

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea



ORGANIZADORES

SARA DOS SANTOS SANTARÉM
FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUES
SUELÂNIA CRISTINA GONZAGA DE FIGUEIREDO



Editora Poisson

VOLUME
3

Sara dos Santos Santarém
Fabrício de Amorim Rodrigues
Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo
(Organizadores)

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no
contexto da era contemporânea
Volume 3

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2021

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas

Msc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea - Volume 3/ Organização: Sara dos Santos Santarém, Fabrício de Amorim Rodrigues, Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-160-3

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Engenharia 2. Inovação. 3. Tecnologia I. SANTARÉM, Sara dos Santos II. RODRIGUES, Fabrício de Amorim III. FIGUEIREDO, Suelânia Cristina Gonzaga de IV. Título

CDD-620

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

Comissão organizadora

Sara dos Santos Santarém

Mestre em engenharia civil pela Universidade Federal do Amazonas (2018) e Bacharela em Engenharia Civil (2015) pela Universidade Nilton Lins. Docente no Centro Universitário FAMETRO para o curso de Engenharia Civil. Experiência na área de Gestão, planejamento e controle, Orçamento, Projetos e Execução. Certificação em inglês Avançado (2019) pela Minds idiomas e possui experiência nos sistemas SAP, RM, UAU e SP7. Habilidades com Planilhas em Excel e MS Project e negociação com fornecedores, gerenciamento de equipes.

Fabício de Amorim Rodrigues

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Amazonas (2008) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2015). Atualmente coordena do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro.

Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Possui graduação em Economia, mestrado em Desenvolvimento Regional e doutorado em Ciências da Educação. Atualmente é Coordenadora de Pesquisa e Extensão do Instituto Metropolitano de Ensino-IME, atuando principalmente nos seguintes temas: Sustentabilidade, Pesquisa, Iniciação Científica, Articulação entre Pesquisa, Ensino e Extensão. Autora do Projeto Produzir e Publicar.

Prefácio

A escrita acadêmica é uma modalidade de texto específica para o público acadêmico, porém pouco praticada. O graduando apenas tem conhecimento desta modalidade de texto e escrita ao fazer seu trabalho de conclusão de curso (TCC). Infelizmente, quando chega este momento da produção do TCC muitos não estão familiarizados com a escrita acadêmica o que prejudica a qualidade destes trabalhos.

Por essa razão torna-se imprescindível incentivar a produção de textos acadêmicos, o que deve ocorrer de forma sistemática e recompensadora. Esta obra foi desenvolvida para aproximar o graduando de engenharia civil da prática de escrita acadêmica, reduzindo os obstáculos da escrita de trabalhos, as quais são na maioria extensas e cansativas.

Muitos graduandos, principalmente da engenharia, apresentam grande resistência a escrita, mesmo a de trabalhos técnicos. As exigências de um volume de informações e de qualidade tornam-se um obstáculo a escrita. A sistematização torna a produção do texto acadêmico mais ágil e precisa. Isso é possível com a produção de artigos, que tratam-se de textos compactos e estruturados.

A partir de textos bem escritos e estruturados é possível ainda compilar esses trabalhos em uma coletânea. A coletânea permite o acesso a um volume de informações de forma temática, contribuindo para a produção de outros trabalhos. Para a área de engenharia civil a apresentação de vários contextos organizados de forma temática possibilita a visão global dos temas e a conexão entre eles.

A reunião de textos produzidos por graduandos sobre temas da engenharia civil têm maior acessibilidade quando disponibilizados em meios digitais. Esta obra possibilita não somente a compilação de vários trabalhos como também visibilidade aos autores, por ser uma obra de acesso aberto. Portanto, esses textos não ficam esquecidos nas prateleiras e ainda podem ser atualizados ou ter novas abordagens.

Essa obra reuni textos na forma de artigos técnicos produzidos por alunos de graduação em engenharia civil sobre os seguintes temas: Modelagem da informação da construção civil (BIM), Obras de fundação, Projetos, Crescimento Urbano, Impactos ambientais, Gesso pré-moldado, Prevenção e combate ao incêndio, Drones, Sistema de drenagem, Tratamento de água.

Espera-se que essa coletânea promova a disseminação do conhecimento adquirido pelos graduandos de engenharia civil deste ano e a valorização da escrita acadêmica pelos acadêmicos. E que esta obra seja um instrumento de produção de novos conteúdos de elevada qualidade e mais acessíveis.

Prof.^a Dr.^a Luciane Farias Ribas

SUMÁRIO

Capítulo 1: BIM 9D: O uso da modelagem BIM e sua interação com a metodologia lean construction na gestão de processos construtivos..... 8

Ariane Umbelino da Silva, Jéssica de Oliveira Barros, Luciane Farias Ribas, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.01

Capítulo 2: Fundações superficiais e profundas em obras residenciais de um condomínio de Manaus-AM..... 27

Marcio da Silva Alecrim, Ellen Patrícia Pinheiro da Silva, Luciane Farias Ribas, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.02

Capítulo 3: Uso de software enterprise resource planning (ERP) para projetos em engenharia civil: Estoques..... 42

Paulo Higino Medeiros da Silva, Raimundo José Diniz Costa, Rosinei Aparecida Zigartti Bastos, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.03

Capítulo 4: Crescimento urbano: Processo de regularização de imóveis de baixa renda em Manaus 58

Priscila de Lima Cursino Matos, Brenda Socorro Santos Rodrigues, Sara dos Santos Santarém, Luciane Farias Ribas

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.04

Capítulo 5: Impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR – 319... 74

Thalia Nascimento das Chagas, Vinicius Rodrigues Ribeiro, Igor Bezerra Lima, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.05

Capítulo 6: A importância do estudo do solo na área da construção civil 89

Bruno Canto Nunes, Filipe da Rocha Magalhães, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.06

Capítulo 7: Gesso acartonado na construção civil: Características e aplicabilidade em ambientes internos..... 103

