PERIODICIDADE DE MEDIÇÃO	VALORES DE 2013												
					JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Monitorar a mesa e a estrutura garantindo a qualidade e a segurança e monitorando a qualidade. Auditar continuamente os processos, identificar pontos de melhoria no estado de conservação.	Perda de Concreto na Estrutura*	≤ 7%	Previsto / Realizado (%)	Mensal	7,20	7,50	6,00	7,20	7,80	5,20	6,70	6,40	4,50	4,8	7,5	6,5	4,0
	Perda de Revestimento Cerâmico*	≤ 10%	Previsto / Realizado (%)	Mensal	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Legenda																	
NA Não Aplicável																	
*Apresentando valores																	

Fonte: Arquivo Pessoal (2013)

Figura 6: Gráfico de indicador de perda de concreto



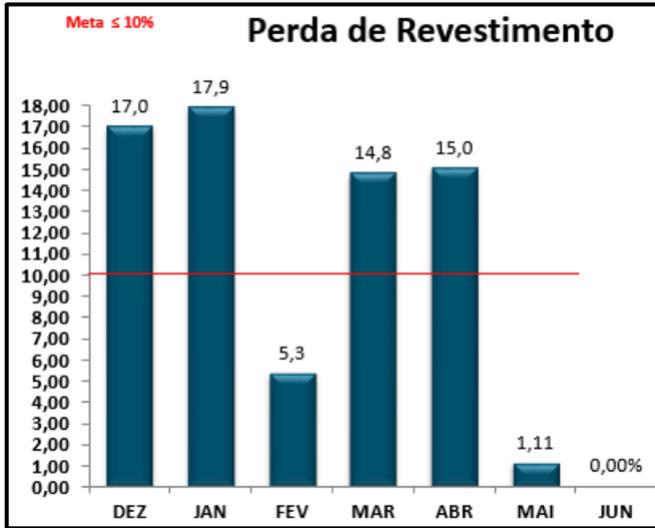
Fonte: Arquivo Pessoal (2013)

Figura 7: Dados indicador de perda de revestimento cerâmico

PROCESSO	OBJETIVOS DO PROCESSO	INDICADOR	META	FORMA DE CÁLCULO	PERIODICIDADE DE MEDIÇÃO	VALORES DE 2014					
						2013	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
PROJ	Executar o serviço e o acompanhamento gerando o prazo, assegurando custos e mantendo a qualidade. Analisar continuamente os processos, identificar pontos de melhoria no resultado obtido.	Perda de Concreto na Estrutura*	≤ 7%	Perda / Realizado (C)	Trimestral	6,5	4,0	NA	NA	NA	NA
		Perda de Revestimento Cerâmico*	≤ 10%	Perda / Realizado (C)	Mensal	17,0	17,9	5,3	14,8	15,0	1,11
Legenda											
NA						Não Aplicável					
-						Faltando valores					

Fonte: Arquivo Pessoal (2013/ 2014)

Figura 8: Gráfico de indicador de perda de revestimento cerâmico



Fonte: Arquivo Pessoal (2013/ 2014)

A partir das fichas de verificação de serviço, podemos coletar informações e gerar outros indicadores, com base em dados coletados, como:

- 1) Serviço que mais geram retrabalho;
- 2) Etapa da obra que mais gera não conformidades, e consequentemente perdas;
- 3) Atendimento dos fornecedores de serviços em relação ao cronograma da obra;
- 4) Atendimento dos fornecedores quanto a qualidade dos serviços prestados;
- 5) Atendimento dos fornecedores quanto a qualidade dos materiais;
- 6) Unidades entregues, sem não conformidade detectada;
- 7) Serviços que mais demandam chamados nos pós entrega.

Hoje com o avanço da tecnologia, o uso de softwares é cada vez mais comum pelas construtoras em suas verificações. Com o uso dessa ferramenta na verificação de serviço, a partir da identificação da não conformidade podemos estabelecer tempo para tratativa das mesmas. Isso seria possível, por exemplo, ao identificar as principais não conformidades que acontecem, e com base no tipo da não conformidade metas podem ser estabelecidas quanto ao tempo de resposta.

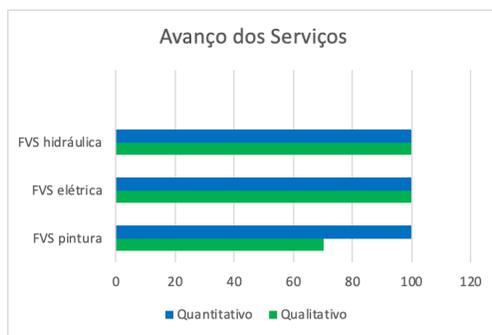
Ainda com os dados coletados das verificações, de execução, para entrega e pós entrega, podemos aperfeiçoar as fichas de verificação dos serviços, acrescentados itens a serem verificados, e até mesmo as tolerâncias aceitáveis. O que impactaria diretamente na redução de retrabalho pós obra, que normalmente fica para a assistência técnica.

### 3.3.2. Avanço Quantitativo e Qualitativo

Nas fichas de verificação de serviços, como dito anteriormente, ficam registradas as não conformidades encontradas nas inspeções realizadas em campo e as tratativas para sanar a inconformidade encontrada. Mas como sabemos, é comum as construtoras darem continuidade aos serviços subsequentes sem tratar todas as não conformidades detectadas. Sendo assim temos um “falso” avanço do serviço em questão, ocasionando o que podemos chamar de avanço qualitativo e quantitativo.

Por exemplo, no FVS de pintura, na inspeção de 2ª demão de tinta foi constatado que alguns apartamentos estão com irregularidade (tinta escurrida e com manchas), mas no cronograma foi dado avanço desse serviço. Na tratativa da não conformidade o problema será corrigido na fase de revisão para entrega. Temos nesse caso um avanço quantitativo, pois todos os itens foram inspecionados, mas para ter um avanço qualitativo é preciso sanar essa não conformidade. O ideal é que todos os serviços tenham o avanço garantindo a qualidade dos serviços. No gráfico abaixo (figura 9), apresento um exemplo de como seria o acompanhamento desses dados.

Figura 9: Gráfico de avanço quantitativo e qualitativo



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Para um sistema eficiente, a obra tem que ter controle dos avanços dados no cronograma de serviços que ainda possuem não conformidade com tratativa pendente.

Em alguns países como Canadá e EUA, existem o que chamam de “punch list” que é uma lista de pendências preparadas perto do final da obra, contendo os serviços que não estão em conformidade com as especificações de contrato ou com as normas. Geralmente essa lista é feita pelo proprietário da obra, arquiteto, projetista ou até mesmo pela própria construtora em conjunto com o proprietário e/ ou arquiteto. Enquanto a construtora não sanar as pendências listadas o pagamento final fica retido.

No Brasil o pagamento dos serviços é realizado após serem 100% concluídos, não há esse tipo de procedimento padrão de retenção de pagamento devido a deficiências na execução dos serviços, mas mesmo assim acredito que apontar os itens que apresentam um “falso avanço” pode ser uma ótima ferramenta para as construtoras identificarem as não conformidades e sana-las antes da entrega para o usuário final além de ajudar imensamente na obtenção da certificação. Assim além das verificações serem um item burocrático a nível de certificação, passa também a ser uma ferramenta relevante sob o ponto de vista financeiro, o que mudaria drasticamente essa percepção que a maioria das pessoas têm de que FVS não passa de uma papelada sem muita importância.

## 4. QUALIFICAÇÃO DOS REGISTROS

### 4.1. Falha da qualificação

Há registros que não condizem com a realidade de campo, esse fato acaba impactando de forma direta nos indicadores.

É comum as empresas delegarem aos estagiários as FVS, tal responsabilidade muitas vezes, devido a grande demanda acaba sendo executada de forma indevida, e irresponsável, sendo comum o preenchimento até mesmo após a execução do serviço subsequente. Mas por ser tratar de um item para a certificação muitos gestores fazem vista grossa. As consequências são visíveis quando ocorrem acidentes, como o desabamento de uma laje. Neste caso é comum recorrer as FVSs para averiguar se durante a execução todas as etapas (fôrma, armação e concretagem) tiveram suas não conformidades tratadas. Além do acidente poder ser ocasionado por erro de dimensionamento de projeto, outra possibilidade é a falha na verificação dos serviços de acordo com os procedimentos. Se essas informações são duvidosas, a empresa arca com custos altíssimos para detectar as falhas.

Uma das formas de evitar que isso aconteça, seria diminuir a demanda desses verificadores ou até mesmo contratar funcionário especificamente e exclusivamente para essa função.

### 4.2. Veracidade dos registros

Para evitar que acidentes sejam ocasionados pela falta de verificação dos serviços, e os indicadores gerados a partir dos registros de verificação, tenham relevância e garantam a eficácia e melhoria contínua, é preciso investir em treinamento e conscientização quanto as informações das conformidades e não conformidades detectadas e registradas nas Ficha de Verificação de Serviços (FVS), pois só assim a empresa terá dados reais para maior controle de execução, redução de desperdícios e acompanhamento do progresso da obra, além de promover aumento da agilidade e produtividade no canteiro de obras.

Uma forma de garantir autenticidade das verificações registradas em FVS, é através da inspeção desses registros, realizada através de auditorias inter-

nas, onde o responsável faz análise da qualidade das conformidades e não conformidades registradas, garantindo sua procedência de acordo com a realidade da execução in loco. Essas auditorias tornam possível manter o alto nível dos serviços executados desde a fase da estrutura até o acabamento, um impacto positivo na qualidade dos registros de verificação dos serviços e consequentemente dos indicadores gerados a partir deles.

Com inspeções dos registros periodicamente, as chances de “indicadores falsos” diminuem e seu acompanhamento permitirá a empresa identificar e atuar de forma prévia, eficaz e pontual, promovendo aumento da agilidade e produtividade no canteiro de obras.

Em resumo, quanto maior a qualidade, maior o lucro para a construtora ou empresa responsável pelo projeto.

## 5. CONCLUSÃO

Como apresentado neste artigo, a verificação dos serviços é um dos itens de certificação do PBQP-H, que hoje é de suma importância para as empresas que buscam investidores. Pois a empresa certificada por esse programa, passa credibilidade e confiança aos financiadores e cliente final.

Um procedimento de serviço bem elaborado, permite a elaboração de uma ficha de verificação detalhada, com critérios de tolerância delimitando o possível erro.

A verificação dos serviços quando controlada e feita de forma disciplinar, ou seja, que possua registro do início, durante e após a execução, deixa de ser apenas um registro e passa a ser tornar um banco de dados para a empresa. Com esses dados é possível fazer uma análise crítica dos serviços, fornecedores e estabelece critérios para medição e avaliação de desempenho.

O mercado da construção civil, não tem hábito de realizar medições com informações extraídas do Sistema de Gestão da Qualidade, como a compilação de dados a partir das fichas de verificação dos serviços. É um setor carente de informações quanto desempenho atual de suas empresas e fornecedores de serviços.

Com a medição periódica dos indicadores estabelecidos, é possível

fornecer aos gerentes as informações necessárias no processo de tomada de ações e decisões.

Esse trabalho, além de falar da importância do registro das verificações dos serviços, tem por finalidade colaborar para um melhor entendimento de como essas fichas podem fornecer dados para medição de indicadores da qualidade na construção civil, procurando exemplificar algumas possibilidades de indicadores, que podem auxiliar empresas no processo de melhoria contínua do Sistema de Gestão da Qualidade, impactando consequentemente no prazo, custo e principalmente a qualidade e produtividades dos serviços da empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, D. PBQP-h: afinal, o que mudou no programa para construtoras e incorporadoras? Empresa Dino. Site Exame. 13. Jul. 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/pbqp-h-afinal-o-que-mudou-no-programa-para-construtoras-e-incorporadoras-shtml/>. Acesso em: 18 de março 2019.

AMARY, F. Por que o Brasil precisa da construção civil para voltar a crescer. CCR Em Movimento. Site G1. 20 out. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/por-que-o-brasil-precisa-da-construcao-civil-para-voltar-a-crescer.ghtml>. Acesso em: 15 de março 2019.

DOMANSKI. Indicadores de desempenho e sua importância para a gestão. Dafra. Site Administradores. 21. Set. 2014. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/indicadores-de-desempenho-e-sua-importancia-para-a-gestao/81210/>. Acesso em: 07 de abril de 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. 2019. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php). 2018. Acesso em: 18 de março 2019.

PBQP-H. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat. 2018. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/download>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

SEBRAE. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (Pbqp-H). 2017. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/programa-brasileiro-da-qualidade-e-produtividade-do-habitat-pbqp-h,8d8ebc15a4adb510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 06 de abril de 2019.

VARTANIAN, P. Financiamento imobiliário viabiliza novos empreendimentos. Abril Branded Content. Site Exame. 25 out. 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/financiamento-imobiliario-viabiliza-novos-empresendimentos/>. Acesso em: 17 de março 2019.

# CAPÍTULO VI

## METODOLOGIA DE FACHADA VENTILADA EM EDIFICAÇÕES: CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS EXECUTIVOS E APLICAÇÕES

*Cintia Cabral de Andrade  
Flávia da Silva  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

A dificuldade do subsistema fachada está associada às limitações na administração do conjunto dos processos que contemplam sua montagem na obra. Nesse cenário, o propósito deste artigo é estudar sugestões englobando os ciclos do desenvolvimento das etapas do designio de fachadas ventiladas para edifícios comerciais de numerosos pavimentos ou edificações que, independentemente da tipologia diferenciada, patrocinem sistemas de fachadas análogas aos tipos de edificações. De maneira que, o desenrolar deste trabalho foi separado em pesquisar as diferenças, benefícios e custos entre fachadas ventiladas e revestimentos convencionais utilizados em instalações prediais, análise sobre as etapas do desenvolvimento das fachadas (diretrizes para a concepção, critérios de desempenho, identificação dos agentes da cadeia produtiva), análise do parâmetro agrado com os resultados desses estudos e elaboração das recomendações. Nos estudos foram reverenciados tanto exterioridades de gestão quanto de tecnologia, e acrescentado cooperação de profissionais no desenrolar de projetos quanto benefícios na manutenção. As orientações conceituam no enriquecimento do desdobramento da elaboração das fachadas.

Os edifícios comerciais representam grande parte do número de construções nas grandes metrópoles. Segundo Liu (2010):

No Brasil, os edifícios de escritórios vistos como produto imobiliário constituem um segmento importante no mercado, principalmente nas grandes metrópoles, devido à expansão do setor terciário (de serviços) [...].

A insolação térmica das zonas opacas das fachadas tem uma relevância considerável no isolamento do envoltório, de forma a proporção compatível da área evidenciada. Eventualmente obtido por intermédio da utilização de sistemas de isolamento térmico empregado pelo exterior ou pelo interior das paredes de frente, através de isolante utilizado no interior da caixa de ar entre panos de paredes paralelas (PAIVA, 2000).

Em intermédio a utilização diretamente nas paredes de blocos com particularidades térmicas ou geométricas superiores. No entanto, algumas dessas soluções possibilitam que com densidade adequada de isolante, sejam alcançados índices convenientes de isolamento, são os sistemas de isolamento térmico pelo exterior que apresentam maior eficácia e mais vantagens adicionais (VEIGA, 2006).

Como resultado, essas metodologias reparam as ligações térmicas, diminuindo transtornos nas condensações no interior, aumenta o comportamento térmico no verão, visto que possibilita que toda a grossura da parede ajuda para a inércia térmica; e guarda a disposição e a alvenaria dos picos térmicos, colaborando assim para a ampliação da longevidade desses componentes (VEIGA, 2006).

Exibem alguns benefícios práticos, já que não diminuem o âmbito interior e, no caso da reutilização, ocasionam um menor transtorno para os usuários. Porém o inconveniente é por constituir uma considerável mudança na exterioridade física das fachadas, notadamente nos casos de restauração de edifícios ou de edifícios com características menos usuais, assinalar que,

independentemente os revestimentos de paredes de isolamento térmico pelo exterior sejam excelente alternativa para reabilitação térmica de edifícios contrariamente inadequados para edifícios antigos, de construção antecedente a utilização da tempera de concreto armado (Cerca de 1945), por motivos de discordâncias funcionais associadas com a inconvenientes de evaporação da umidade frequentemente aglomerada nas paredes porosas e espessas típicas desses edifícios (VEIGA, 2006).

A longevidade na construção é uma questão progressivamente mais importante na área, visto que está diretamente ligada à qualidade de construção e de vida do consumidor. O discernimento da vida útil dos materiais e elementos de construção possibilita, por intermédio de um aperfeiçoamento na antecipação das alternativas escolhidas, alcançar uma eficiente alternativa na serventia e manutenção dos mesmos. Essas informações são equivalentemente proveitosas, para mensurar o comportamento dos componentes na atribuição referente a custo, permitindo um aperfeiçoamento da solução selecionada (MATOS, 2007).

A seleção corretada matéria prima, levando em conta a sua comunicação com o meio, o seu desempenho e os instrumentos de decomposição é uma ascendente relevância dos diferentes integrantes no conluio da construção (projetistas, arquitetos, engenheiros, entre outros) moderadamente à longevidade equivalente. No entanto, são existe mais cuidados quanto à sua sustentabilidade - econômica e ambiental. A fachada é um composto de suma importância para o enriquecimento de uma edificação já que contempla parte da proteção do edifício, dessa maneira, é incumbido pela manutenção dos requisitos ambientais internas como é o caso do conforto térmico, acústico, assistência dos níveis de segurança ambiental e estrutural, também da privacidade dos usuários (FREITAS, 2002).

A categoria do procedimento construtivo proposto para a totalidade da fachada tem uma função inapelável na funcionalidade final do envoltório, não apenas pela sua aparência, conjuntamente porque é continuamente um componente construtivo potente na ocorrência de patologias. Situação de tensões energéticas sucedidas na Europa e nos Estados Unidos e o constante

110 upgrade das solicitações de balsamo térmico contribuem à caracterização de renovações construtivas e de normas progressivamente enérgicas (SOUZA, 2010).

Perduram disponíveis no comercio imensuráveis mercadorias e sistemas para o serviço de fachadas ventiladas. No entanto, á ausência de assistência dada por profissional técnico e qualificado, como também a necessidade de regime e norma específica, concebe a regulamentação do sistema ideal para um desembaraço em determinado enredo não seja a favorável, assim como decorrência a circunstâncias de inúmeras situações indesejáveis. De maneira que, condições como a abonação de funcionamento, maleabilidade, predisposição de aplicação e restauração, longevidade e economia de manutenção consistem na preponderante apreensão considerada na distinção de uma categoria fachada ventilada. Além disso, o indicativo de qualificação da execução muitas vezes não é levado em consideração quando se trata de instalar um trabalho de tão grande relevância para o funcionamento e durabilidade do edifício (RIBEIRO, 2010).

O desdobramento de alternativas crescentemente mais leves aumenta os lucros afiliado à montagem e não requer suportes tão robustos. Este aspecto colabora para a expansão do campo de aplicação das fachadas ventiladas para a renovação de edificações. Sendo assim cria um invólucro à parte e emancipado da edificação, transformando o sistema muito atrativo para a reabilitação. Pelo propósito de resguardar o edifício das intempéries, como as variações térmicas que provocam patologias, e a melhoria significativa na vedação do acesso direto de água, a instalação mecânica por intermédio de um esqueleto secundário minimiza de forma significativa as cargas descarregadas no suporte (SOUSA, 2010).

A metodologia aplicada para o desenvolvimento desta pesquisa será baseada em revisão bibliográfica, estendeu-se à existência de decorrentes agentes compreendidos no comando do desenrolar do projeto. Essa opção possibilita a observação das etapas no desenrolar dos processos e metodologia da atividade de fachada de forma que, o campo de interação técnicas e comerciais entre agentes são montadas, abrangendo o final do desenvolvimento

dos projetos executivos e o início dos projetos de fabricação e montagem.

O objetivo desse estudo é apresentar e sugerir para os profissionais da área, consultorias, coordenadores e construtores, as melhorias e benefícios na condução das etapas do processo e na incumbência da projeção da execução e no escopo do projeto e consultorias em benefícios na construção e na escolha do mesmo para uma edificação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Classificação das Fachadas

Segundo Oliveira (2009), fachadas estão classificadas de maneira que se alude à sua densidade superficial como vedação vertical, podendo ser:

- Leve: vedação vertical não estrutural, constituída de elementos de densidade superficial baixa, cujo limite aproximado é  $100\text{kgf/m}^2$ .
- Pesada: vedação vertical que pode ser estrutural ou não, constituída de elementos de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente  $100\text{kgf/m}^2$ .

### 2.2 Conforto Térmico

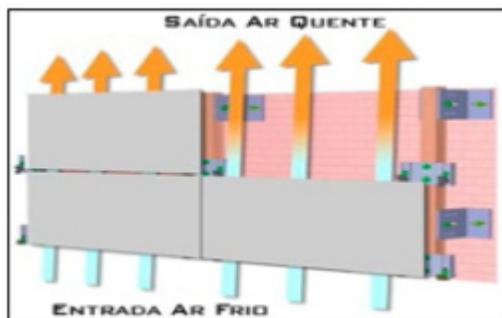
Segundo Perrota (2011):

O Revestimento tradicional, com a ocorrência da exposição ao sol, sobre o revestimento exterior convencional, transcorre uma mudança de temperatura por condução, a condutividade térmica da matéria prima permite que esse calor seja transferido da face externa para interna, uma vez que os elementos estão em contato um com o outro [...].

Fachadas Ventiladas, diferente da forma de trabalho convencional (Figura 1), existe um compartimento de “respiração” que por consequência fica conjugado ao parametro exterior e a esqueleto da edificação. Na câmara acontece a ventilação chamada de “chaminé”, acontece a troca do ar quen-

te, transportado pela parte de cima, pela temperatura fria, que entra por baixo na fachada. Isso faz uma ventilação vertical, trazendo conforto não havendo uma ligação de temperaturas entre o recobrimento e a estrutura (PERROTA, 2011).

Figura 1: Entendimento da função.



Fonte: GASPARETO (2016)

Esse invoculo entre a fachada e a edificação, se faz uma bolsa de ar, que realiza uma permanente ventilação vertical interno e diminuindo a temperatura. Ocorrendo assim uma chaminé, em que o ar quente sobe, trazendo para a parte interna da cavidade o ar com a temperatura menor, por conta da desproporção da pressão. Essa alteração permanente do ar entre a fachada e a edificação não deixa que aqueça. Esse efeito diminui até três graus Celsius a temperatura do ambiente em comparação ao exterior (SIMÕES,2016).

### 2.3 Conforto Acústico

**D**e acordo com Simões (2011), a dinâmica acústico do edifício decorre, fundamentalmente, de dois acontecimentos, a absorvimento sonoro e a transferência sonora. Por fim o som chegar a um pano, como o da parede, porção do som é ponderado, uma quantia é confinada pela edificação e a outra porcentagem é disseminado para a parte da edificação:

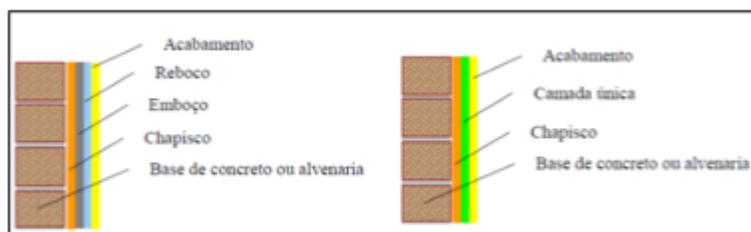
- Da forma padronizada: Chamadas de “lei das massas” relata no tocante a maior espessura da parede logo então, melhor o retraimento acústico, portanto para conseguir um isolamento, é preciso um dimensionar bem a alvenaria, implicando no valor em argamassa até mesmo na maneira em que os tijolos são colocados na construção.
- Fachada Ventilada: Pelo revestimento estar longe da vedação e do esqueleto da edificação a utilização de materiais de isolamento entre eles, resulta em um melhor isolamento acústico.

O isolamento acústico descendente da extensão de fora da edificação corresponde de modo exclusivo da construção da fachada. Tendo como objetivo contemplar encargos, especificado pela lei. As fachadas precisam de isolante conveniente. Portanto o projeto, inevitavelmente precisa ser executado (GASPARETO, 2016).

## 2.3 Execução

No trabalho Convencional o procedimento do trabalho se faz realizando No chapisco e emboço, costume que vem antes do lançamento do encapamento (Figura 2) (SALGADO, 2013).

Figura 2: Conceitos das etapas de aplicação do revestimento



Fonte: DIOGO (2007)

Fachada Ventilada (Figura 3), já executado o sistema de recobrir a ‘seco’, fixando na estrutura depois da atividade de impermeabilização das partes externas, exonerando a necessidade do revestimento com argamassa (CUNHA, 2006).

Figura 3: Volumes Arquitetura



Fonte: SIQUEIRA (2003)

## 2.4 Diferenças na execução

Segundo Groff (2011), o revestimento está dependente das demandas originadas pela atividade estrutural, do cerâmico, inclusive ao estreitamento do emboço. A indicação aspirando diminuir tal indicação esta em colocar o revestimento mais tarde possível, visto que às pressões destinam-se a suavizar o início da deformação do concreto.

No Revestimento Convencional, considera-se:

- Almento do efetivo, já que é necessário a execução e o transporte da massa onde será utilizada;
- Cronograma maior para o trabalho de cobertura com argamassa e depois colocação do revestimento;
- Gasto superior com material para ter volumes arquitetônicos; Prejuízo por volta de 10% do material;
- Impedimento nos trabalhos quando chove, porque a alvenaria precisa está seca para a execução do revestimento, dessa forma postergando o processo,

Revestimento tem a utilidade de embelezar a edificação, de forma a determinar o estilo da estrutura (SIQUEIRA, 2003).

No Revestimento Fachadas ventiladas, considera-se:

- Equipe menos numerosa para execução do projeto;
- Cronograma inferior de execução;
- Prejuízo de apenas 2% de material;
- Antecipação do trabalho em dias com precipitação, já que podendo dis-

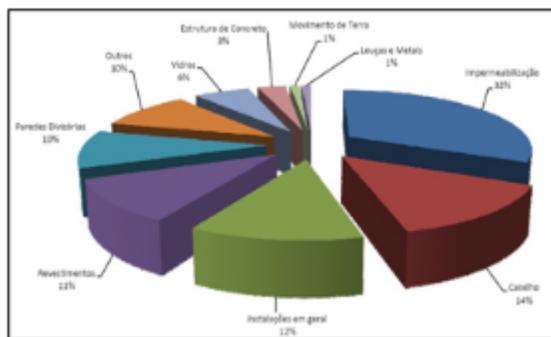
tribuir os materiais para os andares a serem utilizados, lembrando não utiliza argamassa;

- Agilidade em fazer volumes na arquitetura, visto a facilidade regular a estrutura metálica;
- Recobrimento pode valorizar a aparência da edificação, auxiliando na determinação dos padrões arquitetônicos.

## 2.5 Problemas e condições de manutenção

A comprovação que defende a exaltação ao projeto de fachada são as patologias. Patologias essas que representam 14% do total de problemas construtivos em empreendimentos estruturais como observado na figura 4, fato relevante a indigência no aprofundamento do tema no discernimento da atividade sendo considerados no desdobramento dos projetos (VEDOVELLO, 2012).

Figura 4: Divisões das principais patologias das edificações.



Fonte: VEDOVELLO (2012)

No processo Convencional: A vedação cerâmica apresenta muitos problemas patológicos pela utilização da argamassa. Exemplos:

- Soltar o revestimento pela baixa fixação;
- Desprender por requerimento mecânico;
- Formação de manchas pela umidade nas placas, e muitos mais. Também prejudica a aparência da fachada, o descolamento coloca em risco à civis que transitam nas perto dos edifícios;

As intempéries são uns dos grandes agravantes dos problemas nas edificações exteriores, ocorrendo simultaneamente os malefícios que aumentando pela ação capilar. Fachada Ventilada promove uma dissociação, estabelecendo um “impedimento” contra o efeito dos intempéries, imparcialmente pela alvenaria (GROFF, 2011).

Sistema de Fachadas trata se de uma tecnologia a “seco”, patologias por estreitamento ou irrigação, são desprezíveis. Sua disposição de montagem viabiliza por ter infrequencia de peças quebradas, de modo igual seja removida descomplicadamente, particularmente, e substituída sem balbúrdia (SIQUEIRA, 2003).

## 2.6 Custo

Trabalho Convencional, de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da área Civil – SINAPI (2016), estimasse um valor  $m^2$ , conforme tabela 1:

Tabela 1: Valores de serviço

Composição	Valor (R\$/m <sup>2</sup> )
Chapisco aplicado em alvenaria e estruturas	R\$ 4,97
Emboço ou massa única em argamassa traço, espessura de 35 mm	R\$ 30,72
Revestimento cerâmico, pastilhas 5x5 cm	R\$ 139,89
Limpeza e lavagem de pastilhas	R\$ 8,33
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 183,91</b>

Fonte: Adaptada de GASPARETO (2016)

Fachada Ventilada, pela análise de dados, e orçamentos de empresas entendedoras no sistema, avalia se por  $m^2$  de revestimento. Demonstrado na tabela 2 demonstra a correspondência dos dados:

Tabela 2: Preço por m<sup>2</sup> (orçamento para porcelanato)

Descrição	Valor (R\$/m <sup>2</sup> )
Projeto de paginação	R\$ 92,00
Mão de obra Instalação	R\$ 72,00
Materiais para Sistema de fixação	R\$ 187,60
Porcelanato (60x120cm médio)	R\$ 239,55
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 591,15</b>

Fonte: Adaptada de SIQUEIRA (2003)

Bom salientar que subsistem alguns elementos que contribuem diretamente no custo do trabalho tal como:

- Formas instalação das peças aos perfis metálicos;
- Formato e tamanhos de porcelanato proposto;
- Dificuldade no design da fachada.

Com todas as vantagens, a construção da fachada ventilada demonstra dificuldades em pauta à comercialização nacional.

De acordo com Campos (2011), a ausência de normas técnicas, efetivo desqualificado, ausência de conhecimento da facilidade que a tecnologia dispõem, e o aumento do valor em comparação a metodologia tradicional, consoma que o crescimento dessa atividade estava sofrendo prejuízo.

## 2.7 Colocação

O enquadramento e o ânimo equidistante são de fato os elementos do sistema precisam ser aprofundados com superior rigidez e polidez. A delimitação das fixações junto a estrutura intermediária necessita de ser administrado com as dimensões da armadura do suporte de maneira a asseverar que de nenhuma maneira que carregamentos não calculados, inclusive dispensáveis, encontrem-se depositados em cima do revestimento fixado (MENDES, 2009).

A determinação na utilização de andaimes é de extrema importância na amplificação no aumento e otimização da produção no desempenho dos

serviços. Sendo imprescindível a aplicação de andaimes fachadeiro, precisando o mesmo ser construído imediatamente ao começo da estrutura e por todo o percurso da estrutura em altura. Tal procedimento minimiza os perigos de tombo em altura, avoluma a produtividade não exclusivamente da estruturação, tal como o trabalho externo, compreendendo a composição da fachada (MATOS, 2007).

Aponta-se que, provavelmente, a construção da fachada não inicie apenas quando a parte estrutural do empreendimento seja finalizado. Tal processo consente a inquirição da prumada do edifício, permitindo às reparações sempre que essencial, certificando dessa forma, em que a vedação seja disposto de um aspecto aceitável (SOUSA, 2010).

Na hipótese em principiar a produção da fachada previamente a conclusão da estrutura do edifício, assim a mesma irá afligir se com avarias propensões de compostos pertinente a construção estrutural entre outros materiais e também as alterações e modificações estruturais que influenciam nos esforços no caráter de apoio auxiliar da fachada e a distorção e deformação do material (CUNHA, 2006).

## 2.8 Fixações

**D**e fato, a maioria das peças das fixações não estão alcançáveis. Na estrutura interna elas fica inacessíveis sendo quase improvável o acesso sem a retirada das placas, dessa maneira o projeto deve compreender matéria prima que não demandem conservação constante assim sendo necessário materiais de extrema resistência (FREITAS, 2002).

Dessa forma, a importância de está assegurado a qualidade da operação desde a compra dos materiais, mas principalmente à sua instalação garantindo um funcionamento por longos períodos. Essas fixações geralmente não são executadas inspeções entremete a longevidade do edifício, no entanto se houver necessidade, utiliza se um cabo de fibra óptica para a visualização do estado da estrutura (OLIVEIRA, 2009).

As fixações internas não estão seladas e isoladas. Os intemperes

e os ácidos conseguem adentrar as câmara-de-ar e desgastar fixações. Alguns materiais de painéis exteriores são limpos com líquidos que contêm ácidos na composição e ainda que dos revestimentos ofereçam proteção parcial, a água e os elementos de limpeza conseguem entrar na câmara (CUNHA, 2006).

Tais compostos de ácidos fortes não podem ter contato com seja qual for o metal, até mesmo o ácido inoxidável. Caso ocorra, por obrigatoriedade é preciso fazer tudo possível para desagregar os ácidos, aplicando água amplamente e posteriormente faz necessário solicitar uma autoridade especializada para investigar se houve algum dano (TRESPA, 2005).

## 2.9 Durabilidade

A duração de um invólucro coincide ao intervalo de tempo no decurso ao qual adiciona se delas a competência e diligência, em circunstâncias corriqueiras de utilização e de manutenção. A durabilidade das fixações faz necessária que seja análoga à que dispõem os suportes, visto que não estão alcançáveis para reparos frequentes (ALVES, 2009).

Para revestimentos incontinentes de fachadas externas, a constância normalmente determinada sendo no mínimo, 50 anos. Dessa forma se faz necessário para que as performances estejam incorporadas a tal período de durabilidade pressentido, é indispensável que os revestimentos (CUNHA, 2006).

- Reajam de forma satisfatória aos intermédios que sobre eles empreendem em conjuntura a funcionalidade projetada;
- Passem por permanentes processos de manutenção;
- Enfrentem aos procedimentos decorrentes a movimentação de conservação.

Os revestimentos precisam ter resistência para a recuperação. Devem apresentar o potencial de forma a ser reutilizado após a remoção do sistema, por qualquer motivo que seja, mas principalmente para fins de manutenção (LISBOA, 1990).

O aproveitamento em parâmetro a um elemento esta sinalizada de acordo com a conjectura proveniente a um definido ponto de cuidado preventivo. A quantidade de manutenção se leva em consideração a um agrupamento de circunstâncias indicadas aos artefactos da construção, de forma a reconhecer que os mesmos exerçam a sua funcionalidade ao longo do intervalo de vida proposto. Faz entender se por atividades de manutenção, os trabalhos de limpeza, compreendendo lavagens, restaurações e recolocação de produtos determinados da construção (MENDES, 2009).

Os objetos de construção, sujeitos a condições resultantes do aproveitamento natural, precisam apontar, no entorno da universalidade do período de vida útil, uma característica condizente ao inaugural, independentemente que para isso precise de intrometimento de conservação, de recuperação e/ou de remodelação restrito, em bom senso com o determinado pelo fabricante. A intermitência das manutenções acha-se repetidamente ligada com a violência do meio em que a matéria da edificação ira ser introduzido, do mesmo modo a veemência das suplicações a que eles estão submetidos (MATOS, 2007).

### 3.1 Características dos Perfis

Prossegue o detalhamento dos inúmeros meios de fachada para os inúmeros gêneros de materiais dispostos no mercado e suas aplicações (MENDES, 2009).

#### 3.1.1 Metal

A individualidade de maior expressão do metal como matéria-prima do revestimento esta liga a sua ductilidade diante a sua moldagem. Tal capacidade concede originar inúmeras conformações por painéis lisos, estampados, perfurados, perfilados ou de superficies curvas (SOUSA, 2010).

### 3.1.2 Cerâmico

Tal revestimento de fachada pronuncia-se favorável em tal grau ao ponto de vista técnico e económico como harmonioso esteticamente, favorecido em relação às fachadas azulejadas. Com o aparecimento das fachadas com fixadas mecanicamente, a feitura dos cerâmicos em fachadas foi um desenvolvimento orgânico. Pode ser produzido por meio de: a extrusão e a prensagem a seco (MENDES, 2009).

### 3.1.3 Fenólico

Os componentes fenólicos são elementos naturais que ao qual é possível substanciar em resina plástica de extrema resistência, conseguindo da mesma forma ser manuseada como adesivo interno com intenção de interligar as fibras no desenvolvimento de remodelagem de amontoados de madeira, imprimindo características de maior veemência química e mecânica (MENDONÇA, 2005).

### 3.1.4 Madeira

A indicação de madeira nas fachadas decompõem-se em dois ajuntamentos: madeira maciça e derivados de madeira.

As madeiras maciças destinadas à fachada são denominadas de madeiras modificadas, já que são projetadas de maneira a atingir as características que concedem suportar aos componentes externos, permanecendo pacífica independentemente das intempéries diversos, carecendo de monumental conservação. A diligência de comutação remete a madeira a extremas temperaturas minimizando a quantidade de humidade tornando-a mais íntegra. Os derivados de madeira utilizáveis em fachada são os contraplacados, painéis aglomerados, OSB, MDF, placas de muito densas e painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento (ALVES, 2009).

Fachada ventilada completamente em vidro se assemelha em sua aparência visual exteriormente acortinado, a discrepância habita na forma de se construir. Tal composto se deve levar em consideração a higienização do vidro do lado interior, permitindo a convergência por via das fendas ou pela construção de uma galeria técnica no recinto da caixa-de-ar. As fachadas em vidro ajudam na modernização de edificações na qual haja a necessidade de executar a manutenção da fachada existente. As categorias de vidros utilizados em fachadas são os tipos vidros impressos, refletivos, temperados, laminados e aramados. A serventia de tais vidros duplos não concebe funcionalidade por não apresentam proveitos térmicos e acústicos (SOUSA, 2010).

### **3.1.6 Plástico**

Plástico se trata de um componente ainda mais versátil que o vidro, fornecendo superior utilidades de contornos. Entretanto a finalidade visual não se compara com a beleza estética. Dessa forma, habitualmente são pouco utilizadas em fachadas ventiladas, principalmente em edificações residenciais (HERZOG, 2007).

### **3.1.7 Naturocimento**

Naturocimento veio de forma a replicar às apreensões ecológicas mundiais, fundamentada em uma tecnologia de avançada e acessível de políticas evolutivas sustentáveis, já que precisa de uma pequena despesa de recursos naturais. Comtempla se de cimento Portland, fibras reforçadas em PVA (álcool polivinílico), fibras de celulose, sílica amorfa, aditivos e água. O naturocimento consiste na tentativa da substituição do fibrocimento costumeiro, portanto esse inovador material livre de amianto ao qual despejava poeiras malignas à saúde (SOUSA, 2010).

### 3.1.8 Betões

Diferentemente da pedra natural, o betão é uma pedra artificial que é capaz de ser fabricada por meio de inúmeras modelagens. Tais formas permitem ser planeados de maneira que concede uma mistura de elementos e desforma descomplicados, sendo assim ser criados de maneiras a certificar por fim diversas finalizações lisas. As medidas estendem se desde pequenas medidas como ladrilhos inclusive painéis de superiores proporções. As facetas geralmente são planas, contendo uma aparência mais contemporâneo dos painéis de betão, as inúmeras tonalidades e texturas dispostas no comércio (ALVES, 2009).

### 3.1.9 Pedras naturais

A maneira de fixação mecânica de coberturas em pedra natural manifesta se como opção diferenciada para a fixação. Tal recurso apela para equipamentos, usualmente metálicos, para o acréscimo em fissuras ou perfurações que são executadas nas placas. Sistemas de estabilização originam uma caixa-de-ar alterando a parede externa, sempre acertadamente calculada (CAMPOSINHOS, 2009).

## 4 CONCLUSÃO

Fachadas Ventiladas é uma tecnologia que ganhou proporção na área da construção, inúmeras empresas multinacionais iniciam pesquisas na pluralidade de matéria-prima possíveis a serem utilizados no mercado atualmente. Podendo também considerar a facilidade na modernização de empreendimentos existentes e nas inúmeras possibilidades visuais e arquitetônicas utilizáveis considerando as características estéticas que existentes no mercado atualmente

Tendo em vista a relevância ao qual as fachadas ventiladas atribuem nos dias de hoje, contribuindo nas alternativas para as inúmeras deficiências

construtivas das edificações, em especial as questões térmicas, de absorções das humidades e modernização. Este artigo aponta a construção e técnicas na elaboração das fachadas ventiladas, tentando demonstrar e admitir inúmeros componentes de materiais, fixações e maneiras de contribuir com a durabilidade, para ser utilizada como opções em recobrimento.

Atribuindo a todas as condições relevantes, a começar da construção do projeto, tanto de construção quanto a modernização. Empenhando se em designar os conceitos essenciais e determinações das fachadas ventiladas, abordando as principais características e propriedades dos componentes. Demonstrando os benefícios pertinentes da engenharia em relação aos revestimentos habituais, de forma a dar importância ao serviço qualificado e especializada. Por fim, Fachadas Ventiladas se tornou uma alternativa que esta em uma frenética popularização pelos inúmeros estudos sobre o resfriamento térmico e visual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. R. S. Análise Exigencial de Revestimentos exteriores de Edifícios Através de Placas de Madeira e Cimento. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.

CAMPOS, K. F. Desenvolvimentos de Sistemas de Fixação de Fachada Ventilada com Porcelanato de Fina Espessura. Dissertação do Curso de Pós em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

CAMPOSINHOS, R. S. Revestimentos em Pedra Natural com Fixação Mecânica. Edições sílabo, Lisboa, 2009.

CUNHA, M. M. F. Desenvolvimento do Sistema Construtivo de Fachadas Ventiladas. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2006.

DIOGO, G. M. Q. Análise e proposta de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Setor de Engenharia de Construção Civil e Urbana. Universidade de São Paulo. p. 01. São Paulo, 2007.

FEITAS, V. P. Isolamento térmico de fachadas pelo exterior. Sistema HOT-SKI8. Relatório HT 191A/02, MAXIT – Tecnologias de Construção e Renovação, Lda. Porto - 2002.

GASPARETO, P. H. T. Comparativo de Revestimento Externo, entre Método Tradicional e Fachada Ventilada. Vol.28,n.2,pp.24-30. Dissertação (Graduação). Engenharia Civil da Uningá, Paraná, 2016.

GROFF, C. Revestimento em Fachadas: Análise das Manifestações Patológicas nos Empreendimentos de Construtora em Porto Alegre. Trabalho de diplomação ao Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pág. 27, Porto Alegre, 2011.

HERZOG, T. Construire des façades. DETAIL. Lausanne, Suíça, 2007.

LISBOA, L. N. E. C. Exigências Funcionais de Revestimento de Paredes. Item 25. Porto, 1990.

LIU, A. W. Diretrizes para Projetos de Edifícios de Escritórios. 2010. 232p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MATOS, M. Durabilidade como Critério de Projeto: O Método Fatorial no contexto Português. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2007.

MEDES, F. M. V. P. Durabilidade das fachadas ventiladas. 2009. 17p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

MENDONÇA, P. Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados. Dissertação de Doutorado, Universidade do Minho, 2005.

OLIVEIRA, L. A. Metodologia para desenvolvimento de projetos de fachadas leves. 2009. 227p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PAIVA, J. Medidas de Reabilitação energética em edifícios. Comunicação apresentada ao Workshop “Reabilitação energética de edifícios em zonas urbanas: O caso da habitação social”. Lisboa, março de 2000.

PERROTA, N. A. Conforto Térmico em Edificações. Dissertação de mestrado de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

RIBEIRO, M. M. L. B. Durabilidade Na Construção. Estimativa Da Vida Útil DE Fachadas Ventiladas. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

SALGADO, B. B. Comparativo Entre Sistemas De Revestimento de Fachada Monocapa E Convencional: Estudo Exploratório. Dissertação de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia de Produção Civil, do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC- da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, 2013.

SIMÕES, F. M. Acústica Arquitetônica. PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética em Edificações. Rio de Janeiro, 2011.

SIMÕES, J. Benefícios De Um Apartamento Com Fachada Aerada. Ceará, 2016. Disponível em: <http://www.jsimoes.com.br/blog/5-beneficios-de-um-apartamento-com-fachada-aerada>. Visto em: 09 de dezembro de 2019.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Decreto Nº 7.983, Brasília, 2016.

SIQUEIRA, J. A. A. Tecnologias de Fachada-Cortina com Placas de Grês Porcelanato. Dissertação da Universidade de São Paulo para Título Mestre em Engenharia. São Paulo, 2003.

SOUSA, F. M. F. Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

SOUZA, L. F. T. T. Durabilidade Da Construção. Estimativa Da Vida Útil – ETICS. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010. TRESPA- Sistema de revestimento de fachadas ventiladas com placas-TRESPA METEON FR. Documento de Indoneidade Técnica, 2005.

VEDOVELLO, A. S. Análise Gestão de Projetos de Fachadas. 32 f. Dissertação

tação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia de São Paulo, São Paulo, 2012.

VEIGA, M. Intervenções em revestimentos antigos: conservar, substituir ou... destruir. Revista Materiais de Construção. Ano XXIII, nº126, pp. 45 a 50, Julho/Agosto de 2006.



# CAPÍTULO VII

## SAÍDAS DE EMERGÊNCIAS EM EDIFICAÇÕES: MEDIDAS DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO

*Lohana Videres Cury  
Lorrany Rodrigues do Prado  
Guilherme Pires Vieira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

Realizar projetos arquitetônicos não se delimita apenas em criar ambientes com conforto, realizado apenas nas necessidades e exigências dos seus ocupantes, é necessário, antes de tudo, ter ciência das normas e legislações baseado na segurança da edificação, para isso, é fundamental pensar, desde início, como o projeto vai atender a segurança para salvar vidas em caso de sinistros. Baseado na NT 2-08, norma que entrará em vigor no Rio de Janeiro em dezembro deste ano, serão abordados quais são as exigências que buscam reduzir os efeitos nocivos dos sinistros e preservar a integridade física das pessoas que buscam a saída da edificação. Tendo em vista que a maior dificuldade dos profissionais em entender a norma em relação a prevenção contra incêndio é porque em sua grande maioria não são claras, foi realizado uma pesquisa bibliográfica do assunto, abordando os pontos onde há mais necessidade de se adquirir esclarecimento. A pesquisa tem como objetivo analisar as exigências, apresentando os tipos de saídas de emergências e como classifica-las de acordo com a edificação, a fim de que seja reconhecido a sua importância.

O fogo foi a primeira energia natural descoberta pelo homem na pré-história. Num primeiro momento, o fogo não era controlado pelo homem, visto apenas pela ação da natureza, através de raios e vulcões. Com o passar do tempo, o homem aprendeu a produzir fogo e extrair sua energia para o seu proveito, com isso, o fogo se tornou o maior responsável pela sobrevivência do ser humano e pelo desenvolvimento da humanidade (GOMES, 2014).

Diariamente todos estão expostos a perigos relacionados ao incêndio, com isso foram criadas uma série de medidas preventivas, normas, legislações e o mais importante, atualizações constantes das mesmas. No Brasil, antes da década de 70, não havia preocupação em se implementar legislações específicas para a prevenção contra incêndio, infelizmente foi necessário ocorrer muitos desastres para que houvesse mudança em relação a segurança de vidas humanas e patrimônios (GOMES, 2014).

De acordo com uma pesquisa feita pelo Instituto Sprinkler Brasil (2015), foi registrado que o Brasil é o 3º país com o maior número de mortes causado por incêndio. De acordo com uma pesquisa realizada pela Geneva Association, foi confirmado através de informações do Sistema Único de Saúde (SUS), que em 2011 foram registradas 1.051 mortes por incêndio ou por exposição a fumaça enquanto que os Estados Unidos tiveram 3.192 óbitos e o Japão teve 1.750 mortes pelo mesmo motivo, de acordo com a pesquisa World FireStatistics da entidade internacional (INSTITUTO SPRINKLER NO BRASIL, 2015).

O caso ocorrido na Boate Kiss no município de Santa Maria, no estado do Rio Grande Sul (RS) em 27 de janeiro de 2013, deixou 236 mortos e mais de 500 pessoas feridas. O incêndio foi causado pelo uso de efeitos pirotécnicos em local fechado, que resultou no contato das chamas que se alastraram pela espuma sintética que revestia o teto da casa noturna, fazia parte do isolamento acústico, normalmente utilizado em estúdios, altamente inflamável e liberava um gás tóxico, que ajudou na intoxicação que resultou na maioria das mortes (GOMES et al, 2016).

A boate não atendia a norma brasileira ABNT NBR 9077, que diz respeito à regulamentação de saídas de emergência em edifícios, tal como, componentes da saída de emergência (escadas, rampas e descarga), cálculo da população, dimensionamento das saídas de emergência, áreas de refúgio, entre outras condições específicas (ABNT, 2011).

Este caso, assim como muitos outros com grande quantidade de vítimas fizeram com que a legislação fosse revisada, dando a devida importância as saídas de emergências de acordo com o tipo de edificação. A segurança

contra incêndio é um dos requisitos básicos de uma edificação, ainda mais quando diz respeito a evacuação do local de forma segura. É necessário um bom dimensionamento e cumprimento das normas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros, que tem como objetivo a proteção e prevenção do incêndio (GOMES, 2014).

Para elaboração deste artigo, foi necessário perceber que o conhecimento do profissional não deve estar ligado apenas na questão estética e funcional do edifício, mas também as questões de prevenção do empreendimento e a proteção dos seus usuários, antes mesmo de se pensar em fazer um projeto e construir. É responsabilidade do profissional tomar ciência das leis, normas que abrangem a profissão e assim contribuir para sociedade de maneira eficaz (GOMES, 2014).

Neste estudo será apresentado as principais exigências para o dimensionamento das saídas de emergência das edificações. A base de estudo principal é a Nota Técnica 2-08, que trata deste assunto e entrará em vigor em dezembro deste ano, esta mudança ocorreu devido aos diversos incidentes ocorridos no estado, com isso, o novo Código de segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) vem trazendo grandes mudanças se comparado com o Decreto vigente.

A pesquisa tem como objetivo analisar as exigências, apresentando os tipos de saídas de emergências e como classifica-las de acordo com a edificação, a fim de que seja reconhecido a sua importância.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Determinação das Exigências**

As saídas de emergência são constituídas por dois tipos: vertical e horizontal. As saídas verticais são a passagem de um pavimento para o outro, caracterizada por escadas, rampas ou elevadores. As saídas horizontais são a passagem de um determinado espaço para o outro, através de porta corta-fogo, vestíbulo, passagem coberta, passadiço ou balcão. Além destes, é necessário que a rota de saída seja bem sinalizado de acordo com NT 2-05 e providos de iluminação de emergência de acordo com NT 2-06 (NT 2-08, 2019).

Para o início do dimensionamento das rotas de saída de uma edificação é necessário classifica-la de acordo com o tipo de ocupação através da tabela do anexo A da NT 1-04, sabendo isto, no anexo B da NT 2-08 podemos verificar o tipo de escada que será exigido, que será determinado através da quantidade de pavimentos da edificação, como exemplifica os quadros 1 e 2, para Edificações Residências Privativas Multifamiliar do Grupo A-2 (NT

Quadros 1: Anexo A – Classificação das Edificações quanto a ocupação.

Grupo	Ocupação/uso	Divisão	Descrição	Definição e exemplos
A	Residencial	A-1	Residencial privativa unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas)
		A-2	Residencial privativa multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Residencial coletiva	Pensionatos, internatos, orfanatos, asilos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências gerênticas
		A-4	Agrupamento residencial privativa unifamiliar	Conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas unifamiliares dentro de um lote
		A-5	Agrupamento residencial privativa multifamiliar	conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas multifamiliares dentro de um lote

Fonte: NT 1-04 (2019)

Quadros 2: Anexo B – Tipos de Escadas de Emergência por ocupação

Classificação da edificação		Tipos de escadas x N° de pavimentos				
Ocupação	Divisão	2	3	4, 5 e 6	Acima de 6 com H ≤ 30m	H > 30m
Residencial	A-2	NE	NE	NE <sup>1</sup>	PF	PF <sup>2</sup>
	A-3	NE	NE	PF	PF	PF <sup>2</sup>
	A-6	NE	NE	Pf <sup>2</sup>	PF	PF <sup>2</sup>
Serviço de Hospedagem	B-1 B-2	NE	NE	PF	PF	PF <sup>2</sup>
Comercial	C-1	NE	NE	PF	PF	PF <sup>2</sup>
	C-2					
	C-3					
	C-4					
	D-1					

Fonte: NT 2-08 (2019)

As edificações classificadas no grupo A-2 (Residencial Privativa Multifamiliar) com mais de 6 (seis) pavimentos, tem exigência de escada enclausurada a prova de fumaça (PF), devendo obedecer para o dimensionamento a NT 2-08. Em alguns casos, quando for exigido outros dispositivos de instalação, como detecção e alarme de incêndio e controle de fumaça, que fará parte do projeto, determinados de acordo com o tipo de edificação e sua altura, tais detalhes de instalação não serão destacados neste trabalho por requerer um estudo aprofundado de nota técnica específica. (NT 2-08, 2019)

## 2.2. Princípios Básicos para o Projeto

Quanto mais alto a edificação, maior será a demanda da população para evacuação do local, em caso de sinistros, com isso, aumenta o risco da edificação, devendo ser necessário o uso de mais de um meio de escape, seja por elevadores de emergência protegidos contra fumaça e chamas, escadas de emergência, áreas de refúgio, sistema de energia independente, entre outros (ONO, 2007).

É de extrema importância levar em consideração a movimentação da fumaça nos ambientes da edificação, projetando o caminho mais curto e seguro para o exterior da edificação, com isso, é necessário que a rota de fuga esteja bem sinalizado, iluminado e protegido contra fumaça e fogo,

que provoca a falta de visibilidade no local por conta de seus gases, falta de oxigênio, mal-estar, perda de movimentos, fatores que acarretam na instabilidade emocional das pessoas, podendo levar a agressão, fobia e pânico generalizado (ONO, 2007).

As rotas de fuga quando projetadas de forma inapropriada, apresentam falha nos seus sistemas e a falta de manutenção dos equipamentos de incêndio é um fator agravante na maioria das edificações, que mesmo após o cumprimento do projeto e instalação dos dispositivos, não são feitas manutenção dos mesmos, podendo não conseguir utiliza-los no momento do incêndio (hidrantes, extintores, etc.), provocando a perdas de vidas (ONO, 2007).

A solução para este problema é cumprir o tempo de manutenção dos dispositivos fixos e móveis do sistema de incêndio, eficiência no sistema de iluminação de emergência, detecção, alarme, controle de fumaça, portas corta-fogo resistente a penetração da fumaça, rotas de fuga sinalizadas, dutos de entrada e saída de ar em funcionamento, acessos desobstruídos, altura e largura mínimas atendidas, dimensionamento das saídas de emergência de acordo com o cálculo da população, máximo de distância a ser percorrida até as portas de acesso, número de saídas projetados de acordo com a edificação e cumprimento dos modelos construtivos das saídas verticais. Todos esses fatores devem ser levados em consideração na hora de projetar e cumprir as normas estabelecidas pelo Corpo de Bombeiros (NT 2-08, 2019).

### **3. DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS**

#### **3.1 Cálculo da População**

**A**s saídas de emergência são dimensionadas conforme a sua ocupação e em função do número de pessoas que vão ocupar a edificação. Existem dois tipos de população, fixa e flutuante. A população fixa é aquela que permanece regularmente no local, residentes ou funcionários, e população flutuante é aquela que não permanece regularmente na edificação, devendo ser considerado sempre o número máximo simultâneo de pessoas (NT 2-08, 2019).

Para o cálculo deverão ser consideradas todas as áreas cobertas ou não, onde houver, dependendo do tipo de edificação, grande concentração de pessoas. Nas ocupações de Serviço Profissional e Institucional, Escolares, Comercial e Reunião de Público, não deverão ser computadas áreas de sanitários, corredores e elevadores. O cálculo da população de cada pavimento deverá ser de acordo com os coeficientes do Anexo A da norma (NT 2-08, 2019).

A largura das saídas deve ser dimensionada de acordo com o número de pessoas que a utilizarão, observando que quando a edificação houver mais de dois pavimentos, a largura das escadas e rampas deve atender o pavimento que tiver a maior concentração de pessoas considerando o sentido de saída, entendendo que, se tivermos 200 pessoas no terceiro pavimento e 100 pessoas no segundo pavimento e térreo, a escada ou rampa como um todo deverá ter largura que atenda toda edificação, considerando a evacuação de 400 pessoas, podendo ser acumulativo ou não (NT 2-08, 2019).

Conforme o quadro 3 abaixo, será apresentado como exemplo para cálculo, o grupo F, Local de Reunião de Público e divisão F-6 para Boates e Casas de Show. Para o grupo F, será obrigatório serem adotadas duas unidades de passagem no mínimo. Será utilizado como parâmetro, uma edificação de um pavimento, com área total que será destinada a ocupação igual a 500m<sup>2</sup>.

Quadro 3: Anexo A – Dados para o Dimensionamento das Saídas de Emergência

Ocupação	Divisão	População <sup>(A)</sup>	Capacidade da Unidade de passagem		
			Acesso e descargas	Escadas e rampas	Portas
Local de Reunião de Público	F-1, F-9 e F-10	Uma pessoa por 3,00 m <sup>2</sup> de área	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m <sup>2</sup> de área <sup>(B) (C)</sup>			
	F-3, F-6, F-7 e F-11	Duas pessoas por m <sup>2</sup> de área <sup>(D) (E)</sup> (10,5 m <sup>2</sup> )			
	F-4	Uma pessoa por 3,00 m <sup>2</sup> de área <sup>(E) (A) * (F)</sup>			

Fonte: NT 2-08 (2019)

A largura das saídas, dos acessos, escadas, rampas e outros, é dada pela fórmula (NT 2-08, 2019):

$$N = P/C, \text{ onde:}$$

N = Número de unidades de passagem, arredondado para o número inteiro imediatamente superior.

P = População, conforme coeficiente do Anexo A

C = Capacidade de unidade de passagem conforme anexo A

Onde, para achar o P, temos que dividir a área de 500 m<sup>2</sup>, por 0,5 m<sup>2</sup>, conforme o Anexo A, onde é determinado duas pessoas por m<sup>2</sup> de área.

$$\text{Logo, } N = 1000 / 100 = 10 \text{ metros}$$

Com isso, o resultado deste cálculo define a quantidade em metros de passagem de porta que deverá ter na edificação, a quantidade será definida de acordo com o projeto, se atentando para as larguras mínimas adotadas para cada tipo de saída (descarga, portas, escadas etc.), observando que,

esta saída deverá ser prevista para o exterior da edificação (NT 2-08, 2019). Para casos onde a edificação tenha mais de um pavimento, a largura da escada ou rampa deverá ser calculada com o valor de  $C=75$ , conforme o Anexo A. Onde houver necessidade de projetar mais de uma escada, a distância entre as portas de acesso não pode ser maior que 10 metros, exceto para casos onde a escada estiver localizada no centro da edificação, com acessos em lados opostos, tal exigência é obrigatória para edificações com 15 pavimentos ou mais, deverá ser previsto duas escadas de emergência, no mínimo (NT 2-08, 2019).

### 3.3 Distâncias máximas a serem percorridas

O Anexo C da NT 2-08 conforme o quadro 4 abaixo, irá fornecer informações quanto a distância máxima a percorrer até a as portas de acesso ou as portas das escadas, a distância deverá ser medida do ponto mais distante da edificação. Com exceção as edificações de apartamentos em geral, onde o ponto mais distante vai ser limitado até a porta de acesso de cada unidade. Para os depósitos enquadrados no grupo J, que não tenham a presença de pessoas, é desconsiderada esta exigência (NT 2-08, 2019).

Quadro 4: Anexo C – Distancias máximas a serem percorridas

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Pavimento	Sem chuveiros ou sem detectores automáticos		Com chuveiros ou com detectores automáticos	
			Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
(i) Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Qualquer	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
(ii) Edificações com estrutura mediana resistência ao fogo	Qualquer	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00m	45,00 m
(iv) Edificações em que a propagação do fogo seja difícil	C, D, E, F, G-3, G-4, H, I, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	35,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
		Demais	35,00 m	35,00 m	35,00 m	35,00 m
	A, B, G-1, G-2, G-5, G-6 e J	De saída da edificação (piso de descarga)	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m
		Demais	35,00 m	35,00 m	35,00 m	35,00 m

Fonte: NT 2-08 (2019)

## 4. TIPOS DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

### 4.1 Escadas de Acesso Restrito

São escadas exclusivas para atender mezaninos e áreas privativas, desde que a população seja menor ou igual a 20 pessoas. O formato de degrau em espiral ou em leque não é admitido pelo Corpo de Bombeiros nos projetos arquitetônicos, porém, somente neste tipo de escada será aceito, tendo em vista que atende pouca demanda de pessoas. Ao contrário das outras escadas de emergência, não será exigido porta corta-fogo, paredes resistentes ao fogo, esta deverá possuir corrimãos em ambos os lados, ter pisos

136 antiderrapantes, largura mínima de 80 cm, altura máxima de 3,7 metros, sinalização de emergência conforme a NT 2-05 e iluminação de emergência conforme NT 2-06 (NT 2-08, 2019).

#### **4.2 Escadas Aberta Externa (AE)**

As escadas abertas podem substituir os demais tipos de escadas, sendo projetadas para interligar todos os pavimentos acima do pavimento de descarga, mesmo sendo uma escada simples, seu acesso deve ser composto por porta corta-fogo com resistência de 90 minutos, parede resistente ao fogo de no mínimo 2 horas, entre a escada e a fachada da edificação, ser construída com material incombustível e manter o raio mínimo de escoamento exigido de acordo com a largura da escada, observando também os distanciamentos exigidos de aberturas de ventilação, prismas de passagem de tubulação, etc. (NT 2-08, 2019).

#### **4.3 Escadas não enclausurada ou Escada Comum (NE)**

A escada comum e não enclausurada é interna, se comunicando diretamente com corredores, halls e outros, em cada pavimento, mais comum na maioria dos edifícios, nela não é exigido paredes com resistência ao fogo e seu acesso não necessita de porta corta-fogo, dessa forma, em caso de incêndio, a ação do Corpo de Bombeiros deverá ser mais cautelosa, tendo em vista que a fumaça entrará com mais facilidade na escada (NT 2-08, 2019).

Esta escada deverá ser construída com material não combustível e ter meios de ventilação, podendo ser no patamar intermediário da escada ou na circulação com área mínima de 0,40 m<sup>2</sup>, outra forma é por meio de prisma, onde é admitido a construção de dutos de material incombustível por rebaixo de teto, com janelas internas e externas de dimensões mínimas de 1,20m x 0,70m. Esta escada deve possuir altura mínima de 2,30 m, largura mínima de 1,20, ter patamar intermediário sempre que houver mais de 16 degraus, corrimãos em ambos os lados, degraus com lances retos, não sendo permitido degraus em leque e nenhum tipo de equipamento, moveis pode ser localizado na caixa da escada, apenas a sinalização de emergência conforme a NT 2-05 e iluminação de emergência conforme NT 2-06 (NT 2-08, 2019).

As edificações que foram construídas antes da legislação entrar em vigor, será tolerável a existência de escadas em leque ou espiral e instalação de equipamentos de incêndio e aberturas de passagem de lixo no interior da escada (NT 2-08, 2019).

#### 4.4 Escada Enclausurada a Prova de Fumaça (PF)

A escada enclausurada a prova de fumaça, é envolvida por paredes resistente ao fogo por 4 horas e dotada de portas corta-fogo com resistência mínima de 60 minutos, seu acesso é feito por antecâmara ventiladas com dutos de entrada de ar (DE) e dutos de saída de ar (DS), terraços ou balcões. A construção desta escada deverá ser feita de material incombustível, não possuir lances mistos, altura mínima de 2,30 m, largura mínima de 1,20, patamar intermediário quando houver mais de 16 degraus, nenhum tipo de obstrução será admitido no interior da antecâmara ou caixa da escada, sistema de sinalização de emergência conforme a NT 2-05 e iluminação de emergência conforme NT 2-06 (NT 2-08, 2019).

#### 4.5 Escada Enclausurada a Prova de Fumaça Pressurizada (PFP)

Escada cuja condição de prevenir a fumaça obtida por método de pressurização mecânica. Consiste em fornecer um suprimento de ar para o ambiente, mantendo uma pressão mais alta, com o objetivo de criar um ambiente de pressão, a fim de impedir que a fumaça e os gases tóxicos entre na antecâmara ou caixa da escada, preservando assim o fluxo de ar para o exterior de edificação por meio de dutos de ventilação no interior da escada (NT 2-09, 2019).

Composto por sistema de detecção e alarme, dutos de saída (DS) e entrada de ar (DE), grupo de moto ventiladores, grupo de moto gerador, para o dimensionamento é necessário consultar Nota Técnica específica para efeitos de cálculo. Exigido normalmente em edifícios muito altos, não podendo ser substituído por outro tipo de escada, ao contrário da Escada Enclausurada á Prova de Fumaça (PF), que quando for exigido, em qualquer momento pode ser substituído pela Escada Pressurizada (PFP) se assim escolher (NT 2-09, 2019).

#### 4.6 Elevador de Emergência

Em casos de urgência em edifícios muito altos é imprescindível ter um elevador de emergência para evacuação dos habitantes atendendo a todos os pavimentos Diferente do Elevador comum, possui paredes resistentes ao fogo por 4 horas, acesso por portas corta-fogo e sistema de energia independente por moto geradores, em caso de falta de energia, é importante manter o funcionamento de um elevador de emergência ininterrupto, devendo o painel de comando ficar no pavimento de descarga, à disposição do

Em alguns casos, dependendo do tipo de edificação, o elevador de emergência deverá ter dimensões apropriadas para atender todo o tipo de transporte de passageiros, sua capacidade mínima de transporte de pessoas é de 490 kg e sistema de iluminação de emergência será exigido conforme NT 2-06. O elevador de emergência sempre vai ser acompanhado com a exigência de Escada Enclausurada à Prova de Fumaça Pressurizada (PFP) atendendo a NT 2-09 (NT 2-09, 2019).

## **5. COMPONENTES DE SEGURANÇA DAS ESCADAS DE EMERGÊNCIA**

### **5.1 Antecâmara**

Como componente do sistema de enclausuramento, a antecâmara nada mais é que um ambiente que antecede o acesso a escada de emergência, composta por porta corta-fogo (PCF) com resistência de 60 minutos na entrada da antecâmara e no acesso a escada e paredes resistentes ao fogo por no mínimo 4 horas. Este ambiente tem comprimento mínimo de 1,80 metros e pé direito mínimo de 2,50 metros, composto por dutos de entrada de ar (DE) e saída de ar (DS) com aberturas de ventilação em todas as antecâmaras dos pavimentos da edificação, sua secção em m<sup>2</sup> é calculada de acordo com o número de pavimentos da edificação, dessa forma é possível dimensionar o tamanho que o duto deverá ter para atender toda edificação em caso de sinistro. A secção mínima é calculada através da seguinte fórmula: (NT 2-08, 2019).

$$s=0,105 \times n, \text{onde:}$$

s = Secção mínima, em m<sup>2</sup>;

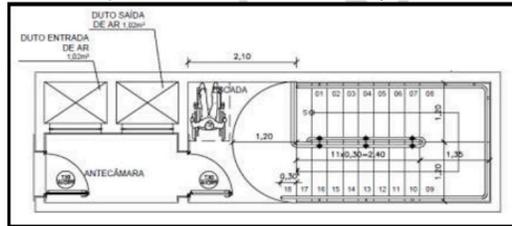
n = Numero de antecâmaras ventiladas pelo duto;

Em todo caso, o duto não poderá ter uma secção menor que 0,84 m<sup>2</sup>, tal parâmetro regulamento por norma, bem como os dutos que tiver sua secção retangular deverão obedecer a proporção máxima de 1:4 entre suas dimensões. Os dutos de entrada (DE) e saída de ar (DS) são de extrema importância para assegurar o sistema de pressurização da escada, desde que seja cumprido os parâmetros estabelecidos para a sua construção, tais como, distanciamento entre dutos, altura que deverão estar localizados, paredes com resistência mínima ao fogo, etc., deverão ser levados em consideração para o funcionamento efetivo do sistema (NT 2-08, 2019).

A antecâmara, composto por todo esse conjunto, tem como o obje-

tivo principal de impedir que escada seja afetada pelas chamas ocasionadas pelo incêndio e a fumaça adentrem no ambiente da escada, proporcionando um ambiente seguro no momento do escoamento da edificação, como exemplo, o quadro 5 demonstrada abaixo: (NT 2-08, 2019).

Quadro 5: Antecâmaras e Duto de ar – Desenho esquemático



Fonte: NT 2-08 (2019)

## 5.2 Área de Refúgio

As áreas de refúgio são um espaço dentro da escada de emergência destinado a abrigar temporariamente pessoas com algum tipo de deficiência, seja ela qual for, que necessita do auxílio do Corpo de Bombeiros para serem retiradas do local em segurança. As edificações classificadas no grupo H-2 (Serviços de saúde para pessoas com deficiência física ou mental), H-3 (Hospital e semelhantes) e E-6 (Escola para portadores de deficiências) terá a exigência nos pavimentos que forem dotados de leitos (NT 2-08, 2019).

A norma estabelece parâmetros para dimensionamento desta área, como dimensões da maca e área ocupada por cada cadeira de rodas, levando em consideração o número de pessoas por cada pavimento que serão abrigadas no local de refúgio. Para este cálculo, será considerado 25% do número de leitos para transferências através de macas e 25% com cadeira de rodas. A área ocupada por cada cadeira é de 0,70m<sup>2</sup> e as dimensões de maca de 1,80 m x 0,80 m (NT 2-08, 2019).

## 5.3 Descarga

Área de descarga tem como objetivo garantir a evacuação de todos os ocupantes do edifício, deste modo, deve obedecer aos critérios estabelecidos em norma com relação ao seu dimensionamento. Poderá ser composto por corredor ou átrio enclausurado, área em pilotis e corredor a céu aberto (NT 2-08, 2019).

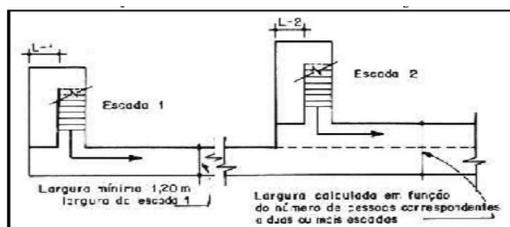
O corredor ou átrio enclausurado, faz parte da escada a prova de

fumaça ou pressurizada, seguindo os parâmetros de parede resistente ao fogo e portas corta-fogo com tempo mínimo de resistência determinados em igualdade as características do tipo de escada que forem conduzidos, a fim de manter o local isolado das áreas no entorno, também são admitidos a descarga por meio de saguão ou hall térreo não enclausurado, desde que exista uma distância entre a saída da descarga o alinhamento da via pública, garantindo dessa forma distância suficiente para o exterior da edificação (NT 2-08, 2019).

A área em pilotis é um sistema construtivo sustentada por pilares com três lados abertos afastados no mínimo 1,50 da divisa do terreno, ou pelo menos dois lados, desde que o perímetro aberto tenha no mínimo 70% do perímetro total da área dos pilotis. Não será admitido o uso desta área para estacionamento, depósitos ou dependências, devendo ser mantida livre, caso contrário, será exigido a compartimentação da área de descarga (NT 2-08, 2019).

A largura da descarga no geral não pode ser inferior a 1,20 m, quando a edificação tiver enquadrada no grupo H-2 (Serviços de saúde para pessoas com deficiência física ou mental) e H-3 (Hospital e assemelhados) terão a largura de 1,65 m e 2,20 m, respectivamente. O cálculo da largura de saída já mencionado neste estudo, será utilizado para este dimensionamento, conforme o quadro 6, é considerado que para mais de uma escada de emergência, as larguras serão somadas em toda a sua extensão (NT 2-08, 2019).

Quadro 6: Dimensionamento de corredores de descarga



Fonte: NT 2-08, 2019

## 5.4 Porta Corta-Fogo (PCF)

As portas corta-fogo são um equipamento muito importante, criada para conter as chamas e impedir que a fumaça adentre no ambiente utilizado como rota de fuga. Em grande parte dos casos da morte em situações de incêndio é ocasionado pela inalação da fumaça, além de obstruir a visão e causar pânico generalizado, dificultando o trabalho do Corpo de Bombeiros. (ONO, 2007).

A porta é fabricada em material totalmente resistente ao fogo, composta por fechadura, dobradiças e o seu fechamento pode ser automático ou por sistema eletromagnético, que é monitorado através de Central de Alarme de Incêndio, sua abertura sempre vai ser no sentido de saída e devem permanecer destrancadas (LIBERATO, 2015).

Em casos onde houver grande concentração de público, as portas poderão ser dispostas de barra antipático, que aciona o destravamento automático da porta através da pressão exercida no momento da abertura e seu funcionamento deve atender as condições estabelecidas na ABNT NBR 11785 ((LIBERATO, 2015).

Todas as portas deverão passar por testes de conformidade e conter o selo de certificação de acordo com ABNT NBR 11742, garantindo que a porta está em plena condição de funcionamento (LIBERATO, 2015).

## 5.5 Parede com Tempo Requerido de Resistencia ao Fogo (TRRF)

A parede corta-fogo, tem por sua definição, ser um elemento de compartimentação do ambiente, com a finalidade de impedir que por um determinado tempo aquele local que faz parte da rota de fuga seja afetado pelas chamas (ONO, 2007).

A importância deste tipo de compartimentação se dá quanto se entende que em situações de incêndio a estrutura do edifício fica abalada pelo fogo, podendo desmoronar em questão de minutos, colocando em risco a evacuação do local. Pensando nisso, em cada caso (escada enclausurada, elevador de emergência, área de refúgio, etc.), é determinado um TRRF (Tempo Requerido de Resistencia ao Fogo), podendo ser de 4 horas, 2 horas, etc. (ONO, 2007).

A compartimentação das saídas de emergências é um dos fatores que são imprescindíveis de serem cumpridos para assegurar a evacuação da edificação com segurança de forma que permita os bombeiros realizarem o trabalho de combate ao incêndio (ONO, 2007).

## 6. CONCLUSÃO

Em função da complexidade e das diversas características apresentadas no incêndio, não foi possível neste artigo contemplar todos os assuntos em sua totalidade, por isso espera-se que seja dado continuidade no estudo, abordando os assuntos com mais profundidade.

A segurança contra incêndio merece uma atenção especial, tendo em vista os incidentes que vem acontecendo em todo o país nos últimos anos,

isso vem ocorrendo por que em grande parte dos casos, é dado mais ênfase em cumprir o projeto de segurança contra incêndio para aprovação junto ao órgão público, do que a instalação desses equipamentos e inspeções periódicas para verificar a funcionalidade do sistema.

Para que isso seja revertido, é necessário que os profissionais da área: Engenheiros, Arquitetos, Bombeiros, etc., mantenha a sua integridade, honestidade, honra e dignidade nesta profissão, entendo que vidas e patrimônios estão sendo colocadas em risco neste processo. É fundamental que os órgãos públicos melhorem a fiscalização e a sociedade no geral entenda a importância de se implementar este tipo de sistema na edificação.

Conclui-se então que um Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico bem projetado, tem que levar em conta as características de cada edificação, seja ela construída ou não, a qualidade de um projeto está atrelada ao conhecimento e aperfeiçoamento constante das normas, para que dessa forma, o profissional possa oferecer um melhor resultado ao cliente, garantindo a segurança a edificação.

Finalmente, esclarece-se que o Corpo de Bombeiros do estado do Rio de Janeiro alterou o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIPI) e foi criado Notas Técnicas, como a NT 2-08, utilizada como base principal de estudo neste trabalho, afim de abordar as novas exigências que entrarão em vigor este ano. Cabe destacar que muitas das exigências, como a Escada Aberta (AE) era permitida apenas nos outros estados anteriormente, e outras Notas Técnicas não citadas neste trabalho, vem trazendo alterações drásticas, aumentando a segurança do sistema de incêndio para que se torne mais efetivo e fazendo com que os profissionais busquem capacitação para cumprir as exigências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 9077. Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2011.

GOMES, T. 2014. Projeto de Prevenção e Combate à Incêndio. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria (RS), 2014.

GOMES P. C. S., ADAMATTI F. D., CORREA A. B. Evacuação da Boate Kiss: Uma Simulação Multiagente do Cenário Real em Relação ao Ideal. Programa de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Rio Grande do Sul, 2016.

INSTITUTO SPRINKLER NO BRASIL. Brasil é o 3º país com o maior número de mortes por incêndio (Newsletter nº5). 2015. Disponível em: <https://www.sprinklerbrasil.org.br/imprensa/brasil-e-o-3o-pais-com-o-maior-numero-de-mortes-por-incendio-newsletter-no-5/>. Acesso em 15 de março de 2019.

LIBERATO, D. J. M.; SOUZA, M. F. Levantamento dos itens relacionados à prevenção contra incêndio e pânico em edificações residenciais multifamiliares verticais em natal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.

NOTA TÉCNICA CBMERJ – NT 1-04. Classificação das edificações quanto à ocupação e ao risco de incêndio. Rio de Janeiro, 2019.

NOTA TÉCNICA CBMERJ – NT 2-05. Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico. Rio de Janeiro, 2019.

NOTA TÉCNICA CBMERJ – NT 2-06. Iluminação de Emergência. Rio de Janeiro, 2019.

NOTA TÉCNICA CBMERJ – NT 2-08. Saídas de Emergências em Edificações. Rio de Janeiro, 2019.

NOTA TÉCNICA CBMERJ – NT 2-09. Pressurização de Escada de Emergência, Elevador de Emergência, Antecâmaras e Áreas de Refúgio. Rio de Janeiro, 2019.

ONO, R. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. Artigo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.



## CAPÍTULO VIII

### IMPACTOS E TRANSTORNOS GERADOS ATRAVÉS DA MÁ EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

*Airton de Oliveira Claudino  
Felipe Cruz de Souza  
Guilherme Pires Vieira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os fatores que comprometem a qualidade final das instalações hidrossanitárias, já que as construtoras em conjunto com as instaladoras prediais buscam resultados de qualidade dessas instalações, as quais se destacam com a modernização da linha de materiais utilizados, como por exemplo o PPR (Polipropileno Copolímero Random) e o PEX (Polietileno Reticulado Monocamada), além dos conhecidos PVC, CPVC, Ferro Fundido. Nessa busca por melhor qualidade, redução de custos e aumento de produtividade, considerando os fatores que implicam na dificuldade de se obter melhor qualidade das instalações hidrossanitárias e propor orientações de melhoria do mesmo, já que correspondem a 3% do valor total de uma obra. Apesar da relação ser baixa, ao negligenciar o pequeno fator correspondente, estima-se que 75% das patologias encontradas nas edificações são provenientes das instalações hidrossanitárias, tendo como maior parte das falhas oriundas de projeto, má execução e também a falta de acompanhamento técnico qualificado.

**A**tualmente as construtoras, sejam elas de grande ou pequeno porte, tem buscado melhorar o custo das suas construções sem perder a qualidade em seus empreendimentos. Um dos serviços que requer uma atenção maior é referente as atividades das instalações hidrossanitárias, pois para se obter uma boa qualidade no sistema, é necessário ter um projeto elaborado por um profissional qualificado.

O desenvolvimento do projeto das instalações prediais de água fria deve ser conduzido concomitantemente com os projetos de arquitetura, estrutura, fundações e outros pertinentes ao edifício, de modo que se consiga a mais perfeita compatibilização entre todos os requisitos técnicos e econômicos envolvidos (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

As construtoras procuram buscar melhor eficiência em suas construções (nos projetos hidrossanitários), almejando menor custo, mas sem perder a qualidade em seus empreendimentos. A execução de projetos de um sistema hidrossanitário deve ser dado uma maior atenção, e a compatibilização do mesmo com os demais projetos envolvidos na obra, pois a harmonia com os demais projetos faz com que não sejam necessárias alterações durante a execução (BORSATO & BACK).

Um dos fatores que influenciam no processo da busca da qualidade é a falta da mão de obra qualificada, agregada com a negligência do instalador, que costuma fazer adaptações por sua conta sem se preocupar com os impactos causados nas instalações, trazendo assim futuras patologias. Por isso, faz-se necessário um acompanhamento especializado, de quem domine as normas técnicas, durante a execução das instalações, analisando a performance dos operários, para que se tenha a garantia de um serviço de qualidade, pois, segundo Botelho & Ribeiro Junior (2014):

A qualidade não é uma utopia, ela é plenamente atingível, bastando apenas aos responsáveis pela mesma o cumprimento das normas de projeto e o de execução, além da utilização de boa técnica e de mão de obra treinada (BOTELHO; RIBEIRO JUNIOR, 2014).

A norma de desempenho ABNT 15575 (2013) ressaltar a importân-

cia das instalações com referência à saúde e segurança dos usuários. Prevenindo futuras patologias e retrabalhos, vêm-se aprimorando novos materiais e processos executivos, com o intuito de garantir uma melhor qualidade nas instalações hidrossanitárias.

A grande quantidade de reincidência, gerada pela má execução, será abordada para nível de conhecimento com demonstrações fotográficas, pois para se ter respostas e resultados mais concretos, o ideal seria uma coleta de dados maior, o que acarretaria em anos de pesquisa para efeito comparativo, juntamente com relatórios e acompanhamento da obra. Porém os autores decidiram em caráter informativo, alertar e apresentar aos futuros executores e clientes finais, quais patologias podem apresentar em uma edificação quando mal instalada e também como evitar que as mesmas ocorram.

Os problemas citados e apresentados, foram detectados após o habite-se numa obra residencial num condomínio localizado na Barra da Tijuca, Rio de Janeiro – RJ, onde foram acompanhadas as atividades das instalações hidrossanitárias, através da oportunidade de estágio.

A falta de acompanhamento, treinamento adequado das equipes e devido a velocidade da execução para entrega da obra, etapas e testes foram deixados de ser realizados, e conforme os moradores utilizavam o sistema hidrossanitário, as patologias eram descobertas e então, a equipe de manutenção teria que corrigir o problema detectado, os quais foram, tubos entupidos por resto de obra, estrangulamento dos tubos devido a termofusão ter sido feita com a temperatura errada, tubos mal soldados.

Portanto, a metodologia aplicada para este estudo, além do estudo de caso com o auxílio de autores de livros e com pesquisas e estudos para base comparativa, também será abordada um estudo de caso em uma obra do condomínio residencial.

O objetivo principal deste estudo, é analisar os impactos e transtornos causados pela má execução das instalações hidrossanitárias, visando as qualidades do corpo técnico, de projeto e da mão de obra, tendo como objetivos específicos:

- Demonstrar que um acompanhamento feito por profissionais que

dominem as normas técnicas e de projeto faz a diferença nos resultados finais;

- Conscientizar a respeito dos benefícios que uma mão de obra qualificada, treinada, pode propiciar na diminuição dos impactos causados pela má execução das instalações;
- Indicar como utilizar as ferramentas corretamente para se fazer uma termofusão de tubulações de polipropileno;
- Demonstrar que um projeto hidrossanitário é indispensável para qualquer edificação, pois evitará inúmeros erros na montagem das instalações.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Projetos Hidrossanitários: Recomendações

**A**tribuindo critérios para se desenvolver uma boa execução, analisando alguns tópicos a serem seguidos durante o andamento executivo, podem trazer bons resultados. Será apresentado, recomendações numa ordem genérica, pois cada projeto deverá conter as suas respectivas recomendações específicas, em função das particularidades propostas.

Segundo Botelho & Ribeiro Junior (2014), os critérios sobre as tubulações e acessórios em geral, devem-se atentar para:

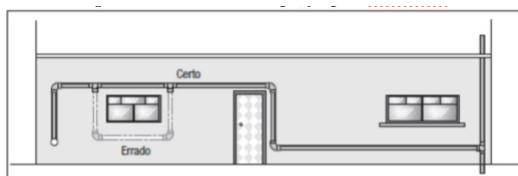
- Deverão ser adotadas inclinações leves na execução dos trechos horizontais das tubulações (declividade), de forma que seja reduzida a possibilidade de se gerar bolhas em seu interior.
- Não utilizar calços ou guias nos trechos estendidos das tubulações, evitando-se pontos onde possam surgir desnivelamentos localizados.
- Observar a passagem de tubulações em locais sujeitos a excessos de aquecimento, como aquecedores, chaminés etc., os quais exigem cuidados especiais para a segurança da tubulação.
- Não conjugar instalações de cômodos diferentes ou de andares sobrepostos, devendo os mesmos serem independentes, pois em caso de manutenção, não é necessário suspender o fornecimento para o outro cômodo.

- Não consentir com eventuais cruzamentos de tubulação de água fria com tubulação de água quente, procurando isolar o local, evitando a calefação da tubulação de água fria.

- Logo depois de concluídas, coloque plugues plásticos removíveis nas tubulações para proteção da mesma, buchas de papel, plástico ou madeira, dessa maneira protegendo-as da entrada de corpos estranhos.

- Extensões longas nos ramais deverão ser evitadas, e quando necessário transpassar obstáculos, fazê-lo por cima, em linha reta, evitando a formação de sifões, impedindo, desta forma, a formação de bolsa de ar na tubulação, vide figura 1.

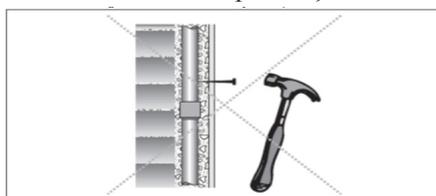
Figura 1: Ramais com trecho longos, perigo de sinfonamento.



Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JUNIOR (2014)

- É importante localizar os tubos na posição correta, pois evitará perfuração acidental, conforme figura 2, obedecendo-se ao projeto e, caso este seja alterado, atualizar os desenhos. Deste modo, sempre fornecer planta aos usuários. Atentar-se para fechamento das aberturas da alvenaria para passagem dos tubos, utilizando argamassa de cimento e areia no traço 1:3 para o preenchimento.

Figura 2: Possibilidade de perfuração dos tubos.



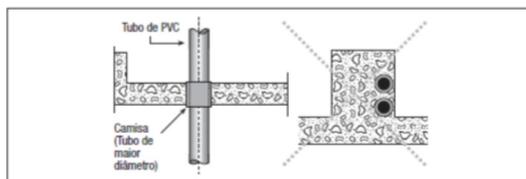
Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JUNIOR (2014)

- Atentar para o possível congelamento da água na tubulação, fato este raro,

mas provável de ocorrer na região sul do país. Lembre-se que a água, ao se congelar, sofre acréscimo de volume (comprove isto observando os cubos de gelo em sua geladeira) e, conseqüentemente, existe o risco de rompimento da tubulação. Para se evitar isto, efetuar o isolamento térmico da tubulação exposta.

- Dilatação: apesar das tubulações de PVC possuírem um coeficiente de dilatação seis vezes maior que o aço, no caso de tubulações expostas e, eventualmente sob a ação do sol (tubos de esgotos, águas pluviais etc.), a dilatação fica evidenciada. Para que se tenha uma ordem de grandeza, numa tubulação com 30 m de comprimento, uma variação de temperatura de 20 °C, comum em nosso país, provoca uma variação no comprimento da ordem de 5 cm. Uma solução é dar uma “folga” no comprimento, isto é, permitir uma certa flexibilidade, dispendo-se os tubos ligeiramente desalinhados, quando enterrados, ou com abaulamento, quando aparentes. Caso seja possível, também podem ser utilizadas as “liras” semelhantes às utilizadas para transposição de juntas de dilatação.
- Retração: pelas mesmas razões da dilatação, em virtude da queda de temperatura, tubos podem sofrer compressão, em longas extensões, ocorrendo problemas geralmente nas extremidades, junto às conexões. A solução é a mesma da dilatação.
- Perde-se a coloração da tubulação de PVC quando exposta ao sol, com o passar do tempo. A resistência do tubo não é afetada por esse fato, porém, acarreta um mau aspecto visual, o qual pode ser sanado com pintura prévia, com a tinta apropriada.
- Transposição de estruturas: não transpassar estruturas com tubulações, sem que isto esteja previsto em projeto. Caso previsto, preparar o local com a colocação de tubulação de diâmetro maior (camisa), de modo a jamais engastar a tubulação com a estrutura, permitindo sua movimentação (Figura 3).

Figura 3: Deficiência de construção, tubos transpondo as estruturas.



Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JUNIOR (2014)

- A instalação de extensão em acrive deverá ser evitada, em relação ao fluxo da água. Quando for inevitável esta situação, o ponto mais alto deve se localizar na própria peça de utilização e, caso isto não seja possível, deve-se instalar dispositivo para eliminação do ar (ventosa, por exemplo), no ponto mais elevado.
- As tubulações de água fria não podem ser instaladas em contato ou no interior de caixas de esgoto, valas de infiltração, fossas, sumidouros, aterros sanitários, depósitos de lixo e etc. (BOTELHO & RIBEIRO JUNIOR, 2014).

No final da obra, de acordo com a ABNT NBR 7198 (1993) item 6.1.2.2 os executores das instalações (hidráulicas, elétricas e a gás) devem entregar manual simplificado da operação e manutenção dos equipamentos instalados, para utilização dos usuários ou responsável pela operação e manutenção. Disponibilizando os desenhos as built, isto é, como construídos, que tem como finalidade orientar futuras manutenções, permitindo alterações somente com autorização técnica do projetista, tendo em vista a definição e o resguardo da responsabilidade pelas alterações.

O projeto as built, constitui-se de todas as atualizações dos projetos executivos, em que todas as alterações que surgirem no decorrer da obra, após o termino estejam representadas conforme executado.

## 2.2 Diretrizes para Elaboração de Projetos Hidrossanitários

A construção civil evoluiu muito ao longo do tempo, e com a evolução veio a necessidade de melhorar cada vez mais o processo executivo da mesma, ou seja, independentemente do tamanho da construção, seja ela

de pequeno, médio ou grande porte, é indispensável se obter projetos que direcionem tanto o corpo técnico quanto os operários que irão executar os serviços (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

Tendo isso como premissa, assim também compete para área das instalações hidrossanitárias, que requer um projeto simples, bem representado graficamente, objetivo e com riqueza de detalhes para evitar qualquer dúvida na hora da montagem (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

Os desenhos das instalações baseiam-se no projeto arquitetônico; portanto, um projeto bem resolvido, com as peças sanitárias e os equipamentos corretamente definidos e localizados, pontos de água devidamente cotados com a utilização do sistema de eixos longitudinais e transversais, ao longo das paredes e/ou pilares, é condição básica para conseguir um leiaute adequado para a futura elaboração do projeto de instalações (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

O projeto das instalações, visando uma excelência interpretativa, deverá ter o dimensionamento das tubulações do sistema predial de água e deve ser feito de acordo com a ABNT NBR 5626, tomando como base às vazões de projeto ali indicadas e respeitando as pressões mínimas fixadas para os diversos pontos de utilização presentes na edificação, memorial descritivo, indicando os serviços a serem executados, quais materiais serão empregados, para que não haja dúvidas e leve o instalador a fazer qualquer tipo de improvisação ou readequação do local sem consulta prévia aos profissionais habilitados para fazer as modificações caso seja necessário, pois tomando a decisão errada por parte do operador sem o conhecimento técnico, comprometerá o resultado desejado (BOTELHO & RIBEIRO JUNIOR, 2014).

Entretanto, além do conhecimento de projeto, é indispensável o domínio dos materiais utilizados. Visto que, com o avanço tecnológico das instalações, o mesmo trouxe consigo a implantação de novos materiais, como por exemplo o PPR (Polipropileno Copolímero Random – tipo 3

Um novo material específico para uso em tubos e conexões chegou recentemente ao mercado brasileiro. Trata-se do PPR, proveniente do petróleo. O polipropileno Copolímero Ran-

dom – Tipo 3, ou PPR, é uma resina de última geração e o que existe de mais moderno em condução de água quente. Além da mínima necessidade de manutenção e a praticidade das instalações este sistema inteligente de condução de água fria e quente apresenta algumas vantagens em relação aos tubos metálicos tais como: resistência à água quente sem risco de vazamentos, ausência de toxidade a sua longa vida útil em condições extremas. O material feito em PPR é projetado para durar 50 anos sem apresentar qualquer tipo de corrosão ou perfuração das tubulações, conforme as mais rigorosas normas europeias (ISO15874) (CARVALHO JÚNIOR, 2018).

Portanto, deixando de lado a utilização do material de ferro fundido, que com o tempo apresentava riscos tóxicos devido a oxidação das paredes dos tubos e enfraquecimento do ramal, gerando manutenções constantes o que eleva o custo benefício da utilização deste tipo de material, tendo também como um dos fatores negativos, um manuseio complexo.

### **2.3 Normas Técnicas**

O projeto e a execução dos sistemas hidrossanitários devem seguir as recomendações das seguintes normas: NBR 5626, NBR 8160, NBR 7198 e NBR 10844.

A qualidade do projeto e da execução dos sistemas hidrossanitários deve garantir a durabilidade das mesmas no que se refere à manutenção das suas funções essenciais, durante sua vida útil, em condições normais de uso e operação.

### **2.4 Diversos tipos de Materiais empregado nas Instalações Prediais.**

Ter boa estanqueidade é uma das principais características exigida na hora de definir o tipo de material a ser utilizado nas instalações, além desta característica, pode-se citar: alta resistência, grande durabilidade e boa trabalhabilidade.

Para se chegar a estas propriedades, encontram-se disponíveis uma ampla variedade de matérias-primas, desde os já conhecidos tubos de PVC (policloreto de vinila), aos mais recentes lançamentos PEX (polietileno reticulado) e PPR (polipropileno copolímero random), dentre outros. (AMANCO, 2019).

#### **2.4.1 PVC (Policloreto de Vinila)**

Gradativamente o tubo de PVC foi substituindo os tubos de aço galvanizado, que era o tipo de material mais utilizados até a década de 60. Atualmente o policloreto de vinila é o material mais utilizado quando se trata de instalações hidrossanitárias (CREDER, 2012).

Segundo Creder (2012), os tubos rígidos são fabricados em nosso país a partir do polipropileno ou do cloreto de polivinila (PVC), derivado do inglês polyvinyl chloride. Essa matéria plástica é obtida por polimerização do cloreto de vinil monômero, que é fabricado a partir do etileno ou acetileno (derivados do petróleo) e do cloro ou ácido clorídrico (derivados do sal marinho). O processo é realizado em autoclaves com temperatura e pressão controladas para dar a consistência exigida nas especificações.

#### **2.4.2 PEX (Polietileno reticulado)**

Com conexões metálicas do tipo anel deslizante (slide fit) é um tipo de tubo (Figura 10) mais flexível e é fabricado a partir de polietileno reticulado. São altamente resistentes à pressão e a alta temperatura, por isso são indicados tanto para instalação de água fria e quente. Uma das suas principais características é a sua flexibilidade, pois é capaz de fazer curvas, diminuindo assim a utilização de conexões e o tempo de instalação, deixando a água com uma melhor fluidez diminuindo assim as perdas de carga (AMANCO, 2019).

Figura 10: PEX e suas conexões



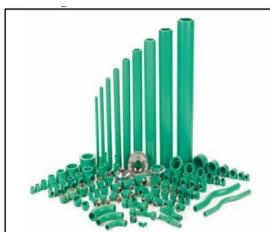
Fonte: Amanco (2019)

### 2.4.3 PPR (Polipropileno Copolímero Random – tipo 3)

**É** uma resina de última geração e o que existe de mais moderno em condução de água quente, é proveniente do petróleo.

O PPR é um tubo (Figura 11) fabricado com um tipo de material inovador, o polipropileno copolímero random. Ele é utilizado para as instalações prediais de água fria e quente, onde se é exigido um bom desempenho e durabilidade, em prumadas de edificações comerciais e residenciais. Também é muito utilizado em instalações navais e industriais (Carvalho Júnior, 2016)

Figura 11: Tubo PPR e conexões



Fonte: Amanco (2019)

## 3. ESTUDO DE CASO

**A** elaboração do artigo, se trata do estudo de caso ocorrido no condomínio residencial, onde em uma oportunidade de estágio, pôde-se observar diante dos aparecimentos das patologias geradas por falhas de execução, coordenação de equipes e projetos mal elaborados, inúmeros impactos

156 negativos, gerando retrabalhos em todo o empreendimento.

De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999, p 21) item 8.1.2 A qualidade do sistema deve ser garantida em todas as fases do sistema, compreendendo: projeto, material, execução, uso, operação e manutenção. O tema foi baseado na afirmação da norma, observado durante e após o término da obra, que o método aplicado na execução esteve em desacordo com a norma. Conforme as figuras 4 e 5, demonstram a visão de que a qualidade não foi garantida durante a execução, o que interferiu em outras etapas da construção devido o retrabalho para correção dos erros.

Figura 4: Tubulação entupida por descarte indevido de resto de obra ou sujeira no reservatório



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 5: Tubulação obstruída por elevação da temperatura do termofusor



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

### 3.1 Como evitar a má execução das Instalações Hidrossanitárias

Com o desenvolvimento da obra, a busca por resultados imediatos, prazos curtos para a execução, ou até mesmo um impulsionamento para que o empreendimento seja entregue antes do previsto, observa-se inúmeros problemas executivos provenientes de erros na instalação hidrossanitária.

De acordo com Botelho & Ribeiro Júnior (2014), a seção dos critérios de execução apresenta uma lista de procedimentos a serem observados e mostra como evitar os erros mais comuns referentes a água fria, esgoto e águas pluviais.

### 3.2 Controle da execução da instalação

Segundo Botelho & Ribeiro Júnior, para o controle da execução da instalação, segue-se alguns critérios técnicos:

- Compare os projetos, detalhes executivos, afim de que quaisquer divergências sejam corrigidas previamente, evitando que o mesmo vá para o campo com erros;
- Controle a chegada de material na obra, verificando se estão de acordo com a discriminação do projeto;
- Analisar as classes, dimensões e propriedades dos materiais;
- Prever nas plantas de fôrmas de concreto armado, as aberturas, fendas, para o isolamento e instalação dos passantes;
- Converter o canteiro de obra em centro de treinamento e aperfeiçoamento da mão-de-obra simples.

Todas as partes envolvidas na edificação, deverão seguir exatamente o projeto, levando em consideração que os materiais empregados precisarão ser normatizados conforme a NBR 10844 (ABNT, 1989) item 5.7.2 O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a  $2/3$  do diâmetro interno (D) do tubo. E que seus fabricantes sejam devidamente conhecidos no mercado e que também forneça uma assistência técnica.

Os operadores deverão ser devidamente habilitados. Atualmente, existe a possibilidade de aperfeiçoamento nos grandes centros, de cursos com alta qualidade e excelência, de manuais e catálogos dos fabricantes, afim de auxiliar na execução.

Apesar disso, o que se tem visto é um descontrole ligado diretamente ao acompanhamento das atividades desenvolvidas em campo. Agregado similarmente ao manuseio incorreto das ferramentas para termofusão das conexões dos tubos PPR por exemplo, que quando fundidos errado, traz patologias, retrabalho e prejuízo (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Erro de termofusão 1



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Figura 7: Erro de termofusão 2



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Porém, alguns fornecedores disponibilizam em seus sites um manual com instruções de montagem, para que erros comuns demonstrados nas figuras 6 e 7 sejam evitados.

### 3.3 Montagem da Instalação

A montagem, está relacionada com processos que devem se tornar hábitos diários no cotidiano do instalador. O mesmo terá como premissa obedecer às regras de manuseio do aparelho de termofusão dos tubos, para que erros sejam evitados, o que acarretaria no aparecimento de futuras patologias, caso não fossem respeitadas. (TIGRE, 2016).

Como também, entende-se que é obrigatório limpar o termofusor com álcool antes de iniciar a operação, utilizar uma tesoura de corte para os tubos com bitolas menores e o corta tubos para as tubulações de maior diâmetro. Eliminando as rebarbas após os cortes, pois poderia implicar na eficácia da fusão da tubulação. Tanto a ponta do tubo, quanto a bolsa de conexão deverá também, ser limpa antes de serem unidos.

Além disso, é importante, marcar na extremidade do tubo a profundidade da bolsa de conexão, e após atingir a temperatura de aquecimento do termofusor (260°C), o tubo e a conexão deverão ser introduzidos em seus respectivos bocais. A conexão deve cobrir totalmente a face macho do bocal e o tubo não deve ultrapassar a marcação feita, o tempo de aquecimento do termofusor é de 5 a 7 minutos. Por fim, retirar simultaneamente o tubo e a

conexão do termofusor quando decorrer o tempo mínimo de aquecimento, conforme a tabela 1. (TIGRE, 2016).

Tabela1: Tempo de fusão.

Diâmetro (mm)	Tempo de Aquecimento (seg.)	Intervalo de Acoplamento (Seg.)	Tempo de Resfriamento (Min.)
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
63	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6
110	50	10	8

Fonte: Adaptado de Amanco (2010)

Após a retirada do tubo e da conexão do termofusor, a ponta do tubo deverá ser introduzida na bolsa até o final da conexão formado pelo aquecimento, respeitando o intervalo para acoplamento, e finalizando assim, o processo de montagem (AMANCO, 2010).

Pode-se observar que no processo de produção, todas as partes envolvidas na obra, são instruídas, evitando qualquer tipo de dúvida na montagem e nas instalações das tubulações, entretanto, existe outro fator que pode apresentar futuros problemas, que é a interferência de outros sistemas, como podemos ver nas figuras 8 e 9.

Figura 8: Interferência do sistema hidrossanitário      Figura 9: Interferência do sistema hidrossanitário



Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

Logo, as interferências expressas nas figuras 8 e 9 evidenciam a negligência do que foi proposto em projeto, também expõe a necessidade de um acompanhamento mais próximo do corpo técnico devidamente

acompanhada dos projetos de áreas molhadas, juntamente com o das instalações elétricas afim de compará-los para verificar se houve interferências dos sistemas para que fossem corrigidos antes de ir para execução. Além de que a própria mão de obra pode sabotar a execução, sabendo que se trata de instalação não visíveis, mas que no pós obra poderá apresentar patologias que farão com que o ônus da equipe de manutenção se eleve consideravelmente, trazendo consigo o transtorno e a insatisfação do proprietário.

#### 4. CONCLUSÃO

Portanto, as instalações hidrossanitárias nem sempre são executadas com a mesma importância e atenção como é devido. É necessário entender que a maioria dos erros decorrem da má execução e interpretação dos projetos e é nessa fase onde se deve ter a maior atenção e foco, pois um projeto bem elaborado, tem como objetivo final, impactar positivamente na execução e qualidade de uma obra.

Investir em treinamento das equipes de campo, além de gerar entendimento do que foi proposto em projeto aos responsáveis pela execução, também terá como resultado final, excelência das instalações, tendo economia de tempo e recursos financeiros para futuras manutenções corretivas. Entretanto são poucas as empresas que estão dispostas a fazer esse tipo de investimento técnico, pois o mesmo está entrelaçado com o tempo, que é o vilão de qualquer empreendimento quando o cronograma de atividades está atrasado.

Todos esses processos visam na diminuição dos custos e tempo de execução da obra, objetivando sempre a qualidade, satisfação e o menor custo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRA – ANBT NBR 15575. Desempenho de Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5626 – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1988.

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 10844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Livros, 2012

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. A. Instalações Hidráulicas Prediais – Utilizando Tubos Plásticos. 4. Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 2014.

BORSATO, F. T.; BACK, N. Avaliação dos fatores que influenciam na qualidade de execução dos sistemas hidrossanitários. Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015. 18f.

CARVALHO JÚNIOR, R. Instalações Hidráulico-Sanitárias. 3ª ed. São Paulo, Bulcher. 2018.



# CAPÍTULO IX

## SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO E SUA IMPORTÂNCIA EM PATRIMÔNIOS HISTÓRICOS

*Lincoln Guerra Conceição  
Renan De Souza  
Iara da Silva de Almeida  
Guilherme Pires Vieira  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

O sistema de combate a incêndio adequado, é de extrema importância para qualquer tipo de edificação, pois sem o mesmo não seria possível extinguir qualquer princípio ou propagação do fogo, sua principal função é proporcionar de maneira eficaz um meio das pessoas não ficarem expostas aos riscos do incêndio, diminuindo assim o risco de morte das mesmas ali presente e também diminuindo os possíveis danos estruturais e materiais que seriam causados a edificação. Devido ao fato ocorrido em setembro de 2018 com o Museu Nacional do Brasil, a partir deste fato, este artigo abordará o assunto em questão para possíveis esclarecimentos e entendimentos das falhas e falta de adequações de sistemas de combate a incêndio principalmente para edifícios históricos e tombados no país, no qual requerem cuidados específicos devido à idade da estrutura e principalmente pelo valor cultural inestimável. O decreto nº 897, de 21 de setembro de 1976 que dispõe sobre segurança contra incêndio e pânico, são listadas todas as medidas a serem tomadas para legalização de qualquer edificação mediante ao Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro. Portanto o estudo teve por objetivo apresentar a importância das medidas de proteção e prevenção contra incêndio e pânico e como pode ser complexa as aplicações em edifícios históricos.

A descoberta do fogo e o seu controle caracterizaram-se como eventos fundamentais no processo de desenvolvimento tecnológico da civilização. O elemento fogo, desta maneira, constituiu-se como um importante recurso a ser utilizado em diversas as atividades cotidianas do homem. Entretanto, o fogo fora de controle torna-se uma ameaça em todos os aspectos, uma vez que pode ocasionar destruição e perdas, tanto no que se refere aos aspectos econômicos, culturais e sociais (SOUZA, 1996).