João Pedro Nascimento Fernandes, Natanael Brito de Araújo, Sara dos Santos Santarém, Frank Henrique Santos Fontineles

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Prevenção e combate ao incêndio: Resumo da legislação em nível federal, estadual e municipal aplicado a cidade de Manaus..... 112

Tayanne Guimarães Freitas, Kevin Maramaldo Pereira, Sara dos Santos Santarém, Rosinei Aparecida Zigartti Bastos

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.08

Capítulo 9: A utilização de drones na gestão de obras 123

Luiz Felipe Falcão Abdalla, Renan Gabriel dos Santos Soares, Frank Henrique Santos Fontineles, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.09

Capítulo 10: A relação da correta execução dos sisemas de drenagem e a durabilidade de obras de contenção 136

Wellington Neves Gadelha, Willas Meneses Nascimento, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.10

Capítulo 11: Colmatação em leitos filtrantes de fluxo descendente em estações de tratamento de água: Diagnóstico e soluções..... 150

Valdenilson Cabral Queiroz, Zuleina Farias Lopes, Sara dos Santos Santarém

DOI: 10.36229/978-65-5866-160-3.CAP.11

Capítulo 1

BIM 9D: O uso da modelagem BIM e sua interação com a metodologia lean construction na gestão de processos construtivos

Ariane Umbelino da Silva

Jéssica de Oliveira Barros

Luciane Farias Ribas

Sara dos Santos Santarém

Resumo: Embora os benefícios da modelagem BIM (Building Information Modeling) e da metodologia Lean Construction sejam reconhecidos, há muito a se explorar sobre as melhorias que a interação dessas metodologias podem causar no planejamento e controle de processos construtivos. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre Lean Construction e BIM, por meio de revisão sistemática de literatura, identificando os critérios para a implementação da dimensão 9D do BIM. Para alcançar este objetivo, utilizou-se como metodologia de pesquisa a revisão sistemática de literatura nas bases de dados ScienceDirect e Engineering Village da Compendex. Baseando-se nos artigos selecionados conforme os critérios de busca e seleção, foram identificadas e avaliadas as seguintes abordagens: a interação entre BIM e Lean, as características do BIM que contribuem para o gerenciamento do Lean, a correlação dos fundamentos do Lean Construction que contribuam para a implementação do BIM, e as ferramentas operacionais e gerenciais para a implementação do BIM 9D. Como resultado foi identificado que a junção das duas metodologias potencializam a redução do desperdício, a redução do retrabalho e o aumento da produtividade, através da previsibilidade e eficiência nos processos, agregando valor ao produto final. Sendo que o Lean Construction ainda funciona como uma estratégia no processo de implementação do BIM. Tudo isso é feito empregando uma variedade de técnicas através de programações. Conclui-se portando que a interação dessas metodologias podem ter um papel decisivo na melhoria das fases dos projetos, assim como convergem esforços para a construção de um “modelo único” de construção.

Palavras-chave: BIM 9D, Lean Construction, Interação.

1 INTRODUÇÃO

O Lean Construction e o BIM são temas que estão realizando mudanças significativas na indústria da construção civil e ambos visam a melhoria da produtividade. A Construção Enxuta está relacionada a gestão da construção e do projeto. E o BIM é definido como uma tecnologia da informação que permite a análise e o controle dos processos construtivos de um projeto.

A interação do sistema de Construção Enxuta (Lean Construction) e a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) promove muitos benefícios, como, a redução de retrabalho, melhor visualização e fluxo do processo, aumento da qualidade, aumento da segurança, aumento da produtividade, a eficiência de métodos de construção alternativos e o melhor gerenciamento dos processos construtivos.

A difusão dos sistemas Lean e BIM é relevante atualmente, discutido entre os profissionais e acadêmicos da área, pois os resultados vistos são em relação aos custos e eficiência quando utilizados em conjunto. O uso eficiente dos sistemas juntos é permitido devido ao Lean promover o uso eficiente do material, na redução da quantidade de resíduos e na agregação do valor ao produto. E o BIM por ser um conjunto de ferramentas, processos e tecnologias permite a representação digital e facilita o gerenciamento e manutenção dos processos envolvidos no projeto.

Para ampliar os conhecimentos e difundir o uso do BIM no gerenciamento de obras do setor da construção civil o presente trabalho tem por objetivo analisar a relação entre Lean Construction e BIM, por meio de revisão sistemática de literatura, identificando os critérios para a implementação da dimensão 9D do BIM.

O artigo apresenta os conceitos e fundamentos da filosofia Lean Construction e da metodologia BIM, contextualizando a pesquisa. A pesquisa foi realizada por meio de revisão sistemática de artigos em bases de dados científicos publicados nos últimos 5 anos. Baseado em critérios de busca e seleção os artigos foram analisados quanto a interação do BIM com o Lean Construction, identificando os benefícios e dificuldades na implementação. Foi possível estabelecer uma correlação dos fundamentos do Lean Construction que contribuíram para a implementação do BIM. Em seguida foram identificadas as características do BIM que contribuem para o gerenciamento do Lean Construction e as ferramentas operacionais e gerenciais para a implementação do BIM 9D.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INTRODUÇÃO AO LEAN CONSTRUCTION

O Lean Construction é um dos principais métodos de gestão e gerenciamento de projetos utilizados na construção civil, e através dessa metodologia é possível otimizar os processos de produção e eliminar as perdas. A indústria da construção civil diferencia-se das demais devido a sua dinâmica na hora de produzir. Onde, a sua estrutura de produção (fábrica) desloca-se para o local da produção (canteiro de obra) e, é a mão de obra que se movimenta em volta do produto, e não o produto que movimenta-se diante do fluxo de produção, como na grande maioria das indústrias (KOSKELA, 2000).