As consequências que os incêndios causam à sociedade são de extrema importância, tanto no âmbito social como no econômico e, principalmente, humano. Após inúmeros incidentes por consequência de incêndios as normas e dispositivos de prevenção estão em constante evolução. No entanto, ainda há muito a ser pesquisado, planejado e aplicado no que se refere a este assunto e cobrir demandas que reivindicam modernização e segurança (MITIDIARI & IOSHIMOTO, 1998).

É de alta relevância ter conhecimento da importância que o projeto de combate a incêndio tem para quaisquer edificações e como não é um assunto abordado com o devido aprofundamento que o tema pede na graduação, optou-se pela busca de informações, assim surgindo grande interesse no tema “Sistemas de Combate a incêndio”. Tendo em vista as frequentes tragédias ocorridas devido ao fogo e o incêndio que devastou o grande acervo histórico do Museu Nacional do Brasil, localizado na Quinta da Boa Vista do Rio de Janeiro.

As informações do projeto foram fundamentadas com a análise do incidente causado pelo fogo e estudo de como as normas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro se aplicam a edificações históricas, afim de determinar níveis adequados de proteção. Nesse âmbito, além dos aspectos técnicos implicados em um projeto, são examinados os usos da mencionada edificação, as suas individualidades, considerando-se os aspectos socioculturais.

No que diz respeito às intervenções no patrimônio edificado, a abor-

dagem baseada em desempenho permite a correspondência entre as questões relativas à conservação histórica e os aspectos da segurança contra incêndio. Esta metodologia segue a asserção de que todas as estratégias de proteção contra incêndio devem ser desenvolvidas como um sistema ajustado de segurança, analisando a sua utilização, suas características e sua importância para a sociedade.

Com isso, é necessário o entendimento das questões referentes à segurança contra incêndio como uma abordagem de conservação do patrimônio histórico edificado, uma vez que possibilita a garantia da longevidade destes bens culturais por meio de intervenções conscientes e manutenção adequada aliado ao conhecimento dos riscos de incêndio e formas de proteção, e visa não somente a preservação do patrimônio em si, mas a continuidade de diversas práticas sociais culturais e econômicas para as gerações futuras. Considerando o fato de que as normalizações brasileiras vigentes referentes à segurança ao fogo não contemplam edifícios históricos, é necessária uma nova metodologia para este tipo de intervenção. (BRISTOT, 2009).

É com este foco que o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) vem trabalhado nas últimas décadas e, ao comemorar seus 80 anos, em 2017, reafirmou sua missão de pensar o que é o Patrimônio Cultural do futuro, dos próximos 80 anos, concomitante à necessidade de manter a memória e preservar tudo aquilo que é responsável pela formação da identidade nacional. Entre as diversas ações implementadas neste sentido está o amplo debate, iniciado em julho de 2017, que resultou na publicação da Portaria nº 366/2018, que estabelece as diretrizes para projetos de prevenção e combate ao incêndio em bens edificados tombados, assim como em bens inscritos na Lista do Patrimônio Cultural Ferroviário (IPHAN.2018).

O artigo tem como material de estudo o incêndio ocorrido no Museu Nacional do Brasil, localizado na Quinta da Boa Vista estado do Rio de Janeiro. O fogo teve início na noite do dia 02 de setembro de 2018 onde em poucas horas destruiu quase a totalidade de 200 anos de história e também

166 comprometeu seriamente a estrutura do prédio de três pavimentos. Apresentando a importância das medidas de proteção e prevenção contra incêndio e pânico e como pode ser complexa as aplicações em edifícios históricos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A Segurança Contra Incêndio como abordagem de Conservação do Patrimônio Histórico Edificado**

A segurança contra incêndio e pânico pode ser definida como um conjunto de medidas e recursos externos e internos a edificações, bem como prováveis áreas de risco adjacentes, as quais possibilitam o controle de um incêndio. E seus principais objetivos são: a proteção da vida humana, de modo a garantir condições seguras de escape, e do patrimônio, com a manutenção da estabilidade estrutural do edifício, bem como a possibilidade de extinção do incêndio através de sistemas de proteção (BRISTOT, 2009). Entretanto, além de ser essencial na salvaguarda da população, é de extrema relevância salientar a preservação de objetos e edifícios históricos os quais possuem valores inestimáveis. A perda de bens históricos e culturais também implicam impactos emocionais e econômicos para a sociedade atingida. (ONO, 2004).

Desta maneira, a prevenção aos riscos, levando em consideração os aspectos ambientais, os impactos e os riscos às estruturas físicas de edifícios ou centros históricos, pode ser considerada uma abordagem atual de conservação (ARAÚJO et al, 2005).

Segundo Bristot, (2009), de um modo geral as normas de regulamentação se restringem somente a edificações novas, sendo inadequadas a garantia e proteção de construções que guardam o patrimônio histórico, artístico e cultural, devido a especificidade de suas características.

## 2.2 O Museu Histórico Nacional antes do Incêndio

**M**useu Histórico Nacional preserva e difunde a cultura e a história da Nação brasileira. Criado na década de 1922, hoje reúne um acervo com cerca de 350 mil itens, dentre os quais a maior coleção de numismática da América Latina (MUSEUS DO RIO, 2016).

O patrimônio histórico edificado, dentre toda a gama de bens pertencentes ao contexto do patrimônio histórico, pode ser caracterizado como o que mais diretamente se relaciona com a vida de todos (CHOAY, 2006).

Seu conjunto arquitetônico e entorno sobressaem como Monumento Histórico da ocupação, defesa, urbanização e transformação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro desde sua fundação, no Alto do Morro do Castelo, em 1565 até os dias de hoje. Abrigou o primeiro curso de museus do país, criado por Gustavo Barroso em 1932, atual Escola de Museologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, primeira instituição de ensino superior em Museologia na América Latina. O museu também foi o pioneiro na política de preservação do Patrimônio Nacional, abrigando, entre 1934 e 1937, a Inspetoria de Monumentos Nacionais (MUSEUS DO RIO, 2016).

O início das atividades do museu, criado em 1922, coincide com a inauguração do Pavilhão das Grandes Indústrias da Exposição Internacional de 1922. Do núcleo inicial, instalado em duas salas da Casa do Trem, o museu passou a ocupar o que sobrou do antigo complexo do velho Forte de São Tiago, do Arsenal de Guerra e da Casa do Trem. Atualmente, o circuito expositivo de longa duração percorre os espaços cobrindo desde a pré-história brasileira até o período Republicano. Além de abrigar significativo número de exposições temporárias nacionais e estrangeiras. Além da articulação entre acervo e recursos multimídias, vários projetos e eventos são desenvolvidos pelo setor educativo com foco nos alunos e professores das redes de ensino públicas e privadas, disponibilizando parte de seu acervo em itinerantes de temáticas diversas como: "A República no Traço de Rian", "Memória Cearense", "Imagens do Brasil", "Pelos Ruas e Calçadas - Comércio Informal e Ambulante Ontem e Hoje", "Brasil: Nossa História"

No âmbito da produção e difusão do conhecimento, foi lançado em 1940 o primeiro volume dos "Anais do Museu Histórico Nacional", publicação que circulou regularmente até 1975, sendo retomada em 1995. O museu desenvolve importantes projetos sociais em parceria com diversas instituições, assim como e seminários (MUSEUS DO RIO, 2016).

### 2.3 Importância do Museu Histórico Nacional do Brasil

Criado por D. João VI em 1818, o museu completou 200 anos em junho do ano de 2018. Era a instituição científica mais antiga do país. Ele tem coleções de geologia, paleontologia, botânica, zoologia, antropologia biológica, arqueologia e etnologia. Eram mais de 20 milhões de itens. Foi lá que a princesa Leopoldina, casada com D. Pedro I, assinou a Declaração de Independência do Brasil em 1822 (G1.GLOBO.2018).

Anos depois, também foi palco para a primeira Assembleia Constituinte da República, entre novembro de 1890 e fevereiro de 1891, que marcou o fim do Império no Brasil. Foi incorporado à Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1946, tornando-se desde então uma importante instituição científica (Figura 1) (G1.GLOBO.2018).

Figura 1: Faixada do Museu Nacional, o Museu mais antigo do Brasil



Fonte: Degrau Cultural (2018)

### 2.4 O Museu Histórico Nacional Após o incêndio

Após o incêndio ter destruído grande parte do acervo que o Museu possuía, muito se especulou em busca de respostas para o caso. Com

isso muitas declarações foram surgindo e evidenciando cada vez mais que o fato era uma tragédia anunciada. Segundo o Corpo de Bombeiros o edifício que é tombado pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) não possuía o chamado certificado de aprovação da corporação, que diz se o local está ou não regular no que diz respeito a legislação vigente de segurança contra incêndio e pânico, o que seria determinante para o funcionamento do Museu (G1.GLOBO,2018).

A corporação divulgou também que o mesmo não atendia os requisitos básicos de segurança para os visitantes, funcionários do local, acervos contidos ali e também para o próprio prédio em questão. Equipamentos básicos como, extintores, caixas de incêndio, iluminação de emergência e portas corta-fogo. A direção do Museu, relatou a falta de estrutura necessária para a prevenção e combate a incêndios informando então a falta de equipamentos essenciais como detectores de fumaça e sprinklers já que o mesmo não possuía uma equipe de brigada de incêndio ou pessoal qualificado para agir a qualquer hora no local (G1.GLOBO, 2018).

### 3. CAUSAS DO INCÊNDIO DO MUSEU NACIONAL

Segundo o laudo da perícia realizada pela Polícia Federal, constatou-se que o motivo do incêndio ocorreu devido a um curto-circuito em um aparelho de ar-condicionado localizado no auditório do Museu. O perito responsável pelo caso alegou, que um dos três aparelhos de ar-condicionado que existiam no auditório do Museu, não possuía aterramento externo e nem disjuntor individualizado para cada um dos equipamentos. (SILVEIRA, 2019).

Para chegar a esta conclusão, os peritos seguiram várias linhas de investigação, e uma delas foi analisar as imagens geradas por câmeras internas do Museu, onde puderam observar o primeiro indicio de fumaça partindo do auditório, localizado no térreo da edificação de três pavimentos. Ao fazer uma perícia minuciosa no local, peritos encontraram o cabo elétrico rompido, típico de um evento de sobre corrente, uma corrente elétrica mais alta

do que o aparelho ou cabo elétrico pode suportar sem o desligamento do disjuntor, o que pode gerar um curto-circuito. Após a conclusão do caso, a Polícia Federal divulgou também um laudo no qual mostra os equipamentos contra incêndio que o prédio possuía e relata os equipamentos que o mesmo não possuía, mas que seria de suma importância e também exigido por lei (Figura 2) (SILVEIRA, 2019).

Figura 2: Laudo apontando equipamentos de combate a incêndio existentes e não existentes no Museu nacional.



Fonte: SILVEIRA (2019)

### 3.1 Dispositivos de combate a incêndio que deveriam existir no museu

Conforme consta no COSCIP, o Museu histórico Nacional tem sua classificação definida como local de reunião de público onde há objeto de valor inestimável, estando no grupo F-1 e tem às exigências descritas no quadro 1.

Quadro 1: Tabela Referente as exigências do CBMERJ (Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro) para edificações classificadas como Reunião de público

Exigências para edificações do grupo F (divisões F-1) com área superior a 900 m <sup>2</sup> ou superior a 02 pavimentos	
Grupo de ocupação e uso	GRUPO F – LOCAL DE REUNIÃO DE PÚBLICO
Divisão	F-1 (museu, galeria de arte,...) Classificação quanto ao nº de pavimentos e à altura (em metros)
Medidas de Segurança contra Incêndio e Pânico	H > 30m
Extintores	X

Hidrantes e mangotinhos.	X
Chuveiros automáticos	X <sup>2</sup>
Sinalização de segurança	X
Iluminação de Emergência	X
Alarme de Incêndio	X
Deteção de Incêndio	X
Saídas de Emergência	X <sup>6, 8, 12</sup>
Plano de emergência	X
Controle de fumaça	X <sup>9</sup>
Hidrante urbano	X <sup>9</sup>
Acesso de viatura em edificações	X
Compartimentação Vertical	X <sup>12</sup>
Segurança Estrutural contra Incêndio	X
Controle de Materiais de Acabamento	X
<b>OBSERVAÇÕES ESPECÍFICAS:</b> 1- Exigido apenas para as edificações com ATC superior a 600m <sup>2</sup> . 2- Nos ambientes em que houver guarda ou exposição de objetos de valor inestimável poderá ser substituído por sistema fixo de gases para combate a incêndio, dimensionado conforme requisitos estabelecidos em NT do CBMERJ. 3- Exigido apenas para edificações com 06 pavimentos. 4- A escada de emergência da edificação deve ser do tipo Não Enclausurada, conforme NT específica. 5- A escada de emergência da edificação deve ser do tipo Enclausurada, conforme NT específica. 6- As edificações com 15 ou mais pavimentos, qualquer que seja a área construída, devem possuir no mínimo duas escadas de emergência. 7- Exigido apenas para edificações com previsão de público superior a 1.000 pessoas. 8- Exigido para edificações com altura superior a 90m. 9- Exigido apenas para as edificações com ATC igual ou superior a 1.500m <sup>2</sup> . 10- Pode ser substituída por chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações. 11- Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações. 12- Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, até 60 metros de altura, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações. 13- Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m. 14- A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações.	

Fonte: Adaptado de DECRETO 42-COSCIP (2018)

### 3.2 Sistema de Hidrante e Mangotinhos.

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:  
**Abrigo:** Compartimento, embutido ou aparente, dotado de porta, destinado a armazenar mangueiras, esguichos, carretéis e outros equipamentos de combate a incêndio, capaz de proteger contra intempéries e danos diversos (ABNT NBR 13714:2000).

**Esguicho:** Dispositivo adaptado na extremidade das mangueiras, destinado a dar forma, direção e controle ao jato, podendo ser do tipo regulável (neblina ou compacto) ou de jato compacto (ABNT NBR 13714:2000).

**Hidrante:** Ponto de tomada de água onde há uma (simples) ou duas (duplo) saídas contendo válvulas angulares com seus respectivos adaptadores, tampões, mangueiras de incêndio e demais acessórios (ABNT NBR 13714:2000).

**Mangotinho:** Ponto de tomada de água onde há uma (simples) sa-

172 CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 4  
ída contendo válvula de abertura rápida, adaptador (se necessário), mangueira semi-rígida, esguicho regulável e demais acessórios (ABNT NBR 13714:2000).

Sistema de hidrantes ou de mangotinhos: Sistema de combate a incêndio composto por reserva de incêndio, bombas de incêndio (quando necessário), rede de tubulação, hidrantes ou mangotinhos e outros acessórios (ABNT NBR 13714:2000).

### 3.3 Sistema de detecção e alarme de incêndio

**A** ABNT NBR 17240: 2010, tem como objetivo especificar requisitos para monitorar e emitir alarmes através de dispositivos (detectores, acionadores e módulos) nas diversas áreas da edificação, quando for detectada possível caracterização de incêndio.

Esse sistema deverá garantir detecção e informação, nas áreas abrangidas, de forma que qualquer princípio de incêndio e/ou de anormalidades dos processos monitorados seja detectado e informado no menor espaço de tempo possível, com orientações precisas do local afetado e grau de abrangência para que ações de profissionais sejam tomadas para sanar a anormalidade (ABNT NBR 17240: 2010).

Detector de fumaça é um instrumento indicador de fogo. Esses dispositivos de segurança comerciais emitem um sinal para um painel de controle de alarme de incêndio, que geralmente emitem um aviso sonoro e visual (ABNT NBR 17240: 2010).

O acionador manual (Figura 3) endereçável é um dispositivo que pode ser acionado manualmente por qualquer pessoa. Ele deve ser utilizado quando o foco de incêndio não for identificado de imediato por outros dispositivos, tais como: detector de calor ou fumaça.

Figura 3: Acionador manual



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

### 3.4 Sistemas de Sprinklers (Chuveiros Automáticos)

Os Chuveiros Automáticos contra Incêndios (Sprinklers) são dispositivos com elemento termo sensível projetados para serem acionados em temperaturas pré-determinadas, lançando automaticamente água sob a forma de aspersão sobre determinada área, com vazão e pressão especificadas, para controlar ou extinguir um foco de incêndio (ABNT NBR 10897:2014). Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, cálculo e instalação de sistemas hidráulicos de proteção contra incêndio, por chuveiros automáticos para edificações, bem como determina as dimensões e adequação dos abastecimentos de água para o suprimento exclusivo destes sistemas (ABNT NBR 10897:2014)

### 3.5 Porta Corta Fogo

Produzida com folhas de flandres, podendo resistir até 120 minutos às chamas de fogo, tempo médio para realizar a contenção e ou eliminação de focos de incêndio. Contudo, possui isolamento acústico, ajudando em casos de situações de pânico e risco, podendo conter estrondos e barulhos maiores. As portas corta fogo possuem diversas classificações, conforme as normas da ABNT NBR 11742:2003.

A porta corta fogo é um equipamento que auxilia na contenção de chamas e fumaça em caso de incêndio, sendo também um meio de segurança para pessoas que estão presentes no local, por promover uma rota de fuga segura e rápida. As portas corta fogo são obrigatórias conforme as normas

### 3.6 Sinalização Visual

A sinalização de segurança contra incêndio e pânico tem como objetivo reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantindo que sejam adotadas medidas adequadas a situações de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio. (HAYRTON 2019)

A Sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores que devem ser postos em locais de fácil visualização e em áreas de risco. (ADAPTADO DA ABNT NBR 13434:2004).

- Indicação básica da Sinalização de emergência:
- Proibição,
- Alerta,
- Orientação e Salvamento,
- Equipamentos,
- Sinalização complementar.

Informações referente a sinalização visual como símbolos e suas formas (Figura 4), dimensões e cores podem ser encontradas na ABNT NBR 13434:2004.

Figura 4: Imagens ilustrativa de Placas de Sinalização de emergência



Fonte: HAYRTON (2019)

### 3.7 Sistema de iluminação de emergência

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

O sistema de iluminação de emergência deve: -permitir o controle visual das áreas abandonadas para localizar pessoas impedidas de locomover-se; - manter a segurança patrimonial para facilitar a localização de estranhos nas áreas de segurança pelo pessoal da intervenção; - sinalizar inconfundivelmente as rotas de fuga utilizáveis no momento do abandono do local; - sinalizar o topo do prédio para a aviação comercial (ABNT NBR 10898:2013).

Em casos especiais, a iluminação de emergência deve garantir, sem interrupção, os serviços de primeiros socorros, de controle aéreo, marítimo, ferroviário e outros serviços essenciais instalados (ABNT NBR 10898:2013).

Informações referente ao sistema de iluminação de emergência podem ser encontradas na ABNT NBR 10898:2013- Sistemas de Iluminação de Emergência.

### 3.8 Extintores

De acordo com a ABNT NBR 12693:2013 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio, um extintor é um aparelho manual utilizado com a finalidade de combater princípios e focos de fogo que contém um determinado agente extintor para certos tipos de incêndios (PEREIRA, 2017). Os projetos de combate a incêndio devem considerar em sua fase de confecção alguns requisitos baseados na norma. São eles:

A área e sua classe de risco de acordo com a área a ser protegida.

A origem ou natureza do fogo.

O agente ou tipo de extintor a ser utilizado para o combate do fogo.

A capacidade de extinção do aparelho extintor.

A distância que o usuário do extintor deverá percorrer para levá-lo até o local de princípio do incêndio (PEREIRA, 2017).

Os extintores devem ser instalados em locais em que o acesso não seja bloqueado pelo fogo e devem ser devidamente sinalizados de forma a facilitar ao máximo a sua identificação pelo usuário. Também, não devem ficar em locais abertos que recebam ações de intempéries como o sol, chuva, vento, etc. Da mesma maneira, sua remoção não pode ser dificultada por estruturas feitas para protegê-los como abrigos e suportes (PEREIRA, 2017).

### 3.8.1 Tipos de Extintores

Cada tipo de extintor deve ser identificado quanto ao seu uso e sua indicação (Quadro 2). É recomendável que se tenha mais próximo os extintores que combaterão o fogo em caso de incêndio de materiais próximos (PEREIRA, 2017).

Quadro 2: Tipos de Extintores

Agente	Indicação
Água	Incêndios de classe A, age por resfriamento e nunca se deve utilizar em incêndios de classes B e C.
Gás Carbônico	Incêndios classe B e C, age por abafamento extinguindo o oxigênio e resfriando os materiais.
Pó Químico B/C	Incêndios classe B e C, extingue o fogo por meio de reações químicas.
Espuma Mecânica	Incêndios de classe A e B, age por abafamento e resfriamento, nunca ser utilizado em fogo de natureza classe C
Pó Químico A/B/C/	Incêndios de classe A, B e C, age por reações químicas e abafamento pode ser utilizado em fogos de qualquer tipo de natureza.
Cloreto de Sódio D	Incêndios de classe D, o incêndio é extinto através do isolamento entre o metal e a atmosfera e o resfriamento

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2017)

### 3.8.2 Natureza do Incêndio

Determina a origem do fogo (Quadro 3) e com essa informação pode-se

fazer a escolha correta de qual tipo de extintor utilizar (Quadro 2), para que o princípio de incêndio seja controlado com eficiência.

Quadro 3: Natureza do Incêndio

Classe	Natureza do incêndio
A	Fogo tendo origem em materiais combustíveis sólido como, madeira, papel, plásticos termoestáveis, tecidos, borrachas e fibras orgânicas.
B	Tendo origem na combustão de líquidos ou gases inflamáveis, graxas e plásticos que queimam na sua superfície sem deixar resíduos,
C	Tendo origem em instalações elétricas energizadas como fiações, quadro de forças, transformadores e etc.
D	Tem origem em metais combustíveis, como magnésio, lítio, potássio, sódio e zircônio.

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2017)

Deve-se analisar a natureza do incêndio que possa acontecer no local para colocação adequada da classe do extintor por exemplo um fogo oriundo de líquidos ou gases inflamáveis, graxas e plásticos que queimam na superfície sem deixar resíduos ou tendo origem em instalações elétricas energizadas como fiações, quadro de forças, transformadores e etc. são combatidos com extintor do tipo CO<sub>2</sub> (ABNT NBR 15808:2017).

### 3.9 Dispositivos de Combate a Incêndio que existiam no Museu

#### 3.9.1 Hidrante Urbano

**T**ambém conhecido como hidrante público, são equipamentos de cor vermelha podendo possuir até três saídas de água em alta pressão. São instalados em calçadas, considerando pontos estratégicos para o combate ao incêndio em edifícios na determinada área. Sua utilização é realizada pelo Corpo de Bombeiros ou por uma equipe especializada (ADAPTADO DA NBR 5667/1980).

#### 3.9.2 Extintor

**E**quipamento básico de segurança para controle e extinção de incêndio, previsto por lei a obrigatoriedade em edifícios. Pode ser utilizado por qualquer pessoa no momento da emergência, mas dar-se preferência da utilização por uma equipe especializada em combate a incêndio (PEREIRA,

Equipamentos que não foram utilizados para extinguir o princípio de incêndio pois o Museu não possuía corporação de brigada de incêndio na hora do fato ocorrido, alegando não possuir orçamento para pagamento da mesma (O GLOBO, 2019).

#### 4. CONCLUSÃO

É evidente a importância dos sistemas de combate a incêndio e todos os dispositivos que os constituem, em edificações históricas. Porém a muito o que evoluir no cenário de segurança contra incêndio e pânico visto os inúmeros incêndios que ainda ocorrem devido à falta de penalidades mais severas aplicadas para edificações que não atendem o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) -Corpo de Bombeiros dos Estados.

Ao analisar o incêndio ocorrido no Museu Histórico Nacional, foi possível verificar a necessidade de uma imediata regulamentação referente a segurança em edifícios históricos, já que as existentes não são suficientes para assegurar o patrimônio histórico e cultural, podendo assim acarretar outros incidentes como o descrito.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13714. Sistemas de Hidrante e de Mangotinhos para Combate a Incêndio. Rio de Janeiro. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10898. Sistemas de Iluminação de Emergência. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 17240. Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio. Rio de Janeiro. 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 10897/2014. Proteção por chuveiro automático. Versão corrigida: Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15808:2017. Extintores de incêndio portáteis. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5667/1980. Hidrantes Urbanos de Incêndio. Rio de Janeiro 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13434. Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico. Rio de Janeiro. 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 11742. Porta Corta-fogo para Saída de Emergência. Rio de Janeiro. 2003

ARAÚJO, S. M. S., SOUZA, V. C. M., GOUVEIA, A. M. C. Análise de risco de incêndio em cidades históricas brasileiras: a metodologia aplicada à cidade de Ouro Preto. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol.5(1) p.55 a 67, 2005.

BRISTOT S. F. A segurança contra incêndio como abordagem de conservação do patrimônio histórico edificado . Florianópolis 2009 Dissertação (Mestrado)

CHOAY, F.. A alegoria do patrimônio. São Paulo: Estação Liberdade: UNESP, 3ª ed, 2006.

CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO (COS-CIP) dos Estados-Corpo de Bombeiros dos Estados. 1976

CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO (COS-CIP) DECRETO 42- 17 DE DEZEMBRO DE 2018 dos Estados-Corpo de Bombeiros dos Estados.

DEGRAU CULTURAL. Nota de solidariedade: Incêndio no Museu Nacional.2018. Disponível em: <https://degraucultural.com.br/noticia/nota-de-solidariedade-incendio-no-museu-nacional> . Acesso em 10 de março de 2019.

G1.GLOBO. O que se sabe sobre o incêndio no Museu Nacional, no Rio. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/04/o-que-se-sabe-sobre-o-incendio-no-museu-nacional-no-rio.ghtml> . Acesso em 10 de março de 2019

HAYRTON . Os ensaios exigidos para a sinalização de segurança con-

tra incêndio e pânico. 2019. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2019/04/02/os-ensaios-exigidos-para-a-sinalizacao-de-seguranca-contra-incendio-e-panico/> . Acesso em julho de 2019

HIPHAN. Normativa define diretrizes para a prevenção e combate a incêndio em edificações tombadas. 2018. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/clc/noticias/detalhes/4808/normativa-define-diretrizes-para-a-prevencao-e-combate-a-incendio-em-edificacoes-tombadas> . Acesso em 27 de agosto 2019

MITIDIERI, M. L.; IOSHIMOTO, E.. Proposta de Classificação de Materiais e Componentes Construtivos com relação ao Comportamento Frente ao Fogo – Reação ao Fogo. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, BT/PCC/222, 25 p., 1998.

MUSEUS DO RIO. Museu Histórico Nacional- MHN. 2016. Disponível em: [https://www.museusdorio.com.br/joomla/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=42:museu-historico-nacional](https://www.museusdorio.com.br/joomla/index.php?option=com_k2&view=item&id=42:museu-historico-nacional) . Acesso em 19 de março de 2019

OGLOBO.COM. Dispositivos de combate a incêndio existente no Museu. 2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/leia-os-principais-pon-tos-sobre-incendio-que-destruiu-museu-nacional-23042684>. Acesso em 10 de março de 2019

ONO, R.. Proteção do patrimônio histórico-cultural contra incêndio em edificações de interesse de preservação. Palestra apresentada na Fundação Casa de Rui Barbosa. Rio de Janeiro, 2004.

PEREIRA, Caio. Tipos de extintores de incêndio. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-extintores/>. Acesso em: 02 de novembro de 2019.

SILVEIRA, D. Incêndio que destruiu o Museu Nacional começou no ar-condicionado do auditório, dia laudo da PF. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/04/04/policia-federal-divulga-laudo-de-incendio-que-destruiu-o-museu-nacional-no-rio.ghtml> . Acesso em 09 de julho de 2019.

SOUZA, J. C. A Importância do Projeto Arquitetônico na Prevenção contra Incêndios. In: NUTAU, 1996, São Paulo, 11p. Artigo técnico.

# CAPÍTULO X

## O CAMINHO DA ÁGUA POTÁVEL: DA CAPTAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO

*Nathan França Vieira de Siqueira*

*Tainá Rodrigues Santos Sarmiento*

*Flávia da Silva*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

O presente artigo aborda sobre o assunto de captação da água à distribuição nos reservatórios do Rio de Janeiro. Visando as próximas décadas, um dos fatores mais importantes e essenciais para vida é a água. A escassez dela é alarmante, com isso o ideal é pensar no que nos afetará. Logo, há necessidade que se mude a mentalidade da população, para que lá na nascente não haja desmatamento, e que a mesma seja preservada para que não haja uma crise hídrica. Poderíamos ter rios vivos mesmo em meios urbano, se os mesmos fossem respeitados. O ideal seria que a população se conscientizasse e ao menos descartasse seus devidos objetos sem valor corretamente, com isso, o tratamento da água seria facilitado, e a água poderia chegar no destino final com mais pureza e qualidade. Com tudo isso, ainda há tempo de mudar os hábitos da população com campanhas, passeatas ou outras mobilizações, para que possamos desfrutar por mais tempo desse bem tão precioso que ainda temos.

Sabe-se que a água é um recurso natural indispensável para a vida de todos os seres humanos, ela foi a base para o desenvolvimento das primeiras civilizações e motivo de competição de vários povos. Diante da importância desse recurso, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou em 1992 o Dia Mundial da Água, que é comemorado em 22 de março. Esse dia tem o intuito de chamar a atenção para a preservação e uso racional desse precioso recurso natural (ZANETTA, 2016).

O acesso à água potável é um direito fundamental do ser humano, estabelecido pela ONU. No Brasil, segundo dados do governo federal 93,13% dos domicílios urbanos são abastecidos por rede de distribuição de água com canalização interna (GOVERNO DO BRASIL, 2017).

Segundo a Organização das Nações Unidas - ONU, 100% de toda a água do planeta Terra, apenas 1% está disponível para o consumo humano, sobrando 97% para o oceano e 2% nas geleiras. Mesmo com essa escassez, existe em grande parte, um desperdício de água em sistema de abastecimento, que perdem uma quantidade muito elevada de litros em razão de vazamentos e problemas gerais nas tubulações e sistemas de fornecimento. Mesmo em países desenvolvidos, esse problema é recorrente: na Alemanha, 9% de toda a água é desperdiçada nos sistemas público, números muito parecidos com o de outros países, como Japão e Estados Unidos. Já o desperdício de água no Brasil é ainda mais elevado, atingindo um volume total correspondente a 38,8% de toda a água tratada (PENA, 2019).

Ainda que o consumo de água em torneiras e lençóis subterrâneos seja comum no Brasil, também podem causar danos. Com o crescimento urbano, uma grande parte desses recursos hídricos se tornou impróprio para o consumo humano, pois contém resíduos dos materiais com os quais entra em contato, como sais dissolvidos, partículas em suspensão e diversos tipos de microrganismos (ZANETTA, 2016).

Para se tornar própria para o consumo humana, a água precisa ser tratada com cloro, seguindo vários processos de desinfecção, decantação, correção do ph e fluoretação (ZANETTA, 2016).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), precisa-se de um novo padrão para acabar. Ou ao menos diminuir com essa poluição da água doce e escassez da mesma. A Lei nº 9.433/97, conhecida como a Lei da Água determina que o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou de posição final em um corpo d'água, estão sujeitos

à outorga pelo poder público (SILVA et al, 2009).

Este poder estabelece o valor a ser cobrado pelo uso dos recursos hídricos e os parâmetros que devem ser observados durante o lançamento desses resíduos, o volume lançado e seu regime de variação, bem como as características físico químicas, biológicas e de toxicidade do afluente. No Brasil, a implantação de Sistema de Abastecimento de Água (SAA), sendo um serviço de utilidade pública, está sujeita ao licenciamento ambiental, conforme a Resolução 237 de 19 de dezembro de 1997 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (SILVA et al, 2009).

A metodologia empregada para elaborar esse estudo consiste em revisão bibliográfica. Foram coletadas informações de outros artigos acadêmicos, dissertações e livros, fontes confiáveis que incorporaram o caminho da água potável, onde será entendido o passo a passo da captação à distribuição da água que chega a torneira de casa.

Existem razões para elaboração do seguinte artigo, pois foi estudado profundamente o tema e visto como o trabalho da captação à distribuição da água é árduo, portanto, o motivo do presente artigo é apresentar relações entre o consumidor e o distribuidor da água, buscando-se relatar os principais pontos sobre o caminho da água, desde a captação até a distribuição. Será abordado rigorosamente da captação ao tratamento da água, pois é fundamental a colaboração e a importância do uso consciente da população, com isso é possível agilizar as etapas do tratamento, para que a água tenha melhor qualidade.

Dessa forma, quanto mais poluída a água, mais produtos químicos serão usados para torná-la potável para o consumo humano.

O estudo tem como objetivo analisar todas as etapas por onde a água passa até estar pronta para o consumo humano e chamar a atenção para o uso consciente desse bem natural a fim de que seja utilizado mais racionalmente para evitar os desperdícios.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. A Importância da água para todos seres vivos**

**T**odos sabem que em nosso país há tempos que se observa a escassez de água. Pode-se afirmar que a água é fundamental para nosso organismo, sendo 80% composto por água. Mesmo com a população consciente dessa situação, o não aproveitamento de água, ou seja, o desperdício ainda é um quadro preocupante. O desperdício de água é um problema socioambien-

tal que gerará grandes problemas para os homens, existe, por exemplo, o desperdício durante o banho, ou ao escovar os dentes, desperdício durante o abastecimento de água, causado geralmente por falhas técnicas, entre outros. Em consequência disso, nota-se que a população precisa mudar seus hábitos (SANTOS, 2019).

É importante que a população aprenda a fazer uso racional da água, mudar de atitude evitando desperdícios, e a economizar. Mesmo com as diversas campanhas que incentivam a economia de água, alguns hábitos são difíceis de serem evitados (TRIÂNGULO MINEIRO, 2016).

## 2.2. Captação da Água

É a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por captar de modo adequado a água da nascente, também chamada de água bruta que logo após ser captada é distribuído por adutoras usadas para o transporte da água do ponto de captação na nascente até a Estação de Tratamento de Água (adutora de água bruta), e da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição (adutora de água tratada) (CESAN, 2019).

## 2.3. Tratamento da Água

A maior parte da água limpa que é consumida se transforma em esgoto que é reintroduzido nos rios e lagos. Estas nascentes, uma vez contaminadas, podem conter microrganismos que provocam diferentes doenças como a diarreia, hepatite, cólera e febre tifoide. Além dos microrganismos, as águas dos rios e lagos contêm diversas partículas indevidas para o consumo da população. Daí a necessidade de se tratar a água para que esta volte a ser propícia para o consumo humano (USP, 2019).

Quando é pensado em água tratada na maior parte das vezes vem em mente o tratamento de uma água que estava contaminada, com o esgoto, para uma que volte a ser limpa. Cabe aqui fazer uma separação entre tratamento da água e do esgoto: o tratamento de água é feito após a água doce ser encontrada em mananciais que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microrganismos. Por essa razão a água é transportada dos mananciais para a Estação de Tratamento de Água (ETA). Já o esgoto é tratado a partir de esgotos residenciais ou industriais para que, após ser tratada, a água poder ser introduzida novamente nos cór-

regos e assim diminuir o impacto ambiental (USP, 2019).

### 2.3.1. Etapas do tratamento

Segundo SABESP (2019), as fases do tratamento da água são:

**Coagulação** – No processo de coagulação é inserido sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, logo após uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e se unem com mais facilidade.

**Floculação** – Nesta fase, posterior a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.

**Decantação** – Nesta fase, a água passa por grandes tanques para que separe os flocos de sujeira formados na floculação.

**Filtração** – A água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito. Eles são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.

**Pós-alkalinização** – Aqui, o pH da água é analisado para passar pela correção, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.

**Desinfecção** – Nesta fase, o cloro no líquido é adicionado antes da saída da Estação de Tratamento. Ela garante que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor.

**Fluoretação** – Na última fase, o flúor também é adicionado à água. A substância serve para prevenir cáries na população (SABESP (2019).

### 2.4. Distribuição

Com a etapa de tratamento finalizada, a água segue para ser analisada em laboratório, onde são atestados os padrões que a identificam como potável. Só então a água potável é liberada para os reservatórios onde é armazenada antes da distribuição. Através das adutoras, e das redes de distribuição (ABREU, 2017).

**2.5.1 A História do tratamento de esgoto no Rio de Janeiro**

A Cidade do Rio de Janeiro foi fundada por Estácio de Sá em março de 1565. Dois anos depois foi transferida por Mem de Sá para o Morro do Desterro (Castelo), onde se desenvolveu. Aos poucos a população começou a descer o morro do Castelo, espalhando-se pelas partes planas. Nessas áreas planas haviam diversos lagoas e áreas pantanosas oriundo do movimento das marés que as preamares alagavam toda a área entre o atual Passeio Público e a Praça Mauá. Aos poucas, estas áreas foram sendo aterradas. (CEDAE, 2019).

Naquela época, os moradores tinham o mau costume de jogar na rua e na “vala” todos os despejos e detritos domésticos, transformando-a em uma imensa cloaca, com insuportável mau cheiro e ondas de mosquitos. (CEDAE, 2019).

Os esgotos das casas eram acondicionados em barricas de madeiras (os cubos) nos quintais e à noite transportados por escravos para os lançamentos mais próximos, como as Praias do Peixe (Rua D. Manuel) e das Farinhas e o Campo da Aclamação (Campo de Santana). Esses escravos e seus barris foram apelidados pelo povo de “Tigres” (ao carregar as barricas abertas na cabeça, o esgoto respingava nas costas dos escravos e sujava a pele de branco, depois do contato com o sol) dos quais todos fugiam nas ruas com pouca iluminação (CEDAE, 2019).

A Cidade do Rio de Janeiro foi a terceira cidade do mundo a ser receber de rede de esgotos sanitários, ocorrendo antes em Londres (1815) e Hamburgo (1842). Somente Londres, como Capital se antecipou ao Rio, na construção de suas redes coletoras de esgotos (CEDAE, 2019).

Em 1972 foi criada a Empresa de Saneamento da Guanabara – ESAG – que tinha o encargo de dirigir e administrar os serviços de esgotos sanitários e dar combate aos mosquitos em toda a área do Estado da Guanabara. Coube a ESAG elaborar o Plano Estadual de Esgotamento Sanitário, considerando três grandes sistemas de esgotamento: sistema Guanabara, Jacarepaguá e Sepetiba. Em seguida, reformulou o programa de obras do Emissário Submarino de Ipanema e deu início a sua construção, concluídas em 1975 pela CEDAE, com recursos próprios e do BNH (CEDAE, 2019).

Com a fusão dos Estados Guanabara e do Rio de Janeiro, foi criada em 1º de agosto de 1975 a Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE – que absorveu a companhia Estadual de Águas da Guanabara – CEDAG, a Empresa de Saneamento da Guanabara – ESAG e a Companhia de

Saneamento do Rio de Janeiro – SANERJ. Com a criação da CEDAE, os setores de água e esgotos, que ao longo de sua história estiveram a maior parte do tempo separados, ficaram juntos para facilitar os objetivos do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, através do qual o governo Federal, o Estado e os Municípios reúnem recursos financeiros para solucionar seus problemas de saneamento básico (CEDAE, 2019).

## 2.5.2 Etapas do tratamento de esgoto

As Estações de Tratamento de Esgoto (Figura 1) mais comumente conhecidas através da sigla ETE – são unidades operacionais do sistema de saneamento que especificamente recebem as cargas poluentes do esgoto e devolvem o efluente tratado a corpos d'água como rios, reduzindo os eventuais impactos ambientais que poderiam ser causados sem o devido tratamento, além de evitar que empresas sejam punidas legalmente e judicialmente pela destinação incorreta dos efluentes gerados (TERA AMBIENTAL, 2018).

Figura 1: Exemplo de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).



Fonte: CEDAE (2019)

Segundo a CEDAE (2019), as fases do tratamento de esgoto são:

**Gradeamentos:** etapa inicial onde resíduos sólidos maiores (gradeamento grosso), e resíduos sólidos menores (gradeamento fino), são fisicamente retidos por meio de barreiras no sistema;

**Desarenação:** neste momento, a areia em suspensão no esgoto vai para o fundo do tanque, enquanto os materiais orgânicos ficam nas camadas superiores;

**Decantador primário:** primeira etapa de decantação onde o material orgânico sólido é misturado e sedimentado no fundo, formando lodo;

**Peneira rotativa:** depois da formação do lodo por decantação, um processo

de centrifugação separa a fase sólida da mistura em uma espécie de peneira, permitindo que o líquido seja armazenado em tanques;

**Digestão anaeróbica:** nesta fase o objetivo é a estabilização da mistura por meio de processos químicos que atuam no lodo remanescente, neutralizando bactérias e gases nocivos;

**Tanque de aeração:** através de um processo químico específico, os resíduos orgânicos são transformados em gás carbônico, fazendo com que a matéria ali contida sirva de alimento para microrganismos que ajudarão na decomposição de resíduos;

**Decantador secundário:** mais uma fase de decantação, onde a matéria sólida no lodo é reduzida;

**Adensamento do lodo:** o lodo é filtrado aqui, para que se retire mais uma parte da matéria sólida da mistura;

**Condicionamento químico do lodo:** o lodo é coagulado e desidratado, deixando apenas a parte sólida do composto para trás;

**Filtro prensa de placas:** o restante do líquido é extraído através de um processo de compressão mecânica sobre a massa de lodo obtida na etapa anterior;

**Secador térmico:** na fase final, o material é exposto a altas temperaturas, o que força a evaporação de qualquer resquício de água ainda presente no material (CEDAE (2019))

## 2.6 Água de reuso

A água de reuso pode ser definida como a água residuária que está dentro de padrões estabelecidos para a sua reutilização. Normalmente a água residuária é proveniente do banho, cozinha, processos de fabricação industrial e águas de infiltração, sendo geralmente tratada em Estações de Tratamento de Esgoto (SANTOS, 2019).

A água de reuso possui uma qualidade inferior quando comparada à água potável e não é usada diretamente para o consumo. Em grande parte dos casos, sua utilização engloba geração de energia, refrigeração de equipamentos, lavagem de carros, irrigação de campos para cultivo, combate a incêndios, limpeza de ruas e irrigações de jardins. Todas essas atividades não necessitam da utilização de água potável, sendo assim, a água de reuso faz com que maior quantidade de água potável seja disponibilizada, ajudando, portanto, no problema de abastecimento (SANTOS, 2019).

### 3. CONSUMO E USO DA ÁGUA

#### 3.1 Consumo e uso da água no Brasil

Desde o início da humanidade, sabe-se que a importância da água é latente, visto que seu desenvolvimento se deu em locais com água potável. Nesse ponto o Brasil é privilegiado: possuímos 12% das reservas de água doce disponível no mundo (TEIXEIRA, 2011).

Mesmo com essa grande riqueza, não podemos utilizá-la de qualquer modo. Há alguns anos, alguns pesquisadores e especialistas nos alertam sobre a poluição e o consumo demasiado de água, esse consumo excessivo pode resultar na falta de água em muitas regiões (TEIXEIRA, 2011).

O consumo e o uso das águas no território nacional crescem a cada instante, e deve crescer cerca de 24% até 2030, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA). O Brasil usa, em média, 2 milhões e 83 mil litros de água por segundo. No ano de 2030, esse total deve ultrapassar 2,5 milhões de litros por segundo (NASCIMENTO, 2019).

Segundo o estudo da ANA, os principais usos da água no Brasil são: O abastecimento humano (urbano e rural), o abastecimento animal, indústria de transformação, a mineração, a termoelectricidade, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais (NASCIMENTO, 2019).

Somente a agricultura irrigada é responsável por 52% de toda a água retirada no país. Em seguida, vêm o uso para abastecimento urbano, com 23,8%, a indústria, com 9,1%, e o uso animal, em especial para dessedentação, com 8% (NASCIMENTO, 2019).

De acordo com o levantamento, o volume de uso consuntivo conjunto de água na agricultura irrigada, no abastecimento urbano e na indústria de transformação equivale a 85% das retiradas de água em corpos hídricos, totalizando 2,083 milhões de litros por segundo (NASCIMENTO, 2019).

O uso de águas para a agricultura irrigada prevalece nas regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste. Na Região Norte, prevalecem atualmente as retiradas de água para termelétricas e abastecimento humano urbano. No Sudeste, predominam o abastecimento urbano e a maior demanda de uso na indústria de transformação (NASCIMENTO, 2019).

O levantamento da ANA destaca ainda o papel crescente das usinas termelétricas na demanda por água. Segundo o estudo, mesmo sendo uma atividade de intensificação mais recente, a retirada de água por termelétricas, é superior à soma de todas as retiradas para mineração e abastecimento

humano no meio rural. Enquanto as termelétricas responderam por 3,8% das retiradas de água, o abastecimento rural respondeu por 1,7%, enquanto a mineração ficou com 1,6% das retiradas (NASCIMENTO, 2019).

Os estados que respondem pela maior variação das retiradas são: Rio de Janeiro, com 21% da demanda total, Santa Catarina, com 13%, São Paulo, com 11%, Pará, com 9%, Maranhão, com 9%, e Pernambuco, com 8%. Juntos, esses estados concentram 72% da demanda total que foi de 79,5 m<sup>3</sup>/s em 2017 (NASCIMENTO, 2019).

### 3.2 Consumo de água no Rio de Janeiro.

O Rio de Janeiro é o estado com o maior consumo per capita de água do país, segundo dados do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento). Os fluminenses consomem cerca de 253,1 litros de água por dia, mais de duas vezes o recomendado pela ONU (Organização das Nações Unidas), que considera suficientes 110 litros de água por pessoa (BIANCHI, 2015).

O número é ainda maior quando se leva em conta apenas a capital (Figura 2), os cariocas consomem, em média, 329,78 litros de água ao dia. O consumo do Estado também é 52,2% a mais que a média nacional, de 166,3 litros. Em seguida, no ranking, encontram-se o Maranhão, com um consumo médio de 230,8 litros de água por habitante em um dia, e o Amapá, com 194,9 litros (BIANCHI, 2015).

Figura 2: Onde mais se consome água no Brasil

Estado	Rio de Janeiro
Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)	253,08
Tarifa média de água 2013 (R\$/m <sup>3</sup> )	3,33
Índice de atendimento total de água (%)	89,15
Índice de perdas na distribuição (%)	30,82

Fonte: Revista Exame (2016)

### 3.3 Classificação dos consumidores de água

Pode-se classificar os consumidores por categorias de consumo, pois é uma prática comum nas prestadoras de serviços de saneamento. Normalmente, são classificados em quatro grandes categorias: Doméstico, Comercial, Industrial e Público (TOMOYUKI, 2006).

A divisão dos consumidores dessas categorias baseia-se no fato de

que essas categorias são claramente diferenciáveis e também devido a necessidade de cobranças diferenciadas (TOMOYUKI, 2006).

### 3.3.1 Categorias de consumo

**U**so residencial: Essa categoria é a mais semelhante, apresentando variedade de consumo relativamente pequena, quando comparada a variação das outras categorias (TOMOYUKI, 2006).

A água para uso doméstico diz respeito a sua utilização residencial, tanto na área interna como na área externa da residência. Na área interna, a água pode ser utilizada para ser bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de utensílios domésticos e outros. Para a área externa, utiliza-se a água para regar as plantas, piscinas, lavagem de veículos, etc. (TOMOYUKI, 2006).

Uso comercial: São várias as atividades comerciais que utilizam a água, de modo que, nessa categoria ocorrem desde pequenos consumidores de água, como bares, padarias e pequenas indústrias artesanais, até mesmo grandes consumidores de água, como shopping center e indústrias de bebidas (TOMOYUKI, 2006).

Uso Industrial: O uso da água em uma instalação industrial pode ser classificado em cinco categorias: Uso humano; Uso doméstico; Água incorporada ao produto; Água utilizada no processo de produção; Água perdida ou para usos não rotineiros.

O uso da água para o consumo humano refere-se ao banheiro, banho e alimentação (inclusive lavagem de utensílios), de modo que esse consumo depende essencialmente do número de funcionários e do seu regime de trabalho. Considera-se como uso doméstico, a água utilizada em limpeza geral e manutenção da área do estabelecimento e, em alguns casos, a água utilizada em utilidades (torre de resfriamento, equipamento para irrigação, etc).

Como exemplo de água incorporada ao produto, pode-se citar, a água incorporada a shampoos e outros produtos de higiene pessoal, água incorporada a bebidas, águas incorporada a alimentos, etc. Para os casos de águas incorporada ao processo de produção e não incorporada ao produto, tem-se: água para geração de vapor, água para refrigeração, água para preparação de argamassa de cimento, água para lavagem de roupas em lavanderias, etc.

Como água perdida, considera-se o consumo ocorrido sem relação

com a atividade de produção da empresa, como: água para incêndio, água para lavagem de reservatórios, água perdida por vazamentos e para usos não identificados (TOMOYUKI, 2006).

Uso Público: Inclui nessa classificação a parcela de água utilizada na irrigação de parques e jardins, lavagens de ruas e passeios, edifícios e sanitários de uso público, fontes ornamentais, piscinas públicas, chafarizes, torneiras públicas, combate a incêndios e limpeza de coletores de esgoto, etc (TOMOYUKI, 2006).

## 4. PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL

### 4.1 Definições de Perdas

**A**valiações das perdas de água eram feitas de formas diferentes em cada país ou mesmo em diferentes prestadores de serviço de um país. Há pouco tempo, a International Water Association (IWA), com a intenção de padronizar o entendimento dos componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento, apresentou uma matriz que retrata o Balanço Hídrico, apresentado na figura 3, no qual são considerados dois tipos de perdas de água: perdas reais e perdas aparentes (JÚNIOR, 2013).

Figura 3: Balanço Hídrico proposto pela IWA

Volume de Entrada no Sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo Medido Faturado (incluindo água importada)	Água Faturada	
		Consumo Autorizado não Faturado	Consumo Estimado Faturado		
		Perdas de Água	Perdas Aparentes (Não Físicas)	Consumo Medido não Faturado	Água não Faturada (ANF)
			Perdas Reais (Físicas)	Consumo não autorizado	
	Erro de medição				
	Vazamentos e extravasamentos em reservatórios				
			Vazamentos em adutoras e redes		
			Vazamentos em ramais até o ponto de medição do cliente		

Fonte: Júnior (2013)

Perdas reais: quando o volume inicial de água oferecido pelas empresas é desperdiçado durante o processo de distribuição, na figura 2, podemos observar as perdas por subsistemas (JÚNIOR, 2013);

Figura 4: Perdas reais por subsistemas: origens e magnitudes

Subsistemas	Origens	Magnitudes
Adução de Água Bruta	Vazamento nas tubulações	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Limpeza do poço de sucção*	
Tratamento	Vazamentos estruturais	Significativa, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Lavagem de filtros*	
	Descarga de lodo*	
Reserva	Vazamentos estruturais	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Extravasamentos	
Adução de Água Tratada	Limpeza*	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional.
	Vazamentos nas tubulações	
	Limpeza do poço de sucção*	
	Descargas	
Distribuição	Vazamentos na rede	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões.
	Vazamentos em ramais	
	Descargas	

Fonte: Júnior (2013)

Perdas aparentes: quando, apesar da distribuição de água atingir o consumidor final, o produto não é cobrado de forma correta seja por problemas técnicos na medição ou por fraude do consumidor, figura 5 (JÚNIOR, 2013).

Figura 5: Perdas reais por subsistemas: origens e magnitudes

Perdas Aparentes (Sub Fiteiros)	Origens	Magnitude
	Ligações clandestinas/ irregulares Ligações sem hidrômetros Hidrômetros parados Hidrômetros que subestimam o volume consumido Ligações inativas reabertas Erros de leitura Número de economias errado	Podem ser significativas, dependendo de: procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema.

Fonte: Júnior (2013)

## 4.2 BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA PARA EXPANSÃO DO SANEAMENTO

O estudo verificou uma projeção de ambientes futuros a fim de estabelecer os ganhos do país com a redução de perdas. Considerando uma redução de 38,8% para 20% em 2033 (ano-meta do Plansab), os ganhos líquidos seriam de aproximadamente R\$ 31 bilhões (EOS, 2019).

Além dos ganhos financeiros, as companhias que iniciam um plano de redução de perdas se deparam com benefícios operacionais. A redução do gasto de energia elétrica é um deles, pois deixa-se de gastar com uma água que não será faturada (EOS, 2019).

## 5. CONCLUSÃO

Neste artigo abordou-se o tema caminho da água: da captação até a distribuição, visto que, e inegável a importância da água potável para a vida de todos os seres humanos.

Buscou-se, também, alertar a importância de um consumo consciente desse bem natural finito, pois, apenas 1% de toda a água do planeta terra está disponível para o consumo humano e mesmo com essa escassez, existe em grande parte, um desperdício de água na distribuição em razão de vazamentos e problemas gerais nos sistemas de fornecimento.

Tratou-se neste artigo a respeito das principais etapas de tratamento em uma ETA (Estação de Tratamento de Água), a importância de um consumo consciente para uma preservação dos recursos naturais e a importân-

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, T. Onde mais se consome água no Brasil. 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/onde-mais-se-consome-agua-no-brasil/>. Acesso em: 30 de outubro de 2019.

ABREU, N. Da captação à distribuição, o caminho que a água faz até nossas casas. 2017. Disponível em: <http://autossustentavel.com/2017/03/estacao-tratamento-agua-eta.htm>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

BIANCHI, P. Rio é o Estado que mais consome água, o dobro do recomendado pela ONU. 2015. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/02/05/rio-e-o-estado-que-mais-consome-agua-o-dobro-do-recomendado-pela-onu.htm>. Acesso em: 16 de setembro de 2019.

BRASIL. Decreto lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. A política nacional de recursos hídricos. Brasília, DF, jan. 1997.

CEDAE. Como Funcionam, Controle de Qualidade de Água. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: [http://www.cedae.com.br/como\\_-funcionam](http://www.cedae.com.br/como_-funcionam). Acesso em: 16 de março de 2019.

CEDAE. História do tratamento de esgoto. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: [http://www.cedae.com.br/Portals/0/historia\\_tratamento\\_esgoto\\_1.pdf](http://www.cedae.com.br/Portals/0/historia_tratamento_esgoto_1.pdf). Acesso em: 10 de maio de 2019.

CEDAE. Estações de tratamento de Alegria e Barra. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/ETE>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

CESAN. Apostila de tratamento de água. 2019. Disponível em: [http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA\\_DE\\_TRA-](http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRA-)

TAMENTO\_DE\_AGUA-.pdf. Acesso em: 03 de abril de 2019.

EOS. Perdas de água: desafios para expansão do saneamento. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/perdas-de-agua-estudo-2019/>. Acesso em: 14 de dezembro de 2019

GOVERNO DO BRASIL. Saneamento básico cobre 84% dos domicílios urbanos do País. 2017. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2015/04/saneamento-basico-cobre-84-dos-domicilios-urbanos-do-pais>. Acesso em: 17 de março de 2019.

JÚNIO, R. T.; SAIANI, C. C. S.; RODRIGUES, R. L.. Perdas de água: entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento à escassez hídrica no Brasil. 2013. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/estudo-completo.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2019.

NASCIMENTO, L. Estudo prevê crescimento de 24% do consumo de água até 2030. 2019. Disponível em: <https://www.canalsaudefiocruz.br/noticias/noticiaAberta/estudo-preve-crescimento-de-24-do-consumo-de-agua-ate-203002042019>. Acesso em: 16 de setembro de 2019.

PENA, R. F. A. Desperdício de Água. 2019. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>. Acesso em: 19 de março de 2019.

SABESP, Tratamento de água. 2019. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

SANTOS, V. S. DOS. Água de reuso. Brasil Escola. 2019. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/Agua-reuso.htm>>. Acesso em 14 de maio de 2019.

SANTOS, V. S. DOS. Importância da água para o corpo humano. Brasil Escola. 2019. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/importancia-agua-para-corpo-humano.htm>>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

SILVA, G. A.; SANTOS, J. S.; CARNIELLO, M. F.; SILVA, J. L. G. S. Caracterização do sistema de abastecimento de água de Porto Velho/RO.

196 Universidade de Taubaté/ . Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional. São Paulo, 2009. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2010/anais/arquivos/0092\\_0059\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0092_0059_01.pdf). Acesso em: 18 de março de 2019.

TEIXEIRA, C. G. Pagamento por Serviços Ambientais de Proteção às Nascentes Como Forma de Sustentabilidade e Preservação Ambiental. Pontifícia Universidade Católica do Paraná Centro de Ciências Jurídicas e Sociais Programa de Pós-Graduação Em Direito. Curitiba, 2011.

TERA AMBIENTAL. Estação de tratamento de esgoto: conheça as principais etapas. 2018. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/estacao-de-tratamento-de-esgoto-etapas-dos-tratamentos>. Acesso em: 10 de maio de 2019

TOMOYUKI, M. Abastecimento de água: 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TRIÂNGULO MINEIRO. Desperdício de água preocupa Codau que orienta moradores de Uberaba. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2016/03/desperdicio-de-agua-preocupa-codau-que-orienta-moradores-de-uberaba.html>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

USP. Tratamento de água. 2019. Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/tratamentoAgua.html>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

ZANETTA, S. Mau uso da água pode fazer ressurgir doenças que estão controladas. 2016. Disponível em: <https://www.hospitalsiriolibanes.org.br/sua-saude/Paginas/mau-uso-agua-fazer-ressurgir-doencas-estao-controladas.aspx>. Acesso em: 17 de março de 2019.

# CAPÍTULO XI

## **ESTUDO DE VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS: APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA, AQUECIMENTO DA ÁGUA ATRAVÉS DA ENERGIA SOLAR E ENERGIA FOTOVOLTAICA EM UM PROJETO RESIDENCIAL**

*Gianluca da Silva Santos  
Leandro de Souza Ferreira  
Guilherme Pires Vieira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### **RESUMO**

Com a constante preocupação em relação ao meio ambiente, busca-se a necessidade do desenvolvimento e utilização de fontes de energias novas e renováveis, onde se destacam as seguintes fontes: energia helio-térmica, eólica, hídrica, biomassa, geotérmica, marinha, animal e humana. Neste contexto, existem alternativas muito interessantes, entre as quais está a substituição do aquecimento elétrico da água, pelo aquecimento através da energia contida na luz solar, a energia solar fotovoltaica, e o reuso da água através do reaproveitamento da água da chuva. Devido ao alto consumo da energia elétrica e de água nas residências, houve a necessidade de serem criados sistemas integrados que reduzissem esses gastos, tais como, o aquecimento da água através da energia solar, que se pode reduzir o consumo do chuveiro elétrico e também aumentar a utilização desta energia "limpa" em residências populares, o uso da água da chuva captadas em edificações residências com propósito de suprir as demandas não potáveis de água em domicílios, e a criação de um sistema gerador fotovoltaico que obtém a

198 energia da radiação solar através de módulos fotovoltaicos (placas solares) e realiza a conversão da mesma em energia elétrica por meio de inversores e distribuem para a rede elétrica de residências ou indústrias. O presente artigo tem como objetivo a realização de um estudo integrando esses sistemas a um projeto residencial.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por energia elétrica, tornou-se importante considerar os impactos ambientais causados pela geração e distribuição de energia, bem como a sustentabilidade dos sistemas envolvidos. No Brasil, ainda que grande parte da geração seja proveniente de fontes limpas (hidrelétricas), sua complementação com outras fontes de geração que causem menores impactos ambientais e sociais é fundamental. Tanto aquecimento da água reaproveitada das chuvas e do consumo doméstico, quanto painéis fotovoltaicos são uma grande solução para a implementação nos projetos residenciais (FILHO, 2014)

A incorporação do sistema de aquecimento solar da água na estrutura da moradia tem o propósito de permitir que o morador de baixa renda, aproveitando o sistema de mutirões e de autoconstrução da habitação, inclua esta alternativa na sua prática construtiva. A disponibilidade comercial e facilidade de obtenção dos materiais escolhidos devem se aliar à indispensável integração e familiaridade da comunidade com a nova forma de usufruir e conviver com o conceito inovador do uso da energia solar (CARDOSO, 2010).

No bojo das energias renováveis, a solar destaca-se por não emitir gases poluentes e outros tipos de resíduos, além de não destruir as reservas naturais. Ademais, a captação da radiação solar, através de painéis fotovoltaicos, para a produção de energia elétrica promove benefícios ao sistema elétrico e ao meio ambiente, possibilitando produzir eletricidade de forma estática, silenciosa, não poluente e renovável (GUIMARÃES, 2016).

Nesse sentido, a opção por um sistema solar fotovoltaico insere-

-se numa política estratégica de desenvolvimento sustentável, tendo como principais objetivos a opção de uma solução viável do ponto de vista econômico, bem como também uma solução do ponto de vista social de impacto bastante positivo para que as pessoas tenham consciência da necessidade de optar cada vez mais pelas energias renováveis (FERREIRA & SÁ, 2003).

Uma das mais recentes e promissoras aplicações da tecnologia fotovoltaica é a integração de painéis solares em conjunto com a construção civil, de forma descentralizada e ligada à rede elétrica de energia. Essa é a característica fundamental dos sistemas fotovoltaicos instalados no meio urbano, com especial destaque para utilização em edificações residenciais (SPRICIGO & TESTON, 2009).

Para a elaboração deste estudo, tornou-se necessário uma pesquisa bibliográfica aprofundada, onde se abordou vários aspectos do tema, visando alcançar todos os objetivos descritos. Além de viabilizar a utilização de energia renovável na construção civil, através de residências autossustentáveis.

Esta abordagem se dá pelo fato de estarmos em constante evolução e busca por novas soluções e aplicabilidades com relação aos novos moldes de soluções sustentáveis.

O objetivo da pesquisa é apresentar viabilidade de aplicação integrada dos sistemas de reaproveitamento de água destinada a fins não potáveis, aquecimento da água através do sistema de boilers e implementação de energia fotovoltaica no âmbito residencial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Reuso da água

**O**s meios naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, esta deve ser manipulada com racionalidade, preocupação e moderação, não devendo ser desperdiçada, poluída ou envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com

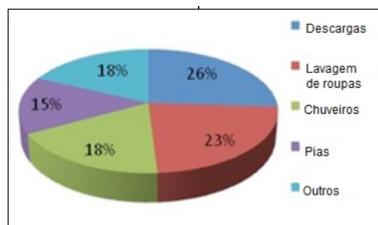
consciência e discernimento, para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis (ZAMPIERON et al, 2007).

Em uma residência, o consumo de água é influenciado por diversos fatores como o clima da região, o número de habitantes, a renda familiar, característica cultural da comunidade e a forma de gerenciamento do sistema de abastecimento, que englobam a micromedição e o valor da tarifa. Estima-se um consumo médio de água nas residências de 200 L/hab/dia, com grandes oscilações, que podem ir de 50 L/hab/dia a 600 L/hab/dia (TSUTIYA, 2005).

Segundo Terpstra (1999) os propósitos e aplicações da água dentro de uma residência podem ser separados em quatro categorias: consumo, higiene pessoal, descarga de banheiros, e limpeza.

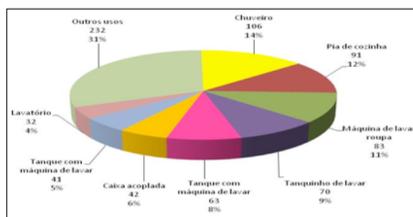
Observa-se, portanto, que a água destinada ao consumo humano pode ser designada com dois fins distintos. A água utilizada para higiene pessoal, na preparação de alimentos e para beber é classificada como uso potável. Já a água destinada aos usos não potáveis, pode ser encontrada na lavagem de roupas, carros e calçadas, irrigação de jardins e descarga de vasos sanitários. Estudos realizados mostram que o maior consumo de água dentro de uma residência são para lavagem de roupas, para dar descarga nos vasos sanitários para tomar banho (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Consumo doméstico de água



Fonte: Berniere.et.al (2014)

Figura 2: Participação dos pontos de utilização no consumo diário médio



Fonte: Berniere.et.al (2014).

Em média, o percentual de água consumida em uma residência destinados aos usos potáveis gira em torno de 30% a 36% conforme análise das figuras 1 e 2. Desta forma, estabelecendo um modelo de abastecimento de rede dupla de água, sendo uma rede de água potável e outra de água de reuso, a conservação da água, através da redução do consumo de água potável para finalidades não potáveis, seria garantida.

Segundo Gardner et al (2004), os sistemas de reuso de água de chuva na Austrália apresentam uma economia no consumo de água das residências de até 45%.

Em alguns locais o governo financia parte da construção do sistema de coleta e reaproveitamento da água da chuva, como forma de incentivo à população. Em Hamburgo, na Alemanha, concede-se cerca de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 a quem aproveitar a água da chuva; este incentivo terá como retorno para o governo o controle dos picos das enchentes durante os períodos chuvosos (TOMAZ, 2003).

Hoje no Brasil, já existe a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, que é responsável por divulgar estudos e pesquisas, reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto (ABCMAC, 2006).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece por meio da ABNT NBR 15527/2007 os padrões para aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. O descarte da primeira chuva (first flush) é uma prática comumente empregada para melhorar a qualidade da água pluvial coletada. Ela baseia-se no descarte dos primeiros milímetros

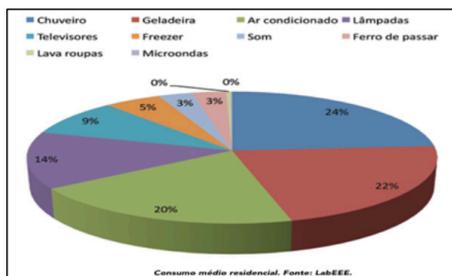
de precipitação, que contém grande quantidade de contaminantes, visto que lavam a atmosfera e a superfície de captação, carregando consigo grande parte das partículas presentes nas mesmas. No entanto, essa prática provoca a perda de grandes volumes de água que deixam de ser captados. Ademais, existe muita indefinição quanto ao volume de descarte mais apropriado, porém a recomendação mais usual é descartar 1 litro para cada m<sup>2</sup> de captação.

## 2.2 Energia Fotovoltaica

De acordo com os dados levantados pelo laboratório SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment), pode-se constatar que o Brasil tem um potencial anual de geração fotoelétrica de  $0,24993 \times 10^{11}$  KWh. No entanto, de acordo com os dados do Banco de Informações de Geração da ANEEL (BIG), o país possui uma potência outorgada de  $15,12 \times 10^3$  kW, com um valor de potência fiscalizada de apenas  $11,121 \times 10^3$  kW. Isto representa 0,01% da potência elétrica gerada no país (PORTAL O SETOR ELÉTRICO, 2014).

No caso do setor residencial, chama a atenção o consumo de chuveiros, sistemas de ar condicionado e geladeiras conforme indicado na figura 3.

Figura 3: Consumo médio residencial



Fonte: Portal do setor elétrico (2019)

No contexto da geração fotovoltaica de pequeno porte, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) publicou em 2012 duas resoluções que vêm permitindo os primeiros passos no sentido de utilização de siste-

mas de geração de energia elétrica, por meio de equipamentos de geração de pequeno porte. A Resolução 482/2012 estabelece as condições gerais para o acesso de micro e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, além de fazer menção ao sistema de compensação de energia elétrica. A Resolução 502/2012 regulamenta os sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B, no qual se inserem os consumidores residenciais (PORTAL DO SETOR ELÉTRICO, 2019).

### 2.2.1 Sistemas fotovoltaicos

A energia do Sol pode ser utilizada para produzir eletricidade pelo efeito fotovoltaico, que consiste na conversão direta de luz solar em energia elétrica (VILLALVA & GAZOLI, 2015).

Os sistemas fotovoltaicos têm a capacidade de captar diretamente a luz solar e produzir corrente elétrica. Essa corrente é coletada e processada por dispositivos controladores e conversores, podendo ser armazenada em baterias ou utilizada diretamente em sistemas conectados à rede elétrica (VILLALVA & GAZOLI, 2015).

A seguir será apresentado um esquema ilustrativo na figura 4, e os dispositivos utilizados (PORTAL SOLAR, 2019):

Figura 4: Esquema de instalação de um sistema fotovoltaico



Fonte:Portal Solar (2019)

1. Painéis Solares: Geram energia solar fotovoltaica reagindo com os raios solares e convertendo radiação em energia elétrica (energia fotovoltaica). Os painéis solares devem ser instalados sobre o telhado, conectados uns aos outros e então conectados no seu Inversor Solar:

2. Inversor Solar: Converte a energia solar dos painéis fotovoltaicos (Corrente Contínua - CC) em energia elétrica (Corrente Alternada - AC) que pode ser usada em sua Casa para a TV, Computador, Máquinas, e qualquer outro equipamento elétrico (item 4 da imagem).

3. Quadro de distribuição: É aonde será distribuída a energia solar para sua casa ou empresa. Quando sai do inversor solar vai para o seu "quadro de luz" e é distribuída para sua casa reduzindo a quantidade de energia que você compra da distribuidora.

4. O excesso de energia vai para a rede da distribuidora gerando créditos através do relógio de luz bidirecional. Esse relógio de luz mede a energia da rua que é consumida pela casa quando não tem sol e, a energia solar gerada em excesso quando tem muito sol e é injetada na rede da distribuidora. A energia solar que vai para a rede vira “créditos de energias” para serem utilizados de noite ou nos próximos meses.

5. Os créditos de energia são regulamentados pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) possuindo regras específicas que variam de acordo com a sua localização e sua classe de consumo (residência, comercial ou industrial) (PORTAL SOLAR, 2019).

### **2.2.2 Como conectar o sistema à rede distribuidora**

Segundo Portal Solar (2019) deve-se seguir um passo a passo para instalar e conectar o seu sistema fotovoltaico à rede. Esta dentre outras questões de entendimento das normas de funcionamento são fundamentais para a avaliação da necessidade da instalação e desenvolvimento do projeto. Abaixo seguem descritas tais etapas do passo a passo de regularização.

1. Solicitação de acesso - Formulário próprio a ser encaminhada para distribuidora.

2. Emissão de parecer de acesso - A distribuidora deve emitir em até 15 dias para micro geração ou até 30 dias para mini geração.

3. Instalação do equipamento – realizar a instalação conforme apre-

sentado na solicitação após o parecer.

4. Solicitação de vistoria da instalação – solicitar a distribuidora a vistoria em até 120 dias após o parecer.

5. Visita de vistoria– acontecerá em até 7 dias após solicitação de vistoria.

6. Relatório– a distribuidora tem mais 5 dias para emitir um relatório caso sejam detectadas pendências;

7. Regularização de pendências– caso haja pendências, regularizar e solicitar nova vistoria.

8. Aprovação– a pós vistoria a distribuidora tem 7 dias para aprovar e trocar a medição acionando o sistema (PORTAL SOLAR, 2019).

## 2.3 Aquecimento por Boilers

Os sistemas com aquecimento por energia solar são constituídos por coletores solares, tanques de armazenamento, fonte auxiliar de energia e uma rede de distribuição de água aquecida (CAVALCANTE, 2019).

### 2.3.1 Coletor

O coletor é responsável pela captação e conversão de energia radiada pelo sol em calor utilizável.

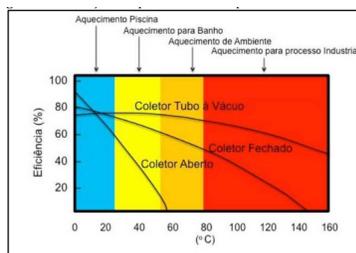
Quando os raios do sol ultrapassam o vidro da tampa do coletor, eles esquentam as aletas que são feitas de cobre ou alumínio e pintadas com uma tinta especial e escura que ajuda na absorção máxima da radiação solar. O calor passa então das aletas para os tubos (serpentina) que geralmente são de cobre. A água que está dentro da serpentina esquenta e vai direto para o reservatório do aquecedor solar (CAVALCANTE, 2019).

O número varia de acordo com a capacidade do boiler, que é o reservatório que armazena a água quente, e dependendo do tamanho de cada

coletor podem ser usadas uma ou duas placas para boilers de até 100 litros, quatro para 200 litros, e assim por diante. Como regra geral, o boiler deve ser instalado em posição superior aos coletores. Estes devem estar voltados para o norte, e sua inclinação deve ser igual ao ângulo da latitude local acrescido de 5 a 10 graus. (MARQUES. Et. Al, 2015)

Há diversos tipos de coletores, com diferentes eficiências na conversão de energia. Existe um tipo de coletor mais apropriado para cada objetivo distinto como pode ser visto na figura 5(ECYCLE, 2019).

Figura 5: Associação do tipo de coletor à respectivas finalidades



Fonte: Ecycle(2019)

### 2.3.2 Reservatório Térmico

O reservatório térmico é como uma caixa d'água especial que cuida de manter quente a água armazenada no aquecedor solar. Esses cilindros são feitos em inox, cobre, ou polipropileno envoltos em um isolante térmico. A maioria dos modelos de reservatório térmico vem com sistema de aquecimento auxiliar elétrico, mas podem ser fabricados com sistema auxiliar a gás ou até mesmo sem esse recurso (CAVALCANTE, 2019).

Os modelos de reservatórios térmicos (Figura 6) variam de tamanho, ou seja, o volume de água que ele é capaz de armazenar, é calculado de acordo com a demanda. No dimensionamento do aquecedor solar é preciso saber quantas pessoas vão usar o sistema diariamente, a duração média e a quantidade de banhos diários, quantos serão os pontos de uso de água quen-

te (MARQUES. Et. Al, 2015)

Figura 6: Modelo de Reservatório Térmico (Boiler)



Fonte: Soletrol (2019)

### 2.3.3 Circulação e funcionamento

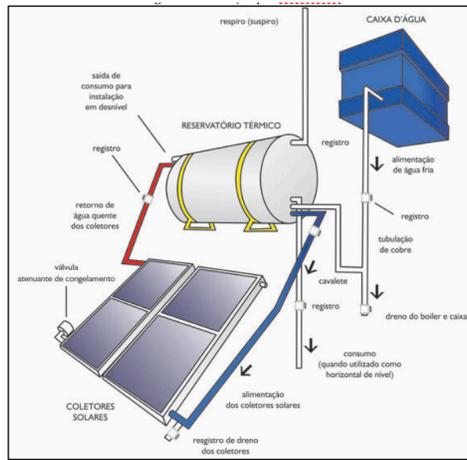
O sistema pode funcionar por termossifão (Figura 7) ou circulação forçada. O sistema de funcionamento por termossifão baseia-se em um processo natural em que a água aquecida nos coletores solares se expande e tende a subir para o reservatório térmico e provoca a circulação da água presente no reservatório para os coletores, formando o fluxo natural de circulação (PROJETEEEE, 2019).

Dessa forma, para que o sistema por termossifão funcione os coletores solares devem estar a pelo menos 30cm abaixo do reservatório. No caso de não ser possível localizar o reservatório acima dos coletores, então o sistema deve funcionar por circulação forçada, no qual é necessário o emprego de uma bomba de circulação, o que gera um maior custo e consumo energético.

O acionamento da bomba deve estar condicionado a controladores diferenciais de temperatura. Para melhor rendimento, os coletores solares devem ser orientados para o Norte verdadeiro, permitindo-se uma variação de mais ou menos 25°, o que trará uma perda de 5% no rendimento médio anual do sistema em relação à média anual. (PROJETEEEE, 2019).

A inclinação ideal dos coletores deve ser igual à latitude do local mais 10°. Nos períodos em que a radiação solar não é suficiente para o aquecimento da água é necessário o uso de uma fonte de energia auxiliar

Figura7: Circulação por termosifão



Fonte:(CAVALCANTE, 2019)

## 2.4 Índices Pluviométricos e térmicos no Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro na maioria dos meses do ano existe uma pluviosidade significativa. Só existe uma curta época seca e não é muito eficaz. A média anual de pluviosidade é de 1278 mm, a diferença entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso é de 94 mm.

Com relação a temperatura, a média anual é de 23.2 °C variando 5.5 °C ao longo do ano, sendo o período mais quente de dezembro até março. (CLIMATE DATA, 2019).

## 3. INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS

Trata-se de um grande desafio integrar os três sistemas. Sem dúvida será necessário desenvolver um projeto analisando a viabilidade, custo benefício e o impacto gerado da atuação de um sistema sobre o outro.

Segundo Melhado & Violani (1992), a partir de um bom projeto torna-se possível elaborar um planejamento e uma programação eficientes, assim

como um programa efetivo de controle de qualidade para materiais e execução.

Na opinião de Baía & Melhado (1998), o projeto constitui-se em ferramenta importante para diminuição de custos de produção, obtenção do desempenho esperado do produto, e redução da ocorrência de falhas no processo de produção e no produto, pela otimização das atividades de execução.

### 3.1 Análise prévia de cada sistema

Para concepção do projeto é necessário entender os prós e os contras de cada sistema.

No quadro 1, é identificado estes pontos a fim de facilitar no desenvolvimento do projeto, identificando métodos preventivos com o objetivo de vencer as dificuldades de implementação, usufruindo dos benefícios que cada método nos apresenta.

Quadro 1: Análise dos Prós e Contras de cada sistema

		Principais prós e contras	
		Prós	Contras
Reuso da água		Redução no consumo de água potável	Manter as calhas sempre limpas
		Ajuda a conter enchentes ao armazenar parte da água que, caso contrário, iria para rios e lagos diminuindo a quantidade de volume de água no esgoto durante o pico de chuva	Baixo tempo de armazenamento da água devido a proliferação de algas (causado pela deficiência de agentes químicos como cloro, flúor entre outros que inibem a atuação de micro-organismos)
		Pode ser instalado em qualquer ambiente (Rural e Urbano)	Tempo de retorno do investimento depende do consumo médio habitual, quanto maior o consumo médio, mais rápido o tempo de retorno
		Baixo custo de manutenção	
Sistema de energia elétrica fotovoltaica		Prós	Contras
		Larga vida útil	Necessário uma área útil para instalações dos painéis e sistema conversor de energia
		Baixo custo de manutenção	Alto custo de instalação com Projeto e mão de obra
		Geração de créditos junto à concessionária fornecedora de energia elétrica	Conhecimento da burocracia de instalação junto à concessionária
Sistema fotovoltaico de aquecimento da água		Prós	Contras
		Larga vida útil	Necessário uma área útil para instalações dos painéis e sistema conversor de energia
		Baixo custo de manutenção	Alto custo de instalação com Projeto e mão de obra Baixa utilização em períodos muito quentes
		Redução no consumo de energia elétrica no caso de chuveiros e torneiras	Baixa eficiência em estações chuvosas

Fonte: Adaptado de FERRAZ & SILVA (2015)

A análise de custos apresentada a seguir foi feita considerando um projeto de uma residência de aproximadamente 90m<sup>2</sup> com 2 a 4 habitantes.

### 3.2 Detalhamento de custos do sistema de Reuso da água

Considerando um sistema em que aproveitará o uso da água da chuva para fins não potáveis, observam-se então na tabela 1 os custos do sistema desconsiderando as instalações internas e o valor da mão de obra.

Tabela 1: Orçamento dos materiais básicos para instalação de um sistema de reuso da água da chuva

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	VALOR MEDIO
filtro simples auto limpante	R\$ 80,00	R\$ 75,00	R\$ 95,00	R\$ 83,33
Filtro de captação com cloração	R\$ 150,00	R\$ 200,00	R\$ 350,00	R\$ 233,33
reservatório de 1000L tipo fortlev	R\$ 239,00	R\$ 250,00	R\$ 255,00	R\$ 248,00
boia simples de 3/4	R\$ 25,00	R\$ 35,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00
Tubo PVC de 40mm para esgoto	R\$ 16,00	R\$ 22,00	R\$ 28,00	R\$ 22,00
Tubo PVC de 3/4	R\$ 10,00	R\$ 12,00	R\$ 14,00	R\$ 12,00
redução de 40mm para 3/4	R\$ 2,70	R\$ 3,20	R\$ 4,50	R\$ 3,47
luva soldável para rosca 3/4	R\$ 1,70	R\$ 2,00	R\$ 2,20	R\$ 1,97
Bomba de água 1CV-110V/220V	R\$ 260,00	R\$ 320,00	R\$ 395,00	R\$ 325,00
<b>Total</b>				<b>R\$ 959,10</b>

Fonte: Adaptado de Leroy Merlim (2019), C&C (2019), Casa & Vídeo (2019), Loja do Mecânico (2019)

No caso, quando se usa um sistema que distribua a água por gravidade na instalação, pode-se excluir o uso da bomba de água o que trará uma economia expressiva levando o total médio do sistema para R\$: 634,10.

### 3.3 Detalhamento de custo do sistema Fotovoltaico

Considerando uma instalação residencial de baixa carga e desprezando neste primeiro momento o valor da mão de obra de instalação, pode-se observar abaixo a tabela 2 o custo dos itens necessários para obter uma instalação de um sistema de energia elétrica fotovoltaica.

Tabela 2: Orçamento dos materiais para instalação do sistema de abastecimento elétrico fotovoltaico

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	VALOR MEDIO
Painel solar fotovoltaico 330W - Valor Unitário x 3	R\$ 1.800,00	R\$ 1.866,51	R\$ 1.992,15	R\$ 1.886,22
Inversor Solar 3000 w	R\$ 4.299,00	R\$ 3.161,07	R\$ 3.016,24	R\$ 3.492,10
<b>Total</b>				<b>R\$ 5.378,32</b>

Fonte: Adaptado de Neosolar (2019); Americanas (2019); Submarino (2019)

### 3.4 Detalhamento de custo do sistema de aquecimento por Boilers

Ao optar pela instalação de um sistema de aquecimento simples podem-se verificar os custos abaixo na tabela 3 desconsiderando as instalações internas e o valor da mão de obra.

Tabela 3: Orçamento dos materiais para a instalação de um sistema de aquecimento da água por boilers

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	VALOR MEDIO
Boiler 600L inox	R\$ 1.900,00	R\$ 1.780,00	R\$ 217,66	R\$ 1.299,22
coletor solar fechado de cobre 1x1m	R\$ 356,40	R\$ 466,70	R\$ 407,52	R\$ 410,21
<b>Total</b>				<b>R\$ 1.709,43</b>

Fonte: Adaptado de Solaresol (2019), Americanas (2019), Extra (2019)

## 4. RESULTADOS PRÁTICOS

### 4.1 Energia fotovoltaica

Foi adotado como consumo médio de energia elétrica, para efeito desse estudo, o valor de 300 KWh, também determinado pela porcentagem de consumidores apresentados na pesquisa do PROCEL (2007). Como os valores da curva diária nem sempre possuíam o consumo médio diário, necessário para um consumo mensal de 300 KWh estas curvas também foram ponderadas.

Baseando-se que um painel solar fotovoltaico citado na tabela 2 do item 3.3 produz até 1KWh por dia em sua produção máxima dependendo das condições climáticas e condições de instalação gerando assim uma economia máxima de 30kw/mês por painel com garantia superior a 15Anos (PORTAL ENERGIA, 2015).

Baseando-se no custo do KWh fornecido pela concessionária, com um valor médio de 0,80 centavos por KWh já incluso as tarifas de ICMS, PIS e COFINS, neste cenário um painel fotovoltaico iria gerar uma economia máxima de  $(30 \text{ kw/mês} \times \text{R}\$:0,80) = \text{R}\$: 24,00$ , sendo que para efeito de cálculo foi utilizado três placas fotovoltaicas gerando uma economia máxima total de  $(90 \text{ kw/mês} \times \text{R}\$:0,80) = \text{R}\$: 72,00$  por mês, (Consumindo 300 KWh a  $\text{R}\$: 0,80 = \text{R}\$: 240,00$  com uma economia de  $\text{R}\$: 72,00 = \text{R}\$: 168,00$ ). Na perspectiva anual a economia seria de  $\text{R}\$: 874,00$  com um período de retorno de 6 anos desprezando os custos de mão de obra e instalação. (LIGHT, 2019).

Para estimativas mais precisas sobre economia e tempo de retorno, deverá ser feito um estudo sobre as condições da instalação elétrica, (no caso de ser pré-existente), as dificuldades físicas de posicionamento dos painéis, a incidência solar no local onde o sistema será instalado levando em consideração a geração de energia elétrica reduzida em dias chuvosos, no período de inverno, entre outros fatores climáticos consideráveis.

## 4.2 Reuso de água

O consumo médio de água em uma residência é na ordem de 200 L/HAB/DIA, com grandes oscilações podendo chegar até 600 L/HAB/DIA. Conforme figuras 1 e 2 do item 2.1, podemos observar que o consumo de água ao destino não potável é estimado em cerca de 65% do consumo diário. Em uma residência com o consumo mensal de  $15\text{m}^3$  sabendo-se que 65% são estimados para fins não potáveis poderia ter uma economia máxima de  $9,7 \text{ m}^3$  dependendo das condições climáticas, porém o valor tarifário da concessionária é o mesmo. Para que a economia represente valor e tempo de retorno o consumo deverá ser mais alto que  $15\text{m}^3$  e o fornecimento da concessionária ser menor que  $15\text{m}^3$ . Exemplo: Uma residência com consumo mensal de  $30\text{m}^3$  economizaria com o sistema de reuso até  $19,5\text{m}^3$  utilizando apenas  $10,5\text{m}^3$  da concessionária e pagando a taxa mínima. (CE-

DAE, 2019)

Para estimativa da quantidade de água em m<sup>3</sup> gerada pelo sistema de reuso, deverá ser feito um estudo sobre a precipitação anual da região em que o sistema será instalado

### 4.3 Aquecimento por boilers

O sistema de aquecimento por boilers trará uma redução no consumo de energia uma vez que a fonte de aquecimento auxiliar for usada com menor frequência possível ou que seja utilizada a fonte a gás ou que não se utilize fonte auxiliar. A economia no consumo e o tempo de retorno serão relativos ao período de inverno, onde seriam utilizadas as resistências elétricas de chuveiros e lavatórios. Exemplo: No caso de usar o chuveiro 5 vezes ao dia por aproximadamente 15 minutos durante 4 meses seriam aproximadas 150 horas de uso, supondo um chuveiro de 4.500W de potência equivaleriam a aproximados 675KW de economia durante estes 4 meses. Considerando o valor do KW de R\$: 0,80 equivaleriam a uma economia aproximada anual de R\$: 540,00 (considerado os 4 meses de inverno) gerando um tempo mínimo de retorno de aproximadamente 3 anos e meio desprezando os custos de mão de obra e instalação. (LIGHT, 2019).

Para estimativas mais precisas sobre economia e tempo de retorno, deverá ser feito um estudo sobre as dificuldades físicas de posicionamento dos painéis, a incidência solar no local onde o sistema será instalado levando em consideração a absorção de calor pelos painéis reduzida em dias chuvosos, no período de inverno, entre outros fatores climáticos consideráveis.

O grande vilão desse sistema será a condição climática do Rio de Janeiro no inverno, uma vez que poderá não haver radiação solar suficiente para aquecimento do volume de água demandado.

Neste artigo foi estudada a integração de três sistemas, com o objetivo de buscar uma economia referente aos gastos no uso de água para fins não potáveis e energia elétrica, através dos sistemas de reuso de água, energia fotovoltaica, e aquecimento da água através de boilers.

Em uma residência unifamiliar no Rio de Janeiro a integração dos três sistemas não representa expressiva viabilidade devido ao fato da condição climática no período de inverno desfavorecer o sistema de aquecimento por Boilers. Em contrapartida integrar os sistemas de reuso de água e geração de energia elétrica a partir de placas fotovoltaicas se mostra uma alternativa bastante favorável, visto que os índices pluviométricos e de radiação solar do Rio de Janeiro são elevados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Legislação. 2012. BIG. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 05de abril de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa N°482. 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em: 24Abril 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa N°502. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012502.pdf>>. Acesso em: 24 Abril 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA –ABCMAC. Relatório sobre a oficina Avanços nos Estudos Sobre Cisternas: Qualidade de Água e Cisterna tipo Alambrado. Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, 2006. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/downloadsrelatorio\\_sobre\\_13\\_ircsc\\_australia.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/downloadsrelatorio_sobre_13_ircsc_australia.pdf)>. Acesso em: 11 de abril de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT-NBR15527. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. São Paulo, 2007.

BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. A implantação de um sistema de gestão da qualidade em empresas de arquitetura. São Paulo, EPUSP, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/221. 1998.

BERNIERI, R. T.; DOS SANTOS, C. V.; SEVERO, E. A.; GUIMARAES, J. C. F. Dispositivo de Captação e Filtragem para o Reuso da Água da Chuva: A Percepção da Aplicação em Residências no Sul do Brasil. Espacios. Vol. 35 (Nº 12), pág.18, 2014.

CARDOSO D.C. Aproveitamento de Águas Pluviais em Habitações de Interesse Social – Caso: “Minha Casa Minha Vida”. Feira de Santana-BA, 2010.

CASA DICAS. Aquecedor Solar para chuveiros e torneiras. 2019. Disponível em: <<https://www.casadic.com.br/ud/aquecedor-solar-para-chuveiro-e-torneiras-vantagens-e-desvantagens.html>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

CAVALCANTE, KLEBER G. Aquecimento da Água por Energia Solar. 2019. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/aquecimento-agua-por-energia-solar.htm>. Acesso em 16 de dezembro de 2019.

CEDAE. Concessionária de água e esgoto. 2019. Disponível em: <<https://www.cedae.com.br/tarifas>>. Acesso em 3 de novembro de 2019.

CLIMATE DATA. Sistema de consulta climatológico. 2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/rio-de-janeiro-853/>>. Acesso em 16 de dezembro de 2019.

ECYCLE. Aquecimento solar de água: entenda variações e funcionalidades dos tipos de sistema. 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3510-sistema-solar-fotovoltaico-aquecimento-agua-banho-poupanca-energeticacomofunciona-isolante-gas>

-eletrico-componentes-diferencas-coletores-fechados-abertos-tubulares vacuo-instalacao-consumo-meio-ambiente-impactos-ambientais-emissoes.html. Acesso em: 29 de março de 2019.

ELEKT SOLAR. Energia solar fotovoltaica. 2019. Disponível em:<<https://elektosolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-vantagens-e-desvantagens>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

FERREIRA, B. M. G; SÁ R. P. R. Aplicação não convencionais de Energia Solar Fotovoltaica. Porto, 2003. Disponível em: <<https://web.fe.up.pt/~ee01113/RelatoriodeEstagio.pdf>>. Acesso em 18 de março de 2019.

FILHO, J.M. Estudo Sobre a Utilização de Energia Solar no Brasil para Uso Residencial. Bauru-SP, 2014.

FERRAZ, M. F. A.; SILVA, E. M. Estudo de Viabilidade de um Sistema de Tratamento para Reutilização de Água em Finalidades Domiciliares Diversas. Santa Maria, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/17648>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

GARDNER, T.; COOMBES, P.; MARKS, R. Use so Rainwater at a rango f scale in Australianurbanenvironments.2004. Disponível em: <<http://www.eng.Newcastle.edu.au/~cegak/Combes/RainwaterScale.htm>>. Acesso em: 29 de março de 2019.

GUIMARÃES, D. C. O Impacto da aplicabilidade de tecnologia de placa fotovoltaica voltada para residência familiar usando prospecção tecnológica. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (SE), 2016. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3431/1/DAIANE\\_COSTA\\_GUIMARAES.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/3431/1/DAIANE_COSTA_GUIMARAES.pdf). Acesso em 18 de março de 2019.

LIGHT. Concessionária de energia elétrica. 2019. Disponível em<<https://www.light.com.br>>. Acesso em 03 de novembro de 2019.

MARQUES, M. L. A. P.; SILVA, A. F.; ARAUJO, J. E. Q.; QUEIROZ, T. H. S.; ALMEIDA, I. D. A.; MARINHO, A. A. Aquecimento de água por meio de captação de energia Solar: Programação para orçamento de sistema de aquecimento. 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index>.

php/fitsexatas/article/view/876/754. Acesso em 16 de dezembro de 2019.

MELHADO, S. B.; VIOLANI, M. A. F. A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios. São Paulo, EPUSP. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/02. 1992.

PORTAL ENERGIA. Qual tempo de vida útil real dos painéis solares fotovoltaicos. 2015. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/qual-o-tempo-de-vida-util-real-de-um-painel-solar/>>. Acesso em 16 de dezembro de 2019.

PORTAL SOLAR. Sistema fotovoltaico: como funciona a energia Solar. 2019. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/sistema-fotovoltaico--como-funciona.html>. Acesso em 29 de março de 2019.

PORTAL O SETOR ELÉTRICO. Legislação, políticas públicas e desafios para a instalação de sistemas fotovoltaicos e termossolares. 2014. Disponível em: <<https://www.osetoreletrico.com.br/energia-solar-no-brasil>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

PROCEL. Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso: ano base. PROCEL – ELETROBRAS, 2007.

PROJETEEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. 2019. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/equipamento/equipamentos-solares-sistema-de-aquecimento-solar-de-agua>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

SPRICIGO, R.; TESTON, L. Casa sustentável garante eficiência energética. 2009. Disponível em: <[http://antiga.cotidiano.ufsc.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=463%3Acasa-sustentavel&Itemid=58](http://antiga.cotidiano.ufsc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=463%3Acasa-sustentavel&Itemid=58)>. Acesso em 18 de março de 2019.

TERPSTRA, P. M. J. Sistemas sustentáveis de uso da água: modelo para a utilização sustentável da água doméstica em áreas urbanas. Tecnologia da Ciência da Água, v. 39 n. 5, p. 65-72, 1999.

218 TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

VILLALVA, M. G. e GAZOLI, J. R.; Energia Solar Fotovoltaica. Conceitos e Aplicações. São Paulo: Editora Érica Ltda. 2ª Edição,p 11, 2015.

ZAMPIERON M., LUCIA S.; VIEIRA A.; LUIS J. Poluição da água. 2007. Disponível em: [http:// educar.sc.usp.br/biologia/textos/m\\_a\\_txt5.html](http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt5.html). Acesso em 29 de março de 2019.

## CAPÍTULO XII

### O VALOR E A IMPORTÂNCIA DE UM LAUDO DE AUTOVISTORIA PREDIAL

*Marcos Alexandre Araujo  
Thaiza Pereira de Melo  
Eloan Marlon dos Reis Moreira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

A indústria da construção brasileira está mudando seus critérios de qualidade. Trata-se de uma mudança conceitual sobre as condições mínimas de garantia para casas e edifícios residenciais e comerciais, seja para projetos novos ou construções antigas. A concepção da nova norma de performance e de novas legislações acerca do tema manutenção predial e autovistoria trazem grandes benefícios para usuários das edificações, uma vez que se tem menores riscos de qualquer surpresa desagradável, como acidentes ou panes em qualquer um dos sistemas que o compõe. Neste trabalho, inicialmente, são apresentados conceitos básicos de manutenção predial e autovistoria. Posteriormente, identificadas as principais Normas Técnicas e de padrão de qualidade para uma vistoria predial, será elaborado um manual padronizado dos requisitos necessários para a realização de uma autovistoria, onde conterão as Normas e Leis que devem ser seguidas, os requisitos em forma de check list, um modelo padrão de itens a serem checados, e que deverão ser obedecidos, tornando assim, esta atividade padronizada, evitando-se desta forma as lacunas e dificuldades ou mesmo interpretações equivocadas por parte dos profissionais que elaboram e desenvolvem os Laudos Técnicos de Vistoria Predial. Este manual se torna importante, visto que há uma grande necessidade de clareza no trabalho de autovistoria, não cabendo erros nem falhas de comunicação, afinal, o trabalho do vistoriador

220 é de grande importância, uma vez que aponta os principais indicadores de problemas nas edificações, dando embasamento para manutenções corretivas e atuando como parte da manutenção preditiva e preventiva.

## 1. INTRODUÇÃO

Há uma crescente necessidade da aplicação de diferentes métodos visando à coerente avaliação técnica de qualidade na construção civil, pois, diversas falhas na construção ou na manutenção predial vêm causando mortes e/ou enormes prejuízos. Todas essas irregularidades podem ser evitadas com medidas preventivas simples, de longo prazo, através de um planejamento que se inicia com a Inspeção Predial para posterior implantação do plano de manutenção, que garante um bom funcionamento do prédio, a segurança e o conforto dos seus usuários. (GOMIDE, 2014)

Torna-se indispensável, nesse sentido, a caracterização objetivada diversos métodos existentes para que o profissional da área possa interpretar de forma fidedigna a real necessidade do imóvel a ser vistoriado. (GOMIDE, 2014)

O CREA-RJ (2014), em sua cartilha sobre autovistoria predial, diz que uma edificação é resultado de estudo técnico, projeto, emprego de materiais, tecnologia e trabalho humano. Como qualquer equipamento, a edificação é um organismo vivo que sofre ações do tempo, intempéries, de fenômenos físicos e químicos ao longo de toda sua existência. Aprópria utilização da edificação pelos habitantes ou transeuntes gera desgaste de seus componentes ao longo de seu ciclo de vida.

De acordo com Neves & Branco (2009), a Inspeção Predial deve ser entendida como uma vistoria para avaliar os estados de conformidade de uma edificação, mediante aspectos de desempenho, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, exposição ambiental, utilização, operação, observando sempre as expectativas dos usuários. Gerando, assim, segurança, tranquilidade e conforto e para os usuários, além de valorização patrimonial, aumento da vida útil do imóvel e economia, visto que gastos com ações preventivas são bem menos onerosos que as corretivas ou desas-

tres, em alguns casos.

É importante ressaltar que uma vistoria bem executada, só pode ser feita por um profissional ou equipe experiente, que buscará, à luz da experiência, os sinais e indícios de pré-desvios ou anomalia, algumas vezes imperceptíveis aos olhos não treinados, ainda que possuam a devida formação técnica. (FIKER, 2008)

Observa-se o esclarecimento das diferentes básicas, para elucidar a questão, entre os termos perícia, vistoria e relatório fotográfico, sendo extremamente útil, portanto, como ponto de partida para a realização adequada do trabalho do engenheiro. Como exemplo da temática abordada, ressalta-se o caráter de constatação técnica envolvida na vistoria e, a sua variada gama de aplicações práticas, tendo enfoque no estudo em questão, a padronização de técnicas para se minimizar erros recorrentes, classifica-se a vistoria como uma das espécies de perícia, podendo a segunda servir como subsídio para primeira. Em paralelo, encontra-se o último elemento citado, que tem como princípio a investigação das relações causais na análise de uma construção, apresentando alguns modelos que compreendem não só o elemento já nomeado, mas também, como exemplo, o exame, a avaliação e o arbitramento (GOMIDE, 2014).

Apesar da importância do tema na atualidade, não se encontra um padrão na colocação dos diferentes tipos de perícias existentes na construção civil, apresentando-se assim, uma relativa variedade de classificações. Portanto, fundamenta-se este trabalho nas publicações de autores de renome no setor da Engenharia de Avaliações e Perícias, seja no caráter prático da engenharia, seja em seus aspectos teóricos e jurídicos.

Como contribuição para o trabalho, foi realizada a análise descritiva de um Empreendimento que apresenta diversos vícios, falhas e patologias resultantes da má execução técnica dos serviços prestados por uma empreiteira e, em adição, uma análise prática do ocorrido.

A inspeção predial constitui ferramenta para estimativa das condições de uso e conservação das construções e seus sistemas, fundamental para edificações mais antigas que precisam de cuidados especiais, que é o

caso do Rio de Janeiro onde existe um grande número de construções com mais de 30 anos. (NEVES & BRANCO, 2009)

Este estudo tem por objetivo analisar os tipos de perícia existentes na construção civil, considerando os aspectos técnicos, jurídicos e práticos da área. Ressalta-se, portanto, que conhecer as espécies e motivações acerca do assunto é imprescindível para a sua prática adequada. Nesse sentido, será apresentado o seguinte trabalho.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Autovistoria ou inspeção predial**

Segundo Gomide (2014), a autovistoria predial possui a visão tridimensional, ou seja, com enfoque voltado para a manutenção, a ser exercida pelo usuário, ou condomínio, considerando a construção em pleno uso, necessitando, portanto, da intervenção do respectivo interveniente, para garantia durabilidade e segurança. A autovistoria é a avaliação das condições técnicas de uso e de manutenção da edificação, visando à manutenção e a qualidade predial total.

Na definição apresentada acima, o termo avaliação poderia ser substituído por: “é a análise das condições técnicas...” que se mostra mais apropriada e aderente ao tema e ao trabalho, efetivamente, desenvolvido pelo vistoriador ou inspetor predial (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

De forma geral, o principal objetivo da autovistoria ou inspeção predial é a orientação da Manutenção, onde as condições citadas devem ser abordadas e analisadas no laudo. Tal check-up implica da boa classificação das não-conformidades (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

Esclareça-se que as não-conformidades, ou problemas observados, decorrentes da autovistoria ou Inspeção Predial possuem denominações técnicas diferenciadas, sendo “anomalia construtiva” o termo indicado para aquele problema proveniente da própria construção, a “anomalia funcional” o termo do problema de uso e falha ou termo da não-conformidade decorrente da manutenção (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

O enfoque, portanto, é tríplice, ou seja, técnico, funcional e de manutenção, exigindo visão sistêmica, o que permite concluir que essas três avaliações implicam na Visão Sistêmica Tridimensional (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

Segundo Gomide (2014), as três vertentes da visão sistêmica tridimensional, portanto, podem ser compreendidas como:

- **TÉCNICA** – Levantamento de todas as anomalias construtivas do prédio quer dos produtos ou sistemas, bem como as análises de seus desempenhos;

- **USO** – Determinação das anomalias funcionais e análise do desempenho das condições de ocupação, confiabilidade da segurança e conforto (homem e meio ambiente);

- **MANUTENÇÃO** – Apuração das falhas e análise da metodologia empregada, verificação dos processos de operação, suas facilidades e materiais aplicados, vantagens e desvantagens, bem como a análise de custos.

Segundo Fiker (2008), os níveis de classificação dessas anomalias determinam o estado de conservação da edificação como sendo: Crítico, Regular e Mínimo:

- **CRÍTICO IMPACTO IRRECUPERÁVEL**: quando a incidência de anomalias encontradas for considerada como sendo de ameaça ao bem-estar, segurança e solidez, implicando em carência de condições de uso e deficiência do estado de reparos, ou seja, que provoca lesão contra a saúde e garantia das pessoas e meio ambiente, perda exagerada do comportamento e funcionalidade, ocasionando prováveis interrupções, aumento de custo, perda sensível de vida útil e uma grande desvalorização da edificação.

- **REGULAR – IMPACTO PARCIALMENTE RECUPERÁVEL**: quando a incidência de anomalias encontradas for considerada como sendo de risco à funcionalidade, deterioração e comprometimento de uso, implicando na necessidade de reparos, ou seja, que provoca a redução parcial do desempenho e finalidade, sem dano à operação direta de conjunto, desgaste precoce e desvalorização da edificação em níveis aceitáveis.

- **MÍNIMO – SATISFATÓRIO – RECUPERÁVEL**: quando não

existirem anomalias significativas, estando a edificação com plano de manutenção normal e satisfatório, ou seja, que provoca pequenas perdas de performance e finalidade, principalmente quanto à harmonia ou atividade programável e projetada, sem incidência ou sem a chance de acontecimento dos riscos relativos aos impactos irreversíveis e parcialmente recuperáveis, com exceção de baixo ou nenhuma implicação do valor imobiliário da edificação.

A Auto vistoria ou Inspeção Predial é uma atividade que pode ser classificada em 3 (três) níveis diferentes, definidos a seguir (FIKER, 2008).

- NÍVEL 1: vistoria para identificação das anomalias aparentes, elaborada por profissional habilitado; contada com orientação técnica pertinente, ou seja, análises técnicas elaboradas por um único profissional habilitado, voltadas a edificações de pequeno porte, com escadarias ou apenas um elevador.

- NÍVEL 2: vistoria para identificação das anomalias aparentes, identificadas com o auxílio de equipamentos, elaborada por profissionais de diversas especialidades; contendo indicação de orientações técnicas pertinentes, ou seja, análises técnicas procedidas por equipe de no mínimo dois profissionais de diversas especialidades, eventualmente com auxílio de equipamentos e/ou aparelhos, consoante a complexidade dos sistemas construtivos existentes, tais como: edifícios múltiplos andares, galpões industriais etc.

- NÍVEL 3: vistoria para identificação das anomalias aparentes, e das ocultas constatáveis com auxílio de equipamentos, incluindo testes e ensaios locais e/ou laboratoriais específicos, elaboradas por profissionais de diversas especialidades; contendo indicação de orientações técnicas pertinentes, ou seja, equivalente aos parâmetros definidos para a inspeção de NÍVEL 2, acrescida de consultoria com as prescrições para a reparação das anomalias e falhas constatadas, ou de consultoria para a melhoria e ajuste dos procedimentos existentes no plano de manutenção.

## 2.2 Descrições das patologias encontradas nos sistemas construtivos

**D**e acordo com o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo – IBAPE (2004), um dos objetivos do Laudo de Auto Vistoria Predial é identificar, relatar e recomendar procedimentos que possam cessar a evolução de patologias observadas nos sistemas construtivos.

Fagundes Neto et al(2006), afirmam que todas as patologias observadas devem ser fotografadas e relatadas no relatório fotográfico. Deve-se atentar para a origem das patologias que podem ter diversas causas, tais como: infiltrações generalizadas, falta ou inadequada de impermeabilização dos sistemas construtivos, do revestimento externo, e principalmente, inobservância ou postergação da manutenção e adequação as normas e regulamentos atuais de alguns sistemas essenciais e fundamentais de uso e segurança de qualquer construção.