O setor da construção ainda é muito tradicionalista, isto é, resistente as mudanças

no qual diz respeito principalmente à inserção de novas tecnologias ou modelos de produção. Os aperfeiçoamentos de equipamentos, substituições de sistemas, técnicas, maquinários, diversificação de materiais com desempenhos superiores aos convencionais, dentre outras inovações, são medidas que estão mudando esse panorama (OLIVEIRA *et al.* 2016).

Atualmente a indústria da construção civil passa por uma transição, em que as empresas visam investir nos processos de produção. A abordagem do Lean Construction na construção civil destina-se a sequenciar os processos, planejando-os de forma que estejam sequenciados e em fluxo contínuo tendendo a otimizar os recursos e aumentar o lucro (OLIVEIRA *et al.* 2016).

2.1.1 HISTÓRICO

Após a Segunda Guerra Mundial surge a necessidade de reerguer o Setor Industrial. No Japão, a empresa automobilística Toyota introduziu o conceito de produção enxuta, através do Sistema Toyota de Produção – TPS. O Sistema Toyota de Produção tem sido definido como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção “enxuta” é, na verdade, um termo dado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do IMVP (International Motor Vehicle Program), um programa de pesquisas ligado ao MIT (Massachusetts Institute of Technology), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança (AZEVEDO; NETO; NUNES, 2010).

O Sistema Toyota apresentou um desempenho com resultados satisfatórios através do uso de práticas e ferramentas de gestão. Pode-se citar o Just in Time (JIT) e o Kanban como principais práticas para eficácia e sucesso do sistema. Medeiros et al. (2016) descrevem melhor essas práticas conforme tabela 01 a seguir:

Tabela 01 - Práticas de Produção Enxuta

PRÁTICAS	CONCEITO
Equipes multifuncionais	As equipes multifuncionais consistem em grupos de trabalhadores que realizam várias tarefas diferentes, conferindo flexibilidade ao sistema de produção (MONDEN, 2015).
Gerenciamento visual	O gerenciamento visual consiste em informações visuais sobre problemas e indicadores do sistema produtivo (MONDEN, 2015)
Produção puxada, Just in time (JIT)	Fornecer itens necessários, na quantidade necessária, no momento e no local correto para eliminar estoques e perdas e obter um fluxo contínuo de produção (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).
Kanban	O kanban é uma forma para se atingir o just in time por meio de cartões que contém informações de coleta, transferência e de produção que são enviados de um processo para o seu antecessor (OHNO, 1997).
Mapeamento do fluxo de valor	Mapear o fluxo de valor é descrever o caminho de todo o processo de transformação de material e informação de forma a identificar as atividades que não agregam valor (LIKER, 2005).
Melhoria contínua (kaizen)	A melhoria contínua tem por filosofia não aceitar o status quo de uma organização e sempre realizar as mudanças de modo incremental e rotineiro (MONDEN, 2015).

Fonte: Medeiros et al. (2016)

2.1.2 DEFINIÇÃO

O Lean Construction, originado na filosofia Lean, busca a aplicação de práticas, princípios e ferramentas, usados em fabricas, canteiro de obras ou em qualquer outro processo que necessite ter um melhor gerenciamento. Essa filosofia é baseada em uma produção sem geração de estoques e desperdícios que não agregam valor ao produto final (KOSKELA, 2000).

Segundo Koskela (1994) há 11 princípios básicos para o Lean Construction que são utilizados como base de orientação sobre essa filosofia. Tais conceitos abordam fatores que podem aumentar a assertividade das tarefas e a qualidade dos produtos na construção civil. Os Princípios do Lean Construction são: (1) Reduzir a parcela de atividades que não geram valor, (2) Aumentar o valor do produto por meio das considerações das necessidades dos clientes, (3) Reduzir a variabilidade, (4) Reduzir o tempo de ciclo de produção, (5) Simplificar mediante a redução do número de passos (Atividade), (6) Aumentar a flexibilidade, (7) Aumentar a transparência do processo, (8) Focar no controle do processo global, (9) Introduzir melhoria contínua no processo, (10) Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e melhorias no processo de transformação e (11) Fazer benchmarking.

Como informa Barros Neto (2007), uma vez definidos os objetivos de longo prazo condizentes com as necessidades da empresa, levando-se em conta as particularidades internas e o contexto externo devidamente mapeados e contemplados no planejamento de longo prazo, a abordagem estratégica consegue contribuir para uma maior coerência no processo de implantação dos conceitos Lean.

2.1.3 IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION

Os países que possuem o Lean Construction implementado são: Alemanha, China, Estados Unidos e Japão. No Brasil a implementação está mais concentrada na região sul e sudeste do Brasil (OLIVEIRA, 2020).

Segundo Valente (2017) as fases de implementação do Lean Construction são:

- Identificar o valor: É a definição do valor de acordo com o que o cliente deseja, ou seja, as características cobradas pelo mesmo. O valor da característica própria do produto supera o esforço de compra na decisão.
- Mapear o fluxo de valor: É a análise da cadeia produtiva e separação dos processos. São divididos em três tipos: os que geram valor; os que não geram valor, mas são importantes para manutenção dos processos e da qualidade; e os que não agregam valor, sendo eliminados de imediato.
- Criar e manter o fluxo: É a elaboração de um produto ou prover um serviço do início ao fim de forma contínua, sem interrupção, ou seja, sem perdas.
- Estabelecer o “puxar”: É produção realizada somente quando o cliente necessitar e na quantidade que o mesmo solicitar, eliminado estoques e dando valor ao produto.
- Melhorar continuamente: É a busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal, deve nortear todos os procedimentos da empresa.

Podemos visualizar melhor essas fases na figura 01 a seguir:

Figura 01 - O ciclo do Lean



Fonte: Elaborada pelos autores

Segundo Ingram (2009) a cultura organizacional é o grande segredo da filosofia Lean, pois o seu conceito e a sua aplicação estão extremamente ligadas a proatividade, a participação e a flexibilidade das pessoas envolvidas nos processos, que devem receber de forma mais amena as novas ideias e as possíveis mudanças. Desse modo, as dificuldades na implementação estão na mudança de cultura. No Brasil nota-se um atraso na adoção do Lean em comparação aos países da Europa.