Ainda, segundo Fagundes Neto et al (2006), outro fato que deve ser verificado é se a construção vistoriada está localizada em bairro de proximidade à região de relevo acentuado e de encostas, que capta ventos advindos do ambiente marinho, assim sendo, o mesmo está exposto a um ambiente altamente agressivo e nocivo aos sistemas construtivos, pois a atmosfera poluente e salínica (com moléculas de sais e cloretos no ar), o ar atmosférico impregnado por CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono, devido a fumaça dos escapamentos dos carros) e possíveis infiltrações por intempéries (penetrações de águas de chuva) em pontos da edificação, aliadas a falta ou inadequada impermeabilização do sistema estrutural, do sistema de revestimento das fachadas, ataquem severamente as alvenarias, os revestimentos e as estruturas de concreto armado desses sistemas construtivos, comprometendo as suas integridades físicas e, por conseguinte as suas estabilidades e segurança, principalmente das suas armaduras de aço e revestimentos de argamassa e pintura que são danificados e vulnerabilizados nas suas capacidades de resistência de carga e durabilidade, devido à instauração de processos deletérios de seus componentes.

### 2.3 O Aspecto Legal da Auto Vistoria

A Lei nº 6400/2013, no âmbito estadual, e a Lei Complementar nº 126/2013, no âmbito municipal, revolveram tornar obrigatória a realização de vistorias técnicas em imóveis existentes no Município do Rio de Janeiro. Estabeleceu os diversos prazos e métodos a serem realizados nas vistorias técnicas.

### 2.4 Obrigação de Realização de Vistoria Técnica

Segundo Gomide (2014), as edificações localizadas no Município do Rio de Janeiro são obrigadas a realizar vistorias técnicas periodicamente, assim como, os prédios públicos. As exceções apontadas na legislação, e que, portanto, estão desobrigadas da autovistoria, são:

- Construções residenciais uni familiares e bifamiliares, ainda em condomínios;
- Todas as construções nos primeiros cinco anos depois do consentimento do “Habite-se”. Edificações com até dois pavimentos e área total construída inferior a 1.000m<sup>2</sup>.

Aplicando se também a todos os tipos de construções, mas, para ter a isenção, precisam atender as duas condições, ou seja, ter até 2(dois) pavimentos e área total inferior a 1.000m<sup>2</sup>. Abrange como área total construída toda a área coberta da edificação (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

Edificações situadas em Áreas de Especial Interesse Social – AEIS. Para ciência se seu imóvel se encontra em uma AEIS, é necessário consultar a Coordenadoria Geral dos Programas de Interesse Social da Secretaria Municipal de Urbanismo (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

## 2.5 O Laudo Técnico

O objetivo do Laudo Técnico é a avaliação do estado físico atual do imóvel tendo em vista da obrigatoriedade preconizada pelo Poder Público Executivo através do(a): (ABNT NBR 15575, 2013).

No presente Laudo Técnico serão reportados, caso haja, as falhas estruturais, fissuras, problemas construtivos, infiltrações e outras patologias encontradas no imóvel vistoriado, bem como quaisquer outros elementos que venham a ser pertinentes ao escopo deste.

O Laudo de Autovistoria serve para que antecipadamente, possa se tomar as devidas providências de forma a evitar ocorrências danosas, advindas da falta de manutenção ou obsolescência dos Sistemas Construtivos e das Instalações Prediais do prédio em questão, tais como: (CARTILHA AUTOVISTORIA, 2017).

- Elementos estruturais aparentes;
- Sistemas de vedação (externos e internos);
- Sistemas de revestimentos, incluindo as fachadas;
- Sistemas de esquadrias;
- Sistemas de impermeabilização, através dos indícios de perda de desempenho como infiltrações;
- Sistemas de instalação hidráulica (água fria, água quente, gás, esgoto sanitário, águas pluviais, reuso de água e esgoto, etc.);
- Sistemas de instalação elétrica;
- Geradores;
- Elevadores;
- Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (para raios);
- Sistema de combate a incêndio;
- Sistema de coberturas (telhados, rufos, calhas, etc.);
- Acessibilidade.

A Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 (2013), em vigor desde 19 de julho de 2013, trouxe parâmetros de desempenho para o edifício habitacional e seus sistemas baseados nas exigências dos usuários. Nesta perspectiva, a norma englobou conceitos de suma importância, como vida útil, garantia legal, garantia certificada e prazos de garantia, bem como definiu as responsabilidades dos projetistas, construtores, incorporadores, fornecedores de produtos e usuários, passando a contribuir de forma expressiva para a orientação dos consumidores e fornecedores, embasamento de laudos técnicos e fundamentação de decisões judiciais. Partindo da necessidade de abordar o tema de forma clara e explicativa, o presente trabalho visa reunir e interpretar as informações relevantes alusivas ao tema, para esclarecer e orientar os agentes intervenientes no processo construtivo imobiliário quanto aos seus deveres e direitos.

## **2.7 Elaboração de Manuais de uso, Operação e Manutenção**

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e seus institutos associadas, com a clareza de que o sucesso de uma empresa está inteiramente ligado à semelhança entre seus clientes, assim desenvolvendo ações de capacitação focada a empreendimentos e construtoras para melhoria dessa relação. Essas ações claramente já mostram efeitos de avanços nos processos internos das companhias, voltados ao atendimento e auxílio técnico; no relacionamento com os compradores; na ampliação de fornecedores; no engajamento com as empresas da cadeia produtiva e autores financiadores, e na melhora da figura do setor perto ao Poder Judiciário e à sociedade (GUIA CBIC, 2014)

A elaboração de manuais de uso, operação e conservação teve ter como motivos indutores a verificação das normas ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037, que apresentam diretrizes para elaboração dos manuais e do sistema de gestão de conservação da edificação e da norma ABNT

NBR 15575, que estabelece níveis de desempenho, propostas de prazos de garantias, e que separa a importância da correta manutenção do imóvel. Somadas a elas, a recém-publicada norma ABNT NBR 16280, que constitui os requisitos para os sistemas de comando de controle de processos, projetos, execução e segurança a serem adotados na execução de reformas em edificações vêm completar o conceito do apropriado uso do imóvel. Essas regras, em suas variantes mais atualizadas, bem como as legislações vigentes, precisam ser seguidas na preparação do manual (MANUAL CBIC, 2013).

A entrega dos manuais de uso e operação das edificações – Proprietário e Áreas Comuns - tem como função ressaltar que a durabilidade de uma edificação está ligada não só aos fatores relacionados ao projeto e execução da obra, mas, também, ao correto uso e manutenção, principalmente a manutenção preventiva. Portanto, é importante realizar esforços conjuntos no sentido de mudar a cultura da falta de cuidados e atenção rotineiros com a edificação (MANUAL CBIC, 2013).

O manual deve indicar de forma destacada ao proprietário ou condomínio a obrigatoriedade e a responsabilidade pela atualização de seu conteúdo quando da realização de modificações na edificação em relação ao originalmente construído e documentado no manual original, além de expressar que a atualização deve necessariamente incluir a revisão e correção de todas as descrições técnicas e projetos da edificação, além da revisão do manual; Informar que a atualização do manual pode ser feita na forma de encartes que documentem quando concluída a obra; informar que a atualização do manual é um serviço técnico, que deve ser realizado por empresa ou responsável técnico; recomendar ao responsável legal da edificação que as versões desatualizadas do manual sejam claramente identificadas como fora de utilização, devendo, porém, ser guardadas como fonte de informações sobre a memória técnica da edificação (MANUAL CBIC, 2013).

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 Dados Gerais e Descrição do Imóvel

O edifício está localizado em um conjunto habitacional, construído pelo Estado do Rio de Janeiro, para servir de habitação aos Oficiais da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ). A área construída é de 8800m<sup>2</sup>, possui 11 pavimentos, com um total de 80 apartamentos (cada apartamento possui 70 m<sup>2</sup>). A edificação ainda possui 10 salas comerciais (com aproximadamente 16m<sup>2</sup> cada). A tipologia da edificação é de padrão construtivo característico da década de 60, possui 39 anos.

O edifício é um modelo construtivo padrão, característico para época, executado em estrutura de concreto armado, assim como as lajes, paredes divisorias em alvenarias de blocos cerâmicos e janelas de alumínio.

#### 3.2 Sobre o Laudo Técnico

O presente Laudo Técnico foi solicitado por um condomínio. Foi recolhida, junto ao CREA-RJ, a Anotação de Responsabilidade Técnica referente ao presente Laudo Técnico.

O laudo foi elaborado através de inspeção visual e o síndico não forneceu nenhuma informação técnica (cadastro, projetos, entre outros) para auxiliar o levantamento do estado geral do imóvel.

O auto deste Laudo não possui inclinação pessoal em relação à matéria e tampouco auferir ao vistoriador quaisquer vantagens com o resultado final.

Os elementos construtivos cobertos e as instalações embutidas ou enterradas não foram vistoriadas, dada a impossibilidade de visualização.

Não fez parte do documento a realização e/ou aferição de cálculos, sejam eles estruturais, instalações elétricas, hidráulicos, telefonia, gás, etc.

O técnico responsável pelo Laudo se isenta de quaisquer responsabilidades por acidentes e/ou eventos destrutivos que venham a ocorrer após as vistorias e que venham danificar a edificação e suas instalações.

Seguem abaixo alguns eventos que podem contribuir para alteração da estabilidade da edificação tornando sem efeito a presente análise:

- Compartimentos/Salas que não foram vistoriadas devido a impedimentos citados no corpo do presente Laudo e que apresentam patologias consideráveis;

- Modificação estrutural (abertura de vão, corte em elementos estruturais (pilar, viga ou laje), desagregação do concreto estrutural, infiltração por tempo prolongado, etc.);

- Defeitos construtivos sejam referentes a erros de projetos ou má execução do serviço;

- Ocorrência de sobrecargas excessivas sejam elas permanentes ou eventuais;

- Colisão de veículos contra a estrutura;

- Incêndios;

- Obra vizinha de demolição ou construção;

- Colapso de edificações vizinhas;

- Explosão em sistema elétrico, esgoto ou gás;

- Obra sem acompanhamento técnico;

- Falta de conservação e manutenção predial;

- Acúmulo de entulho;

- Terremotos e outros fenômenos naturais de grande magnitude; e

- Vandalismo.

Pode haver recomendação de interdição em parte da edificação, com o objetivo de garantir a integridade dos Usuários, quando do surgimento de situações de grau de risco crítico, em setores específicos e destacados do restante do prédio inspecionado.

As obras de conserto apontadas no laudo técnico deverão ocorrer no tempo determinado estipulado e devem ser previamente licenciadas pela Secretaria responsável pelo imóvel na Secretaria Municipal de Urbanismo e seguidas por profissional técnico legitimamente habilitado, arquiteto ou engenheiro, com o devido Registro de Responsabilidade Técnica - RRT ou Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.

Após o término das obras de consertos indicadas no laudo técnico será preparado laudo técnico complementar a pedido da Secretaria responsável pelo imóvel, que declare que o imóvel se encontra em condições adequadas de conservação, estabilidade e segurança.

O técnico responsável poderá informar, a qualquer momento, o resultado do laudo técnico à PCRJ.

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

As obras no imóvel, que possam alterar a estrutura existente do prédio, necessitarão obrigatoriamente ser realizadas com o acompanhamento de profissional técnico legalmente habilitado, arquiteto ou engenheiro, com o respectivo Registro de Responsabilidade Técnica - RRT ou Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, sendo de responsabilidade da secretaria responsável pelo imóvel providenciar a elaboração de laudo técnico complementar.

### 3.3 Objetivo do Laudo Técnico

O objetivo do presente Laudo Técnico é a avaliação do estado físico atual do Edifício Niterói situado à Rua Delfim Carlos 350 Bloco 2, em Olaria, Rio de Janeiro, em vista da obrigatoriedade preconizada pelo Poder Público Executivo através do(a):

- Lei Estadual nº 6400, de 05 de março de 2013;
- Lei Municipal Complementar nº. 126 de 26 de março de 2013;
- Decreto Municipal nº 37426 de 11 de julho de 2013.

No Laudo serão reportados, caso haja, as falhas estruturais, fissuras, problemas construtivos, infiltrações e outras patologias encontradas no imóvel vistoriado, bem como quaisquer outros elementos que venham a ser

pertinentes ao escopo deste.

Não foram reportados eventuais problemas cuja visualização não tenha sido possível devido à presença de móveis, quadros, revestimentos laminados (tipo fórmica), papéis de parede, rebaixos de Gesso/Madeira/PVC, dentre outros.

Também não foram reportados eventuais problemas de locais onde não foi possível acesso, tais como: locais que não foram abertos devido a falta de chaves, locais com cadeados/travas/fechaduras emperrados e locais onde o acesso só é possível através de escadas/andaimos e/ou equipamentos de rapel.

### 3.4 Laudo de Vistoria

O Laudo de vistoria necessitará relatar com exatidão as condições da estrutura, observando em especial as condições de acabamento, patologias, infiltração e impermeabilização, telhado, e todos os restantes de itens que se fizerem necessário. O relatório será composto por uma relação das condições da construção quanto a:

**ESTRUTURA:**relatar o tipo de estrutura, sua estabilidade e segurança da construção, (in)existência de patologias, etc.

**ALVENARIA:**relatar o tipo do material utilizado, a presença ou não de fissuras, manchas de umidade nas paredes, piso e etc.

**ESQUADRIAS:** relatar o tipo de material das portas, janelas e vitrôs, estado de conservação, pintura, segurança, etc.

**REVESTIMENTOS:**relatar quanto aos revestimentos de paredes, pisos e forros, dos cômodos e áreas úmidas, externos e internos.

**VENTILAÇÃO E INSOLAÇÃO:** relatar quanto à qualidade de ventilação e insolação nos cômodos, dando garantia de salubridade.

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS:**relatar quanto às condições das instalações elétricas, quadro de distribuição, tomadas interruptores e etc.

**INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ESGOTO:**relatar quanto às condições das instalações hidro sanitárias, bem como a destinação final do

COBERTURA: relatar as condições da cobertura, com existência de laje impermeabilizada ou não, telhado, beirais, marquises, etc.

Observar e relatar principalmente se a mesma não oferece risco em caso de chuvas constantes.

O presente laudo não isenta os intervenientes nos trabalhos sem a participação do responsável técnico e das cominações legais impostas pela legislação vigente.

O documento deve conter cópia da ART/RRT com o código correspondente.

#### 4. CONCLUSÃO

Neste artigo abordou-se como tema o valor e a importância de um laudo de Autovistoria predial, visto que, esse é o principal elemento para que uma edificação tenha um tempo de vida mais prolongada e uma segurança adequada.

Buscou-se também, ressaltar os níveis de classificação de anomalias, que determinam o estado de conservação da edificação e os três níveis de atividades de inspeção predial.

Apresentou-se o aspecto legal da Autovistoria, a obrigação de realização da vistoria técnica e o principal objetivo do laudo técnico, considerando que, o mesmo sempre é necessário para que se tomem as devidas providências antecipadamente sem que haja risco as vidas dos indivíduos que ocupam a edificação.

Retratou também um estudo de caso para melhor interpretação da proposta inicial do artigo, que teve como base apresentar a importância de uma Autovistoriapredial na vida de uma edificação e o valor essencial dessa prática profissional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 5674. Manutenção de Edificações. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 14037. Manutenção de Uso: Conservação das Edificações. Rio de Janeiro. 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16280. Reforma em Edificações: Sistema de Gestão de Reforma – Requisitos. Rio de Janeiro. 2015.

CARTILHA AUTOVISTORIA. Avaliação predial. 2017. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/autovistoria>. Acesso em 10 de março de 2019.

CREA-RJ. Cartilha sobre autovistoria predial. 2014. Disponível em: [http://www.gjengenharia.eng.br/gjengenharia/images/Cartilha-LTVP\\_WEB\\_ok.pdf](http://www.gjengenharia.eng.br/gjengenharia/images/Cartilha-LTVP_WEB_ok.pdf). Acesso em 10 de março de 2019.

FAGUNDES NETO, J. C. P.; GOMIDE, T. L.; PULADAS, F. Z. A. Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção x valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo: Pini, 2006.

FIKER, J. Manual de Avaliações e Perícias em Imóveis, São Paulo: Pini, 2008

GOMIDE, T. L. F. A Engenharia Diagnóstica em Edificações. 2 ed. São Paulo: PINI. 2014, 287p.

GUIA CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Guia Nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações. Brasília, DF, maio de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO - IBAPE. Norma básica para perícias de engenharia. São Paulo, 2004

MANUAL CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção: Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações. Brasília, DF, outubro de 2013

NEVES, D. R. R.; BRANCO, L. A. M. N. Estratégia de Inspeção Predial. Belo Horizonte: Construindo, v.1, n.2, p. 12-19, jul./dez. 2009.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n. 6400, de 05 de março de 2013. Disponível em: <http://alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF>. Acesso em: 14 março. 2019.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto Municipal n. 37426, de 11 de Julho de 2013. Disponível em: <http://autovistoria.rio.rj.gov.br/decretoregulamentador.php#targetText=Regulamenta%20a%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20da%20Lei,Munic%C3%ADpio%20do%20Rio%20de%20Janeiro>. Acesso em: 15 de outubro 2019.

RIO DE JANEIRO (Município). Lei complementar n. 126, de 26 de março de 2013. Disponível em: <http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/1dd40aed4fced2c5032564ff0062e425/885a8824a-49a614503257b3a00733e1f?OpenDocument>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

# CAPÍTULO XIII

## A IMPORTÂNCIA DA PERÍCIA TÉCNICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Isabella Politano Vieira Barros  
Ronald Cherem de Araujo  
Eloan Marlon dos Reis Moreira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

As construções prediais estão em grande número em basicamente todas as partes do país, porém vale lembrar que toda obra tem seu tempo de vida útil e dependendo de como foi realizada pode sofrer efeitos que causam patologias nas estruturas. Para analisar os motivos de desabamentos, catástrofes, avaliar um imóvel monetariamente como por exemplo, o perito necessita tem um grande conhecimento e vasta experiência na área, pois somente a sua formação como engenheiro não é o suficiente devido o grau de importância e responsabilidade. Buscou-se dilucidar, de maneira sucinta, as principais patologias encontradas nos sistemas construtivos, como as trincas e fissuras a fim de investigar uma melhor análise da situação. Procurou-se focar também, o que é perícia, a importância do perito, conceituar e classificar um laudo técnico. Objetivou-se, inclusive, através de estudo de caso de um exemplo real como um perito age desde a sua investigação ao laudo técnico finalizado. Tendo como principal objetivo deste artigo esclarecer o processo da perícia na construção, considerando seus aspectos técnicos e legais.

A Indústria da Construção Civil possui imenso impacto na economia de todo o país, uma vez que suas atividades se relacionam de forma direta com a economia, devido à sua grande capacidade em gerar emprego, tributos e renda. É por meio dessa indústria que toda a infraestrutura, como portos, ferrovias, rodovias, energia, estradas, hospitais, entre tantas outras, necessária para o desenvolvimento do Brasil e de seus sistemas, é feita. Portanto, o avanço e desenvolvimento desse setor está diretamente ligado ao crescimento de outras atividades econômicas (PIRES & MARILIA, 2005).

As obras de engenharia civil podem sofrer efeitos dos males congênitos e adquiridos, são vulneráveis a acidente e se deterioram-se com o passar do tempo. Mesmo considerando que existem edificações com grande durabilidade, convém lembrar que elas possuem um tempo de vida útil.

Segundo Vitório (2003) declara que:

Afinal, uma edificação é o resultado da combinação de materiais diversos e heterogêneos e de mão de obra geralmente não especializada e de grande rotatividade. Acrescente-se a isso a agressividade ambiental, a má utilização e a falta de conservação para que comecem a se manifestar os fenômenos patológicos que tendem a comprometer a funcionalidade e a segurança do imóvel.

Conseqüentemente, a área da Engenharia voltada para a perícia mostrou-se de extrema importância, seja na esfera extrajudicial, através das vistorias cautelares, com vistas a evitar conflitos, seja na esfera judicial quando, já instalado o conflito, o que se busca é solucioná-lo, dando suporte técnico ao juiz para suas decisões (MAGNO, 2012).

É de imprescindível importância o aprimoramento dos peritos de engenharia, pois são eles que devem ter a capacidade de analisar os problemas e expor os pareceres técnicos conforme cada caso específico (FEIGELSON, 2016).

Diante das informações apresentadas optou-se pelo tema para demonstrar a importância da presença do engenheiro como perito. Relatando de

forma sucinta o porquê o perito é solicitado pelo juiz e como ele age desde a construção do caso até o laudo final

Este projeto exhibe princípios para a elaboração de um artigo científico tendo como fundamentos as referências bibliográficas, normas, artigos científicos, sites especializados e pretende-se expor um estudo de caso de uma perícia já realizada com o laudo concluído.

O objetivo deste estudo é esclarecer o processo da perícia na construção, considerando seus aspectos técnicos e legais. Especificamente, conhecer os requisitos básicos para concepção de um laudo pericial e apresentar um estudo de caso listando os problemas identificados e suas possíveis soluções.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Definição: Perícia, Perito, Assistente Técnico, Etapas da Atuação Pericial e Laudo Técnico.**

**N**a referida norma ABNT NBR 13.752 (1996), artigo 3º, item 3.41 tem-se a definição de Engenharia Legal:

Engenharia Legal – Ramo de especialização da engenharia dos profissionais registrados nos CREA's que atuam na interface direto–engenharia, colaborando com juízes, advogados e as partes, para esclarecer aspectos técnico-legais envolvidos nas demandas.

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

Classifica-se em cinco espécies (ABNT NBR 13752, 1996):

- Arbitramento: Uma obra com vários engenheiros e para resolver um problema, sendo cada um deles propõem soluções diferentes e controversas, cabendo ao perito decidir, como por exemplo.
- Avaliação: Quando deseja-se determinar tecnicamente o valor monetário e ou qualitativo de um direito de um bem ou empreendimento.

- Exame: É a inspeção, feita pelo perito, sobre pessoa, coisas, móveis e semoventes para apuração de fatos ou circunstâncias que interessem à causa.

- Vistoria: O perito faz uma análise para constatar os possíveis impactos que a obra causará na vizinhança, além de poder prevê situações que possam ocorrer por negligência, vício ou mau uso dos materiais, como a vistoria cautelar por exemplo (ABNT NBR 13752, 1996).

A esse respeito, Vitorio (2003), declara:

Perícias judiciais são aquelas que ocorrem no âmbito da justiça em diferentes tipos de ações como: execuções, vistorias cautelares, desapropriação, renovatória de contrato de locação, revisional de aluguel, demarcações, alvarás, demolitória, inventário, arrolamento, partilhas, reivindicatórias, usucapião, civil pública, separação litigiosa, nunciação de obra nova.

De acordo com Feigelson (2016), “ O profissional que atua na área de Engenharia Legal poderá exercer suas atividades como: perito judicial, assistente técnico; consultor extrajudicial. ”

Perito é o profissional legalmente habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), com atribuições para proceder a perícia (ABNT NBR 13752, 1996).

No artigo 149, contido no Novo Código do Processo Civil (NCPC) – Lei Federal nº 13.105/2015, no capítulo III consta que o perito é um dos auxiliares da justiça.

Art. 149. São auxiliares da Justiça, além de outros cujas atribuições sejam determinadas pelas normas de organização judiciária, o escrivão, o chefe de secretaria, o oficial da justiça, o perito, o depositário, o administrador, o intérprete, o tradutor, o mediador, o conciliador judicial, o partidor, o distribuidor, o contabilista e o regulador de avarias.

Segundo Feigelson (2016):

São obrigações do perito: analisar cuidadosamente todas as peças dos autos; realizar a vistoria, informando aos assistentes a data horário da mesma; recolher toda documentação que

considerar necessária para elaboração do trabalho técnico; elaborar o laudo com vagar e cuidado; responder aos quesitos das partes; atender as partes, esclarecendo quando necessários pontos que ficaram obscuros no laudo.

Nos anos 1994, de acordo com regulamentação do IBAPE, Feigelson (2016) definiu assistente técnico como um “profissional legalmente habilitado, indicado e contratado pela parte para orientá-la, assistir os trabalhos periciais em todas as fases da perícia e, quando necessário, emitir parecer técnico”.

O assistente técnico é aquele que as partes poderão nomear para este auxiliá-los, fazendo um laudo complementar com comentários ao laudo pericial, apresentando o seu ponto de vista técnico. É o auxiliador do advogado, elaborando quesitos para serem respondidos na realização da perícia técnica, zelando pelos interesses da parte que o contratou, auxiliando o perito caso haja necessidade e nunca faltando com a verdade e ética profissional. Ele deverá cumprir as normas do Código de Processo Civil de 2004 (FEIGELSON, 2016).

De acordo com Vitório (2003) os peritos judiciais:

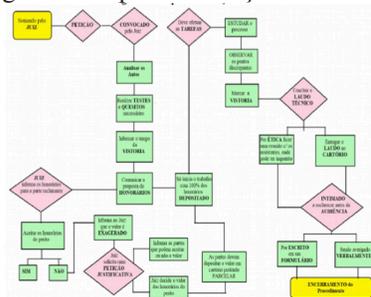
Nos processos judiciais, muitas vezes o juiz precisa analisar e emitir uma sentença sobre questão que envolve a necessidade de conhecimentos técnicos especializados que extrapolam a sua formação. Nesses casos ele se utiliza da assistência de profissionais qualificados e que estejam legalmente habilitados para transmitir-lhe as informações necessárias. Esses profissionais são denominados Peritos Judiciais.

O perito engenheiro ajuda a dar celeridade ao processo e traz clareza técnica para a resolução da demanda nos casos que resultarão em obrigação de fazer patologias das construções e nos que determinarão ações indenizatórias, as quais envolvem contratos e avaliações de imóveis.

Primeiramente o perito é automeado pelo juiz, e para aceitar a incumbência deverá juntar aos Autos com uma petição. Após um tempo o perito é convocado á: analisar os Autos; os testes e quesitos necessários a serem realizados; o tempo da vistoria; e a sua proposta de honorário ao juiz.

O juiz informa o valor dos honorários do perito a parte autora, ou seja, a parte reclamante, ela é a responsável pelo pagamento pois iniciou a Ação. Caso a parte autora ache o valor exagerado, deverá informar ao juiz, e o mesmo solicitará que o perito encaminhe uma petição justificando o acerto de sua cobrança. Os argumentos apresentados podem ser ou não aceitos pelas partes, mas o juiz também poderá decidir o valor dos honorários, e uma vez homologado a parte responsável deverá somente depositar o valor em cartório sem reclamações. O depósito pode ser parcelado, porém o perito só inicia seu trabalho depois de 100% de seus honorários estiverem depositados (Figura 1) (FEIGELSON, 2016).

Figura 1: Etapas da Atuação Pericial



Fonte: Feigelson (2016)

O perito deve estudar o processo detalhadamente, observando os pontos discrepantes; marcar o dia da diligência de vistoria, avisando com antecedência os assistentes técnicos e ambas as partes. Realizada a vistoria o perito deve reunir todo o material necessário para a elaboração do laudo contendo todos os itens necessário para o esclarecimento da questão em litígio. Por questão de ética, mesmo que de fato não seja obrigatório por lei, o perito deve marcar uma reunião com os assistentes técnicos para amostrar o laudo concluído antecipadamente, e os assistentes poderão realizar ponderações técnicas antes da entrega definitiva (FEIGELSON, 2016).

Logo após a entrega definitiva do laudo pericial em cartório, as partes examinam as questões e têm direito a fazer comentários concordando ou discordando dos pontos sobre o trabalho pericial realizado. Podendo o perito ser intimado a responder as questões duvidosas do seu trabalho. Logo o juiz poderá solicitar a presença do mesmo a audiência de conciliação e jul-

gamento, podendo ocorrer de duas formas: Os esclarecimentos deverão ser antecipados e o perito poderá analisar e responder, por escrito, aos formulados antes da audiência; ou o perito será averiguado verbalmente, durante a audiência (FEIGELSON, 2016).

Laudo é uma peça na qual o perito, descreve o que constatar e dá as suas conclusões ou avalia, fundamentadamente, o valor de coisas ou direitos. Classificados em judiciais, extrajudiciais ou particulares (ABNT NBR 13752/1996).

A ABNT NBR 13752: 1996 prevê que um laudo pericial deverá constar dos seguintes elementos:

- Indicação da pessoa física ou jurídica que tenha contratado o trabalho e do proprietário do bem objeto da perícia;
- Requisitos atendidos na perícia;
- Relato e data da vistoria com todas as informações referentes;
- Diagnóstico da situação encontrada;
- No caso de perícias de cunho avaliatório, pesquisa de valores, definição da metodologia, cálculos e determinação do valor final;
- Memória de cálculo, resultados de ensaio e outras informações relacionadas a perícias;
- Nome, assinatura, número e registro no CREA e credenciais do perito (ABNT NBR 13752, 1996).

De acordo com Vitório (2003) o laudo técnico é simplesmente uma anotação na qual o técnico perito observou na área dando assim sua avaliação e sua conclusão tendo de apresentar as seguintes características.

Neste laudo serão reportados, caso haja, fissuras, problemas construtivos, falhas estruturais, infiltrações entre outras patologias encontradas no imóvel vistoriado. Seu objetivo é avaliar o estado físico do imóvel tendo em vista da obrigatoriedade através das leis e decretos abaixo: (VITÓRIO, 2003)

- Lei Estadual nº 6400, de 05 de março de 2013 – Que determina a realização periódica por Autovistoria, a ser realizada pelos condomínios ou por proprietários dos prédios residenciais, comerciais e pelo poder público,

nos prédios públicos, incluindo estruturas, fachadas, empenas, marquises, telhados e obras de contenção de encostas bem como todas as suas instalações e cria Laudo Técnico de Vistoria Predial (LTVP) no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências;

- Lei Municipal Complementar n.º 126 de 26 de março de 2013 – Institui a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências;

- Decreto Municipal n.º 37426 de 11 de julho de 2013 – Regulamenta a aplicação da Lei Complementar n.º 126/13 e da Lei n.º 6400/13, que instituem, por Autovistoria a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro.

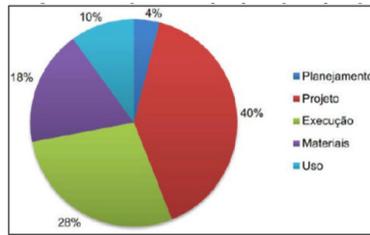
## **2.2 Descrições das patologias encontradas nos sistemas construtivos**

Segundo Vitório (2003), “o estudo das falhas construtivas é feito pela Ciência experimental denominada Patologia das Construções, que envolve conhecimentos multidisciplinares nas diversas áreas da engenharia”.

De acordo com Feigelson (2016), “normalmente tem-se uma combinação de fatores que são provenientes de irregularidades diversas, tais como projeto e execução deficiente ou falta de manutenção, gerando danos dos mais diversos tipos”.

Na identificação das origens dos problemas patológicos é possível identificar para fins judiciais quem cometeu as falhas. Ou seja, de onde se originou o problema, se foi por falta de planejamento, projeto mal formulado, má execução, uso de materiais de baixa qualidade ou falta de manutenção devido ao tempo de uso e vida útil do edifício. A figura 2 informa a porcentagem das principais origens da patologia.

Figura 2: Porcentagem média das principais origens de patologia



Fonte: Lichtenstein (2008)

### 2.3 Principais Sintomas ou Problemas Patológicos

De acordo com Feigelson (2016), as principais patologias nas edificações são encontradas nos sistemas: Estrutural, Vedação, Acabamentos, Pintura, Esquadrias, Instalações, Impermeabilização e Infiltrações.

De início apresentam manifestações externas características que um profissional experiente consegue deduzir qual a natureza, origem e mecanismos envolvidos, permitindo um início do estudo do problema. Os sintomas mais comuns nas estruturas de concreto é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas, conforme descrito no quadro 1 (VITÓRIO, 2003).

Quadro 1: Sintomas mais comum na estrutura de concreto.

Sintomas na Estrutura de Concreto	Abertura	Espessura
Fissura	Em forma de linha proveniente de uma ruptura sutil	Até 0,5 mm
Trinca	Em forma de linha proveniente de uma evidente ruptura	De 0,5 mm até 1,00 mm
Rachadura	Expressiva proveniente de acentuada ruptura	1,00 mm até 1,5mm
Fenda	Expressiva proveniente de acentuada ruptura	Superior á 1,5 mm

Fonte: Adaptado do Vitório (2003)

Segundo Vitório, 2003, algumas das causas mais usuais do fissuramento das estruturas são:

- Cura mal realizada – ressecamento;
- Retração;
- Variação de temperatura;
- Agressividade do meio ambiente;
- Carregamento;

- Erros de concepção;
- Mal detalhamento do projeto
- Erros de execução;
- Recalques dos apoios;
- Acidentes.

Decorrente de danos na estrutura de concreto armado ou protendido temos as: Carbonatação; Desagregação; Disgregação; Segregação; Perda de aderência; Corrosão das armaduras ou concreto; Calcinação e RAS, que estão descritas como são provocadas no quadro 2. (VITÓRIO, 2003).

Quadro 2: Sintomas mais comum na estrutura de concreto armado ou protendido.

Danos na estrutura de concreto armado ou protendido	Provocada
Carbonatação	A perda de PH do concreto, a quantidade de CO2 do meio ambiente, a permeabilidade do concreto e a existência de fissuras.
Desagregação	Expansão devido à oxidação ou dilatação das armaduras.
Disgregação	Ruptura do concreto, em especial nas partes salientes da estrutura.
Segregação	Separação entre os elementos de concreto (a brita e a argamassa) logo após o lançamento.
Perda de aderência	Oxidação ou dilatação da ferragem.
Corrosão das armaduras ou concreto	A porosidade do concreto; Presença de agentes agressivos
Calcinação	Ressecamento das camadas superficiais do concreto devido à ocorrência de incêndios.
Reatividade álcali sílica (RAS)	Reação química que ocorre entre a sílica existente em determinados tipos de agregados utilizados no concreto e o álcali (pode ser o de sódio ou de potássio) presente na parte de cimento

Fonte: Adaptado do Vitório (2003)

### 3. ESTUDO DO CASO

Este caso visa apresentar de uma forma sucinta um trabalho de inspeção na edificação residencial multifamiliar, listando os problemas patológicos identificados e as soluções necessárias para a recuperação.

A inspeção foi desejada pelos moradores do prédio, contrataram um parecer técnico de identificação e mapeamento dos problemas. Eles identificaram uma série de problemas, tais como: Fissuras, pontos de carbonatação no teto das garagens, como armaduras expostas, vários pontos com pastilhas soltas, além de paredes com infiltrações (FEIGELSON, 2016).

Situado em uma região próxima à orla do Rio de Janeiro, trata-se de um prédio com idade aparente de 25 anos. Nenhuma inspeção predial ou manutenção foi realizada antes do técnico realizar a vistoria (FEIGELSON, 2016)

Conforme relata Feigelson, (2016) após efetuado a vistoria, foram constatados diversos problemas patológicos nas áreas da: Fachada, Cobertura e telhado, Pavimento de uso comum e garagem.

Na vistoria foram encontrados os problemas listados abaixo (FEIGELSON, 2016):

- Fachada principal: Conforme ilustrado na figura 3, na altura do embasamento, verificam-se algumas pastilhas soltas, já nas laterais é nítido algumas fissuras.

Figura 3: Revestimento de pastilha mostrando a falta de algumas peças, necessitando reparos.



Fonte: Feigelson (2016)

- Cobertura: Em todo o entorno do telhado observa-se o desprendimento de diversas pastilhas, na parte frontal, encontra-se armadura exposta, ocasionando o fendilhamento da argamassa de revestimento e das pastilhas de acabamento, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4: Detalhamento do rufo com armadura exposta, fendilhamento da argamassa de recobrimento e desprendimento das pastilhas.



Fonte: Feigelson (2016)

- Pavimento de uso comum: Na parte de jardinagem em todo o entorno, possui bancos e mesas de concreto, nesses bancos apresentam ferra-

gem expostas em processos avançados de deterioração, conforme ilustrada na figura 5, necessitando de restauração.

Figura 5: Barras de aço expostas nos bancos externos.



Fonte: Feigelson (2016)

- Garagem: E por fim a edificação possui três pavimentos de garagens, e no terceiro pavimento foi identificado sinais de antiga infiltração, conforme mostra a figura 6

Figura 6: Parede de divisa, - 3º pavimento de garagem – com pontos de infiltração já sanada.



Fonte: Feigelson (2016)

Segundo Feigelson (2016), o diagnóstico de cada área relatada foi:

- Fachada principal: Recomposição das pastilhas soltas de revestimento das fachadas, porém antes deverão ser devidamente tratadas. A limpeza deverá ser feita com hidrojateamento das pastilhas eliminando todas impurezas, como fungos e poeiras. Deve-se verificar se há alguma pastilha oca por teste de percussão, e trocá-las caso esteja solta. E o não menos importante é que o rejunte deverá ser com material flexível.

- Cobertura: Recompôr as pastilhas soltas e as amarraduras expostas deverão ser recuperadas. Deve-se remover das regiões afetadas as argamassas de cobrimento, prolongando-se esses comprimentos em 20 cm para cada lado, em aço sem corrosão.

- Pavimento de uso comum: As barras de aço expostas nos bancos que estão sob ataque de corrosão devem ser tratadas, escovadas com escova

de aço para remover completamente a camada de oxidação existente. Caso haja perdas que ultrapassa 10% de sua seção transversal, deverão ser adicionados reforços por barra de aço de área.

- Garagem: A infiltração já estava sanada, e foi oriunda da deficiência do sistema de impermeabilização da edificação vizinha. Como já está sanada só deverá realizar a raspagem da parede, fazendo-a do zero, desde a argamassa até a pintura.

#### 4. CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivos principais demonstrar o conceito de engenharia legal e sua amplitude; O conceito de perito, seus auxiliares profissionais e laudo pericial; as etapas da atuação pericial de forma sucinta e a importância do perito para o juiz. Além de relatar as principais causas de patologia na edificação.

Os principais motivos para que o perito conte com o trabalho do perito é a fundamentação técnica com o laudo da vistoria ou inspeção e esclarecimento das questões patológicas da edificação, com o objetivo de embasar as decisões do juiz.

O estudo de caso apresentado se referiu a uma análise de um edifício multifamiliar constatando na vistoria vários problemas patológicos na edificação, problemas esses muito comuns. Depois de relatados, foram feitos o diagnóstico de cada um. Logo conclui-se que a área de patologia das edificações possui um enorme leque de possibilidades de trabalho, cada patologia deve ser estudada detalhadamente, focando nos principais problemas, nas possíveis soluções e melhores materiais para uso.

Partindo deste pensamento, pode-se concluir que não basta a experiência e o conhecimento técnico na área somente. É muito importante entender a questão processual, compreender a necessidade de ser objetivo na apresentação dos resultados. E o mais importante é ter ciência de sua responsabilidade e de seu papel de atuar como “os olhos e ouvidos do juiz ou da Juíza”, entender o rito processual, linguajar jurídico e saber apresentar

250 aspectos associados a técnica da Engenharia em uma linguagem acessível aos profissionais de outros campos de conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13752. Perícias de Engenharia na Construção Civil. Rio de Janeiro. 1996. CÓDIGO CIVIL. Editora Auriverde. Rio de Janeiro, 2004

FEIGELSON, S. D. Perícia de Engenharia. Leud 3ª edição atualizada e ampliada com comentários do NCPC. São Paulo – SP, 2016.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções. Boletim Técnico 06/86. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

MAGNO, A. O. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. UFMG. Belo Horizonte, julho de 2012.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Municipal nº 37426 de 11 de julho de 2013. Regulamenta a aplicação da Lei Complementar nº 126/13 e da Lei nº 6400/13, que instituem, por AUTOVISTORIA, a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=256454>

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Complementar nº 126 de 23 de março de 2013. Institui a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em: <https://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/1dd40aed4fced-2c5032564ff0062e425/885a8824a49a614503257b3a00733e1f?OpenDocument>

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei estadual n. 13.105 de 16 de março de 2015. Código do processo civil. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/174276278/lei-13105-15>. Acesso em 06 de junho de 2019.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Estadual n. 6400, de 05 de março de 2013. Determina a realização periódica por auto vistoria, a ser realizada pelos condomínios ou por proprietários dos prédios, comerciais e pelo poder pú-

blico, nos prédios públicos, incluindo estruturas, fachadas, empenas, marquises, telhados e obras de contenção de encostas bem como todas as suas instalações e cria laudo técnico de vistoria predial (ltvp) no estado do rio de janeiro e dá outras providências. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/1034284/lei-6400-13>. Acesso em 04 de junho de 2019.

PIRES, L. T; MARILIA, F. A. C. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. Revista paranaense de desenvolvimento, Curitiba, n. 109, p 09-26, jul/dez. 2005

VITÓRIO, A. Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia. Instituto Pernambuco de Avaliações e Perícias de Engenharia (IPEAPE), Pernambuco, p 1-58, 2003.



# CAPÍTULO XIV

## PREVENÇÃO E POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA PATOLOGIAS NO ASFALTO E CUSTO DE RESTAURAÇÃO DO ASFALTO DEMOLIDO AO ERÁRIO

*Silas Nogueira de Freitas Junior  
Eloan Marlon dos Reis Moreira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

A construção civil é um ramo que está sempre se modernizando, de forma a atender as exigências dos clientes, das construtoras e das normas regulamentadoras. Impermeabilização é serviço especializado e deve-se prestar atenção nos pequenos detalhes. Devido aos altos custos, durante a construção, e a necessidade de entregar as obras no prazo, muitos empreiteiros optam por não realizar a impermeabilização de forma correta, não contratando empresas especializadas, ou até mesmo, ignorando esse serviço em algumas partes das edificações. Diante do exposto, o objetivo principal deste estudo consiste em elencar a eficácia da manta asfáltica dentre as diferentes formas de impermeabilização na construção civil, visando a integridade da edificação, segurança, conforto do usuário, e a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram. Para elaboração do presente artigo, foi realizado o levantamento bibliográfico em livros técnicos, publicações e normas ABNT, além de registro fotográfico de uma obra com o processo de impermeabilização com manta asfáltica em conformidade com o projeto de impermeabilização. Os resultados encontrados no estudo mostraram que devido à grande quantidade de obras, que foram realizadas em poucos anos no Brasil, acabou-se tornando a regular a aparição de complicações pós-obra, ocasionada pela falta de importância dada à impermeabilização. Casos como: vazamentos em coberturas, perda de água em reservatórios de água

254 potável e pontos de infiltração em cortinas concreto e pisos de subsolos. Estes problemas, quando ocorrem após o término da obra, elevam o custo final em comparação ao custo, se o serviço fosse executado na etapa correta. Como a impermeabilização não fica aparente, muitas vezes o consumidor final desconhece o assunto, entretanto, ironicamente é ele o mais prejudicado com a negligência das construtoras.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil as estradas surgiram com a funcionalidade de estimular a importação de produtos e melhorar mobilidade à população. Por serem revestidas com asfalto fornecem uma estrutura resistentes e confortável para quem utiliza. Com a pavimentação implantada nas vias, a indústria automobilística foi implantada no Brasil na metade do século passado (BERNUCCI, 2008).

De acordo com Bernucci (2008) em 1928, foram inauguradas pelo presidente Washington Luiz, as rodovias Presidente Dutra, que liga o Estado do Rio de Janeiro e o Estado de São Paulo, e a Rio de Janeiro – Petrópolis, hoje conhecida como Rodovia Washington Luís.

Quando a população de uma certa região é beneficiada com o asfalto, na maioria dos casos também são beneficiadas como rede de saneamento, mas as obras de saneamento não são visíveis por estarem abaixo do asfalto, e a má execução dela pode causar danos ao asfalto. E muitas das vezes essas manutenções nas redes de saneamento é necessário a demolição do asfalto, com isso depois da manutenção ocorre a restauração asfáltica, que na maioria dos casos são feitos incorretamente causando patologias no asfalto. E hoje em dia além da concessionária de água, outros serviços como gás, telefonia, fibra ótica, estão optando em implantarem redes subterrâneas, onde tais concessionárias supracitadas ao implantarem suas redes fazem a demolição do asfalto, e muitas vezes não restauram deixando para o órgão público restaurar ou a restauração é feita de modo que forme patologias no asfalto futuramente.

No entanto, as patologias do asfalto não são somente causadas por

possíveis manutenções nas redes e repavimentação. Existem patologias que são criadas até antes da camada de revestimento.

Esse artigo irá abordar de uma maneira sucinta, as patologias que o asfalto adquire após a sua demolição, quando faz necessário fazer uma manutenção ou implantação de uma rede subterrânea, e a importância da restauração asfáltica feita pelas empresas de forma correta, para que não seja feita pela prefeitura ou outro órgão público, porque essa restauração tem um valor elevado, e caso seja algum órgão público a fazer esta restauração, será gerado danos ao erário.

Este estudo tem o objetivo apresentar as diversas patologias asfálticas e principalmente a patologia causadas pela demolição do pavimento, devido a execução errada do serviço de restauração asfáltica, e mostrar que faz necessário que esse serviço seja feito pela empresa que realizou a demolição do pavimento, demonstrando uma tabela de custo desse serviço, que não é justo que saiam dos cofres público esse tipo de custo. Tendo como objetivos específicos:

- Obter casos de manutenção ou implantação das redes subterrânea, que faz necessário demolir o asfalto;
- Mostrar patologias que podem surgir devido à má restauração;
- Custo dessa restauração caso seja o órgão público a fazer;

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

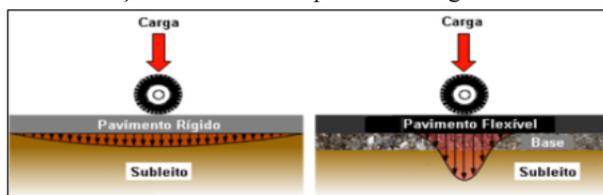
### 2.1 Pavimentação

O pavimento flexível ou rígido oferecerá, devido as técnicas da engenharia, mostrando o tipo mais viável economicamente, para maior tranquilidade no deslocamento, segurança e o conforto ambiental aos ambientes do entorno.

Em outras palavras, a escolha do pavimento poderá ser executado de várias maneiras, dependendo do investimento, do projetista e das condições do local da via.

Os principais pavimentos são conhecidos, como flexíveis, semirrígidos e rígidos. Se diferenciam principalmente por causa da distribuição de cargas ao longo da estrutura. Os pavimentos rígidos a sua distribuição das tensões são de maneira mais uniforme do que o flexível como mostra a figura 1 (ROANDERSON, 2011).

Figura 1: Distribuição de tensões do pavimento rígido e do flexível



Fonte: RO ANDERSON ENGINEERING (2019)

### 2.1.2 Pavimento flexível

É usado uma mistura de agregados com cimento asfáltico de petróleo (CAP), mais conhecido e mais presente nas cidades brasileiras, por isso será o pavimento do estudo desse trabalho. São executadas geralmente por camadas: Reforço do subleito, sub-base, base e por fim o revestimento asfáltico (MARQUES, 2006).

Nossos solos geralmente são muito argilosos e normalmente é melhor o uso do pavimento flexível, suas características são as várias camadas, menor rigidez, o investimento inicial é baixo, porém, a necessidade de manutenção é maior.

Como esse tipo de pavimento é mais utilizado nas cidades como supracitada acima, o número de implantação e manutenção de redes subterrâneas são maiores, como a própria prefeitura na manutenção das redes pluviais, existe as empresas de luz, gás, água, e no momento também, as empresas de telecomunicação que optam em implantar suas redes subterraneamente, causando remendos no pavimento, caso não seja recuperado corretamente podem causar patologias no asfalto (BALBO, 2007).

## 2.2 Tipo de Patologia

Qualquer patologia encontrada no pavimento é considerada uma trinca, um afundamento, ondulações, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco, remendo (DNIT NORMA 05 – 2003).

## 2.3 Trincas

São visualmente fáceis de serem percebidas, podendo ser trincas isoladas ou interligadas (Figura 2). Pode-se ter três tipos de trincas isoladas, as que são predominantemente ortogonal ao eixo da via, as que são predominantemente paralelas ao eixo da via e trincas que são relacionadas ao fenômeno de retração térmica, respectivamente chamadas de trincas transversal, trincas longitudinal e trincas de retração (DNIT NORMA 05 – 2003).

E quando se menciona em trincas interligadas, são trincas sem direções preferenciais, visualmente ao um aspecto de couro de jacaré, podendo ou não apresentar erosão, evoluindo para uma panela ou buraco (DNIT NORMA 05 – 2003).

Figura 2: Trinca isolada – longitudinal e Trinca interligada – tipo jacaré



Fonte: DNIT NORMA 05 – 2003

## 2.4 Afundamentos, ondulações e escorregamento

Afundamento por consolidação pode ser causado por causa da fluidez plástica das camadas do pavimento ou até do subleito, podendo ocorrer solevamento, ao longo das trilhas das rodas ou não (Figura 3) (DNIT NORMA 05 – 2003).

O afundamento plástico é causado pela consolidação de uma cama-

Figura 3: Afundamento de trilha de roda e afundamento local.



(Fonte: DNIT Norma 05 – 2003)

As Corrugações ou ondulações são caracterizadas como deformações transversais na superfície do pavimento, são depressões intercaladas, com comprimento de onda entre duas cristas. O escorregamento é identificado quando o deslocamento aparecido é uma fenda em forma de meia-lua, quanto o pavimento escorrega de um jeito que fica por cima dele mesmo (Figura 4) (DNIT NORMA 05 – 2003).

Figura 4: Ondulações e escorregamento



Fonte: DNIT Norma 05 – 2003

## 2.5 Exsudação

A exsudação acontece quando o ligante betuminoso aflora causando uma mancha escuras no asfalto (Figura 5), devido à grande quantidade na mistura usinada (DNIT NORMA 05 – 2003)

Figura 5: Exsudação



Fonte: DNIT Norma 05 – 2003

## 2.6 Desgaste

Esta patologia é identificada por causa da aspereza superficial do asfalto. A massa asfáltica sofre com o tempo de uma forma que é notório na figura 6, o arrancamento dos agregados da mistura. Em pavimentação com pouco tempo de vida, essa patologia pode aparecer se a mistura asfáltica sofreu superaquecimento durante sua usinagem ou por pouco ligante na mistura (DNIT NORMA 05 – 2003)

Figura 6: Desgaste



Fonte: DNIT Norma 05 – 2003

## 2.7 Painela ou buraco

Uma painela simplesmente seria um buraco que se forma no revestimento asfáltico (Figura 7). Todas as patologias que foram apresentadas acima, podem se evoluir para esse estágio. Quando o revestimento sofre alguma patologia já apresentada a água percola o pavimento e ocorre o processo de amolecimento das camadas do pavimento onde os agregados da mistura começam a se separar (desagregamento) devido a sua incompressibilidade. Em época de chuvas pode se notar o aparecimento de mais buracos (DNIT NORMA 05 – 2003)

Figura 7: Buracos, cavidade ou painelas



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

Essa patologia são os remendos mal executados, onde é encontrado um buraco (Panela), e é preenchida de qualquer maneira com uma ou mais camadas, na maioria dos casos essas práticas são denominadas de “tapa-buraco” (DNIT NORMA 05 – 2003).

Em outros casos são demolições no asfalto para alguma manutenção nas redes pluviais ou até alguma implantação de rede nova que seja subterrânea, e na hora de restaurar esse asfalto a empresa que está prestando esse serviço não restaura o asfalto como deveria.

Quando o remendo profundo que na maioria dos casos são essas demolições supracitadas, onde não só o revestimento asfáltico é arrancado, como mostra a figura 8 mas também as camadas inferiores. Geralmente apresentam formas retangulares, com isso é preciso aterrar, em seguida imprimir e asfaltar.

Figura 8: Remendo



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

### 3. RESTAURAÇÃO ASFÁLTICA

A restauração asfáltica de um pavimento com alguma patologia, deve ser avaliada sua estrutura e sua superfície. Nessa avaliação tem que ser considerado: o local da trinca e a gravidade da trinca, deformações, e verificar a carga que aquele pavimento sofre no momento.

#### 3.1 Restauração Asfáltica Funcional

Como é citado em Bernucci et al (2010):

“[...] para restauração funcional superficial são utilizados os

revestimentos isolados ou combinados e antecedidos ou não por uma remoção de parte do revestimento antigo por fresagem: lama asfáltica, tratamento superficial ou duplo, micro revestimento asfáltico a frio ou a quente, concreto asfáltico, mistura do tipo de camada porosa de atrito [...]” (BERNUCCI et. al., 2010).

Também é citado que para prevenir ou retardar essas restaurações as trincas isoladas têm que ser tratadas com selagem ou execução de camadas asfálticas delgadas. (BERNUCCI et. al., 2010).

### 3.2 Restauração Asfáltica Estrutural

Essa restauração é feita quando o pavimento é comprometido estruturalmente ou quando há um aumento de carga do tráfego na região. Normalmente nesses casos esse tipo de recapeamento, é utilizado é o SMA, onde é misturado um polímero junto ao traço da mistura na hora da usinagem, ou até modificados com borracha moída de pneus (BERNUCCI et. al., 2010).