Diante disso, há diversos benefícios da implementação de Lean Construction no setor da construção que vão desde o canteiro até aos fornecedores. Ao aplicar-se a metodologia Lean pode ser visto os seguintes benefícios: Otimização dos processos por meio da redução de atividades desnecessárias e da padronização das etapas; Maior satisfação dos clientes e maior valor agregado às entregas pois é produzido o que eles buscam; Processos mais rápidos e redução de tempo de ciclo; Identificação de riscos e falhas com antecedência e Redução de desperdício de materiais (VALENTE, 2017).

2.2 INTRODUÇÃO AO BIM

A cada dia o setor da construção civil avança tecnologicamente, com o intuito de buscar novas soluções em métodos, ferramentas, processos e conceitos. Nos dias atuais e com o mercado cada vez mais competitivo, a busca por essas soluções inovadoras que forneçam alta qualidade de desempenho se tornam cada vez mais frequentes. Tudo isso, por conta da necessidade das empresas de se manterem ativas e competitivas no mercado (PEREIRA e AMARAL, 2020).

O BIM, do termo inglês *Building Information Modeling*, que em português significa Modelagem da Informação da Construção, nos últimos anos se tornou uma das principais ferramentas que ajudam as indústrias da construção civil a se desenvolverem significativamente (EASTMAN, *et al.* 2014).

Segundo Monteiro *et al.* (2017) o BIM ficou conhecido como “compatibilização de projetos”, que é um dos pontos essenciais para identificar as interferências físicas e tecnológicas que integrarão um processo construtivo. Mas essa ferramenta não se resume apenas nisso. Essa tecnologia está presente desde o planejamento da obra até o pós-entrega.

O BIM por sua vez vem se destacando com uma abordagem de desenvolvimento de projetos e de organização dos trabalhos no setor da construção. Através desta tecnologia, conseguimos obter uma melhor visualização dos projetos, detectar interferências entre os processos, além de possibilitar novas formas de comunicação entre os agentes envolvidos. Dessa forma, a metodologia BIM é uma filosofia de trabalho que integra engenheiros, arquitetos, gerentes, construtores e incorporadores para elaboração de um modelo virtual de projeto, que visa otimizar a realização de orçamentos, cálculos, fases de construção e demais etapas necessárias (MENEZES, 2011).

Atualmente a metodologia BIM vem desenvolvendo um grande potencial de otimização de diversas etapas relacionadas ao processo de construção. O intuito é eliminar as interferências entre os elementos construtivos ajustando cada projeto, a fim de diminuir os retrabalhos, o tempo e o desperdício de material (MONTEIRO, *et al.* 2017).

Logo a metodologia BIM é um fator promissor para o desenvolvimento da indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção. Com essa tecnologia, conseguimos construir um modelo virtual de uma edificação que possibilita prever gastos, desperdícios, tempo, dentre outros fatores que implicam direta ou indiretamente no planejamento e execução dos processos construtivos (EASTMAN, *et al.* 2014).

2.2.1 HISTÓRICO

Segundo Eastman *et al.* (2014) o conceito *Building Information Modeling* (BIM), tem aproximadamente trinta anos. Exemplos mais antigos foram encontrados em 1975 em um artigo publicado no jornal denominado de *Building Description System* (BDS). No entanto, o primeiro uso documentado do termo *Building Modeling*, no sentido que é utilizado hoje, surgiu em 1986, em um estudo de caso realizado por Robert Aish que utilizou o software RUCAPS fabricado pela GMW Computers Ltda.

Nesse estudo de caso através do software RUCAPS foi possível definir as premissas para o que hoje conhecemos como BIM e a tecnologia para sua implementação, incluindo a modelagem tridimensional, a geração de desenhos de forma automática, a utilização de componentes inteligentes e paramétricos, o uso de bancos de dados relacionados, o faseamento temporal dos processos construtivos e assim por diante (EASTMAN *et al.* 2014).

Ao longo do tempo a utilização da tecnologia BIM veio ganhando espaço. Através das contribuições dos estudos realizados décadas passadas, foi possível aprimorar os comportamentos e funcionalidades dos atuais softwares de criação de modelagem, como: AllPlan, ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Building, DigitalProject, VectorWorks dentre outros (KHOSROUSHI e ARAYICI, 2012).

No Brasil o BIM vem sendo descrito desde o ano 2000. Porém, apesar de permitir uma mudança significativa nos processos construtivos, através da interação de pessoas e processos, o mesmo se estabeleceu mais fortemente no segmento de projetos de

arquitetura, etapa inicial da modelagem da edificação (FARIA, 2007).

Dessa forma, visando auxiliar a implementação da metodologia BIM no Brasil, medidas governamentais foram impostas por meio do Decreto nº 9.377, de maio de 2018. Esse decreto faz parte da estratégia BIM BR, que tem por objetivo impulsionar o desenvolvimento à inovação da indústria da construção, promovendo o caminho para que haja investimento adequado na tecnologia e seu maior aproveitamento e difusão no país (PEREIRA e AMARAL, 2020).

2.2.2 DEFINIÇÃO

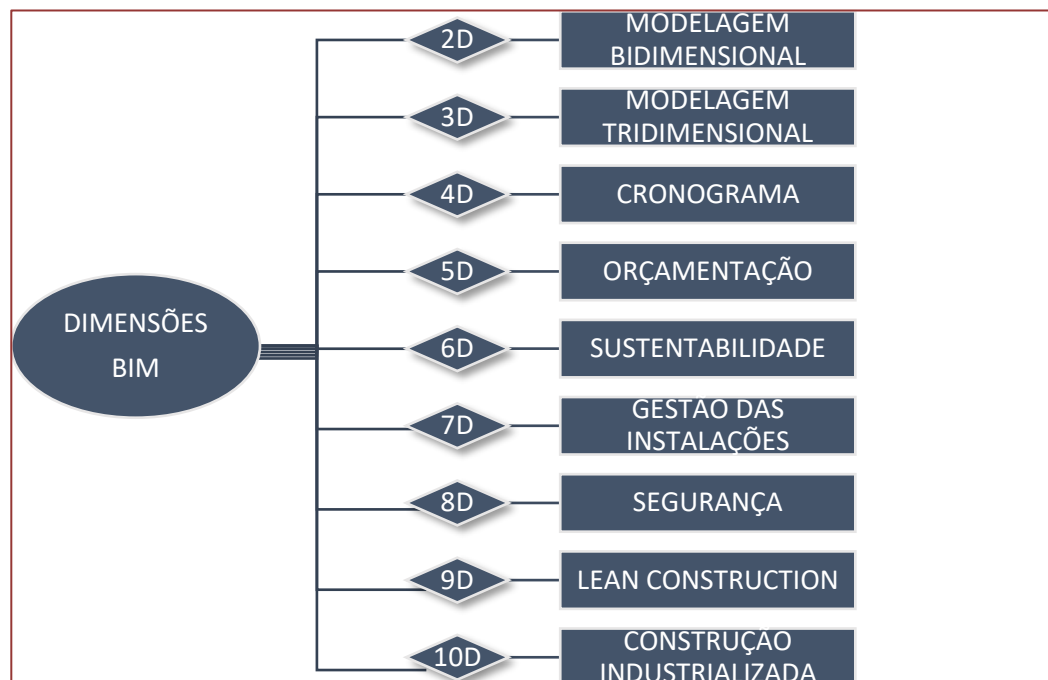
O BIM segundo Eastman et al. (2014), não tem uma definição única. Porém, é possível interpretá-lo como um conceito de simulação inteligente da indústria da construção. Permitindo a implementação integrada de processos construtivos, utilizando informações parametrizadas e geométricas desde sua concepção até a sua manutenção.

Um dos principais fundamentos apresentados por essa tecnologia é a interoperabilidade entre os projetos e os profissionais. Segundo Eastman et al. (2014), a interoperabilidade identifica a necessidade de transmitir os dados gerados entre as aplicações, eliminando a necessidade de replicá-los. Com isso, há uma contribuição em conjunto entre os envolvidos, facilitando o andamento do fluxo de trabalho.

Eastman et al. (2014, p. 66) ainda enfatiza que “da mesma forma que arquitetura e construção são atividades colaborativas, as ferramentas que as apoiam também o são”.

Dando continuidade, o BIM permite mais do que uma representação tridimensional. Ele possui caracterizações de modelagem “nD”. A modelagem nD é uma extensão do BIM, que integra múltiplas questões de projeto (FU et al., 2006). Podemos assim concluir que a partir da modelagem 3D o BIM evolui para outras modelagens conforme figura 02 abaixo:

Figura 02 - Dimensões do BIM.



Fonte: Elaborada pelos autores

Como demonstrado na figura 1 acima, a plataforma BIM permite trabalhar em diferentes dimensões. As diferenças estão nas informações que poderão ser extraídas das mesmas, que irão depender do nível de informação aplicado ao modelo em produção (BOMFIM; LISBOA; MATOS, 2016).

A metodologia BIM se adequa às necessidades de inovações, com o objetivo de contribuir significativamente na melhoria da engenharia e construção. O BIM 9D do termo inglês *Lean Construction*, que em português significa Construção Enxuta veio trazer essa metodologia de trabalho para a conclusão efetiva do processo BIM como parte da estrutura de produção no setor da construção através da digitalização (BOMFIM; LISBOA; MATOS, 2016).

Dessa forma, o intuito da modelagem 9D do BIM no setor visa minimizar os desperdícios e agregar valor ao produto final, sem diminuir a produtividade nos processos. Podemos citar alguns princípios dessa modelagem como: reduzir atividades que não agregam valor; aumentar o valor do produto de acordo com as necessidades dos clientes; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de ciclo; aumentar a transparência dos processos dentre outros (PERALTA; GEHRMANN; CORRÊA, 2020).

2.2.3 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

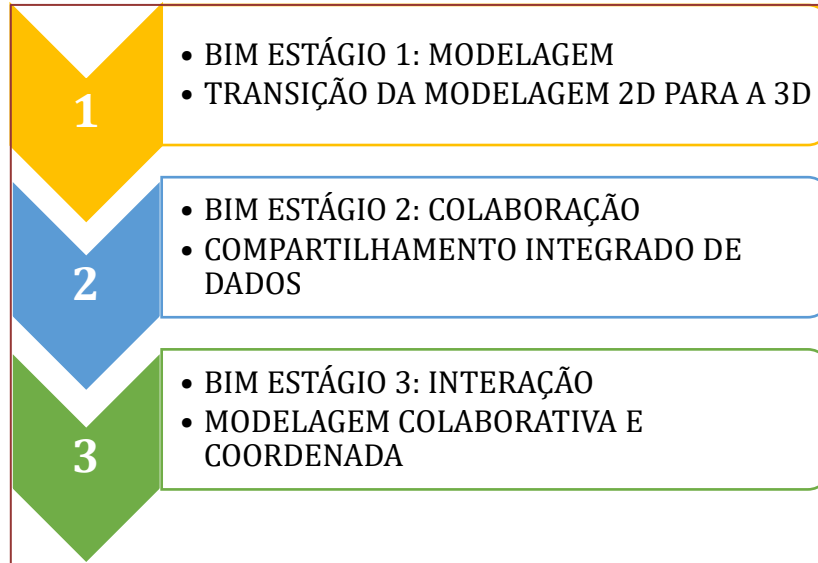
A implementação do BIM segundo Gomes *et al.* (2018, p. 51) “ocorre por meio de um conjunto de aplicativos que se articulam em plataformas digitais, compostas por tecnologias interoperáveis de um mesmo, ou de diferentes fornecedores. Tais plataformas definem uma nova tecnologia de processo, de projeto e de gestão da operação”.