### 3.3 Restauração por demolição

Esse tipo de restauração é uma das mais executadas nas cidades, por terem muitas redes subterrânea, que é comum que essas redes precisem de manutenção periodicamente, e com isso faz necessário demolir o asfalto. E em outros casos faz a demolição desse asfalto para implantação de rede subterrânea, como mostra a figura 9 (DNIT, 2006).

Figura 9: Implantação de rede telecomunicação subterrânea



Fonte: Arquivo Pessoal (2017)

Pode-se observar que foi executado o serviço de demolição do pavimento, escavação para implantação de rede, depois foi reaterrado a vala e recapeamento do trecho demolido.

Foram observados problemas na recomposição dos pavimentos causada provavelmente pela má recomposição das valas abertas. A restauração inadequada de uma vala pode provocar afundamentos, trincas, desgastes, escamação, descolamento, buracos, entre outras patologias.

### 3.3.1 Recuperação dos afundamentos

No caso de afundamento são duas técnicas mais eficazes: o recapeamento e a fresagem. O recapeamento é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento já existente (confira a figura abaixo, com uma faixa de rolamento recapeada), incluindo, geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme, afirma Rocha (2010). Enquanto que a fresagem é a operação de corte do revestimento asfáltico existente em um trecho para restauração da qualidade ao rolamento da superfície ou melhorar sua capacidade de suporte (BERNUCCI et al, 2008).

A fresagem além de ser eficiente nesse caso também apresenta uma outra vantagem, o material retirado na fresagem pode ser reutilizado (Figura 10) o material de fresagem sendo despejado em um caminhão, contribuindo para meio ambiente preservando assim os recursos minerais.

Figura 10: Fresagem e pavimentação



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

### 3.3.2 Recuperação de Painelas

A patologia conhecida como painela ou buraco é restaurada por remendos, sim remendo é um tipo de patologia, mas isso quando é executado de forma incorreta, o remendo feito de forma correta ele é eficaz (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2011).

Demarcar a área a ser restaurada e recorte formando um quadrado e um retângulo, para que possa ser criado uma “ancoragem” para a massa asfáltica não saia do “buraco”. É indispensável que o recorte faça um ângulo de 90° com o asfalto existente (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2011)

Após a demolição do asfalto, remova-o com a utilização de pás, enxadas e carrinho, muito importante não deixar esse material no local. Esse material deixado no local pode atrapalhar no trânsito de veículo e de pedestres, sem contar que se caírem na rede pluvial pode entupir ralos casando enchentes no local.

Depois da retirada do material grosso, retira-se com uma vassoura o pó que tiver solto, com um regador, é jogado um pouco d’água para assentar a poeira e o pó solto, varrendo também o asfalto existente, para esta limpo quando forem pintar com emulsão (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2011).

Após a limpeza, é aplicado a emulsão asfáltica no fundo e nas paredes verticais da área recortada, emulsão asfáltica supracitada é tipo RR-1C, pura, ou diluída no máximo com 20% (vinte por cento) de água. A área que irá receber a massa asfáltica terá que está toda coberta de emulsão e o revestimento existe também terá que ser aplicado a emulsão de 10 a 20 cm de cada lado do buraco. E aplique a massa asfáltica no “buraco” ((PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2011)

Após a aplicação da massa asfáltica no “buraco”, o rastelamento dessa massa deve ser feito com cuidado para que a massa acompanhe o mesmo nível do asfalto existente para que não haja empoçamentos de água e nem desnível como um “quebra-molas” (PREFEITURA DE BELO HO-

RIZONTE, 2011)

Depois do espalhamento da massa, deve-se ser compactada com auxílio de placa vibratória, ou em caso de “buracos” maiores utilizar rolo compactador.

### 3.4 Custo de restauração

Concessionárias prestadoras de serviços presam pelo lucro da empresa, quanto mais clientes melhor. Para isso elas fazem de tudo para seus clientes ficarem satisfeitos, trazendo melhorias na forma de fornecimento dessa prestação de serviço, sendo ela de telefonia, água entre outras. Com isso algumas dessas concessionárias começaram a implantarem suas redes subterraneamente, e por sua vez começaram a demolir o asfalto para isso, para isso com a fiscalização dos órgãos públicos estas são obrigadas a restaurarem o que demoliram.

Mas por muita das vezes não são restauradas ou demoram a ser restaurada, devido às chuvas aquela camada demolida não é mais impermeável e a água percorre por debaixo do asfalto que não foi demolido causando patologias. Fazendo que os órgãos públicos como a prefeitura gastem dinheiro público para essas demandas de restauração asfálticas. A tabela 1 apresenta um custo básico para restauração asfáltica para um caminhão de 16 toneladas de asfalto.

Tabela 1: Tabela operacional de custo de restauração asfáltica com índice do EMOP-RJ

CUSTO OPERACIONAL PARA RESTAURAÇÃO ASFALTICA PARA 1 CAMINHÃO 16TON							
Item	Código	Descrição dos serviços	Quantidade hora	UN.	PR. UNIT.	PR. Parcial máximo	Quantidade de mão de obra
<b>1,00</b>	<b>Processo</b>	<b>Equipe de asfalto</b>					
1,01	05.105.0063-A	Mão de obra de encarregado de obra, inclusive encargos sociais	8,00	II	28,81	230,48	1,00
1,02	05.105.0066-A	Mão de obra de <del>estudioso</del> , inclusive encargos sociais	8,00	II	18,63	298,08	2,00
1,03	05.105.0073-A	Mão de obra de apropriador, inclusive encargos sociais	8,00	II	20,48	163,84	1,00
1,04	05.105.0016-A	Mão de obra de ajudante, inclusive encargos sociais	8,00	II	12,54	501,60	5,00
1,05	05.105.0032-A	Mão de obra de engenheiro ou arquiteto, inclusive encargos sociais	8,00	II	73,81	590,48	1,00
1,06	05.100.0022-A	Refeição conforme convenção do trabalho para conservação civil e condições higiênicas e sanitárias adequadas	13,00	UN	10,00	130,00	
1,07	02.030.0005-A	Placa de sinalização preventiva para obra na via pública, de acordo com a resolução da prefeitura – RJ, compreendendo fornecimento e colocação	4,00	UN	62,93	251,72	
<b>Subtotal</b>					<b>1,00</b>	<b>2.166,20</b>	



Nos equipamentos irão precisar de um rolo compactador pequeno de 2 toneladas aproximadamente, um caminhão basculante tara de 16 toneladas, e uma camioneta para transportar a equipe de aplicação, dividindo em hora produtiva e hora improdutiva, 80% e 20% respectivamente. Com a demanda de um caminhão de asfalto com 16 toneladas. o equipamento em um dia de trabalho custa 2.322,84 (dois mil trezentos e vinte dois reais e oitenta e quatro centavos), como mostra a tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Tabela custo de equipamento para restauração asfáltica com índices EMOP-RJ

2,00	Processo	Equipamento transporte e compactação	Quantidade hora	UN.	PR. UNIT.	PR. Parcial máximo	Quantidade de equipamento	
2,01	19.006.0007-C	Rolo Compactador vibratório, auto propelido para reparo de pavimentação, capacidade de 2 ton. Inclusive operador	6,00	H	54,17	325,02	1,00	
2,02	19.006.0007-E	Rolo Compactador vibratório, auto propelido para reparo de pavimentação, capacidade de 2 ton. Inclusive operador	3,00	H	32,45	97,35	1,00	
2,03	19.004.0016-C	Caminhão basculante do tipo médio-pesado, trucado, capacidade de 12,00 mão basculante do tipo médio-pesado, trucado, capacidade de 12.00 m³, inclusive motorista	6,00	H	152,63	915,78	1,00	
2,04	19.004.0016-E	Caminhão basculante do tipo médio-pesado, trucado, capacidade de 12,00 mão basculante do tipo médio-pesado, trucado, capacidade de 12.00 m³, inclusive motorista	3,00	H	49,87	149,61	1,00	
2,05	AD 15.15.0250	Caminhoneta de serviço, capacidade para 13 passageiros ou 1650Kg, com motorista, material de operação e material de manutenção, com as seguintes especificações mínimas: motor a gasolina de 123CV. Custo horário produtivo.	6,00	H	111,05	666,30	1,00	
2,06	AD 15.15.0300	Caminhoneta de serviço, capacidade para 13 passageiros ou 1650Kg, com motorista e material de operação, com as seguintes especificações mínimas: motor a gasolina de 123CV. Custo horário improdutivo (motor funcionando).	3,00	H	56,26	168,78	1,00	
					<b>Subtotal</b>	<b>2,00</b>	<b>2.322,84</b>	

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

E na tabela 4 abaixo mostra que, para a restauração será necessário também o fornecimento do CBUQ, uma usina que fornecerá o asfalto e a emulsão escolhida o RR-1C (emulsão Asfáltica Catiônica de Ruptura Rápida), gerando um custo de 1.692,87 (um mil seiscentos e noventa e dois reais e oitenta e sete centavos).

Tabela 4: Tabela de custo de Fornecimento do CBUQ e do RR-1C para restauração asfáltica com índices EMOP-RJ

3,00	Processo	Usinagem de concreto betuminoso a quente	Quantidade	UN.	PR. UNIT.	PR. Parcial máximo	
3,01	20.009.0040-A	Revestimento em concreto betuminoso usinado aa quente, de acordo com as "instruções para execução", do DER-RJ, compreendendo apenas o preparo da mistura, exclusive o fornecimento e transporte dos materiais, considerando uma produção de usina de 10,00 m <sup>3</sup> /	7,00	M3	214,81	1.503,67	
3,02	41905	Pintura de ligação com emulsão rr-1c	110,00	M2	1,72	189,20	
					<b>Subtotal</b>	<b>3,00</b>	<b>1.692,87</b>

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Com isso tudo, o custo total, mostrado na tabela 5, é o valor que um órgão público gasta para fazer esse tipo de serviço é de 7.820,12 (sete mil oitocentos e vinte reais e doze centavos), considerando um B.D.I. de 26,5 %, isso para um dia de trabalho. Então não é justo o serviço público pagar essa conta das concessionárias que fazem isso para seu próprio lucro, teria que ter uma fiscalização mais rigorosa entorno disso.

Tabela 5: Tabela de custo total e custo com B.D.I.

Total dos serviços	6.181,91
Total dos serviços com B.D.I.	7.820,12

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

#### 4. CONCLUSÃO

Neste artigo, foi visto as patologias que podem estar presentes nas rodovias, vias, avenidas e ruas, dependendo da execução pavimento desde o subleito, ou patologias devido a vida útil do asfalto, ou devido manutenção de redes ou implantação de novas redes.

Como quase tudo no Brasil a manutenção não é visto como primordial para conseguir que a vida útil daquele serviço ou patrimônio seja aumentada. Na maioria dos casos são medidas paliativas de restauração ou de manutenção corretiva. Isso não seria diferente com a pavimentação asfáltica, onde pode-se diminuir do número de patologia apresentados nesses

O usual é feito reparos em pavimentos já no final da sua vida útil do que executar uma nova pavimentação, onde se preza o simples e mais barato a curto prazo sem pensar ao longo prazo.

No caso de demolição asfáltica por intermédio de manutenções e implantações de redes subterrâneas, que faz necessário a demolição do pavimento asfáltico, as prefeituras do estado do Rio de Janeiro precisam de mais fiscalizações mais duras, para fiscalizar esse tipo de serviços, que hoje é ineficiente devido aos poucos profissionais nesse segmento nos órgãos públicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B., Pavimentação asfáltica – formação básica para engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro, PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Restauração pavimentos asfálticos-publicação IPR 720. Rio de Janeiro, 2006 Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/ipr\\_new/..%5Carquivos\\_internet%5Cipr%5Cipr\\_new%5Cmanuais%5CManual\\_de\\_Restauracao.pdf](http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf)>. Acesso em: 16 de abril de 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Norma DNIT 005/2003 - TER DNIT Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: Manual de pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR Publ. 719)

MARQUES, O.L.G. Pavimentação TRN 032. Notas de aula da disciplina, Minas Gerais 2006 Disponível em: < <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2009/03/Notas-de-Aula-Prof.-Geraldo.pdf>>. Acesso setembro, 2019.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Manual Prático de Operações Tapa Buracos. 2011. Disponível em < <http://matozinhos.mg.gov.br/uplo>

ads/licitacao/Manual-Pratico-SUDECAP.pdf>. Acesso em Novembro de 2019.

ROCHA, R. S. Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar. Salvador, 2010.

ROSSI, A. C. Etapas de uma Obra de Pavimentação e Dimensionamento de Pavimento para uma Via na Ilha do Fundão. Trabalho de conclusão de curso de engenharia civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

RO ANDERSON ENGINEERING. Projeto de pavimento rígido versus flexível. 2019. Disponível em: <<https://www.roanderson.com/2011/12/22/rigid-versus-flexible-pavement-design/>>. Acesso 20 de outubro de 2019.



# CAPÍTULO XV

## PATOLOGIAS DO AÇO NA CONSTRUÇÃO: FALHAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO E RECOMENDAÇÕES

*Mauricio da Silva Gregorio  
Eloan Marlon dos Reis Moreira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

As patologias (corrosão) no material metálico são provocadas pela deficiência de drenagem das águas pluviais, projetos que não atendem as normas exigidas, o que permite o acúmulo de umidade e de agentes agressivos como sais solúveis, proteção anticorrosiva ineficiente, excesso de deformações, causados por sobrecarga na estrutura em aço, flambagem global ou local, que é resultante de um modelo estrutural incorreto, deficiente no seu enrijecimento ou posição correta da peça conforme o melhor momento de inércia que pode não ter sido considerado em projeto de cálculo, fratura das peças devido a detalhes de projetos inadequados, defeito no processo de solda e manutenção preventiva eficaz. O risco de corrosão impacta diretamente na escolha da estrutura metálica como solução, mesmo tendo inúmeras vantagens sobre o concreto. Como parte desta proposta inclui-se o levantamento das patologias e possíveis soluções que possam ser utilizadas na recuperação de estruturas em aço, tendo como metodologia levantamento bibliográfico e estudo de campo.

Embora seja mais antiga que o concreto, a estrutura metálica voltou a ser empregada em maior escala, pela construção civil brasileira, apenas em meados dos anos 80. Hoje com a demanda da construção crescendo e o aumento do custo de funcionário, os investimentos em obras metálicas cresceram mais de 50% na participação da estrutura metálica na construção. (CBCA, 2014)

A evolução da sociedade humana sempre esteve relacionada com o surgimento de novas tecnologias, sendo possível correlacionar cada grande período de desenvolvimento da humanidade com a descoberta de novos materiais (PAVANATI, 2010).

O ferro, material com grande importância na construção, é um metal obtido em siderúrgicas por meio dos minérios de ferro, sendo o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre (PAVANATI, 2010).

Os chamados aços estruturais, os aços utilizados na construção, são aqueles que, as suas propriedades de ductilidade, resistência, entre outras, são utilizados em elementos que tem a característica de suportar cargas. Tem respaldo nas normas de dimensionamento AISI/LRFD, AISC/LRFD e ABNT NBR 8800, tendo diversas classificações. O comportamento do aço é definido pelas propriedades mecânicas quando sujeito a esforços que determinam a capacidade de resistência do material transmitindo os esforços aplicados para não haver deformação ou ruptura (TEOBALDO, 2004).

A Corrosão é um fator que tem que ser observado na utilização do aço, é a alteração químico-física que uma substância sofre devido à reação com o seu meio. Com essas alterações o aço se transforma em compostos químicos iguais ao minério de ferro, fazendo que o material tenha perda de características importantes como elasticidade, resistência mecânica, ductilidade, entre outras, tendo também redução de seção resistente. No aço, se dá por corrosão eletrolítica ou química, sendo a primeira com mais frequência. Devendo evitar soluções erradas na análise do projeto, prejudicando posteriormente a estrutura (DIAS, 1998).

O efeito corrosivo é inimigo da estrutura metálica, gerando custos e insegurança na hora de sua escolha como solução construtiva, por esse motivo esse assunto deve ser discutido em larga escala para esclarecer suas possíveis causas.

A metodologia aplicada para este estudo, será através de levantamento bibliográfico e estudo de campo, aonde será proposto soluções para evitar pontos de pontos de corrosão. No campo, serão analisadas as patologias descritas abaixo e propondo possíveis ações para a preservação da estrutura metálica, que depende desde sua concepção, passando pelo desenvolvimento do projeto, fabricação, montagem e uma manutenção preventiva eficaz.

Neste estudo, será apresentado o registro das anomalias encontradas e o levantamento das possíveis causas. Com base nos dados de campo, serão abordadas as patologias constatadas, provenientes de corrosão, ataque por sais solúveis, falhas de planejamento, montagem e manutenção incorreta.

O objetivo principal deste estudo, é detalhar o máximo possível de falhas que possam mostrar pontos de corrosão, com estes dados, auxiliar em sua conservação para poder obter uma maior vida da estrutura.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Características das Estruturas**

**E**xistem mais de 3400 tipos de aços diferentes e cerca de 75% deles tiveram seu desenvolvimento últimos 20 anos. Os aços carbono têm em sua composição quantidades de elementos químicos limitados, que é ajustado conforme utilização. O maior interesse fica nos aços estruturais de alta e média resistência mecânica, esse termo é designativo a todos os aços, que devido à sua ductibilidade, resistência e demais propriedades, são utilizadas para peças na construção que estão sujeitas a carregamento (CBCA, 2014). Muitas características dos aços são determinadas pela sua composição química, utilizadas em aplicações estruturais, o que permite suas qualidades

mecânicas, propriedades diferenciadas com variações pequenas dos componentes desse material. Os aços são ligas que contem ferro e no máximo 2% de carbono na sua composição, embora esse valor normalmente não passa de 1%, para evitar assim sua dureza, facilitando e possibilitando sua aplicação. Outros elementos que compõem esse material são o silício (Si), o manganês (Mn), o enxofre (S) e o fósforo (P), que são elementos que resultam do processo de laminação (TEOBALDO, 2004).

Eles se diferenciam-se entre si pelo tamanho, forma, composição química e tamanho dos grãos. Sua composição pode ser alterada de acordo com o interesse de sua utilização, obtendo aços com diferentes resistências, ductibilidade soldabilidade, resistência a corrosão atmosférica entre outros (FERRAZ, 2003).

A resistência a tração é medida pela força necessária para gerar a quebra por estiramento do material. A Dureza é a propriedade característica do material sólido, que expressa sua resistência a deformações permanente, sendo diretamente relacionada com a força de ligação dos átomos. A principal maneira de avaliar a dureza consiste em verificar a resistência que a superfície do material oferece à penetração de uma peça de maior dureza (RODRIGUES, 2012).

A ductilidade pode ser descrita como a capacidade que os certos tipos de materiais apresentam de deformar sem romper. Pode ser medido por meio do alongamento ou da estrição, ou seja, redução na área de seção transversal do corpo de prova. Quanto mais dúctil o aço, maior será a redução de área ou alongamento antes da ruptura. A ductilidade tem grande importância devido à aplicação em obras metálicas (RODRIGUES, 2012). As principais características dos aços para aplicação estrutural são: bom escoamento, boa tenacidade, soldabilidade, homogeneidade, pode ser cortado por chama sem endurecer, além de uma excelente trabalhabilidade em corte, dobra e furações, sem apresentar defeitos (CBCA, 2014).

## 2.2. Principais Patologias

O termo "patologia" é derivado do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença". Pode-se atribuir patologia ao estudo dos danos ocorridos ao material devido a exposição e ação de meios externos (LOTTERMANN, 2013).

A corrosão consiste, em geral, em um processo espontâneo presente nas mais variadas atividades. Este processo pode ser definido como o fenômeno resultante da ação química ou eletroquímica de um meio sobre um determinado material, sendo usualmente associado aos metais, porém podendo ocorrer em materiais não metálicos como concreto e polímeros (GENTIL, 2011).

Os processos de corrosão de metais envolvem uma grande variedade de mecanismos que, contudo, podem ser reunidos em quatro grupos: corrosão em meios aquosos; oxidação e corrosão quente; corrosão em meios orgânicos e corrosão por metais líquidos. A corrosão em meios aquosos é a mais frequente, visto que a maioria dos fenômenos de corrosão ocorre no meio ambiente, no qual a água é o mais importante solvente (WOLYNEC, 2003).

A deterioração causada pela interação físico-química entre o material e o seu meio operacional causa alterações prejudiciais e indesejáveis, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando inadequado a utilização do material (GENTIL, 2011).

Dessa forma, quando acontece o desgaste do metal devido ao fenômeno de oxidação, inicia-se a corrosão. Em um ciclo vicioso, ocorre um maior desprendimento do metal, que vai ficando mais exposto aos danos causados pelo contato com a atmosfera. Se o metal contar com ferro na composição dá-se início à ferrugem. Quando estão oxidados e corroídos, os metais ferrosos começam a gerar o hidróxido ferroso, e sua camada avermelhada conhecida como ferrugem. A ferrugem destrói a resistência do metal e, dependendo de sua amplitude, inviabiliza a recuperação (BISPO, 2018; QUIMATIC, 2017).

Corrosão por pites (do inglês pit, "poço" ou "cova") é uma forma de corrosão localizada que consiste na formação de pequenas cavidades de profundidade considerável e o mais importante, significativa frente a espessura do material. Ocorre de maneira extremamente determinada, podendo, portanto, ser chamada de puntiforme, não apresentando ataque no material circundante (GENTIL, 1994).

Corrosão por concentração diferencial é a variação de determinados componentes no meio no qual o material está permanentemente ou mesmo eventualmente imerso (em contato) provoca igualmente ação corrosiva. Seu mecanismo de ação é a formação de pilhas de concentração iônica diferencial e pilhas de aeração diferencial. Essa corrosão pode ser dividida em corrosão por concentração iônica diferencial, associada com a variação de determinadas concentrações iônicas propriamente ditas do meio, a corrosão por aeração diferencial, variando a concentração de determinados gases da atmosfera gasosa quando toca o material, a corrosão em frestas, ocasionada por configuração geométrica do material corrosível, que possibilita a formação de variações de concentração ou de aeração e pelo mesmo motivo, a corrosão filiforme, mas associada a configurações dos revestimentos aplicados, como pintura (GENTIL, 1994).

Corrosão galvânica é o contato elétrico entre materiais diferentes. A intensidade desta corrosão será proporcional à distância entre os valores dos materiais envolvidos na tabela de potenciais eletroquímicos, em outras palavras, na "nobreza" dos materiais. Exerce influência neste tipo de corrosão a proporcionalidade entre as áreas anódica e catódica. Tal proporção deverá ser maior possível com vistas a se obter a mínima corrosão na área anódica aliada à sua uniformidade (ALLEN et al, 2013).

A flambagem ou encurvadura ocorre em peças esbeltas (peças na qual a área de seção transversal é pequena em relação ao seu comprimento), quando são submetidas a um esforço de compressão axial. A flambagem acontece quando a peça sofre flexão transversalmente devido à compressão axial. A flambagem é uma instabilidade elástica, assim, a peça pode perder sua estabilidade mesmo se já tiver atingido o seu escoamento. Este colapso

ocorrerá sempre em torno do eixo de menor momento de inércia de sua seção transversal (MELCONIAN, 2000).

Corrosão atmosférica são fatores que influenciam na sua ação corrosiva (corrosividade) são: a temperatura, que altera a velocidade das reações químicas; a chuva, que lava a superfície de impurezas (particulados) e arrasta produtos que oferecem proteção; e o vento, que altera a composição relativa dos poluentes do ar (GENTIL, 2011; GEMELLI, 2001).

## 2.2. Hipóteses geradas no processo de patologia no aço

A hipótese gerada no processo de patologia do aço consiste na descrição de possíveis erros que influenciam diretamente na qualidade e resistência, podendo condenar toda a estrutura (PAVANATI, 2010).

A integração entre projeto, fabricação e montagem, é de muita importância, onde deverão ser discutidas as soluções de projetos e as características das peças fabricadas, de tal sorte a se evitar na montagem a não disponibilidade de equipamentos, custo excessivo, incompatibilidade da sequência construtiva, alteração no esquema estático. (RAAD JÚNIOR, 1999).

As estruturas metálicas requerem cuidados no momento da concepção do projeto (detalhamento das ligações e tratamentos de prevenção). Falhas no seu cumprimento originam problemas frequentes, como corrosão dos elementos resistentes e uma menor segurança à incêndios. Outro grande problema enfrentado é a ausência de locais acessíveis para o aperto dos parafusos. Para realizar uma ligação, é preciso colocar o parafuso no furo, as Falhas no Gabarito de Furação são ocasionados por gabaritos feitos errados, deixando os parafusos com uma folga maior do que a solicitada, deixando os parafusos folgados, é um erro dimensional.

Os Furos não Previstos em Projeto, normalmente ocorre quando precisa passar tubulações não previstas em projeto, isso reduz a seção no aço, e a resistência dos perfis, podendo colocar em colapso a estrutura A pintura é uma técnica de proteção anticorrosiva existente, ela tem por fi-

nalidade aplicação de revestimentos anticorrosivos através da pintura, sendo uma das técnicas mais utilizadas para proteção, a falha em sua aplicação pode gerar problemas na proteção da estrutura, recomendado jatear e pintar o material.

Devido às condições particulares de cada obra, como acessibilidade, topografia local, disponibilidade de canteiro, tipo de estrutura, entre outras, a montagem estará sujeita a desafios específicos e próprios de cada empreendimento. Sendo assim, deve ser elaborado um plano de montagem que contempla desenhos e diagramas de montagem, desenhos e constituintes dos subconjuntos da estrutura (treliças), programação de embarque, lista de expedição (define composição de cada subconjunto e modo a ser enviado para obra), cronograma e prazo final, no intuito de orientar todo o processo relacionado aos aspectos específicos de montagem, tipo de estrutura e concepções de fabricação. (RAAD JUNIOR, 1999).

O Subdimensionamento da Estrutura é quando a estrutura está dimensionada com capacidade inferior a solicitada, ocorrendo uma sobrecarga podendo levar a trincas e ruptura de pontos da estrutura. Emendas malfeitas, gerando excentricidade na transmissão de esforços, ocorre muito em peças emendadas em canteiros sem o devido acompanhamento e detalhamento de projeto.

O controle de qualidade reúne todas as atividades que visam a prevenção de falhas de projeto, fabricação e montagem, não se restringindo somente à função de inspeção. Além da verificação das matérias-primas, do produto em fabricação, da montagem, das ferramentas e dos calibradores, inclui a investigação das causas dos defeitos, a escolha dos métodos e dos planos de inspeção, a análise dos dados relativos às perdas e a determinação do nível de qualidade desejado no mercado. (RAAD JUNIOR, 1999).

O ambiente tem uma influência muito grande no comportamento da estrutura, no caso de estruturas expostas ao tempo e estruturas próximas ao mar, tendem a ter uma necessidade de maior cuidado na sua proteção, sendo muito utilizado aços como o cortem, que tem uma resistência maior a corrosão atmosférica, devido a pátina que o protege (PAVANATI, 2010).

### 3. RECOMENDAÇÕES NA PREVENÇÃO

Os processos construtivos têm evoluído, o aço tem colaborado para desenvolver novas formas construtivas, aumentando a eficácia de novas tecnologias e soluções técnicas para aumentar a produtividade das obras. Com o aumento das estruturas mistas e metálicas, os canteiros têm se industrializado, porém esse sistema exige mais ainda dos profissionais ligados tanto na área de projeto quanto execução conhecimentos diferenciados tanto da teoria quanto da prática, para ter um melhor aproveitamento da construção (SILVA, 2010).

Atualmente, existem revestimentos, técnicas e aços desenvolvidos com elementos que buscam proteger os produtos feitos à base de metais contra o ataque químico da corrosão, prevenindo o contato entre o agente corrosivo e o metal através da formação de uma película protetora, ou, neutralizando o efeito do agente agressor (SALES et al, 2001).

A proteção contra corrosão (revestimento/pintura), varia com o ambiente onde a estrutura será empregada. Esses processos de revestimento e pintura podem fazer da descrição do projeto, conforme as normas técnicas. A não conformidade na observação do procedimento diminui a durabilidade dessa estrutura podendo ainda interferir no comprometimento de lajes e vedações (SALES et al, 2001).

Geometria dos componentes são Superfícies planas ou lisas são desejáveis, geometrias curvas são preferíveis às que apresentam ângulos, pois possibilitam melhor uniformização do revestimento

A união entre componentes, a inspeção de uniões soldadas ou parafusadas é de primordial importância para a durabilidade das estruturas. O descuido com esta interface pode ocasionar desgastes desnecessários entre as peças ou ainda fissuras imperceptíveis a olho nu, mas que podem comprometer parte da estrutura com o tempo.

Proteção contra incêndio, materiais projetados, placas de gesso acartonado, lâ de rocha e tinta intumescente. A estrutura de aço carrega o rótulo de que é menos resistente ao fogo quando comparada ao concreto.

Ocorre que a estrutura metálica é mais leve, mais esbelta e melhor condutor térmica que o concreto, porém estes fatores não a tornam menos resistente em caso de incêndio quando existe a proteção adequada (e que faz parte do escopo do projeto e do custo da obra). Ambos sistemas estruturais (aço ou concreto) entram em ruína quando a temperatura do sinistro atinge 600°C aproximadamente.

#### 4. CONCLUSÃO

Para evitar esses pontos de corrosão, o aço deve passar por manutenção e prevenção de patologias, os casos de falhas localizadas ou globais podem levar a estrutura ao colapso, podendo afetar vidas humanas e perdas econômicas importantes. O sucesso da obra que envolve estrutura metálica depende desde sua concepção, passando pelo desenvolvimento do projeto, fabricação, montagem e uma manutenção preventiva eficaz. Nas fábricas devemos ter controles de produção rigorosos, assim como controle dimensional e recomenda-se uma pré-montagem da estrutura assegurando o mínimo de falhas no canteiro.

Detalhar possibilidades de falhas que possam gerar pontos de corrosão, com esses dados auxiliar em sua conservação para podermos obter a durabilidade da estrutura.

Desde a etapa do projeto até a fase final da montagem, devem existir cuidados que precisam ser observados para não cometer erros construtivos, facilmente evitáveis por meio do planejamento e fiscalização eficientes.

Desta forma, deve ter um controle rígido de qualidade para padronizar e garantir uma boa fabricação e execução.

Conclui se ainda que a aplicação incorreta dos processos pode ocasionar pontos de corrosão, é importante a manutenção preventiva para evitar esses problemas além de uma fiscalização rígida atendendo a legislação vigente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, E; IANO, J. Fundamentos da Engenharia de Edificações: Materiais e Métodos. 5. ed. Bookman, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800:2008, Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, 2008

BISPO, V. M. S. Aplicabilidade da melanoidina como aditivo em materiais da construção civil. ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2018.

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em aço. 2014. Disponível em: <<http://www.cbcaacobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DIAS, L. A. de M. Estruturas de Aço: conceitos, técnicas e linguagem. 2. ed. São Paulo: Ziguarte Editora, 1998.

FERRAZ, H. O aço na construção civil. Revista Eletrônica de Ciências. Outubro 2001, núm. 22. Disponível em: <https://www.ft.unicamp.br/~mariaa-cm/ST114/O%20A%C7O%20NA%20CONSTRU%C7%C3O%20CIVIL.pdf>. Acesso em: 11 OUT. 2019.

GEMELLI, E. Corrosão de Materiais Metálicos e sua Caracterização. 1ª ed., LTC: Rio de Janeiro, 2001. 183 p.

GENTIL, V. Corrosão. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1994.

GENTIL, V. Corrosão. 6ª ed. LTC: Rio de Janeiro, 2011. 345 p.

LOTTERMANN, A. F. Patologia em estruturas de concreto: Estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, 2013.

MELCONIAN, S. Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais. 10ª edição. São Paulo: Editora Érica, 2000.

PAVANATI, H. C. Introdução à Tecnologia dos Materiais. Apostila do Curso de Técnico de Mecânica Industrial do Instituto Federal de Santa Catari-

QUIMATIC. Entender a diferença entre oxidação, ferrugem e corrosão garante

melhor proteção aos metais. 2017. Disponível em:

<https://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protECAO-aos-metaIS/>. Acesso em: 11 out. 2019.

RAAD JUNIOR, A.A. Diretrizes para fabricação e montagem das estruturas metálicas. 243 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Ouro Preto, 1999.

RODRIGUES, M. C. Propriedades do aço. 2012. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/4421505/propriedades-do-aco-1->. Acesso em: 11 out. 2019.abri. 2019.

SALES, U. C.; SOUZA, H. A.; NEVES, F. A. Mapeamento de problemas na construção industrializada em aço. Revista Escola de Minas. Ouro Preto. Vol 54, no4. 2001.

SILVA. R. Projeto de produção para construção metálica aplicado em lajes mistas steel deck. In: Construmetal, 2010, São Paulo. Anais.

TEOBALDO, I. N. C. Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em edificações antigas. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

WOLYNEC, S. Técnicas eletroquímicas em corrosão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

# CAPÍTULO XVI

## ESTUDO DAS PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES

*Phelipe Apolinário Cavalcante  
Eloan Marlon dos Reis Moreira  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

Os negócios voltados para o ramo da construção civil vêm crescendo a cada ano, aumentando ainda mais a competitividade, com exigências e diversificação variadas, conduzindo as empresas a buscarem novas técnicas de construção, de qualidade e produtividade, além de terem que ajustar cada vez mais os orçamentos à realidade do empreendedor. O objetivo do presente trabalho foi de realizar um estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. O mesmo foi elaborado através uma pesquisa qualitativa, do tipo descritiva e por meio de um referencial teórico. Verificou-se que o planejamento operacional, a elaboração de um bom projeto, a otimização dos recursos e materiais, e a qualificação da mão-de-obra, com as orientações necessárias são essenciais para evitar o desenvolvimento de patologias na alvenaria estrutural, especialmente no concreto armado. A oxidação das armaduras no caso específico do concreto armado a aparece como o principal problema relacionado às patologias nesta respectiva área. Ainda, isso estaria proporcionalmente atrelada a sua exposição, onde reações químicas atacam a superfícies do aço ocasionando perda de sessão e conseqüentemente fragilizando a resistência da estrutura, já que o aço na sua forma integral é componente no cálculo de resistência em uma determinada edificação.

As edificações têm uma importância de grande relevância para todas as atividades humanas nos dias de hoje, sejam elas de cunho laborais, industriais ou habitacionais.

Voltadas ao mercado consumidor, devem estar atentas as exigências e procurar corresponder às expectativas dos clientes nelas depositadas quando for concretizada a compra do imóvel, apresentando, assim, um desempenho no mínimo satisfatório.

Devido à modernização da sociedade e a crescente demanda por edificações, a construção civil vem se desenvolvendo em ritmo acelerado para atender essa necessidade, devido a tal situação foi gerado um grande salto científico e tecnológico na área.

Embora se tenha agregado conhecimento ao longo do desenvolvimento da Engenharia Civil, muitas estruturas apresentam desempenho insatisfatório, devido às falhas involuntárias, imperícia, a má utilização de materiais, envelhecimento natural, erros de projeto, enfim a uma série de fatores que contribuem para a degradação das estruturas (HELENE & ANDRADE, 2007).

Os agentes agressivos do meio com o passar do tempo, causam degradação e mau funcionamento das estruturas de concreto. Este fato pode causar colapso das peças estruturais provocando riscos à estabilidade e segurança das edificações (FERNANDES, 2012).

Associados a uma falta de manutenção periódica, pequenas manifestações patológicas, que teriam um custo baixo para sua recuperação, acabam evoluindo para situações que influenciam em seu desempenho tornando assim um resultado insatisfatório com ambientes insalubres, deficiente no aspecto estético, possíveis inseguranças estruturais e com um custo elevado de recuperação.

A escolha por este tema tem como justificativa a deficiência de formação e preparo de profissionais nos mais diferentes níveis em que se atuação dentro da área de construção civil no planejamento e execução de

manutenção das construções, pós-conclusão, e na identificação, diagnóstico e solução de problemas patológicos.

Um engenheiro civil, por melhor que tenha sido sua formação, busca aperfeiçoar suas técnicas e conceitos com experiências vividas na profissão, juntamente com os exemplos de casos patológicos que ocorreram em outras épocas, a fim de sempre interferir da maneira mais correta possível, escolhendo a melhor alternativa para o caso a qual for designado.

A metodologia aplicada para desenvolvimento deste estudo está fundamentada em uma revisão bibliográfica geral sobre os motivos de patologias mais comuns, as metodologias de ensaios para diagnóstico e posterior julgamento, a solução dos problemas patológicos descobertos, e despontar as técnicas de recuperação e reforço estruturais possíveis para os casos mais comuns. A elevação de dados e informações se dá por meio de pesquisa via internet, via livros de autores reconhecidos no ramo da Engenharia, bem como dissertações, edições de revistas e boletins técnicos.

O tema deste artigo está ligado ao grande acontecimento de patologias nas edificações devido à algumas falhas de projeto, construtivas e de manutenção, e consequente desempenho das edificações abaixo das expectativas dos usuários. Portanto, este estudo tem por objetivo definir os tipos de patologias mais recorrentes, descrevendo as principais formas de reparo e os materiais empregados, a fim de colaborar para o conhecimento técnico em relação às patologias nas estruturas de concreto armado.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Conceito das Estruturas de Concreto Armado**

O concreto, uma combinação feita de agregados miúdos e graúdos, cimento, areia e água, por si só, é um material que suporta tensões de compressão de uma estrutura. Tem uma baixa resistência à tração. Para resolver este problema, são acrescentadas ao sistema as barras de aço, que compõem a armadura da estrutura, fazendo com que o conjunto concreto mais armadura tolerem as duas tensões: compressão e tração. O termo “con-

creto armado” é, portanto, o somatório destes dois materiais (concreto e barras de aço) que, atuando juntos, conseguem dar estabilidade e segurança às estruturas (BARBOSA, 2005).

Deve ser comentado ainda sobre o conceito de aderência. Este fato deve existir obrigatoriamente entre o concreto e armadura, para que exista uma real solidariedade entre ambos materiais, a fim de estes trabalhem de forma conjunta.

Barbosa (2005) define concreto armado como sendo a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes, ou seja: Concreto armado = concreto simples + armadura + aderência.

A ABNT NBR 6118 (2014) define o que são elementos de concreto armado. São aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Esta norma também delibera o conceito de armadura passiva, sendo qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada (ABNT NBR 6118, 2014).

O trabalho do concreto com o aço é suficiente porque seus coeficientes de dilatação térmica são praticamente iguais. O concreto ainda tem outra função importante: resguardar o aço da corrosão, garantindo a durabilidade do conjunto. Porém essa proteção só é aceitável com a existência de uma espessura mínima de concreto entre a superfície externa da peça e a barra de aço (denominado cobrimento). Lembrando que outros fatores são decisivos para a proteção das barras de aço, como a qualidade do concreto, por exemplo (DANTE, 2006).

## 2.2 O emprego do Concreto Armado no Brasil

O concreto armado é um método construtivo concebido na Europa em meados do século XIX. Este processo foi bastante difundido, pois viabilizou grandes construções, vencendo grandes vãos e alcançando alturas

nunca imaginadas. O concreto, por ser um material moldável e poder admitir os mais vários formatos, começou a ser usado em larga escala (BASTOS, 2006).

Inicialmente usado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, a partir de fins do século XIX o concreto armado passou a ser utilizado também nas edificações. Junto com o aço e o vidro, ele constitui o repertório dos chamados “novos materiais” da arquitetura moderna que são produzidos em escala industrial e viabilizam arranha-céus, pontes, silos, estações ferroviárias (BARBOSA, 2005).

No entanto, em nenhum país desse mundo atualizado a tecnologia do concreto armado foi tão dominante quanto no Brasil. Ele é o material estrutural absolutamente hegemônico nas constituições das cidades brasileiras, sejam elas formais ou informais.

Por volta dos anos 1900, começaram a surgir as primeiras edificações em concreto armado no solo brasileiro. As primeiras aplicações que se tem notícia foi a de implemento de casas de habitação em Copacabana, no Rio de Janeiro (VERZEGNASSI, 2015).

Nessa época, as estruturas de concreto eram calculadas no exterior. Segundo Vasconcellos (1992), o francês François Hennebique oferecia plantas e orçamentos gratuitos para obras no Rio de Janeiro. Ele foi o primeiro a compreender na Europa a obrigação das armaduras no concreto. Com a vinda da empresa alemã Wayss & Freytag, ocorreu o grande desenvolvimento do concreto armado no Brasil. E a partir de 1924, com a formação de engenheiros brasileiros especializados em concreto armado, os cálculos passaram a serem realizados aqui.

### 2.3 Normas técnicas

**A** normatização brasileira, nos moldes que é conhecido hoje, foi criada no ano de 1940, nomeada ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) com a primeira norma NB-1. Atualmente são várias as normas viventes que regulam os mais diversos procedimentos (ANGELIM, 2014).

Tratando-se de concreto armado, podemos destacar algumas normas técnicas principais:

a) ABNT NBR 6118 (2014): Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;

b) ABNT NBR 14931 (2003): Execução de estruturas de concreto – Procedimento;

c) ABNT NBR 6120 (1980): Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

d) ABNT NBR 6122 (1988): Forças devido ao vento em edificações - Procedimento;

e) ABNT NBR 8681 (2003): Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;

f) ABNT NBR 9607 (1986): Provas de carga em estruturas de concreto armado e protendido;

g) ABNT NBR 7480 (1996): Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado;

h) ABNT NBR 8548 (1984): Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda – Determinação da resistência à tração;

i) ABNT NBR 12655 (1996): Concreto - Preparo, controle e recebimento;

j) ABNT NBR 7211 (2005): Agregados para concreto – Especificação;

k) ABNT NBR 12654 (1992): Controle tecnológico de materiais componentes do concreto;

l) ABNT NBR 7191 (1982): Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;

### **3. PATOLOGIAS EM OBRAS CIVIS EM FUNÇÃO DA UMIDADE**

**N**uma edificação a umidade se torna um dos maiores, causando a diminuição na durabilidade dos materiais, e a deterioração das constru-

ções, prejudicando também as condições de moradia deixando o ambiente insalubre para as pessoas ocupar (TORRES, 2008).

A umidade tende a subir nas paredes por capilaridade, sendo que pode ser constatada de maneira visual através de manchas de bolor, eflorescência e vegetação parasitária, especialmente nos locais com pouca ventilação (HENTGES, 2014). Ainda conforme o autor, este problema só pode ser resolvido se toda estrutura de tijolos cerâmicos for mudada, também se pode resolver este problema com impermeabilizantes de vigas baldrames, pisos e paredes, mas, ainda não existe nenhum processo que impermeabilize o tijolo cerâmico na hora de fabricação (HENTGES, 2014).

A infiltração começa de uma área externa para uma interna, ou seja, por um volume de água que por sua vez tende a pressionar, saturando o material com fissuras, trincas e rachaduras existentes na estrutura e nos materiais. É muito comum a infiltração acontecer em primeiro lugar nas lajes e paredes enterradas, em que o volume de água no solo atinge a face externa das mesmas, devendo ser impermeabilizada (HENTGES, 2014).

Desta forma, se a estrutura não for impermeabilizada, a água que existe nesta estrutura vai infiltrar, formando as rachaduras, fissuras e trincas, e conseqüentemente o surgimento de patologias ocasionado pela umidade no solo.

### 3.1. Percolação

**A** água que passa através de um corpo transmitida de grão a grão é denominada de percolação, e ocorre sobre as superfícies. Nas construções de alvenarias, esta percolação se dá pelo encharcamento de um grão, que conseqüentemente irá encharcar o outro, até quando a água atravessa até a parede (PINI, 2012).

A definição de capilaridade é quando um fluido sobe ou desce nos tubos finos, fazendo com que este fluido flua sobre a força da gravidade, podendo neste caso acontecer uma combinação de tensão superficial se o tubo for fino o suficiente, causada pela coesão entre as moléculas do líquido, com a adesão do líquido à superfície desse material, pode fazê-lo subir por ele. Esta capacidade de subir ou descer resulta da capacidade de o líquido "molhar" ou não a superfície do tubo (PILLING, 2014).

## **4. PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

### **4.1 A patologia inserida no contexto da Construção Civil**

Desde os primórdios da civilização que o homem tem se atribulado com a construção de estruturas acomodadas às suas necessidades, sejam elas habitacionais (casas e edifícios), laborais (escritórios, indústrias, galpões, etc.), ou de infraestrutura (pontes, cais, barragens, metrô, aquedutos, etc.). Com isto, a humanidade acumulou um grande estoque científico ao longo dos séculos, o que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, envolvendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas, a tecnologia de materiais e as referentes técnicas construtivas (BARBOSA, 2005).

O desenvolvimento sempre acelerado da construção civil, em alguns países e épocas, importunou a necessidade de inovações que trouxeram, em si, a aceitação implícita de maiores riscos. Acolhidos estes riscos, ainda que dentro de certos limites, posto que regulamentados das mais diferentes formas, o progresso do desenvolvimento tecnológico aconteceu naturalmente, e, com ele, a ampliação do conhecimento sobre estruturas e materiais, em particular pelo meio do estudo e análise dos erros acontecidos, que têm resultado em deterioração precoce ou em acidentes (PILLING, 2014).

A construção civil é uma indústria tradicional e atrasada, apresentando ampla inércia a alterações, métodos de gestão ultrapassados e aver-

são a inovações tecnológicas. Há uma tolerância com problemas crônicos, como por exemplo, a baixa qualidade no método e a baixa qualidade do produto final, as edificações, que exibem inúmeras não-conformidades e patologias. Os fatores podem ser vários, sendo o principal o desleixo quanto à obrigação de manutenção e a presunção de que uma estrutura de concreto duraria ilimitadamente, dispensando manutenções (BARBOSA, 2005).

Por muito tempo o concreto foi estimado como um material extremamente durável, devido a algumas obras muito antigas ainda encontrarem-se em bom estado, porém a degradação precoce de estruturas recentes remete aos porquês das patologias do concreto (BRANDÃO & PINHEIRO, 1999).

No Brasil são grandes os avanços nas pesquisas como, por exemplo, as normas técnicas para construção, especificação de materiais e de desempenho, nos materiais e nas técnicas construtivas, com o alvo de aumentar a qualidade final do produto e diminuindo ao máximo os custos (HELENE et al, 2010).

## 4.2 Definição de patologia e outros conceitos

O termo “patologia”, no conjunto da Construção Civil, está alinhado com a definição encontrada na Medicina, na qual estudam-se as origens, os sintomas e a natureza das doenças. Patologias são todas as manifestações cuja ocorrência no período de vida da edificação venha prejudicar o desempenho acreditado do edifício e suas partes (subsistemas, elementos e componentes) (ANDRADE, 1992).

Iantas (2010) entende patologia como parte da engenharia que examina os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens das deformidades nas construções civis e à terapia compete estudar a correção e a solução desses problemas patológicos, inclusive aqueles devidos ao envelhecimento natural.

Para Barbosa (2005), significando o concreto armado, um material não inerte, ele se sujeita a alterações, ao longo do tempo, devido a influência

mútua entre seus elementos constitutivos (cimento, areia, brita, água e aço), interações entre esses e agentes externos (ácidos, bases, sais, gases e outros) e com materiais que lhe são acrescentados (aditivos e adições minerais).

#### 4.2.1 Vida útil da estrutura de concreto armado

Outro termo importante que é necessário caracterizar é “vida útil”. A estrutura, ao transcorrer de sua vida útil, estará naturalmente sujeita ao “desgaste”, devido à ação de cargas e sobrecargas, estáticas, dinâmicas, vibrações, impactos, assim como a recalques diferenciados em pontos da fundação com o transcorrer dos anos e erosão e cavitação por ação de agentes sólidos e líquidos em reservatórios, canais, tanques. Isto leva a deliberar “vida útil” como o tempo que a estrutura permanece seus índices mínimos de resistência e funcionalidade. Prolongar este tempo ao máximo é um dos desejos de quem trabalha com construções de edificações (HELENE; SANCHEZ; KUPERMAN, 2010)

Segundo a ISO 13823 (2008) compreende-se por vida útil “o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo”. Observe-se que essa definição engloba o conceito de desempenho decretado pela ISO 6241 (1984) e que só recentemente, em 2010, foi introduzido na normalização brasileira através da ABNT NBR 15575 (2013).

Para a ABNT NBR 6118 (2014), item 6.2, vida útil de projeto é o “período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, conforme itens 7.8 e 25.4, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais”.

Assim, considera-se que um material chegou ao fim de sua vida útil quando suas características, sob dadas condições de uso, se perdem a tal ponto que a continuação do uso desse material é estimada insegura ou antieconômica

(ANDRADE, 1992).

Souza & Ripper (1998) também definem vida útil:

Por vida útil de um material entende-se o período durante o qual as suas propriedades permanecem acima dos limites mínimos especificados. O conhecimento da vida útil e da curva de deterioração de cada material ou estrutura são fatores de fundamental importância para a confecção de orçamentos reais para a obra, assim como de programas de manutenção adequados e realistas.

## **5. PATOLOGIAS NA ALVENARIA E CONCRETO ARMADO DE-CORRENTES DA UMIDADE**

**A**s patologias na alvenaria geralmente são ocasionadas pelo excesso de umidade se manifestam durante a construção de uma edificação, prejudicando o seu desempenho, portanto, estas patologias acontecem, na vedação ou nos dutos elétricos e hidráulicos (HENTGES, 2014).

Segundo Souza (2008) estas patologias se originam em razão dos materiais serem de uma péssima qualidade, e também pela mão de obra despreparada, pois, durante a construção é muito importante a fiscalização de engenheiros responsáveis.

Os problemas enfrentados durante uma construção civil podem ser diagnosticados pelas manchas de umidade, danos na estrutura, e problemas de saúde das pessoas que estão trabalhando na obra (SOUZA, 2008).

Uma das características mais marcantes que causam as patologias nas construções é a umidade, além de causar má aparência na edificação, causando, também problemas alérgicos nas pessoas (SOUZA, 2008).

Desta forma, as principais patologias ocasionadas com o excesso das umidades podem ser diagnosticadas com o aparecimento de mofos, manchas, eflorescência, apodrecimento de argamassas e rebocos. Portanto, estas patologias são evitadas com o uso de impermeabilizantes. No caso do concreto armado, isso pode ser agravado com patologias internas, na malha de ferro, ocasionando problemas ainda maiores, em relação às estruturas que estes compõem.

A umidade, de um modo em geral, é um fator causador de diversas patologias nos elementos construtivos de uma edificação, portanto deve-se ter uma atenção especial a esse tipo de problema.

De acordo com Righi (2009), a umidade é fator preponderante na degradação das edificações também é fator de problemas patológicos em vários elementos estruturais causando condições de insalubridade e em consequência disso afetando a saúde de seus usuários além de contribuir para desvalorização de seus imóveis.

Segundo Coquet et al (2005), problemas patológicos devem ser tratados o quanto antes já que sua tendência é se agravar tornado os processos de recuperação com o tempo mais complexo e economicamente mais caro.

## 5.1 Eflorescência

Pode-se definir Eflorescência como depósitos cristalinos de cor esbranquiçada que surgem na superfície de paredes, piso e tetos, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções salinizadas. Basta apenas que a umidade atinja o local para que a eflorescência ocorra, já que nos materiais por natureza contem sais (TISAKA, 2011).

A figura 1 apresenta uma patologia em concreto do tipo “eflorescência”.

Figura 1: Patologias – Eflorescência.



Fonte: Adaptado de Nakamura (2014)

Segundo Souza (2008), sendo resultado a exposição as intempéries a formação de deposito salino em paredes define-se como eflorescência.

## 5.2 Bolor

Conforme Gonçalves & Libardi (2013) patologias como bolor e mofo são mais comuns em regiões tropicais como no Brasil, por exemplo, essas mesmas patologias podem provocar gastos excessivos na recuperação ou até a necessidade de reconstruções das áreas afetadas.

A figura 2 apresenta uma imagem de uma patologia em concreto do tipo “mofo”.

Figura 2: Patologias – Mofo.



Fonte: Adaptado de Nakamura (2014).

## 5.3 Oxidação de Armadura em Concreto Armado

No concreto armado podem ocorrer corrosões geralmente em locais mais expostos à umidade ou em concreto com falhas, como ninhos de concretagem. A oxidação das armaduras está proporcionalmente atrelada a sua exposição, onde reações químicas atacam a superfícies do aço ocasionando perda de seção e conseqüentemente fragilizando a resistência da estrutura, já que o aço na sua forma integral é componente no cálculo de resistência em uma edificação (VALLE et al., 2007).

A mesma oxidação provoca um inchamento da parte afetada do aço, com esta dilatação o concreto perde aderência com o aço ocorrendo fissuras no concreto, contribuindo para penetração da água e agravando o processo de corrosão (VIAPOL, 2013).