De acordo com estudos realizados pela Autodesk (2020) os países que possuem o BIM implementado, ou seja no estágio 3, são: Estados Unidos, Peru, China, Índia, Nova Zelândia, Cingapura, Itália, Noruega, Suécia e Reino Unido. No Brasil a implementação está mais concentrada na região sudeste do Brasil e em Brasília. Estão basicamente nos estágios 1 e 2.

Para um melhor entendimento sobre os níveis de implementação do BIM, Succar (2009) estabelece uma definição comum a respeito dos estágios de adoção desta tecnologia. O primeiro estágio refere-se a modelagem de objeto, onde se inicia a construção de modelos tridimensionais da construção. No segundo estágio surge a modelagem colaborativa, onde o modelo 3D começa a ser compartilhado para visualização e entendimento de todos os envolvidos no projeto. O terceiro estágio é a rede de integração, que reflete a filosofia real do BIM. Neste último estágio os envolvidos no projeto interagem em tempo real permitindo análises mais complexas nas fases iniciais do projeto.

Os três estágios podem ser melhor visualizados na figura 03 a seguir:

Figura 03 - Uso do BIM em três estágios



Fonte: Adaptada de Succar (2009)

Segundo Checcucci; Pereira, Amorim (2013) a implementação desses estágios sofrem dificuldades no que diz respeito a mudança de cultura e infraestrutura. Eles explicam que trabalhar com a metodologia BIM requer, além da aprendizagem de novas tecnologias, que os profissionais mudem sua maneira de pensar acerca do processo de projetar.

Desse modo, a mudança cultural pode ser interpretada como uma das principais bases para implementação e execução do BIM. Em vários países, o governo é o principal aliado para inserção do BIM, impulsionando e incentivando a indústria da construção. Diversos benefícios podem ser esperados com a implementação e o desenvolvimento da tecnologia BIM. Conforme Eastman *et al.* (2014) os benefícios ocorrem em todas as fases de execução do empreendimento, vejamos:

- Benefícios na pré-construção: conceito, viabilidade e benefícios no projeto e aumento da qualidade e do desempenho da construção.
- Benefícios no projeto: visualização antecipada e mais precisa; correções automáticas; geração de desenhos em 2D precisos e consistentes; colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas; verificação antecipada das intenções; extração de estimativas de custo e incrementação da eficiência energética e sustentabilidade.
- Benefícios à construção e à fabricação: sincronização de projeto e planejamento; descoberta de erros e omissões (detecção de interferências); reação rápida a problemas; uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados; melhor implementação e técnicas da construção enxuta e sincronização da aquisição de materiais.
- Benefícios pós-construção: melhor gerenciamento e operação das edificações e integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades.

Portanto, o foco na integridade e objetividade das informações entregues pelo BIM, evidenciam que o uso desta tecnologia traz novos processos de comunicação entre

os diferentes agentes do projeto. Isso nos leva a uma premissa básica, mas de extrema importância do BIM, a colaboração, afinal a associação de informações e ideias de diferentes inteligências em uma obra demanda um nível de colaboração interno maior que em outras metodologias. Podemos ressaltar então que a maneira como o projeto, a obra, a execução, o cliente ou os agentes, são vistos pelo BIM como um só objeto com várias áreas se interagindo. Dessa maneira mostrando o princípio da interoperabilidade, o principal princípio da filosofia BIM (EASTMAN, et al. 2014).

2.3 BIM E LEAN CONSTRUCTION

O BIM possui em uma de suas modelagens a dimensão 9D, que apresenta os princípios da filosofia *Lean Construction*, ou construção enxuta para uma melhor condução dos projetos na área da construção civil. Promovendo assim, um ciclo produtivo mais eficiente, diminuindo a taxa de desperdício e elevando os níveis de produção (PERALTA; GEHRMANN; CORRÊA, 2020).

O BIM 9D tem como principal vantagem a eliminação do desperdício. Isso se dá basicamente através de diretrizes que são aplicadas de maneira integrada nos processos de construção. Essas diretrizes visam reduzir as atividades que não agregam valor, aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes, reduzir a variabilidade do processo, reduzir o tempo de execução da obra ou do projeto, aumentar a flexibilidade dos resultados, tornar os processos mais transparentes, focar no controle do processo global e, assim, implementar a melhoria contínua (YANG, 2019).

Além da redução de desperdícios o BIM 9D busca a integração dos processos e a melhoria na comunicação. Podendo ainda, aperfeiçoar os processos de produção e de planejamento, tornando o controle mais facilitado. A combinação de todos esses fatores acabam agregando valor ao processo construtivo como um todo. Diante desses fatores, cabe salientar que a dimensão 9D do BIM só consegue ser operada quando o nível de implementação do BIM estiver no estágio três. Ou seja, quando houver uma modelagem colaborativa e coordenada que integre todos os envolvidos no planejamento, execução e operação de um determinado projeto (DALLASEGA et al. 2020).

Atualmente segundo a Autodesk (2020), os países que possuem o estágio 3 de implementação do BIM e conseqüentemente a dimensão 9D são: Estados Unidos, Peru, China, Índia, Nova Zelândia, Cingapura, Itália, Noruega, Suécia e Reino Unido.

Dessa forma, o objetivo do BIM 9D é incorporar menos esforços humanos, menos inventário e menos tempo, utilizando menos espaço para responder rapidamente às demandas geradas pelo processo construtivo de maneira mais eficiente. Pode ser definido também, como uma filosofia de manufatura, cujo foco é entregar, no tempo certo, um serviço de alta qualidade ao menor custo possível (DALLASEGA et al. 2020).

2.3.1 INTERAÇÃO BIM E LEAN CONSTRUCTION

Atualmente a literatura não fala especificamente sobre o BIM 9D, porém vários estudos revelam que a interação das metodologias BIM-Lean podem potencializar os benefícios que sozinhas oferecem, como: reduzir a variabilidade, reduzir os tempos de ciclo, aumentar a flexibilidade, selecionar uma abordagem de controle de produção apropriada, padronizar, instituir a melhoria contínua, usar o gerenciamento visual, projetar o sistema de produção para fluxo e valor, focar na seleção do conceito e tomar decisões por consenso (PERALTA; GEHRMANN; CORRÊA, 2020).

A partir desses estudos criou-se o BIM 9D, que é a interação entre a metodologia BIM e a filosofia Lean Construction, o mesmo visa dar suporte de planejamento colaborativo, no qual está relacionado a capacidades de visualização, ao estabelecimento de sistemas puxados, a estabilidade de fluxo de trabalho e a melhoria contínua. Além disso, ele fornece instrumentos para definir quando e se o valor foi ganho. Sendo também uma estrutura para maior estabilidade do processo e confiabilidade do fluxo de trabalho, que, por sua vez, aumenta a probabilidade de “ganhar” tanto quanto planejado. Fornece também uma melhor base para a tomada de decisões na sessão de planejamento, execução e gerenciamento, bem como um meio para a visualização intuitiva do status do projeto (PERALTA; GEHRMANN; CORRÊA, 2020).

Essa interação é feita através de ferramentas funcionais e tecnológicas que ajudam a criar uma estrutura que facilite a comunicação entre as partes interessadas. Podemos citar como exemplo reuniões, planos de atividades, controle puxado de fluxo, softwares articulados, dentre outros (YANG, 2019).

Diante disso, podemos interpretar a interação BIM-Lean como uma funcionalidade que consegue garantir aos trabalhadores melhor confiabilidade ao gerirem o fluxo de processos de construção. Além de provocar mudanças fundamentais nos papéis e relacionamento entre as equipas de projeto (PEREIRA e AMARAL, 2020).

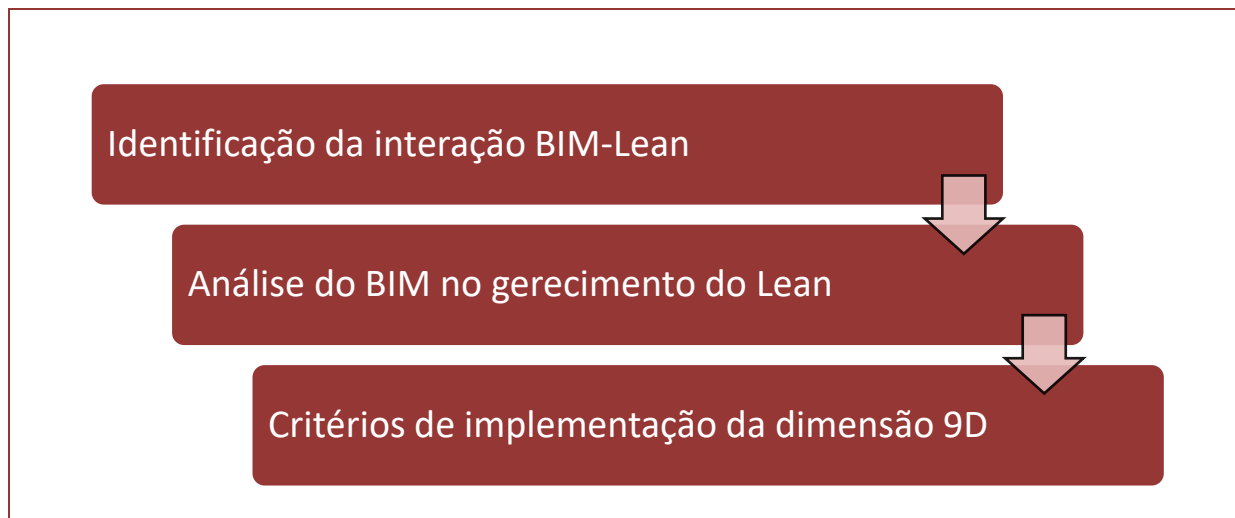
3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste artigo, foi utilizado o método científico de revisão sistemática de literatura, objetivando melhores níveis de confiabilidade nos resultados de pesquisa. Trata-se de uma pesquisa teórica que visa realizar discussões conceituais a partir de pesquisa bibliográfica (GIL, 2002). Segundo Levy e Elis (2006) a revisão sistemática de literatura é o processo de coletar, conhecer, compreender, analisar, sintetizar e avaliar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico-científico sobre um determinado assunto pesquisado.

Dessa forma, o método escolhido para elaboração desta pesquisa, permite uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas dentro de um tema específico, tratando-se de um instrumento que visa mapear os trabalhos já publicados no tema de pesquisa específico, para que o pesquisador seja capaz de elaborar uma síntese do conhecimento existente sobre o assunto.

Na revisão sistemática, buscou-se os artigos de pesquisa desenvolvidos preferencialmente nos últimos cinco anos, cujos temas fossem inerentes ao escopo a ser pesquisado. Para alcançar o objetivo geral de analisar a relação entre Lean Construction e BIM, identificando os critérios para a implementação da dimensão 9D do BIM foi estabelecido o fluxograma representado na figura 04.

Figura 04 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores

3.1 IDENTIFICAÇÃO DA INTERAÇÃO BIM-LEAN

Nesta fase foram realizadas pesquisas bibliográficas para identificar como os fundamentos do Lean Construction estão relacionados ao BIM. A pesquisa foi do tipo revisão sistemática realizada na base de dados on line ScienceDirect e Engineering Village (Compendex). Para isso, definiu-se a base de pesquisa e a palavra chave que melhor retratasse o tema a ser estudado. Por se tratar de um tema restrito “Building Information Modeling e Lean Construction”, onde cabem diversos termos similares, de modo a evitar que artigos importantes não conseguissem ser encontrados com a imposição de eixos e palavras, definiu-se que as palavras chave de busca seriam BIM e Lean Construction.