Na figura 3, por sua vez, apresenta uma imagem de uma patologia em “concreto armado”, objeto principal do presente estudo.

Figura 3: Patologias – Oxidação de armadura em concreto armado.



Fonte: Arquivo Pessoal (2018)

## 6. CONCLUSÃO

**D**e um modo em geral, verifica-se que ao se utilizar as práticas construtivas para a otimização dos recursos envolvidos nas construções com uso de concreto armado, o planejamento adequado e uso e matérias para prevenção de patologias é muito importante, para que eventuais problemas não aconteçam no futuro.

Ainda, muitas obras possuem baixo nível de racionalização, ou quando usam, a fazem de forma incorreta, resultando em problemas futuros, tais como as patologias em alvenaria estrutural e concreto armado, por exemplo, especialmente na fase de execução das obras. Neste sentido é fundamental a realização da integração total entre as equipes envolvidas, que vai desde a etapa inicial do projeto até a sua conclusão.

A oxidação das armaduras no caso específico do concreto armado a aparece como o principal problema relacionado às patologias nesta respectiva área. Ainda, isso estaria proporcionalmente atrelada a sua exposição, onde reações químicas atacam a superfícies do aço ocasionando perda de sessão e conseqüentemente fragilizando a resistência da estrutura, já que o aço na sua forma integral é componente no cálculo de resistência em uma determinada edificação.

Verificou-se ainda que o planejamento operacional, a elaboração de um bom projeto, a otimização dos recursos e materiais, e a qualificação da mão-de-obra, com as orientações necessárias são essenciais para o desenvolvimento de um bom projeto construtivo, de forma a proporcionar menos chances de desenvolvimento de patologias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

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

ANDRADE, C. Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras. Antonio Carmona & Paulo Helene (Trad.). São Paulo, PINI, 1992.

ANGELIN, A. F. Concreto leve estrutural - Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais. Limeira 2014. Disponível em: < [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/267702/1/Angelin\\_Andressa-Fernanda\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/267702/1/Angelin_Andressa-Fernanda_M.pdf)>. Acesso em: 07. out. 2019.

BARBOSA, K. C. Avaliação experimental do fenômeno de retração em alvenaria de blocos de concreto. Dissertação de mestrado Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2005.

BASTOS, P. S. dos S. Fundamentos do Concreto \. Estruturas de Concreto I, Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Bauru, 2006, 98 f.

BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto. Cadernos de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

COQUET, Y.; VACHIER, P.; LABAT, C. Vertical variation of near saturated hydraulic conductivity in three soil profiles. Geoderma, Amsterdam, v. 126, n. 3-4, p. 181-191, Jun. 2005.

DANTE, J. G. Impermeabilização em obras de engenharia civil. 2006. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso – União Dinâmica de Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu, 2006.

FERNANDES, R. M. Recuperação Estrutural como Solução Estratégia para prédios antigos. 2012. Artigonal – Diretório de Artigos Gratuitos. Disponível em: <<http://ww1.artigonal.com/>>. Acessado em 24 de outubro de 2019.

GONÇALVES, A. D. M. A.; LIBARDI, P. L. Análise da determinação da condutividade hidráulica do solo pelo método do perfil instantâneo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1174-1184, 2013.

HELENE, P; ANDRADE, T. Concreto de Cimento Portland. In: Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2007.

HELENE, P; SANCHEZ, L; KUPERMAN, S. C. A brief description of alkali-aggregate reaction occurrence and prevention in Brazil. (Org.). Proceedings of the 6TH International Conference on Concrete Under Severe Conditions – CONSEC’10, Mérida, Yucatán. London: Taylor & Francis Group, 2010.

HENTGES, G. Influência da porosidade dos tijolos cerâmicos no surgimento de patologias devido à umidade ascendente. ALEGRETE/RS 2014. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/riu/1668/1/Influ%C3%Aancia%20da%20porosidade%20dos%20tijolos%20cer%C3%A2micos%20no%20surgimento%20de%20patologias%20devido%20a%20umidade%20ascendente.pdf>>. Acesso em: 26. Nov. 2019.

IANTAS, L. C. Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública. Monografia. Curso de Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2010. 58f.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. ISO 13823. Geneva: ISO/TC, 2008.

NAKAMURA, J. Impermeabilização de estruturas. 2014. In: Mercado Construções. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/156/artigo315973-1.aspx>>. 26. Nov. 2019.

PILLING, S. Fluidos. Introdução à hidrostática e hidrodinâmica. Notas de aula. 28 f.. 2014.

PINI. Equipe de obra: especial como impermeabilizar. Fevereiro de 2012, ano VIII, nº 44. São Paulo, SP, 2012.

RIGHI, G. V. Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SOUZA, V. C. de; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

SOUZA, M. F. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia (Especialista em construção civil) Minas Gerais, 2008, Universidade Federal de Minas Gerais. 2008. 64f.

TISAKA, M. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011.

TORRES, I. Umidade em paredes de edifícios. [S.l.]. 2008. 25f. Disponível em: <<https://woc.uc.pt/efs/getFile.do?tipo=2&id=415>>. Acesso em: 06. Nov. 2018.

VALLE, A. B.; SOARES, C. A. P.; FINOCCHIO, J.J.; SILVA, L. S. F. Fundamentos do gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro; FGV, 2007.

VASCONCELOS, A. C. O concreto no Brasil. Pini. São Paulo, 1992.

VERZEGNASSI, E. Estudo das propriedades no estado fresco e endurecido do concreto leve auto adensável. Limeira 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/267741/1/Verzegnassi\\_Emerson\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/267741/1/Verzegnassi_Emerson_M.pdf)>. Acesso em: 06. out. 2019.

VIAPOL. Manual Técnico de Impermeabilização. Apostila da Viapol impermeabilizantes. 2013.



## CAPÍTULO XVII

### REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE TUBULAÇÕES EM PVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Rafael Bessa dos Santos  
Iara da Silva de Almeida  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

O presente artigo aborda algumas formas de reciclagem e reutilização das tubulações em PVC e, também como torná-las em uma forma de sustentabilidade através de sua restauração. Também serão abordadas, algumas variedades de produtos utilizados em seu reprocessamento, tendo em vista a melhoria do próprio e, o reaproveitamento minimizando o desperdício, a má aplicação e seu reuso, pois a mesma é um ótimo meio de diminuir a utilização de recursos naturais como o petróleo, que reduz bastante, justamente por não depender muito do mesmo. Portanto, serão apresentadas as diversas maneiras de se processar o PVC, recuperando e restaurando de várias formas que são benéficas para o ser humano e principalmente para o meio ambiente. Variedades essas que, podem ser utilizadas em outros lugares que não sejam só em obras ou algo de construções, objetos caseiros e de grande utilização e valia, evitando e diminuindo em grande escala o índice de poluição nas regiões que forem implantados os métodos de reciclagem e reutilização.

**H**aja vista que, o PVC (Policloreto de Polivilina ou policloreto de vinil) tem inúmeras funções em seu modo de reciclagem, por razão do material e substância com que é feito (etileno e cloro). Sendo equilibrado com variabilidade em seu meio, devido a probabilidade de se agrupar determinados aditivos (lubrificantes, estabilizantes, plastificantes, espumantes e etc.), que são introduzidos previamente a modificação final do produto. Embora sua maior afluência de utilidade seja mesmo no setor da construção Civil, em canos, fios e conexões, mas também, se, associando produtos atóxicos, podendo ser usado até para fabricação de brinquedos, e produtos de interesses farmacêuticos, como bolsas de sangue e mangueiras para sorologia (ECYCLE, 2019).

Já foram avistados contratemplos nos procedimentos de reciclagens. Problemas esses que, podem ser pela má higienização do material, ou falta de conservação do maquinário. Nessa eventualidade, aditivos novos são somados, e misturados com certa proporção de resina para a plausível reabilitação do produto desaproveitado.

Relacionado ao processo de reciclagem, foi constatado três tipos factíveis: químico, mecânico e energético. Na laboração químico, esse plástico em questão, conhecido como plástico de vinil, volta a ser matéria petroquímica, tendo a chance de ser usado mais uma vez na cadeia. Na efetuação de reciclagem mecânico, o objeto de PVC é diversificado em um novo, sem qualquer processo químico. No energético, entretanto, é retirado o calor intrínseco do PVC que tem a probabilidade de ser devidamente mudado para energia elétrica (AECWEB, 2019).

Tendo a vida útil de mais de 50 anos, sua aplicabilidade e o quanto é necessária sua coleta, é importante para diversos fatores sustentáveis econômicos e sociais. Visando às imensas possibilidades de reutilização do PVC, em forma de canos e tubos de construção. Com uma demanda de 45%, esta quantidade, após ser usada em sua área de construção, sendo reutilizada corretamente, geraria um novo meio sustentável de comércio de produtos e

utensílios das mais diversas formas e utilidades (ECYCLE, 2019).

Como brinquedos, dito anteriormente, estando em matéria bruta ainda, em utensílios farmacêuticos, objetos hospitalares, e no formato de tubos, conexões e canos, em domésticos, em inúmeras possibilidades de reuso. Como exemplo, pode-se mencionar os abajures, mesas, centros, estantes, adaptadores para celulares, notebooks e tablets, molduras para espelhos, e quadros, vasos de plantas, porta talheres, suporte para secar talheres, porta chave, cadeiras, painel de camas, porta sapatos, objeto de decoração, divisão de cômodos, cortinas, porta lápis, porta secador de cabelo, porta prancha de cabelo, suporte de escova de cabelo, de shampoos, de ventilador, e etc., gerando sustentabilidade e economia (AMIGO CONSTRUTOR, 2018).

Visando a parte motivacional, tem-se as variedades de objetos, utilizações e até uma rentabilidade em cima dos produtos gerados pela reutilização e reciclagem do PVC, com planejamento de ser um diferencial no mercado e valorizar os resíduos de matérias das construções civis, dando aos mesmos uma função.

Portanto, é preciso desenvolver uma metodologia descritiva de reutilização deste material com a finalidade de, diminuir o desperdício e reduzir também a poluição, evitando que este material leve anos para sua degradação junto ao meio ambiente. O presente projeto será desenvolvido a partir de estudos de viabilidade do material (Tubo de PVC), baseado em pesquisas a artigos científicos, livros e sites voltados especificamente para o estudo do PVC na construção civil.

Este artigo tem como objetivo propor maneiras de reciclagem de resíduos de obra (PVC), passando por processos de reciclagem química, mecânica, energética e, também a reutilização dos resíduos criando utensílios para o lar, mobília e objetos de decoração, necessitando também de mão de obra, ferramentas simples e matéria prima descartada como resíduo de obra.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PVC

No Brasil cotidianamente é gerado cerca de 228.500 toneladas de resíduos sólidos, equivalente a 1,2 k/habitante. Pesquisas mostram que 15 a 20% sejam relacionadas a quantidade de objetos plásticos, tendo principalmente PE (Polietileno), PVC (Policloreto de Coluna) e PP (Polipropileno) e PET (Polietileno Tereftalato). O PVC é um material amorfo e inteiramente reutilizável, ele é o segundo termoplástico mais consumido no planeta, pois cerca de 65% de sua utilização nacional tem direcionamento para a construção civil em produções de tubos, fios, cabos, conexões, perfis, e desta qualidade, 15% são perdidas, representando o plástico predominante dos resíduos da construção civil. Todavia, de acordo com a representatividade deste material (PVC) em quantidade percentual de polímero existentes nos resíduos sólidos urbanos, das indispensáveis cidades brasileiras, ocupam a quarta colocação, podendo ser a segunda até, dependendo do ano e/ou região da pesquisa. (PENNAFORT JR, 2013).

A Reciclagem do PVC é oriunda do reaproveitamento de materiais inutilizados, pelos seus geradores, onde são arrecadados, desmembrados e preparados, e de novo, transformado em matéria prima, sem inovações, pois ela acontece desde o início da sua produção, onde os resíduos das indústrias, como retalhos provenientes do processo de corte e usinagem, produtos fora de especificação ou com má formação e defeito, descartes produzidos em partidas de máquinas, são normalmente moídos e inclusos novamente ao processo produtivo. (PENNAFORT JR, 2013).

Há mais de 5.000 municípios regiões, o que é reciclado nesse vasto número de regiões aproxima-se do desperdício notório de apenas 100 a 150 municípios, constatando-se a inevitabilidade de uma percepção mais abrangente da população e dos interessados na reciclagem desse material (AECWEB, 2019).

No ano de 2006 observou-se o último valor de 14,7%, e anteriormente em 1997, medição inicial de crescimento de reciclagem, tiveram

registros de apenas 9%. Como informado, esse pequeno número pode ser revertido em números maiores de coleta, com a incitação da coleta do PVC em suas regiões de modo geral e sem interrupções. Deve-se arrazoar que, o pouco que é reunido tem a ver com a prolongada vida útil desse plástico em sua área de utilização, a construção Civil (AECWEB, 2019).

## **2.2 Reciclagem do PVC**

### **2.2.1 Reciclagem Química**

Segundo Zanin & Mancini (2015), a reciclagem química abrange a despolimerização controlada do plástico, objetivando a obtenção de produtos de valor agregado superior que a energia encontrada num polímero (reciclagem energética).

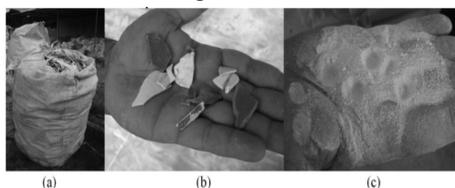
Para devolver processos rentáveis de reciclagem energética e química de resíduos plásticos, é preciso que aja a sua separação, dos outros tipos de resíduos. Em alguns casos, os plásticos devem estar separados entre si. O nível exigido de limpeza é outro ponto crucial, visto que impurezas são propensas a dificultar a reatividade. A água de forma comum, deve ser tirada, pois, esses processos envolvem temperaturas térmicas altas, e o aumento de umidade nos reatores causa queda de potência. Desse jeito, não é normal o emprego de processos para a regeneração plásticos (separação - moagem - lavagem - secagem) para posterior reação de quebras de cadeias poliméricas via calor e reagentes químicos. (ZANIN & MANCINI, 2015).

### **2.2.2 Reciclagem Mecânica**

PVC reciclado uma vez separado através de triagem manual (Figura 1a) o PVC oriundo de diversas fontes (aterro, construção civil, etc.) adquiridos de cooperativas de reciclagem, foi reprocessado por reciclagem mecânica, processo que ainda figura como o mais utilizado no Brasil, seguindo as etapas de lavagem, secagem e moagem (Figura 1b), originando a matéria-prima, figura 1c. (PENNAFORT JR., 2013).

Antes de ser obtido o tubo rígido de PVC reciclado, o resíduo de PVC micronizado (matéria-prima) sofreu a incorporação de aditivos no misturador, formando o composto. Uma vez preparado o composto de formulação padrão apresentada na figura 2, baseada nas práticas normais dos transformadores de perfis rígidos de PVC e o informado pelo fornecedor dos aditivos, o mesmo foi inserido na extrusora LGMT 75Mm monorosca, responsável pela gelificação, por plastificar e homogeneizar o composto, com temperatura de tratamento por extrusão mudando de 135 a 170 °C, que da maneira fundida alimentou a matriz, onde realizou-se a conformação do material na forma de produto final. (PENNAFORT JR., 2013).

Figura 1: Reciclagem mecânica. a) Sacos com resíduos de PVC; b) 1º moagem – moinho de facas; e c) resíduo de PVC depois do moinho de martelo e micronizador.



Fonte: PENNAFORT JR. (2013)

Figura 2: Tabela de formulação do composto padrão utilizado na reciclagem

Componente	Dosagem (pcr*)	Fornecedor	Função na formulação
PVC reciclado	100	Recicladores (Cooperativas)	Resina de PVC reciclado
Baeropan®	2,65	Baerlocher do Brasil S.A.	Estabilizante térmico
Baerolub®	0,95	Baerlocher do Brasil S.A.	Lubrificante
Ti-Pure® R-102	2	DuPont	Pigmento (Branco)

\*partes por cem partes de resina de PVC.

Fonte: PENNAFORT JR. (2013)

### 2.2.3 Reciclagem Energética

Caso a reutilização do refugo polimérico não seja prática ou econômica, é realizável fazer a utilização de sua substância energética pela incineração. No Japão, os restolhos rígidos urbanos são pré-desjuntados em materiais inflamáveis e não inflamáveis para serem queimados. No mesmo país no ano de 1993, por volta de 50% dos restolhos sólidos urbanos obtendo 67% de resíduos poliméricos foram tostados em dois mil incineradores de municípios. A eficácia energética dos polímeros é elevada e deveras mais

amplo que de outros insumos. O resultado calórico de 1 kg de resíduo polimérico é análogo ao de 1 L de óleo combustível e mais elevado que o do carvão. Os vestígios poliméricos compreendidos no resíduo sólido urbano colaboram com 30% desta quantia calórica, autorizando a criação de eletricidade, vapor ou calor (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

Os polímeros que englobam halogênios (cloro ou flúor) em suas ligações tendem a acarretar danos no meio tempo da combustão por efeito da dispensação de HCl ou HF, sendo capaz de ser também um fator de emissão de dioxinas. Nos dias que correm é usado gás de limpeza moderando a emissão de HCl as medidas legais. Os polímeros portando nitrogênio em sua composição concedem NOx. Para mais, na combustão tem a possibilidade de acontecer a libertação de metais, composições orgânicas originárias de tintas, colorantes, porções ou fixadores existentes nos polímeros (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

A julgar-se que no Brasil, para ser feita a reciclagem energética desse produto o custo é muito alto, na visão ambiental, é de total segurança. Já a química vem sendo avaliada em laboratórios, em áreas nipônica e germânica. No todo aqui, o processo ainda está em estágio de teste laboratorial. No índice de 75% de reaproveitamento desse "Plástico de vinil", há sim um quantitativo a ser reutilizado, isso acontece por conta da pouquíssima iniciativa em recolher os objetos em nossas cidades (AECWEB, 2019).

### 2.3 Efeitos Nocivos

É importante dar valor ao fato de que o departamento da construção civil, tem grande utilidade para o País, além de ser atividade econômica de grande expressão, é também uma das áreas que mais geram rentabilidade e trabalho a população. Contribuindo assim para a diminuição dos índices de escassez de emprego. Em contrapartida, a construção civil tem grande responsabilidade, pois é um fator que produz consideráveis efeitos nocivos para a natureza. Pois colabora diretamente com a poluição da água, solo gera lixo, e gasta energia em quantidades consideráveis (ALVES &

A Classificação desses resíduos é segundo a Resolução n° 384/04, em seu artigo 3°, como é citado abaixo:

I - Classe A - são resíduos recicláveis ou reutilizáveis, como por exemplo:

a) demolição, reformas, reparos de pavimentação, de construção e de outras obras de infraestrutura, e também derivados de terraplanagem.

b) de construção, demolição, reparos de pavimentação e reformas, e de outras atividades de infraestrutura, incluindo solos originários de terraplanagem.

c) fabricação, demolição de peças pré-moldadas em concreto como por exemplo, blocos e tubos), feitas nos canteiros de obras.

II CLASSE B - são resquícios altamente perigosos que procedem do processo de construção, são eles: metais, vidros, madeiras, papelão, papel e outros.

III CLASSE C - referem-se à restos que não foram elaboradas tecnologias ou economias viáveis que tornaram possíveis a sua reutilização.

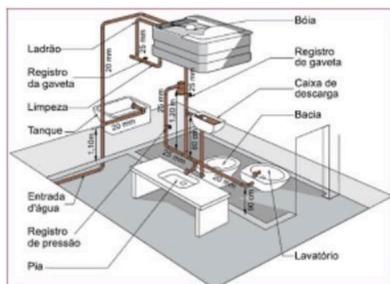
IV CLASSE D - Trata-se de material descartado de alto risco que derivados da construção civil, tais são eles: óleos, solventes, tintas, e outros contaminados ou prejudiciais à saúde, derivados de reformas, restauração de clínicas de radiologia, destruições, instalações industriais e etc. E também telhas e materiais que contém amianto - nova redação dada pela resolução n°348/04 (ALVES & DREUX, 2015).

## 2.4 Produtos de PVC utilizados na construção civil

O PVC é bastante utilizado na arquitetura e construção civil (Figura 3), com aproximadamente 70% da demanda universal apontada a estas sequências. Tem utilização primordial na fabricação de tubos, e conexões, aplicação na qual se sobressaem por não sofrerem corrosão e dispõem de durabilidade aumentada, deixando de perder água, recurso que está em falta por todo planeta. Produtos esses reutilizados para condução de água limpa,

e esgoto seja em aplicações ou infraestrutura, irrigação, drenagem e etc. E também, em ampla escala, na mudança de tubulações velhas (PVC, INSTITUTO BRASILEIRO, 2019).

Figura 3: Utilização de tubos de PVC na parte Hidráulica de um banheiro



Fonte: TUDO CONSTRUÇÃO (2019)

Em projetos especificados feitos de materiais redondos, quadrados e/ou retangulares sem qualquer dificuldade. A fabricação dos tubos pelo processo de extrusão, consente a obtenção de tubos cumpridos, o que se faz desnecessário de juntas e, devido a isto, ter riscos de vazamentos, outros-sim, abreviar os gastos da obra. Os tubos aliás, tem tamanha força química, podendo ser colocado junto a outros tubos, conduzindo outros materiais. (PVC, INSTITUTO BRASILEIRO, 2019).

## 2.5 Aspectos Econômicos, Comunicativos e Ecológicos

**P**olímeros são tidos como os inimigos colossais do meio ambiente, pois tendem a permanecer centenas de anos para se desfazerem e preenchem maior fração da porção dos aterros sanitários, intervindo de maneira negativa nos métodos de compostagem e tornando mais estável biologicamente. Além do mais, os resíduos poliméricos no momento em que separados em locais inapropriados, iguais a lixões, rios, vertentes, etc., acarretam choque significativo ao ecossistema. Por conseguinte, a reciclagem sistematizada está entre as soluções de maior congruência para restringir o impacto ocasionada dos polímeros no ecossistema. Inúmeros aspectos fomentam o reúso dos resquícios poliméricos inclusos nas sobras maciças urbanas, ao

controle energético, a prevenção de fontes finitas de matéria prima, a moderação de gastos na acomodação final do refugo, o controle com a reabilitação de zonas afetadas pela má preservação dos restos, a extensão da existência proveitosa dos aterros sanitários, uma diminuição de contas com a higienização e a vitalidade pública e o fornecimento de serviço e rentabilidade (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

Para obter a garantia do êxito do reuso de polímeros são imprescindíveis quatro condições sucintas: 1) continuidade na provisão de equipamento primitivo para uma ordenação conveniente de recolhimento, desmembramento e recursos de tratamento prévio, 2) tecnologia de modificação apropriada, 3) comércio para a mercadoria reutilizada e 4) exequibilidade econômica. Toda via, o provisionamento de utensílios reutilizados tem amplificado mais velozmente que a eficácia de os alterar em mercadorias utilizáveis e a quantia dos mesmos tem oscilado muito, complicando a elaboração de um conjunto integral (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

Da visão econômica, a recuperação de polímeros não é observada como uma atuação de elevado retorno financeiro, essencialmente pelo gasto da cobrança exclusiva, que tende a ser aproximadamente oito vezes maior que a convencional. Ademais, no país Brasileiro, o sobejo polimérico pós-consumo é tabelado em 15% de IPI no PET e 5% nos outros polímeros, conforme o decreto 4.544 e tabela do IPI (decreto 4.542), os dois de 26/12/20028. A moderação na tributação irá estimular a operação de reutilização, aumentando os serviços e concebendo mais fundos (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

Embora os fatores tenham grande ascendência nos tópicos da economia, o âmbito de reuso mobiliza US\$ 160 bilhões/ano, com a negociação de 600 milhões de t de mercadorias e dos empregos a 1,5 milhão de pessoas, e foi verificado que neste âmbito se aplica em torno de US\$ 20 bilhões/ano e 1/3 da negociação em volume é global. Por conseguinte, o reaproveitamento dos elementos é uma visão de comercialização com divulgação entre empresas e governos, cabido à probabilidade de sua efetivação. Para tal, é fundamental que a modernização como um todo, ideias e competência

institucional fiquem disponíveis a procura de tornar-se um propósito ecologicamente certo, em uma existência economicamente exequível. É provável evidenciar que os objetos recuperados obtidos por reutilização mecânica a todo momento disputarão com as mercadorias de matéria prima sob as alterações cíclicas de montantes. Na atualidade, é improvável que se sustente uma organização de reciclagem mecânica de porte médio que tenha uma base administrativa clássica. Por este motivo, aconteceram os fechamentos de inúmeras firmas de mesmo porte nos EUA, dando ênfase no campo de PET. Consequentemente, somente empresas de porte elevado e com padrões administrativos de menor complexidade se conservaram no comércio. Outra enaltecida condição é a inevitabilidade de documentos de provimento do resquício polimérico com localidades ou obsequiadores de trabalho de arrecadação, em urbanizações que tenham planos de coleta seletiva. Faz-se necessário qualificar a porção, ou o volume do rebotalho polimérico, igualmente ao tipo de impureza existente, para definir-se qual reciclagem é mais apropriada ecológica e economicamente (SPINACÉ & DE PAOLI, 2004).

### 2.5.1 Reutilização dos canos de PVC

O controle de resíduos em obras é um assunto importantíssimo e que vem fazendo com que construtoras tenham um plano de gerenciamento de forma a dar destinação adequada aos resíduos gerados. Na realidade, não só construtoras, mas todas as pessoas que efetuem alguma construção/reforma devem designar os resíduos gerados corretamente, conforme a Resolução CONAMA N° 307, DE 5 de julho de 2002 (PVC, INSTITUTO BRASILEIRO, 2019).

Objetivando a efetividade técnica do reprocessamento do PVC obtido em obra, o Instituto Brasileiro do PVC realizou um projeto piloto de reaproveitamento de PVC, em união com a Método Engenharia, no decorrer da construção do Edifício Berrini no 500, em São Paulo, traçado pelo arquiteto, Ruy Othake. Com a preparação dos funcionários sobre como recolher de maneira correta o resíduo esquivando-se da contaminação, invia-

bilizando a reciclagem, todo resíduo de PVC foi selecionado e direcionado a reutilização visando a produção de outros produtos (PVC, INSTITUTO BRASILEIRO, 2019).

As figuras 4 e 5 representam alguns exemplos de objetos que serão produzidos com tubos de PVC resultante de resíduos de obra.

Figura 4: Mesa Centro



Figura 5: Sapateiro



Fonte: AMIGO CONSTRUTOR (2018) Fonte: AMIGO CONSTRUTOR (2018)

### 3. CONCLUSÃO

O PVC possui uma versatilidade própria que, ajuda a atender as necessidades de design atuais e, as futuras. Além de ser fundamental nas obras, tem papel importante nas reformas, vindo a substituir materiais como cimento, madeira e argila, atuando também na decoração de novos e velhos ambientes.

De acordo com as medidas propostas, pôde ser observado que as mesmas são viáveis e que suas diversas maneiras de se reciclar e reutilizar apresentam muitas vantagens para se investir em métodos sustentáveis com este material proposto no presente artigo.

Tendo em vista esclarecer o quão importante é a contribuição do PVC para a qualidade, segurança e custo das obras, constata-se que este motivo tem levado ao sucesso do PVC em edifícios ao redor do mundo e, mais especificamente em países da Europa e EUA e, também no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWEB. Reciclagem do PVC contribui para construção sustentável. 2019. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/reciclagem-do-pvc-contribui-para-construcao-sustentavel\\_774\\_10\\_13](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/reciclagem-do-pvc-contribui-para-construcao-sustentavel_774_10_13). Acesso em 22 de setembro de 2019.

ALVES, C. J.; DREUX, V. P. Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas. Aracaju. V.1 . N.1.p.53 – 65. Fev. 2015. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/exatas/article/view/1812/1078>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

AMIGO CONSTRUTOR. Série Reaproveitamento de Materiais na Obra: canos de PVC. 01 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.amigo-construtor.com.br/amigo-construtor-ensina/serie-reaproveitamento-de-materiais-na-obra-canos-de-pvc/>. Acesso em: 22 de outubro de 2019.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf). Acesso em: 15 de novembro de 2019

ECYCLE. PVC: Uso e Impactos Ambientais. 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35-atitude/900-pvc-material-muito-usado-na-industria-pode-trazer-problemas-ambientais.html>. Acesso em: 22 de setembro de 2019.

MENDES, T. A., REZENDE, L. R., OLIVEIRA, J. C., GUIMARÃES, R. C., CAMAPUM DE CARVALHO, J., VEIGA, R. Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 19 a 21/10/2004, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2004. 11 p.

PENNAFORT JR., L. C. G. Avaliação e caracterização de tubos fabricados com PVC reciclado. Laboratório de Mecânica da Fratura e Fadiga, Universidade Federal do Ceará – UFC. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/po/2013nahead/aop\\_1104.pdf](http://www.scielo.br/pdf/po/2013nahead/aop_1104.pdf). Acesso: 22 de outubro de 2019

PVC, INSTITUTO BRASILEIRO. Arquitetura e Construção. 2019. Disponível em:

<https://pvc.org.br/aplicacoes/arquitetura-e-construcao>. Acesso em: 10 de novembro de 2019

SPINACÉ; DE PAOLI. Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 65-72, 2004. A Tecnologia de Reciclagem de Polímeros. 12 de novembro de 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23041>. Acesso em: 10 de novembro de 2019

TUDO CONSTRUÇÃO: Como fazer a hidráulica de um Banheiro. 2019. Disponível em:

<https://www.tudoconstrucao.com/como-fazer-hidraulica-de-um-banheiro/>. Acesso em: 10 de novembro de 2019.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia [online]. 2 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2015. 138 p. ISBN 978-85-7600-457-8. Available from SciELO Books. Disponível em: <http://books.scielo.org>

GÓES, L. S. Contenção como Muro de flexão. Trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia. Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2016. 54f

LUVIZÃO, G. Revitalização da Margem do Rio do Tigre: Contenção. 2010. 130 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

MANUAL DE OCUPAÇÃO (Recife). Como Estabilizar em Costa. 2015. Disponível em: <<http://www.proventionconsortium.net/themes/default/pdfs/morros/cap10.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

MARANGON. Capacidade de Carga dos Solos. 2010. Unidade 7. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/09-MS-Unidade-07-Capacidade-de-Carga2013.pdf>&gt;. Acesso em: 23 de maio de 2019.

MARCHETTI, O. Muros de Arrimo. Rio de Janeiro: Blucher, 2008. 160 p.

NOGUEIRA, L. C. Estabilidades de Taludes Utilizando Muros de Gabião. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. 107f.

OLIVEIRA, L. C. D. Análise Quantitativa de Risco de Movimentos de Massa com Emprego de Estatística Bayesiana. 2004. Tese de Doutorado. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

PATRICIO, R. P. Adequação do FMEA para gerenciamento de riscos em obra de infraestrutura, após a aplicação da análise preliminar de risco na execução de muro de gabião. 2013.

RIO DE JANEIRO. Smo. Secretaria Municipal de Obras (Org.). Fundação Geo-Rio. 2009. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smo/geo-rio>>. Acesso em: 20 de maio de 2019.

REIS, J. B. A. S. A questão habitacional no município de Ouro Preto/MG e suas consequências sociais. Monografia (Graduação em Serviço Social) - Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2017. 47 f.

ROCHA, A. R. A. Estudo comparativo de muros de arrimo executados em concreto armado, quando dimensionados para alturas diferentes. 2016.

SILVA, R. R.. Proposta para estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe PE com a consideração de um tratamento global. 2010.

SOUZA JÚNIOR, J. G. Influência da Compactação nas Condições de Estabilidade de Muros de Peso em Gabião. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2013. 92 f.

ZANARDO, B. F. Análise de Estabilidade de Taludes de Escavação em Mina de Bauxita - Estabilidade de Muros de Peso em Gabião. Trabalho - Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014, 38 f.



# CAPÍTULO XVIII

## APLICAÇÃO DO GESSO E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Alex Almeida da Silva  
Iara da Silva de Almeida  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

Neste artigo será apresentado um estudo sobre a sustentabilidade e algumas vantagens e desvantagens da aplicação do Gesso nos canteiros de obras da empresa podendo assim vir a criar melhoras ambientais e a evolução dos resultados ligados ao tema. A indústria da Construção Civil é um dos vetores importantes para a economia e desenvolvimento social de um país, entretanto este forte impacto como alavanca do desenvolvimento nacional também acarreta uma crescente demanda de consumo de recursos naturais e energéticos, e também o aumento da geração de resíduos e dos impactos ambientais. É por meio dos avanços tecnológicos, que a indústria da construção civil tem buscado alguns métodos de construção mais eficientes para substituir o sistema convencional de alvenaria e atender a crescente exigência e evolução do mercado. Uma das alternativas é o uso do Drywall, que utiliza chapas de gesso acartonado como componente de vedação interna fazendo com que as construções sejam mais limpas, rápidas e com desempenho satisfatório

A indústria da Construção Civil é um dos setores mais admiráveis para o contexto econômico e para o desenvolvimento social de um país, contudo este forte impacto como alavanca do desenvolvimento nacional igualmente ocasiona uma crescente demanda de consumo de recursos naturais e energéticos, e ainda o aumento da geração de resíduos e dos impactos ambientais (PINHEIRO, 2011).

Os métodos construtivos tradicionais utilizados pela indústria da construção civil são diferenciados pelo grande consumo de matéria prima, recursos energéticos não renováveis e pela excessiva produção de resíduos sólidos. Esta realidade motiva diversos pesquisadores a buscar repensar o processo produtivo dentro do conceito de ciclo de vida (SILVA, 2013).

De acordo com o progresso da tecnologia aconteceram também diferentes complicações onde as instituições e o meio ambiente se tornaram distintas na qual o homem pretendendo querer ainda mais não se interessou com as futuras conseqüências. (JOHN & CINCOTTO, 2013).

A idéia ambiental anda mudando e progredindo para melhorar. Em passado não tão antigo manifestava-se algumas surpresas ou compreensão ecológica unicamente perante a acidentes ecológicos de famosas grandiosidades. Entretanto as circunstancias mudaram e o homem viu a necessidade de unir os interesses rentáveis com o respeito ao meio ambiente oferecendo idéias que agreguem os interesses financeiros com as exigências da nossa geração sem promover riscos em desvantagens para as outras gerações (EN-GESSUL, 2014).

Atualmente, o uso do gesso na construção civil brasileira vem crescendo continuamente e com maior intensidade desde meados dos anos 1990, quando o sistema drywall passou a ser utilizado nas vedações internas (paredes, forros e revestimentos) de todos os tipos de edificações. A essa utilização nova somam-se os usos tradicionais do gesso como material de revestimento, aplicado diretamente em paredes e forros, e como material de fundição, em placas de forro, sancas, molduras e outras peças de acabamen-

to ou decoração (SILVA, 2013).

Todas essas utilizações geram resíduos, e estes ao contrário do que se imaginava até há bem pouco tempo, não são lixo, mas materiais que podem ser reaproveitados de diferentes formas.

A gestão dos resíduos, da mesma forma que ocorre com outros materiais empregados nos canteiros de obras, passou a demandar atenção cada vez maior dos construtores, em razão das exigências da legislação ambiental brasileira (JOHN & CINCOTTO, 2013).

O principal objetivo que uma empresa tem é o de alcançar a maior margem de lucro possível, entretanto, é comum perceber que existem ações ou apoios sociais que não cooperam diretamente para o ganho de lucro. Essas ações ou núcleos tem o nome de responsabilidade social e a cidadania. Por meio da observação das organizações que operam no mercado, constata-se diversos tipos de responsabilidade social (DUARTE, 2010).

A partir deste reconhecimento são estabelecidas políticas, programas e procedimentos para conduzir suas atividades de modo ambientalmente seguro expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental, que prevê uma estrutura para ação e definição de objetivos e metas ambientais (BERNARDI, 2014).

A partir da preocupação com os danos ambientais causados pelas empresas e a necessidade de uma visão estratégica, cria-se a ideia do desenvolvimento sustentável, onde cada especialista tem estabelecido uma definição própria sobre o conceito de sustentabilidade, mas todos com o mesmo foco, ou seja, buscar o equilíbrio entre as empresas, a sociedade em geral e o meio ambiente (PINHEIRO, 2011).

Em relação ao processo de certificação, as edificações são auditadas periodicamente para renovação do certificado. As edificações já construídas, o envolvimento do usuário é com relação a operação e manutenção, o que implica na aceitação ou não (PUCCI,2010).

À medida que a empresa vai avançando pela melhora contínua, vai criando aos poucos uma nova cultura organizacional onde todos são responsáveis pela qualidade ambiental, desde a alta direção da empresa até o

320 | CONSTRUÇÃO CIVIL: ENGENHARIA E INOVAÇÃO - VOL. 4  
funcionário que está atuando de forma direta em todo o processo produtivo da empresa (DUARTE, 2010).

Dentre as diversas etapas do processo construtivo, a execução de um edifício ou empreendimento merece especial atenção por ser o momento onde os maiores impactos ambientais são gerados (demanda pela extração de recursos, traslado de todo material para o local, geração de resíduos, etc) e o momento e local onde os diversos componentes da indústria da construção mais interagem entre si.

A metodologia desse estudo baseou-se na busca ativa de informações na literatura formal por meio de livros, dissertações e monografias. Também foi utilizado como fonte de pesquisa, visitas técnicas a Obra: Stories Residence localizada na Estrada do Capenha 900, Pechincha – RJ e Exato Residencial Rua General Belford nº 374, Riachuelo – RJ.

O objetivo deste estudo é analisar os impactos ambientais causados pela construção civil e apresentar o gesso (Drywall) como um possível sistema que pode amenizar tais impactos. Difundir a importância da reciclagem no setor da construção, principalmente no que tange o material gesso e o seu potencial de sustentabilidade. Por fim, instruir os profissionais da construção civil quanto ao serviço de gesso.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Uso do gesso no contexto da construção civil**

A gipsita é um mineral bastante abundante na natureza. Existem muitas jazidas de gipsita espalhadas pelo Brasil e por muitos outros países do mundo. No entanto, do ponto de vista econômico, as principais jazidas de gipsita estão localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, região de fronteira dos Estados do Piauí, Ceará e Pernambuco (LYRA, 2015).

A Bahia possui jazidas de gipsita com uma localização privilegiada, pois o município de Camamu encontra-se próximo do mercado consumidor da região sudeste do país. No entanto, sua geologia e deficiências de infraestrutura não são favoráveis para a produção em larga escala (LYRA, 2015).

O gesso comercialmente conhecido é um material hemi-hidratado, produzido através do processo de calcinação da gipsita, a uma temperatura de aproximadamente 160°C. O termo gipsita é empregado para se referir ao mineral em estado natural, enquanto gesso é o termo utilizado para designar o produto calcinado.

## 2.2 Drywall

É conhecido como gesso acartonado. As chapas de drywall são feitas com gesso comum, encapadas por papel, são estruturadas com perfis metálicos. Mistura-se água, gesso e aditivos por meio de máquinas, sua forma assim será definida, depois disso, cortamos e secamos as chapas, ficando podendo ser armazenada, e depois encaminhada para uso (VIEIRA & WEBER, 2012).

Existem várias espessuras, o peso é inferior comparado às estruturas de alvenaria convencional. No Brasil a construção civil se caracteriza por utilizar sistemas de construção ainda um pouco artesanal com uma produção e um grande desperdício de materiais. A atenção dos gestores em relação ao canteiro de obras era relacionada com aspectos técnicos de projeto de arquitetura estrutural, sem se preocupar com economias, com os prazos e com os retrabalhos, ou seja, com todo o planejamento. (VIEIRA & WEBER, 2012).

A execução do Drywall vem muito antes do material chegar no canteiro de obras. É preciso ajustar o projeto de acordo com o sistema e traçar alguns parâmetros que são importantes do projeto, como tipos de placas que serão utilizadas (se vai ter isolamento termo acústico no forro ou na parede, saber se a parede vai ser resistente ao fogo ou a umidade), espessuras finais e dimensões dos montantes, guias e perfis. Isso sem contar que deve ser feita com a devida compatibilização de outros projetos, tipo hidráulica e elétrica, ar condicionado luminotécnica, acabamentos, som, entre outras. O objetivo é prever alguns detalhes para minimizar ao Máximo o retrabalho, verificando limitações, respeitando as juntas, estudar os sistemas das insta-

lações, sistemas de embutir ou pendurar no caso de luminárias, tanques e definir juntas de movimentação (GUIA PLACO, 2014).

O contra piso deve ser concluído primeiro por conta da utilização de água e também pela necessidade do terreno estar totalmente nivelado. Tem que haver muito cuidado porque não pode molhar as placas de gesso, e também ter cuidado com a umidade excessiva. Por isso, devemos proteger os vãos de portas e janelas, também qualquer outro serviço que utilize água, como estruturas de concreto, alvenaria, contra pisos e revestimento de argamassa, deve ter sido concluído, principalmente nos encontros com as paredes de Drywall (PUCCI 2010).

Alguns cuidados devem ser tomados no canteiro de obra, como no recebimento dos componentes, deve-se verificar a integridade antes de iniciar a descarga; no transporte das chapas, os paletes devem ter cantoneiras de proteção nos pontos em contato com cordas e fitas de amarração utilizadas para a descarga e movimentação do produto; podem ser empilhados no máximo em três paletes e sobre apoios de no mínimo 10 cm de largura, espaçados a aproximadamente 40 cm, é importante manter o alinhamento dos apoios ao empilhar vários paletes e não se deve, jamais, empilhar chapas curtas em conjunto com chapas longas ou fora de alinhamento. Os paletes podem ser transportadas manualmente ou por empilhadeira, no caso do transporte manual, as chapas devem ser levadas na posição vertical (KNAUF, 2014).

### 2.3 Estuque

A maior aplicação do gesso é no mercado da construção civil, onde é muito utilizado como revestimento de parede, entre outras aplicações. Por ser um material de pega rápida é comum ocorrer desperdícios nos canteiros de obra, o que contribui para a geração dos resíduos de gesso nas obras (DUARTE, 2010).

De acordo com a Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o gesso estava classificado na Classe C - “resíduos

para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação”, ou seja, mostra ser um material sem reciclagem e com a necessidade de tratamentos especiais, devido à contaminação do solo e do lençol freático, no caso de disposição no ambiente. No entanto ocorreu uma revisão na Resolução 307/2002 do CONAMA por meio da Resolução 431/2011 do CONAMA, na qual o gesso foi classificado na Classe B – de “resíduos recicláveis”, portanto, passou a ser considerado um resíduo reciclável. Entretanto, a destinação final desse resíduo, continua sendo um problema, pois o gesso não pode ser aceito nos aterros sanitários e as áreas de transbordo e triagem ainda são raras no país, apresentando-se poucas usinas de reciclagem neste setor (CONAMA nº 237/97).

## 2.4 Impactos Ambientais

A deposição em aterros sanitários comuns não é recomendada, pois o Ambiente úmido, associado às condições aeróbicas e à presença de bactérias redutoras de sulfato contribuem para geração de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), substância que apresenta odor desagradável, semelhante ao de ovo podre. Além do odor, o gás é inflamável e em provoca irritação nos olhos, podendo ser letal em altas concentrações. A intoxicação por gás sulfídrico, pode causar danos respiratórios, paralisando o sistema nervoso que controla a respiração e provocando asfixia (ENGESSUL, 2014).

Portanto, as possibilidades de minimizar o impacto ambiental ocasionado pelos resíduos de gesso são a redução, a reutilização e a reciclagem do material.

## 2.5 Reciclagem do Gesso

De acordo com John & Cincotto (2013), o processo de reciclagem do gesso é mais complexo que o processo de produção a partir da matéria-prima, a gipsita. O processo de reciclagem exige além da energia, mais mão-de-obra, pois é necessário fazer a remoção de contaminantes, além de

ser necessário um melhor sistema de segregação dos resíduos de gesso.

O investimento necessário em mão-de-obra e equipamentos para fazer a devida segregação dos resíduos de gesso no momento da geração, o transporte adequado, são fatores que “encarecem o processo de reciclagem” (JOHN & CINCOTTO, 2013).

Conforme o PUCCI (2010), para realizar a reciclagem dos resíduos de gesso, são necessárias as seguintes etapas: coletar, armazenar, transportar, destinar e reciclar. Os primeiros passos são a coleta e o armazenamento dos resíduos em local seco, em baias com piso concretado ou em caçambas, ambos protegidos das chuvas ou possíveis contatos com água. Deve-se preocupar com a separação dos resíduos de gesso de outros materiais como madeira, metais, papéis, restos de alvenaria (tijolos, blocos, argamassa, etc.) e lixo orgânico.

A próxima etapa é o transporte, que deve obedecer às regras estabelecidas geralmente pelos órgãos municipais responsáveis pelo meio ambiente e/ou limpeza pública, seguida pela destinação do resíduo na qual vários municípios brasileiros já tem as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT).

Estas ATTs são licenciadas pelas prefeituras para receber resíduos de gesso e outros materiais. O envio dos resíduos de gesso para reciclagem é sempre feito pela ATT ou por empresas que coletam os resíduos nas obras, mediante pagamento de uma taxa por metro cúbico e assim executam a triagem e a homogeneização para vendê-los no setor de reciclagem. Desde o final da década de 90, pesquisam-se métodos de reciclagem, sendo que atualmente existem três frentes significativas do uso do gesso reciclado (PINHEIRO, 2011).

A indústria cimenteira o utiliza Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo / ISBN: 978-85-68242-76-6 583 como retardador da pega do cimento, cerca de 5%, implicando em 37% do consumo nacional de gesso. O setor agrícola utiliza como corretor de acidez do solo e na melhoria de suas características.

A indústria de transformação reincorpora seus resíduos, em certa proporção, em seus processos de produção de placas de gesso acartonado e na

adição em pastas de gesso. Todas estas frentes são economicamente viáveis, importantes para a sustentabilidade da construção brasileira (VIEIRA & WEBER, 2012).

### 3. CONCLUSÃO

O conhecimento de práticas sustentáveis e a disseminação de informações relacionadas à minimização de impactos ambientais podem melhorar a qualidade do ambiente construído.

O custo estimado para o processo de reciclagem do gesso, não apresenta ser uma solução muito viável economicamente, visto o preço da matéria-prima natural. No entanto, do ponto de vista ecológico, é uma solução correta e viável, podendo ser também vantajosa quando se refere aos custos para descartes em lugares apropriados que possuem licença. A reciclagem do resíduo de gesso é possível, no entanto, a viabilidade em escala comercial depende de vários fatores, como: disponibilidade e baixo custo da matéria-prima, quantidade e qualidade do resíduo de gesso gerado, custo da segregação e do transporte desse resíduo nos canteiros de construção e demolição, entre outros.

Na busca pela sustentabilidade não só nos canteiros, mas, de maneira geral, em outros empreendimentos e segmentos é uma constante cada vez mais presente na engenharia.

Assim sendo, espera-se que o estudo não se esgote com esta pesquisa e que novos estudos sejam relacionados para o processo de certificação ambiental, e que todos tenham acesso às informações, no que tange ao contexto social, ambiental e organizacional, otimizando a sustentabilidade.

BERNARDI, V. B. Análise do Método Construtivo de Vedação Vertical Interna em Drywall em Comparação com a Alvenaria. 2014. 41 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução 307, de 5 de julho de 2002. Disponível na internet em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em 25 de maio de 2019).

CONAMA. Resolução CONAMA nº 237/97 - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/res237.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res237.html). Acesso: 25 de maio de 2019.

DUARTE, E. F. Diagnóstico da geração de resíduos de gesso acartonado. 2010.

ENGESSUL. 2014. Disponível em <http://www.engesul.net> > expressao-grafica-relatorio-diario-de-obra. Relatório Diário de Obra. Acesso em: 08 abril de 2019.

GUIA PLACO. Soluções Construtivas. 2014. Disponível em: <https://www.placo.com.br/guia-placo>. Acesso em 26 outubro de 2019.

JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Alternativas de Gestão dos Resíduos de Gesso. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/artigos1.htm>. Consultado dia 20/08/2019.

KNAUF. Manual de Instalação, Sistemas Knauf Drywall. 2014. Disponível em: Acesso em 24 de outubro de 2019

LYRA, A. C. O mercado de gipsita e o gesso no Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.prossiga.br/gesso>. Acesso em 08 de abril de 2019.

PINHEIRO, L. M. Fundamentos do Drywall e Projeto de Edifícios. Departamento de Engenharia de Estruturas, 2011.

PUCCI, R. B. Logística de Resíduos da Construção Civil Atendendo à Resolução CONAMA 307. 2010.

SILVA, Z. Geoprocessamento & análise ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

VIEIRA, P. F.; WEBER, J. Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: 2012.



## CAPÍTULO XIX

### RECOMENDAÇÃO PARA PADRONIZAÇÃO NACIONAL QUANTO À EXIGÊNCIA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO

*Hadryene Cezar da Silva  
Micaele Correia Matias  
Iara da Silva de Almeida  
Bruno Matos de Farias  
Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

O presente artigo tem como propósito apresentar uma padronização em âmbito nacional quanto as exigências de chuveiros automáticos do tipo sprinkler em edificações de reunião de público de modo a prover condições iguais de proteção para os ocupantes desses locais independente do Estado onde estejam instalados. Para tanto, foi utilizado como método para coleta de dados a pesquisa bibliográfica, através do estudo levantado no referencial teórico sobre parâmetro nacional para exigência de chuveiros automáticos em locais de reunião de público. A partir dos procedimentos apresentados foi possível perceber as divergências entre as legislações estaduais no tocante a exigência de chuveiros automáticos para locais de reunião de público e o quanto esta situação é prejudicial do ponto de vista da segurança, pois uma mesma edificação fica sujeita às exigências totalmente diferentes dependendo do Estado em que foi construída. Enfim, por meio de todo o estudo realizado foi possível apresentar uma padronização em todo território nacional a fim de nivelar a exigência destes dispositivos nas edificações em questão.

Diferentemente da maioria dos países que possuem uma legislação federal de proteção contra incêndio, no Brasil a Constituição Federal atribui aos estados essa responsabilidade. Cada estado define como as edificações devem ser protegidas, na maioria deles a responsabilidade pela elaboração da regulamentação é do Corpo de Bombeiros estadual (WOLLENTARSKI JÚNIOR, 2015).

Edificações de reunião de público, estão minimamente protegidas contra incêndios, quando possuem dispositivos de segurança que possam conter ou controlar a primeira ação do fogo e orientar seus frequentadores em casos de acidentes. Um exemplo é o sistema de sinalização de segurança que, de acordo com a ABNT NBR 13434/2004, deve evidenciar as rotas de fuga juntamente com um sistema de iluminação eficaz que atenda aos requisitos da ABNT NBR 10898/2013, uma distribuição adequada de extintores na totalidade da área construída e de acordo com a classe de materiais no local. Dependendo dos parâmetros da legislação local, pode ser exigido o uso de hidrantes na edificação e o uso de chuveiros automáticos, também chamados de sprinklers.

De acordo com a ABNT NBR 10897/2014, sprinklers ou canalização de chuveiros automáticos, compreendem uma rede de tubulação fixa, permanentemente com água sob pressão, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos; o sistema é controlado na entrada, por uma válvula de alarme cuja função é fazer soar automaticamente um alarme, quando da abertura de um ou mais chuveiros atuados por um incêndio. Os chuveiros automáticos desempenham o papel simultâneo de detectar e combater o fogo.

Os sprinklers são extremamente eficientes, sobre tudo por não necessitarem da ação humana para entrarem em funcionamento e agem controlando ou suprimindo o incêndio, dependendo da tecnologia empregada. No Brasil, a exigência de instalação de chuveiros automáticos, fica a cargo de cada estado através de seus respectivos corpos de bombeiros. No geral,

as exigências são feitas por meio de legislações cujos parâmetros variam de forma bastante acentuada causando uma alta divergência entre os estados. O fato de uma mesma edificação estar sujeita a exigências completamente diferentes dependendo do lugar onde estejam é algo extremamente prejudicial do ponto de vista da segurança, pois, como não há um padrão de cobrança no contexto nacional, fica difícil identificar a edificação que de fato está oferecendo segurança e proteção aos seus ocupantes.

A Lei 13.425 de 30 de março de 2017, a qual estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público, também conhecida como Lei Kiss, não apresentou qualquer tipo de modificação quanto às exigências para locais de reunião de público, tão pouco fomentou o uso de uma legislação nacional para tratar de assuntos relacionados à segurança contra incêndio e pânico (BRASIL, 2017).

Diante do problema em exposição, existe a necessidade da padronização das exigências do sistema de chuveiros automáticos para locais de reunião de público, em âmbito nacional, utilizando parâmetros sensatos que estejam em equilíbrio com as legislações já existentes, com finalidade de tornar o uso do sistema mais eficiente de forma a promover a maior segurança de pessoas e de bens.

O presente artigo tem por referência as atuais legislações de segurança contra incêndio, normas, artigos científicos, revistas e sites especializados. Pretende-se descrever ao longo do estudo, elaborado pelo método dedutivo, os diferentes parâmetros usados nos estados do Brasil para as exigências do uso do chuveiro automático em locais de reunião de público e apresentar com base na análise quantitativa levantada uma padronização de âmbito nacional. Este trabalho expõe as recomendações de padronização da legislação de segurança contra incêndio em âmbito nacional, quanto às exigências para padronização de sprinklers em edificações classificadas como locais de reunião de público.

Apresentar, como uma recomendação a ser seguida, uma padronização em âmbito nacional quanto às exigências de chuveiros automáticos

em edificações de reunião de público, de modo que independentemente da localização, essas edificações estejam igualmente protegidas evitando as discrepâncias que, por vezes, fazem com que as pessoas, dependendo do estado ou região fiquem totalmente vulneráveis e desprotegidas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 História e uso do sistema de chuveiros automáticos

A ideia de criação de adequados sistemas automáticos para combater incêndios surgiu no século XVII, a partir da necessidade de proteção contra os desastres causados por incêndios nos edifícios existentes, em virtude de suas deficiências em relação à segurança neste sentido. Nesta época o combate ao fogo restringia-se às ações de guardas especializados com recursos muito limitados para o combate ao fogo. Tradicionalmente conta-se que após o grande incêndio de Londres, uma das maiores catástrofes na história da capital britânica, tendo destruído as partes centrais da cidade de 2 a 5 de setembro (1666), o engenheiro inglês John Green projetou um pioneiro sistema automático de combate ao fogo (1673), mas hoje não se conhece registros desta patente (SKOP, 2016).

De acordo com Dana (1919, apud Armani, 2017), o primeiro sistema de chuveiros automáticos foi criado no ano de 1806 pelo inglês John Carey e era composto por um conjunto de chuveiros perfurados conectados a tubos alimentados por água vinda de um reservatório elevado. A tubulação principal, conectada a um sistema de cordas e pesos, continha uma válvula que era normalmente fechada. Em caso de incêndio, após o de uma das cordas serem rompidas, a ação de um contrapeso faz a válvula se abra. Porém, o sistema não era muito prático, pois poderia ocorrer o travamento da válvula ou vazamentos, devido à menor tensão numa corda que fazia com que a válvula permanecesse fechada.

Em 1809, William Congreve aperfeiçoou o sistema criado por Carey, através da transferência de um conjunto de válvulas fora da edificação a ser protegida. Esta ideia deu início ao primeiro conceito de um dispositivo

de recalque a ser mantido pelo Corpo de Bombeiros, pois o objetivo era fazer com que o sistema de tubulações fosse alimentado pela rede de abastecimento pública ou pelos veículos de combate a incêndio, segundo Bryan (1990), conforme citado por Armani (2017).

Para Armani (2017):

No ano de 1812, Congreve aprimorou novamente seu invento, por meio da substituição de cordas por um cimento fusível, a ser operado numa temperatura de aproximadamente 43,3°C (110°F) e na patente deste sistema ele incluiu a primeira válvula de alarme a ser acionada pela queda de um peso.

Em 1864, o primeiro chuveiro automático que serviu de base para o desenvolvimento dos modelos atuais foi criado pelo Major A. Steward Harrison, membro dos First Engineer Volunteers de Londres, mas ele não foi patenteado nem há registro de seu emprego (ARMANI, 2017).

Em conformidade com Bryan (1990, apud Armani, 2017), no ano de 1874 o norte-americano Henry S. Parmelee desenvolveu e patenteou o chuveiro automático perfurado e acionado através da liberação de dois plugues fusíveis. O sistema de chuveiros automáticos de Parmelee continha uma coluna de alimentação para todos os pavimentos e e dela se ramificavam todas as outras tubulações com os chuveiros conectados. Este princípio era baseado na alegação de que qualquer incêndio sempre deveria ser interrompido num pavimento, assim que o sistema fosse acionado, e é um princípio de projeto considerado até os dias atuais.

Em 1924, Grinnell desenvolveu o chuveiro automático com uma ampola de quartzo, e isso fez com que as configurações do projeto similares ao do que é visto atualmente (ARMANI, 2017).

No Brasil, os chuveiros automáticos surgiram no final do século XIX e início do século XX. Foram feitas instalações em algumas indústrias de tecidos, situadas no Estado do Rio de Janeiro. No início do século XX, o sistema de chuveiros automáticos também foi instalado em algumas edificações industriais no Estado de São Paulo. Algumas como o Cotonifício Crespi, fábrica Ipiranga Jafet, fábrica Maria Zélia e Moinho Minetti Gam-

Armani (2017) entende que:

No século XX ocorreram inúmeros aprimoramentos do sistema de chuveiros automáticos, culminando numa série de novos tipos de chuveiros, tubulações de materiais metálicos e poliméricos, diferentes sistemas de acoplamentos de tubos e conexões, monitoramentos dos sistemas por meio de micro-processadores, entre outras inovações.

## 2.2 Sistema de chuveiros automáticos no Brasil

No Brasil, o crescimento das instalações deste tipo de sistema de chuveiros automáticos é lento, mesmo em edifícios mais altos e nas principais cidades do país. Basta analisar os grandes incêndios da década de 1970, em São Paulo, tais como os da indústria Volkswagen (1970), do edifício Andraus (1972) e do edifício Joelma (1974), aconteceram em edificações que não continham os sistemas de chuveiros automáticos instalados, segundo Seito et al (2008, apud ARMANI, 2017).

Segundo o Instituto Sprinkler Brasil, atualmente o sistema de chuveiros automáticos não é amplamente previsto em edificações brasileiras, geralmente sendo instalados por uma questão legal, em função dos códigos ou regulamentações de segurança contra incêndio, vigentes em cada Estado. (ISB, 2013)

Percebe-se que em empresas que estão no Brasil, porém a sede localiza-se em países onde há exigência de chuveiros automáticos, é corrente este tipo de proteção contra incêndio e acompanha os padrões da matriz, independente da área ou da altura da edificação (ARMANI, 2017).

## 2.3 Exigências de sistema de chuveiros automáticos em edificações de reunião de público em países da Europa.

Conforme é possível observar através do quadro 1, aos parâmetros adotados para as exigências são: a área da edificação, altura e lotação. Pode-se observar também a padronização das exigências dentro de cada país,

devido a legislação federal existente.

Quadro 1: Sumário de incentivo legislativo para chuveiros automáticos em

PAÍSES	REUNIÃO DE PÚBLICO
Noruega	>1800m <sup>2</sup> no 1º Pavimento
Polónia	>600 pessoas ou estádios com capacidade >3000 pessoas
Portugal	Edificação >28m de altura; Capacidade >1000 pessoas; Área >15000m <sup>2</sup>
República Eslovaca	Centro de Convenções compartimentado >5000m <sup>2</sup>
Turquia	Museus, Edificações com a finalidade de entretenimento, comidas e bebidas >4000m <sup>2</sup> ; Outros >6000m <sup>2</sup>
Reino Unido	Se o último andar >30m de altura com plano de escape; Entretenimento na Escócia >2000m <sup>2</sup>
Bélgica	Área >3500m <sup>2</sup> ; Área >2500m <sup>2</sup> se h>10m
República Tcheca	Centro de Convenções compartimentado >5000m <sup>2</sup>
Dinamarca	Área >2000m <sup>2</sup>
Finlândia	Área >2400m <sup>2</sup>
Alemanha	Área >3600m <sup>2</sup> com acomodações >400m <sup>2</sup> ou >22m de altura ou subsolo
Grécia	Capacidade >50 pessoas e altura >23m
Hungária	Em cinemas, quando a distância entre o pavimento e o nível superior do edifício for acima de 13,65m ou capacidade >1000 pessoas
Lituânia	Capacidade >5000 pessoas

Fonte: Adaptado de European Fire Sprinkler Network (2019)

## 2.4 Contexto atual da legislação no Brasil

No Brasil, cada estado tem sua própria legislação de segurança contra incêndio e pânico, que determina quanto às exigências do uso de sprinklers, em locais classificados como de reunião de público.

O nível de exigência entre os estados é muito variado, segundo ISB (2019). Em alguns, a legislação exige a instalação de sprinklers na maioria das novas edificações, mas em outros, a obrigatoriedade do uso deste equipamento é extremamente limitada ou inexistente.

As várias legislações estaduais definem a necessidade do uso de sprinklers de acordo com: tipo de atividade da edificação, área da edificação e altura da edificação. Em muitos casos, a legislação propõe o uso de chuveiros automáticos como forma de permitir maiores áreas sem compartimentação, ou para permitir maiores distâncias de encaminhamento até saídas de emergência (ISB, 2019).

## 2.5 Análise comparativa de exigência de chuveiro automático entre as regiões do Brasil nos locais de reunião de público

Sabendo que não há um padrão legislativo em âmbito nacional a respeito da exigência do uso de chuveiros automáticos, foi realizada uma análise comparativa entre os estados nas regiões do Brasil, com base nas legislações em vigor, com foco nas edificações de reunião de público classificadas por clubes sociais e diversão, como boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados.

### 2.5.1 Região Sul

Pode-se verificar conforme apresentado no quadro 2, a divergência entre o Paraná, que utiliza apenas como parâmetro a altura da edificação, e os outros dois estados da região Sul, cujo parâmetro utilizado foi a área da edificação.

Quadro 2: Análise comparativa de exigências para locais de reunião de público quanto ao uso de sprinkler por estado, região sul.

Exigências quanto ao uso de <i>sprinklers</i>		
ESTADO	EXIGÊNCIA OBRIGATÓRIA	LEGISLAÇÃO
PARANÁ	Altura maior a 30m	Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – CSCIP Corpos de Bombeiros do Paraná
RIO GRANDE DO SUL	Área maior que 750 m <sup>2</sup>	Decreto nº 51.803/2014.
SANTA CATARINA	Área maior que 750 m <sup>2</sup>	Instrução Normativa IN001 - CBMSC

Fonte: Adaptado da legislação referente de cada Estado.

### 2.5.2 Região Norte

Esta região possui desequilíbrios nos parâmetros utilizados para exigências do uso dos chuveiros automáticos, conforme mostrado no quadro 3. Pode-se perceber que hora foi usado parâmetro de área e altura da edificação ou número de pavimentos, hora foi utilizado parâmetro de área e lotação, e ainda em outro momento baseou-se pela área, altura e lotação. Os parâmetros da área e altura da edificação para a exigência do sistema varia-

ram, respectivamente, de 500m<sup>2</sup> a 2.000m<sup>2</sup> e de 12 a 30m, uma diferença significativa dentro de uma mesma região.

Quadro 3: Análise comparativa de exigências para locais de reunião de público quanto ao uso de sprinkler por estado, região norte

Exigências quanto ao uso de <i>sprinklers</i>		
ESTADO	EXIGÊNCIA OBRIGATÓRIA	LEGISLAÇÃO
ACRE	Área maior a 2.000m <sup>2</sup> e/ou lotação acima de 1.000 pessoas.	Decreto Nº 410/1994
AMAPÁ	Área maior a 500 m <sup>2</sup> e número de pavimentos superior a 2.	PORTARIA Nº 002/05/CAT-CBMAP
AMAZONAS	Área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 21m	Decreto Nº 24.054/2004
PARÁ	Área maior a 750m <sup>2</sup> e lotação acima de 3.000 pessoas ou com altura maior a 12m	Instrução Técnica 01/2019 – Parte I – CBMPA
RONDÔNIA	Área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 30m	Instrução Técnica N. 01/2017 – Anexo A – CBMRO
RORAIMA	Área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 23m	Lei Complementar Nº 82/2004
TOCANTINS	Área maior a 750m <sup>2</sup> com altura maior a 12m e lotação acima de 500 pessoas	Lei Nº 1.787/2007

Fonte: Adaptado da legislação referente de cada Estado.

### 2.5.3 Região Nordeste

Conforme demonstrado no quadro 4, na região nordeste, não foi adotado o parâmetro de lotação para a exigência do sistema, e somente o estado de Pernambuco utilizou o parâmetro do número de pavimentos. O parâmetro de altura variou de 23m a 30m. O parâmetro de área se repete na maioria dos estados exigindo o uso do sistema quando a edificação possui área superior a 750m<sup>2</sup>. Porém, em Alagoas foi considerado a exigência apenas quando a área da edificação for maior a 3.000m<sup>2</sup>, o que demonstra que em relação a estes os outros estados as edificações de reunião de público em Alagoas estariam desprotegidas.

Quadro 4: Análise comparativa de exigências para locais de reunião de público quanto ao uso de sprinkler por estado, região nordeste

Exigências quanto ao uso de <i>sprinklers</i>		
ESTADO	EXIGÊNCIA OBRIGATÓRIA	LEGISLAÇÃO
ALAGOAS	Edificação térrea com área igual ou maior a 3000m <sup>2</sup>	Portaria n.º 178/2013.
BAHIA	Edificação com área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 30m	Decreto Nº 16.302/2015
CEARÁ	Edificação com área maior a 750m <sup>2</sup> com altura maior a 24m	Norma Técnica N.º 001/2008- CBMCE
MARANHÃO	Edificação com altura maior a 30m	Lei Nº 6.546/1995
PARAÍBA	Edificação com área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 23m	NORMA TÉCNICA Nº 004/2013 – CBMPB
PERNAMBUCO	Acima de 2 pavimentos	Decreto Nº 19.644/1997
PIAUÍ	Edificação com área maior a 900m <sup>2</sup> e altura maior a 30m	Decreto Nº 17.688/2018
RIO GRANDE DO NORTE	Edificação com área maior a 750m <sup>2</sup> e altura maior a 30m	- Instrução Técnica 01/2018 (Parte 1) – CBMRN
SERGIPE	Edificação com altura maior a 23m	Decreto Nº 30.954/2018

Fonte: Adaptado da legislação referente de cada Estado.

De acordo com o observado no quadro 5, a região Centro-oeste apresenta claramente diferenças entre seus estados, onde nenhum deles utiliza a mesma exigência. O estado Mato Grosso apresenta a exigência quando a área for maior à 2.000m<sup>2</sup> enquanto Distrito Federal apresenta a mesma exigência quando a área for maior à 500m<sup>2</sup>.

Quadro 5: Análise comparativa de exigências para locais de reunião de público quanto ao uso de sprinkler por estado, região Centro-oeste.

Exigências quanto ao uso de <i>sprinklers</i>		
ESTADO	EXIGÊNCIA OBRIGATÓRIA	LEGISLAÇÃO
DISTRITO FEDERAL	Área maior à 500 m <sup>2</sup> e número de pavimentos superior a 2.	Norma Técnica Nº001/2002 CBMDF
GOIÁS	Área maior que 750m <sup>2</sup> e altura maior a 23m.	Lei Nº 15.802/2006
MATO GROSSO	Área maior a 2.000 m <sup>2</sup> e/ou lotação acima de 1.000 pessoas.	Decreto Estadual Nº 857/1984
MATO GROSSO DO SUL	Área maior que 900 m <sup>2</sup> e altura maior a 30 m.	Lei Nº 4.335/2013

Fonte: Adaptado da legislação referente de cada Estado.

## 2.5.5 Região Sudeste

Pode-se verificar a divergência entre os três Estados da região Sudeste, conforme demonstrado no quadro 6. Os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro apresentam o parâmetro de área igual, e o parâmetro de altura se repete em Espírito Santo e São Paulo.

Quadro 6: Análise comparativa de exigências para locais de reunião de público quanto ao uso de sprinkler por estado, região Sudeste.

Exigências quanto ao uso de <i>sprinklers</i>		
ESTADO	EXIGÊNCIA OBRIGATÓRIA	LEGISLAÇÃO
ESPIRITO SANTO	Área superior a 900 m <sup>2</sup> e altura acima de 30 m ou área superior a 900m <sup>2</sup> com lotação acima de 2.500 pessoas.	Norma Técnica Nº 02/2013 CBMES
MINAS GERAIS	Área maior que 750m <sup>2</sup> e altura maior a 12 m.	Instrução Técnica nº 01 / 2017- CBMMG
RIO DE JANEIRO	Área superior a 1.500m <sup>2</sup> em qualquer pavimento.	Decreto Nº 42/2018 – COSCIP - CBMERJ
SÃO PAULO	Área maior que 750m <sup>2</sup> e altura maior a 30 m	Decreto Nº 63.911/2018

Fonte: Adaptado da legislação referente de cada Estado.

## 2.6 Padronização da exigência de chuveiro automático no Brasil nos locais de reunião de público

Não há um equilíbrio em relação às exigências do uso do sistema em questão no país e dentro das regiões. Os critérios para as exigências são diversificados, em alguns casos é utilizada a área da edificação, outros a lotação e em outros a altura, e em poucos casos a lotação, podendo ainda existir combinações entre estes.

O Sul do estado não há tantas divergências, tendo em vista que se trata de uma região com pequeno número de estados. O parâmetro da área se repete entre dois estados e apenas o Paraná utiliza como parâmetro a altura da edificação.

Na região Norte há uma variação entre os parâmetros da área de 400m<sup>2</sup> e altura da edificação de 18m, o que impossibilita de saber qual estado está minimamente seguro utilizando o sistema ou seria um exagero o uso do sistema na edificação.

Dentro da região Nordeste existe pontos extremos na exigência do uso do sistema, onde a legislação no estado de Pernambuco exige a instalação dos chuveiros automáticos quando a edificação possuir mais de dois pavimentos, não impondo limite na área da edificação, o que é um ponto negativo, pois quanto maior for o ambiente, maior será a lotação e materiais no local, e conseqüentemente, em caso de sinistro muitas vidas e muitos bens podem ser perdidos. Já em Alagoas a legislação exige o sistema quando a edificação possuir área superior a 3.000m<sup>2</sup>, não especificando como parâmetro a altura da edificação.

No Centro-oeste o contraste é claro, a mesma exigência não se repete em nenhum estado. Todos os estados utilizam como parâmetro a área, porém esta varia de 500m<sup>2</sup>, 750m<sup>2</sup>, 900m<sup>2</sup> à 2.000m<sup>2</sup>. Os estados fazem combinação da área, com os parâmetros de lotação, número de pavimentos e altura da edificação. A edificação que estaria mais protegida seria o Distrito Federal devido à exigência de o sistema ser obrigatório quando a edificação possuir área maior à 500m<sup>2</sup> e número de pavimentos superior a 2.

Outro exemplo da falta de equilíbrio das exigências ocorre na região sudeste, onde no Espírito Santo e em São Paulo o uso obrigatório se faz quando a edificação possuir altura maior que 30 m, enquanto no estado de Minas Gerais é exigido apenas quando a altura da edificação for maior que 12 m. Minas Gerais seria o estado que estaria mais seguro devido à exigência do sistema ser obrigatório quando a edificação possuir área maior à 750m<sup>2</sup> e a altura da edificação maior que 12m.

Diante do acima exposto, considerando primeiramente a importância de se estabelecer parâmetros que sejam razoáveis do ponto de vista da segurança e, buscando estabelecer equilíbrio nos critérios utilizados para a obrigatoriedade do uso do sistema, independente das regiões em que se situam, o procedimento a ser adotado como parâmetro único é a exigência do uso de chuveiros automáticos nas edificações de reunião de público com área maior ou igual a 750m<sup>2</sup> e altura maior ou igual a 12m.

### 3. CONCLUSÃO

Conforme foi abordado no decorrer do presente artigo, a exigência do uso do chuveiro automático em locais de reunião de público apresenta ausência de equilíbrio em âmbito nacional.

Procurou-se demonstrar a relevância dos chuveiros automáticos na proteção contra incêndio que há mais de 40 anos proporciona benefícios significativos nas edificações e por consequência a todos os seus usuários. Foi realizada uma pesquisa minuciosa das legislações de todos os estados do Brasil, com o propósito de expor a discrepância das exigências para o uso do sistema em debate.

Mediante ao exposto, fica claro que as divergências entre as exigências e falta de rigor do uso do sistema de chuveiros automáticos vem trazendo grandes problemas para a sociedade, tendo essas condições em vista, uma padronização em âmbito nacional se faz necessária para um uso mais eficiente do sistema de chuveiros automáticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMANI, Inspeção Predial de Sistemas de Chuveiros Automáticos: uma proposta de roteiro sobre os requisitos. 192f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10897: Proteção contra incêndios por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13434: Sinalização de segurança contra incêndio e pânico – Parte 1: Princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Lei n. 13.425: Diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndios e desastres em estabelecimentos, edificações e área de reunião de público. Brasília, DF, 2017.

BRYAN, J.L. Automatic Sprinkler and Standpipe Systems. 2 ed. Quincy: National Fire Protection Association. New York, 1990.

DANA, G. – Automatic Sprinkler Protection, Wiley, New York. 1919. Disponível em: <<https://archive.org/details/automaticsprink02danagoog>>. Acesso em 17 de outubro de 2019.

EUROPEAN FIRE SPRINKLER NETWORK (EFSN). Summary of Legislative Incentives for Fire Sprinklers in New Buildings, 2019. Disponível em: <<https://www.eurosprinkler.org/wp-content/uploads/2019/10/Summary-Legislation-2.pdf>> Acesso em 19 de outubro de 2019.

ISB - Instituto Sprinkler Brasil. Legislação. 2019. <<http://sprinklerbrasil.org.br/legislacao/>>. Acesso em 17 de outubro de 2019.

SEITO, A. et al (coordenador). A Segurança contra Incêndio no Brasil. São Paulo, 2008.

SKOP. 7 vantagens de instalar um sistema de chuveiros automáticos. 2016. <<http://www.skop.com.br/2016/09/08/7-vantagens-de-instalar-um-sistema-de-chuveiros-automaticos/>>. Acesso em 21 de outubro de 2019.

WOLLENTARSKI JÚNIOR, J. C. Sprinklers: conceitos básicos e dicas excelentes para profissionais: um estudo prático sobre NFPA 13. São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2015.

# CAPÍTULO XX

## ANÁLISE COMPARATIVA DAS PLATAFORMAS BIM E CAD NA APLICAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

*Derek Santos de Souza*

*Leninson Amaral Silva*

*Iara da Silva de Almeida*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

### RESUMO

O uso da tecnologia BIM em projetos arquitetônicos estão cada vez mais presentes nas empresas de projetos e construções. O presente trabalho tem por finalidade abordar as vantagens de se usar essa plataforma na elaboração de projetos de edificações para se conseguir além de diminuir o tempo na elaboração, melhor qualidade e entendimento do empreendimento. À medida que a população cresce e a demanda de construções e reformas aumenta exponencialmente, o prazo e a qualidade destas construções, agora mais curtos, precisam ser atendidas de forma mais ágil. Para se atender essas expectativas além de diminuir drasticamente os erros mais comuns na elaboração destes projetos, se fez necessária a criação da plataforma BIM que permite de forma integrada e automatizada a elaboração de projetos bem como as documentações necessárias para todo o processo. Buscou-se através de estudo de caso demonstrar a diferença concernente ao tempo e qualidade na confecção do projeto de uma edificação unifamiliar usando os softwares AutoCAD e Revit de forma a poder determinar as vantagens e desvantagens entre as duas plataformas.

**A**utoCAD, é um software de tecnologia CAD - Computed-Aided Design (Desenho Auxiliado por Computador), da empresa Autodesk que segundo Schodek et al (2007), foi a grande novidade da década de 80 utilizada para desenhos técnicos.

Apesar da utilização deste software ter impactado drasticamente a área de gerenciamento de projetos concernente ao custo e tempo, ainda assim por ser passível a erros e, tendo em vista as novidades crescentes no ramo da construção civil, fez-se necessário a criação de novos métodos de confecção de projetos. De acordo com Eastman et al (2014), estes fatores deram início ao desenvolvimento à Modelagem da Informação da Construção.

Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos, sendo assim, permite que todos os seus desenhos, tabelas e planilhas associados sofram alterações automáticas e dinâmicas a partir de apenas mudanças no modelo gráfico (COELHO et al, 2006).

O modelo abrange geometria, relações espaciais, indicadores geográficos, quantidades e propriedades de componentes e produtos empregados na obra. Assim, o projeto contém todas as informações sobre a construção, seu tempo de execução, fatores e processos operacionais tanto na parte construtiva como na de instalações (FERREIRA, 2007).

Na tecnologia BIM, na modelagem do projeto, atribui-se características aos objetos como tipo do material, dimensões e revestimento, sendo essas informações gravadas em seu banco de dados que podem ser consultadas por todos da equipe de planejamento envolvidos. Essa característica é um grande diferencial no quesito de aumentar a qualidade nos produtos e processos dos que se utilizam dessa tecnologia (PROTÁZIO & RÊGO, 2010).

Tendo em vista essas tecnologias existentes e levando em consideração que esse assunto ainda no Brasil não é muito difundido, sendo um dos motivos a carência de estudos comparativos de desempenho na elaboração

e execução de projetos, qual delas (BIM e CAD) comparando fatores como o tempo, nível de detalhamento e grau de dificuldade, seria a mais adequada para a elaboração de projetos arquitetônicos?

Para exemplificar, foi realizado nos softwares AutoCad e Revit, um projeto de edificação unifamiliar de um pavimento a fim de se comparar a produtividade e qualidade de ambos os métodos. O software AutoCAD foi utilizado como ponto de estudo pois é o mais utilizado no ramo de projetos nos escritórios de arquitetura e engenharia além da grande maioria dos profissionais já terem domínio dos recursos deste programa. Para o modelo BIM, o Revit foi escolhido não só por ser desenvolvido também pela Autodesk, da mesma forma que o AutoCAD, como pelo fácil acesso a curso de aprendizagem e aperfeiçoamento em sua utilização.

Este estudo tem como objetivo principal demonstrar as principais diferenças entre as plataformas BIM e CAD para que o profissional da área consiga escolher a tecnologia que melhor atenderá as suas necessidades no dia a dia. Além disso, este trabalho busca mostrar as vantagens e desvantagens entre essas tecnologias e comparar os programas AutoCad e Revit, ambos da empresa Autodesk.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistema CAD

**D**e acordo com Vasti (2016) em substituição a projetos feitos em prancheta, tem-se na tecnologia CAD (Computer Aided Design), a pelos trinta anos, uma nova forma de se representar esses modelos. Desde então vem-se acompanhando, pela indústria de projetos, o desenvolvimento crescente de software e hardware. Os primórdios dos projetos gráficos com auxílio de computadores feitos para engenharia são datados de 1950 e já no ano seguinte as impressoras e terminais gráficos sendo que o primeiro projeto em três dimensões só surgira em 1962.

Foi somente três décadas depois (1970) criado um padrão, lançado pela IBM, que guiaria o mercado na questão do desenvolvimento do siste-

ma CAD. Conforme Cardoso et al. (2013), os softwares CAD em escala só foram comercializados ao final da década de 70. Para melhor exemplificar, o software AutoCAD criado pela Autodesk, se limitava apenas a representações em duas dimensões levando-se em consideração aos equipamentos disponíveis da época. Por anos, apenas grandes empresas se utilizavam da aplicação desse sistema como a indústria automobilística e aeroespacial pois o uso desta nova plataforma necessitava de máquinas computacionais caras, de difícil uso e mão de obra especializada.

De acordo com Ruchel (2014) o sistema CAD é descrito como um agrupamento de polígonos que contém informações vetoriais, volumes e áreas. Porém, no atual momento em que vivemos acaba se tornando insuficiente em demasia. Nos encontramos em uma era onde a programação é orientada ao objeto, aonde se precisa de informações de dados, intercambialidade entre softwares entre outras facilidades. A tecnologia CAD, de acordo com Borges (2015), baseia-se em polígonos, textos e retas em uma ambientação vetorial virtual.

Mesmo o sistema CAD apresentando uma evolução, apenas tornou o processo mais rápido, preciso e flexível quando transferiu para um ambiente virtual as suas ferramentas de desenho, mantendo-se somente para fins de representação não existindo uma mudança de paradigma. A plataforma CAD hoje conta com uma interface 3D e os planos em 2D são apenas uma ínfima parte de sua gama de funcionalidades.

## 2.2 AutoCAD

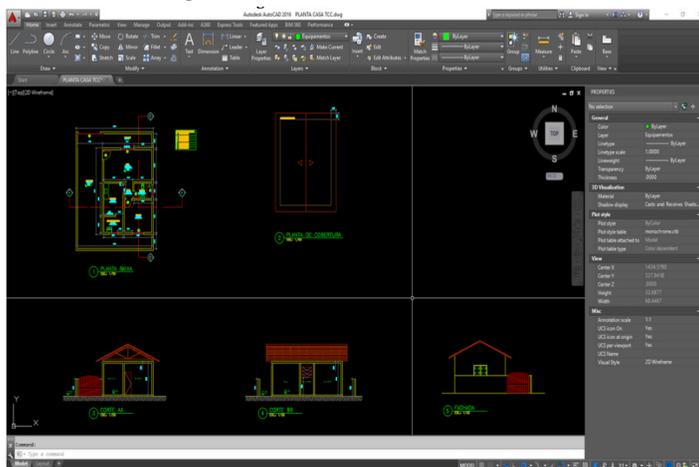
Sua comercialização veio no começo dos anos 80 ao mesmo tempo em que se lançava pela IBM seu computador pessoal, pelo qual a computação em desktop se tornou acessível, apesar de sua história se iniciar duas décadas antes. John Walker, fundador da Autodesk (1982) lançou no ano seguinte o AutoCAD, o que gerou uma revolução no que diz respeito a elaboração de projetos. Desde a criação do CAD até o começo do século XXI, foi retratado como único em questão de reprodução gráfica de forma compu-

tadorizada, utilizado como principal software em escritórios e empresas da indústria da arquitetura, engenharia e construção (BELLUOMINI, 2017).

Conforme a figura 1 é notório, na área de projeção, a contribuição e domínio desta ferramenta aonde mostra a interface do programa AutoCAD. É o protagonista da área, ampliando a visão para novas tecnologias de softwares dado o avanço progressivo da tecnologia (NUNES e LEÃO, 2018). Entretanto, o sistema AutoCAD em algumas situações acabou causando um distúrbio de idealização entre o virtual para o real no começo de sua utilização enquanto se iniciava ao comercio de projeção (AYRES FILHO e SCHEER, 2007).

De acordo com os já citados processos que se mostraram problemáticos como: inconsistências, produções repetitivas, falhas e inseguranças, as informações do projeto realizado acabam tendo uma perda considerável (EASTMAN et al, 2014).

Figura 1: Interface AutoCAD 2016.



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

## 2.3 Sistema BIM

Não existe um consenso para sua definição. Segundo Crotty (2012), a modelagem BIM permite que o projetista construa de forma virtual a edificação ainda na fase inicial, afirmando que a abordagem desta plataforma tem por sua característica uma melhor interação, troca de informações

e dados, e estabelece meios necessários para que todos os softwares e integrantes da equipe se relacionem de forma efetiva. Essa nova ferramenta vem agrupando admiradores entre engenheiros e arquitetos, principalmente por suas vantagens com respeito ao custo e tempo.

De acordo com Ferreira (2007), a tecnologia BIM é composta por mecanismos que geram informações e arquivos que permitem tanto na elaboração quanto na execução do projeto uma maior precisão dos custos e desempenho da edificação. Ainda salienta que esta plataforma reúne geometria, componentes, tabelas com informação de produtos e seus respectivos valores no mercado, podendo desta forma dependendo do nível de detalhes incorporados conter todas as informações necessárias para processos e métodos executivos, bem como as instalações hidráulicas, elétricas, climatização, entre outros. Por todos esses aspectos o BIM traz grandes modificações no processo projetual, como o seu nível de detalhes e a melhor visualização de falhas nos elementos construtivos de forma mais nítida, muitas vezes omitidos quando usados programas convencionais em duas dimensões.

## 2.4 BIM e a qualidade no projeto

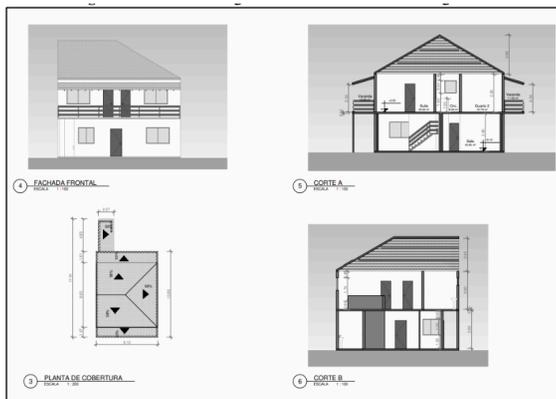
Esta nova tecnologia tem como propósito ser uma ferramenta para melhorar a qualidade dos projetos. Conforme Romero (2009) e Laubmeyer et al (2009) existem melhorias dos relatórios técnicos e há aspectos do BIM que aumentam o desempenho no processo de projeto (CRESPO, RUSCHEL, 2007a).

Quando se utiliza o software CAD, a elaboração de todos os desenhos técnicos baseia-se no trabalho manual dos profissionais da área. Softwares que utilizam a plataforma BIM geram de forma automática esses desenhos, de forma mais ágil, diminuindo assim a quantidade de erros (LAUBMEYER et al, 2009).

A plataforma BIM nos dá de forma mais precisa, detalhada e consistente as documentações técnicas necessárias para a execução do projeto (Figura 2). Pode se ter todas as elevações e cortes melhores representados

para visualização e entendimento da edificação, pranchas sobrepostas entre outras facilidades (ROMERO & SCHEER, 2009).

Figura 2: Cortes e vistas geradas em software com tecnologia BIM



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Quando houver quaisquer alterações no modelo, a modificação em todas as representações acontece de forma automática, isso elimina um dos grandes problemas no processo de elaboração do projeto: as correções na documentação técnica (LAUBMEYER et al, 2009; ROMERO & SCHEER, 2009).

O BIM proporciona menor tempo nas correções, diminuição de erros na falta de alterações em alguma parte do projeto, a consistência dos dados entre outros. Ainda que não se utilize todo o potencial que a plataforma proporciona, o uso dos softwares que se utilizam dessa tecnologia incorpora qualidade tanto ao produto quando ao processo do projeto (ROMERO & SCHEER, 2009; CRESPO & RUSCHEL, 2007a).

## 2.5 REVIT

De acordo com Justi (2010), o Revit é um software da empresa Autodesk baseado na tecnologia BIM voltado para o design de projetos de engenharia e arquitetura onde se consegue a partir dele elaborar todas as documentações necessárias desde o início a conclusão do processo.

Usuários desta plataforma adquirem qualidade e coordenação além de uma melhor interação e comunicação com toda a equipe envolvida no projeto, o

350 que é considerado uma grande vantagem competitiva (JUSTI, 2010).

Conforme Helm (2012) no Revit não existe blocos como no AutoCAD, ao invés disso ele é constituído por componentes denominados “famílias” para separar os objetos construtivos como: janelas, portas, mobiliários, componentes elétricos, telhados, entre outros.

Apesar do conceito entre blocos e famílias serem parecidos existe uma grande diferença, esses componentes não são somente desenhos, como no AutoCAD, mas sim objetos capazes de serem manipulados no espaço da prancha, que quando alterados eles se modificam em todas as vistas do projeto, além de poderem agregar em suas informações o nome do fabricante, tipo de material empregado, custo e valores referentes, dimensões, e outras informações que forem pertinentes. Existe ainda outra vantagem na utilização do Revit que para Helm (2012) é a de que todos da equipe conseguem visualizar qualquer tipo de alteração de forma automática e em tempo real, mesmo de forma remota, não necessitando trabalharem no mesmo ambiente, dessa forma reduzindo drasticamente erros e problemas de compatibilidade de projeto e aumentando a qualidade do mesmo além de diminuir o tempo de elaboração.

De acordo com Helm (2012) existem tabelas geradas de forma automática pelo software como quantitativos e custos que são modificadas ao passo que são inseridos ou modificados itens dentro do projeto (Figura 3). Para exemplificar, o programa gera tabelas de áreas construídas e de ambientes, tabelas de alvenaria contendo o quantitativo de argamassa, número de tijolos, metragem de revestimentos separados por ambiente entre outras tabelas necessárias para facilitar o custo e tempo necessário para executar este empreendimento.

Figura 3: Tabelas geradas pelo Revit

QUANTITATIVO DE JANELAS				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
J08	5	1.74	1.20	Janela simples de alumínio e vidro
J18	1	1.19	1.20	Janela simples de alumínio e vidro
J19	2	1.54	1.20	Janela simples de alumínio e vidro
J20	1	0.46	0.30	Janela simples de alumínio e vidro
J21	3	0.54	0.54	Janela simples de alumínio e vidro
J27	1	0.94	0.94	Janela simples de alumínio e vidro
J28	1	0.94	0.94	Janela simples de alumínio e vidro

QUANTITATIVO DE PORTAS E GRADIS				
CÓD	QT	COMPRIMENTO	ALTURA	DESCRIÇÃO
P02	10	0,76	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira
P03	2	0,86	2,10	Porta de abrir de madeira, semioca com forras de madeira
P04	1	0,96	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira
P09	1	1,30	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira
P10	1	3,00	2,10	Porta de madeira semioca com forras de madeira

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

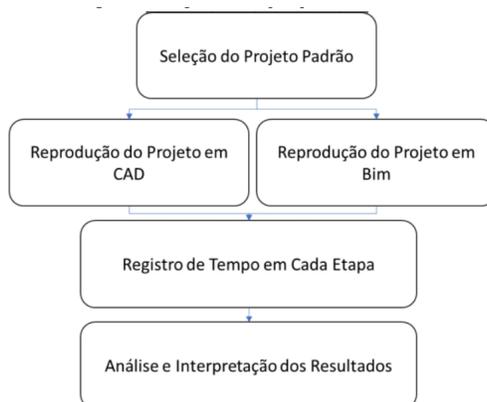
Pode-se também usar o Revit para se fazer um estudo de incidência solar afim de poder definir a melhor distribuição de ambientes promovendo um melhor conforto para o proprietário (JOANNA HELM 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Desenho Metodológico

Para comparação de desempenho entre o processo de projeto no método CAD e método BIM, inicialmente se definiu o projeto padrão para reprodução. Selecionado o projeto, o mesmo foi disponibilizado para 2 voluntários com experiência comprovada no uso das ferramentas requeridas. Cada voluntário reproduziu o projeto em ambas as metodologias, e registraram o tempo gasto em cada fase. A figura 4 abaixo apresenta as etapas aplicadas no estudo.

Figura 4: Fluxograma das etapas aplicadas no estudo



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)



cotas, criação da prancha e impressão. Utilizou-se os softwares criados pela empresa Autodesk, o AutoCAD e o REVIT (licença educacional) para reprodução na metodologia CAD e BIM respectivamente.

### **3.4 Análise e Interpretação dos Resultados**

Considerou-se para análise de produtividade o tempo gasto no desenvolvimento dos projetos e processos. O prazo utilizado para a elaboração de cada etapa foi inserido em planilha eletrônica e seus resultados tabulados, desenvolvendo-se tabelas e gráficos a fim de usar as informações para estudo comparativo.

### **3.5 Equipamento**

O presente trabalho foi desenvolvido em computador desktop com as seguintes configurações:

- Processador: AMD FX 8300 3.30GHz;
- Sistema operacional: Windows 10 Home 64 bits;
- Memória RAM: 16GB;
- Placa de vídeo: Geforce GTX 1060 OC 6GB;
- AutoCAD 2016;
- Revit 2018.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Resultados do Teste de Reprodução**

Na utilização do software AutoCAD, pode ser observado na tabela 1 que o tempo médio para finalização de todas as etapas foi de 2 horas e 24 minutos. Detalhando cada etapa, nos cortes o tempo médio foi de 60 minutos, na Planta Baixa a média do tempo gasto foi de 54 minutos, as elevações obtiveram um tempo médio de 15 minutos e por fim as finalizações

Tabela 1: Prazo de desenvolvimento do projeto.

Projeto Arquitetônico	Metodologia CAD (min)
Planta baixa	54
Corte "AA"	34
Corte "BB"	26
Planta de cobertura	5
Finalizações	10
Elevações	15
Total	144

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

A tabela 2 apresenta o prazo de desenvolvimento usando a plataforma BIM e analisando o tempo utilizado no Revit, uma diferença discrepante entre as duas plataformas pode ser notada, quando comparado o tempo médio total gasto que foi de 28 minutos, tempo esse reduzido mais que a metade. Para a Planta baixa, foi demandado o tempo médio de 15 minutos, Planta de cobertura teve um tempo médio de 5 minutos, cortes e elevações não tiveram seu tempo contabilizado devido a realização automática do software. Um tempo maior que no programa AutoCAD foi utilizado nas finalizações, com uma média do tempo gasto de 13 minutos.

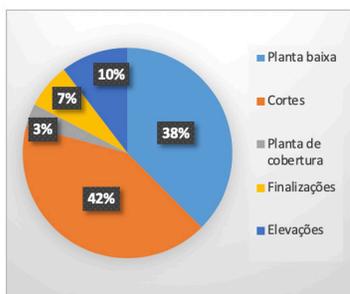
Tabela 2: Prazo de desenvolvimento do projeto.

Projeto Arquitetônico	Metodologia BIM (min)
Planta baixa	10
Corte "AA"	0
Corte "BB"	0
Planta de cobertura	5
Finalizações	13
Elevações	0
Total	28

Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Utilizando os gráficos (figura 5), para avaliar o tempo total gasto na elaboração do projeto, o AutoCAD, nota-se que na criação dos cortes, cobertura e da Planta Baixa a maior duração desse tempo que somadas totalização 83% do período. As elevações tiveram 10%, e as finalizações 7%.

Figura 5: Tempo gasto de projeto no AutoCAD Figura 6: Tempo gasto de projeto no BIM



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)



Fonte: Arquivo Pessoal (2019)

Avaliando o tempo gasto no software Revit (Figura 6) nota-se que a maior demanda acontece na realização das finalizações, um total de 46% seguido da elaboração da Planta Baixa com 36%. Esse tempo maior exigido nas Finalizações ocorre pelo trabalho em encontrar famílias e componentes. O ganho de tempo do Revit aconteceu durante os três primeiros processos (elevações, cortes e planta baixa), na elaboração da planta e de forma automática e conjunta, com a inteligência computacional do software produziu as elevações e cortes. No AutoCAD gastou-se muito mais tempo por ser preciso criar manualmente cada parte citada, necessitando de várias linhas para a criação de paredes diferentemente o Revit em que existe uma família denominada parede que automatiza a criação dessas linhas conforme o usuário a projeta de acordo com o desejado. O desenvolvimento do projeto através do software Revit (BIM) foi de 514% mais rápido que o AutoCAD.

No quesito qualidade o software Revit é muito superior ao AutoCAD pois além de fazer o desenho em 2D e poder inserir as cores reais da cerâmica, parede entre outros, ainda faz o mesmo em 3D tornando o projeto mais real possível e isso gera uma melhor visão para o cliente sobre o produto final. As empresas de eletrodomésticos, móveis, tubulações entre outros já colocam disponível o arquivo de seus produtos de venda para a inclusão na plataforma BIM, o que ajuda na formulação dos ambientes.

Foi verificado que o Revit, no quesito de reprodução do projeto, é mais eficiente que o programa AutoCAD conseguindo executar cinco vezes mais rápido o objetivo do estudo. Além disso foi observado que os dois programas conseguem ser facilmente aprendidos. Apesar do Revit ser mais rápido e sua qualidade na reprodução ser mais alta, ele não é muito utilizado por não existir incentivo para seu uso nas universidades além de não ser muito difundido no mercado, colocando o AutoCAD como principal software de reprodução de projetos ainda por muito tempo nas empresas e escritórios de arquitetura, engenharia e construção civil.

Todas as empresas e escritórios deveriam migrar para o Revit? Os escritórios que relutarem em migrar estarão perdendo dinheiro, pois permanecerão com os problemas que encontramos e serão mais lentos. Agilidade, velocidade, qualidade e diminuição de custos são a chave para o sucesso em qualquer ramo e mercado competitivo.

O Revit pode oferecer tudo isso mesmo que o custo seja 30% maior que utilizando o software CAD. Dito isso, este trabalho teve os objetivos propostos alcançados, na comparação das metodologias e avaliação de qualidade usando a reprodução de um projeto arquitetônico nas plataformas BIM e CAD. Desta forma, ainda surgem questões para trabalhos futuros, podendo ainda ser comparado projetos elétricos, hidráulicos e estruturais utilizando a tecnologia BIM em simbiose com outros softwares.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AYRES FILHO, C.; Scheer, S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba, 2007

BELLUOMINI, Nayra. A evolução do CAD. Disponível em: <http://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodeskbrasil/2017/01/02/a-evolucao-do-cad/> Acesso em: 5 de novembro de 2019

BORGES N. C. Ambiente BIM, 2015. Disponível em: < <http://www.abim-ci.com.br/wp-content/uploads/2015/02/200903.pdf> > Acesso em 19 de abr. de 2018.

COELHO, S. B. de S.; MATTAR, D. G.; NOVAES, C. C. Estudo comparativo dos recursos disponíveis em extranet colaborativo de gestão de projetos, com base em sistemas proprietários ou em software livre. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006. Anais. Florianópolis, 2006.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Solução BIM para a melhoria no processo de projetos. In: V SIBRAGEC Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, Campinas, 2007a, Anais... CD-ROM.

CROTTY, R. The Impact of Building Information Modelling. SPON Press. Nova Iorque, 2012

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, S. L. Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa. In: Workshop Brasileiro de Gestão de Processo de Projetos na Construção de Edifícios. 7, 2007, Curitiba. Anais eletrônico. Curitiba, UFPR, 2007.

HELM, J. BIM: vantagens e características. 2012. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-49221/bim-vantagens-e-caracteristicas-eron-costin> Acesso em: 9 de novembro 2019.

JUSTI, A. Implantação da Plataforma Revit nos Escritórios Brasileiros. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4237/gtp.v3i1.56>. Acesso em: 8 de novembro de 2019.

LAUBMEYER, L. A. S.; MAGALHÃES, A. L. F.; LEUSIN, S. R. A. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. In: IV Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção civil, Rio de Janeiro, 2009, Anais. CD-ROM.

PROTÁZIO, J. V. B.; RÊGO, R. M. Estudo e avaliação de tecnologias BIM para projeção em arquitetura, engenharia e construção. Recife: Instituto Federal de Pernambuco, 2010.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projeto entre a CAD tradicional e a modelagem BIM. Revista de Engenharia Civil, Braga, 55, 47-61, julho 2018

ROMERO, J. M.; SCHEER, S. Potencial da Implementação da BIM no Processo de Aprovação de Projetos de Edificação na Prefeitura Municipal de Curitiba. In: SBQP 2009 Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2009, São Carlos, SP

RUCHEL, R.C Modelagem da Informação da construção. Campinas - SP, 2014, 55p.

SCHODEK, D.; BECHTHOLD. M.; GRIGGS, J. K.; KAO, K.; Steinberg, M. Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in INC. New Jersey: John Willey & Sons, 2007.

VASTI, A.C, 3D modeling e BIM: applications and possible future developments. Sapienza Universidade de Roma, Roma, 2016, 630p.

## MINI CURRÍCULO DOS AUTORES

### **AIRTON DE OLIVEIRA CLAUDINO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: ayrtonba2008@gmail.com

### **ALLEX ALMEIDA DA SILVA**

Graduando em Engenharia civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: allexld\_10@hotmail.com

### **ANA QUÉZIA CERQUEIRA DA SILVA SANTOS**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: anaquezialpa@hotmail.com

### **ARTHUR RODRIGUES VILARINO FRANCISCO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: arthurvilarino@hotmail.com

### **CAROLINE FERNANDES DA SILVA GOMES**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: carolinefsg.engcivil@gmail.com

### **CINTIA CABRAL DE ANDRADE**

Graduanda Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: Cintiacabral1@outlook.com

### **DEREK SANTOS DE SOUZA**

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: derekssouza@gmail.com

### **ELOAN MARLON DOS REIS MOREIRA**

Mestrando em Engenharia de Estruturas – UERJ; Engenheiro Civil.  
E-mail: eloan.engcivil@gmail.com

### **FELIPE CRUZ DE SOUZA**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: felipe\_cs@hotmail.com

### **FLÁVIA DA SILVA**

Doutoranda em Engenharia Civil Geotecnia UFRJ. Mestre em Engenharia de Petróleo pela COPPE-UFRJ, Coordenadora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: flaviasilva@unisiam.edu.br

**GIANLUCA DA SILVA SANTOS**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: gianluca.silva.santos@gmail.com

**GUILHERME PIRES VIEIRA**

Mestre em Sistemas de Gestão pela Universidade Federal Fluminense - UFF. Gerente de Manutenção. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Santa Úrsula. Pós Graduado em Engenharia de Manutenção pela COPPE UFRJ. Pós Graduado em Gestão Empresarial pela FGV  
E-mail: guilhermepires@id.uff.br

**HADRYENE CEZAR DA SILVA**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: hadry\_cezarc@yahoo.com.br

**ISABELLA POLITANO VIEIRA BARROS**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: isa17rj@gmail.com

**JEFFERSON BRENO LOMENHA PEREIRA**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: Jefferson.lomenha@gmail.com

**LEANDRO DE SOUZA FERREIRA**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: leandradesferreira@gmail.com

**LENINSON AMARAL SILVA**

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
leninsonamaral@gmail.com

**LINCOLN GUERRA CONCEIÇÃO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM  
E-mail: lincoln.jeik@gmail.com

**LOHANA VIDERES CURY**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: lohanavideres@gmail.com

**LORRANY RODRIGUES DO PRADO**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: lorrany.prado63@gmail.com

**MARCOS ALEXANDRE ARAUJO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: fleury@hotmail.com

### **MAURICIO DA SILVA GREGORIO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: mauriciogregorio@gmail.com

### **MICAELE CORREIA MATIAS**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: micaele.matias@gmail.com

### **NATHAN FRANÇA VIEIRA DE SIQUEIRA**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: nathan.franc@outlook.com

### **PATRICK RODRIGUES DAS NEVES**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: prn\_rodrigues@yahoo.com.br

### **PHELIPE APOLINÁRIO CAVALCANTE**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: cavalcante.engenharia01@hotmail.com

### **RAFAEL BESSA DOS SANTOS**

Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM  
E-mail: faes35@gmail.com

### **RENAN DE SOUZA**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM  
E-mail: rennan1012011@hotmail.com

### **ROBERTA DA SILVA VALDIVINO**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: bettasilva018@gmail.com

### **RONALD CHEREM DE ARAUJO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: ronnyfrantiny@gmail.com

### **SILAS NOGUEIRA DE FREITAS JUNIOR**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: silaspetroleo@gmail.com

### **TAINÁ RODRIGUES SANTOS SARMENTO**

Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: tainar.sarmento@gmail.com

**THAIZA PEREIRA DE MELO**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: t.haizapereira@hotmail.com

**VICTOR SOUZA DOS SANTOS**

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.  
E-mail: victor.0501@hotmail.com

Formato: Impresso  
Tamanho: 16 x 23 cm  
**ISBN 978-65-87809-00-7**

# **PARTICIPARAM DO PROJETO OS ACADÊMICOS E PROFESSORES DE ENGENHARIA CIVIL**

AIRTON DE OLIVEIRA CLAUDINO

ALEX ALMEIDA DA SILVA

ANA QUÉZIA CERQUEIRA DA SILVA SANTOS

ARTHUR RODRIGUES VILARINO FRANCISCO

CAROLINE FERNANDES DA SILVA GOMES

CINTIA CABRAL DE ANDRADE

DEREK SANTOS DE SOUZA

ELOAN MARLON DOS REIS MOREIRA

FELIPE CRUZ DE SOUZA

FLÁVIA DA SILVA

GIANLUCA DA SILVA SANTOS

GUILHERMÉ PIRES VIEIRA

HADRYENE CEZAR DA SILVA

ISABELLA POLITANO VIEIRA BARROS

JEFFERSON BRENO LOMENHA PEREIRA

LEANDRO DE SOUZA FERREIRA

LENINSON AMARAL SILVA

LINCOLN GUERRA CONCEIÇÃO

LOHANA VIDERES CURY

LORRANY RODRIGUES DO PRADO

MARCOS ALEXANDRE ARAUJO

MAURICIO DA SILVA GREGORIO

MICAELE CORREIA MATIAS

NATHAN FRANÇA VIEIRA DE SIQUEIRA

PATRICK RODRIGUES DAS NEVES

PHELIPE APOLINÁRIO CAVALCANTE

RAFAEL BESSA DOS SANTOS

RENAN DE SOUZA

ROBERTA DA SILVA VALDIVINO

RONALD CHEREM DE ARAUJO

SILAS NOGUEIRA DE FREITAS JUNIOR

TAINÁ RODRIGUES SANTOS SARMENTO

THAIZA PEREIRA DE MELO

VÍCTOR SOUZA DOS SANTOS

epitaya

Epitaya Propriedade Intelectual Editora LTDA

ISBN: 978-65-87809-01-4