Para que fossem encontrados artigos com abordagem dos dois termos usou-se a estratégia de busca <BIM AND “Lean Construction”>. A Busca foi realizada nas duas bases de dados com a mesma estratégia nos campos: título, palavras chaves e resumo. As buscas foram realizadas no dia 18 de setembro de 2020. Ressaltando que o acesso as bases de dados, foi realizado por meio de conta institucional vinculada ao portal de periódicos da Capes.

Foram encontrados 21 artigos na base ScienceDirect e 238 na Engineering Village. Para uma avaliação atualizada usou-se como corte temporal o período de publicação de 2015 a 2020. Após a aplicação do filtro de 2015 a 2020, resultaram em 16 artigos na ScienceDirect e 165 na Engineering Village. Foi necessário aplicar outro filtro, o do tipo de documento, que no caso seriam apenas de artigos que apresentassem estudos de casos de implementação do BIM 9D. Na base de dados ScienceDirect esse filtro não existe, mas foi possível selecionar os artigos de pesquisa totalizando 15 artigos. Na base de dados Engineering Village foram encontrados artigos de pesquisa, anais de congressos, e artigos de congresso. Esses filtros foram aplicados e encontrados 40 artigos de pesquisa, 7 anais de congresso e 116 artigos de congresso. Todos os artigos foram ordenados por relevância e selecionados para a próxima fase.

3.2 ANÁLISE DO BIM NO GERENCIAMENTO DO LEAN

Após a seleção dos artigos conforme os critérios de busca da fase anterior, prosseguiu-se nesta segunda etapa com uma nova seleção. Nesta fase os artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. O critério de inclusão seria o artigo que apresentasse em seu resumo um estudo de caso, ou seja, que apresentasse um caso de implementação de BIM 9D. O critério de exclusão seria de artigos que abordassem apenas o BIM ou o Lean Construction, não estabelecendo uma relação entre esses temas.

A identificação desses estudos que atendessem ao critério de inclusão, ou seja, que abordassem o gerenciamento do Lean Construction através do BIM, contribuiria para o levantamento de dados sobre a contribuição do BIM no processo de melhoria contínua, bem como, na identificação das ferramentas operacionais e gerenciais, estabelecendo os critérios de operacionalização das ferramentas BIM 9D. Baseado nos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 02 artigos da base de dados ScienceDirect e 08 artigos da Engineering Village.

3.3 CRITÉRIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM 9D

Após a realização das buscas nos bancos de dados, leitura de títulos para alinhamento dos artigos com o tema proposto e varredura nos resumos dos arquivos pré-selecionados, fez-se uma análise dos dados secundários extraídos dos estudos de caso levantados na segunda etapa e dos artigos levantados na primeira etapa. Com isso buscou-se estabelecer uma correlação dos fundamentos do Lean Construction que contribuíram para a implementação do BIM. Dimensão essa, que é utilizada para a conclusão efetiva do processo BIM como parte da estrutura de produção no setor da construção civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações abaixo contêm os resultados obtidos conforme análises e discussões dos artigos selecionados nas bases de dados científicas pelas fontes de evidências utilizadas na pesquisa, seguindo as etapas demonstradas na metodologia.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA INTERAÇÃO BIM-LEAN

O uso da estratégia de busca com os termos BIM e Lean Construction e a aplicação do corte temporal dos últimos 5 anos, resultou em um total de 181 artigos nas duas bases. Esse total de artigos dos últimos 5 anos representa 70% das publicações que abordaram esses termos de todos os registros existentes nestas bases. Isso indica que o período escolhido representa o maior número de publicações com esses termos. O que reforça a relevância do presente estudo em abordar a interação entre BIM e Lean Construction.

Como resultado da seleção de artigos por tipo de pesquisa foram encontrados 131 artigos, desses artigos foram encontrados 10 artigos que abordavam efetivamente a implementação do BIM 9D.

Dessa análise dos resumos dos artigos observou-se que todos descreviam a interação entre BIM-Lean. Onde, afirmavam através de estudos realizados com a metodologia de pesquisa de análise sistemática de literatura e de estudos de caso, que

ambas ferramentas garantem a redução de desperdícios, a redução do retrabalho e o aumento da produtividade. Sendo que a construção enxuta ainda pode muito bem ajudar no processo de implementação do BIM.

A experiência enxuta pode ser denominada como uma estratégia para implementação do BIM. Juntas, tornam-se uma solução eficaz criada para ajudar a controlar, gerenciar e melhorar continuamente os processos e funcionar como um ponto de partida para atividades futuras. A utilização simultânea dessas metodologias ainda fornecem uma melhor confiabilidade nas programações, impulsionando a confiança dos trabalhadores que reduzem a hesitação e aumentam a produtividade, conseguindo assim, atender com exatidão as perspectivas dos clientes.

Com a interação novos processos de trabalho podem surgir, criando uma indústria de construção ainda mais eficiente e estável. Podem ainda melhorar o nível de gerenciamento do projeto, reduzindo o volume de atividades que não agregam valor e trazendo bons benefícios econômicos.

Argumenta-se portanto que as práticas enxutas podem permitir a adoção do BIM e as duas se reforçam mutuamente. A coordenação e o alinhamento são os principais motores da adoção do BIM, sendo que esta cultura de coordenação é criada por práticas enxutas. No geral, a interação dessas ferramentas demonstram ter um impacto positivo na melhoria dos indicadores de desempenho do projeto, como o tempo geral de construção, menos tempo ocioso no local e um nível aprimorado de qualidade, bem como sustentabilidade em termos de menos desperdício de material. Isso leva a um ambiente compartilhado de informações, sempre atualizado, de modo a ter soluções cada vez mais vantajosas com mais facilidade e sem demora. Além disso, permite obter uma base de dados interativa garantindo uma base sólida para possíveis e/ou futuras operações.

4.2 ANÁLISE DO BIM NO GERENCIAMENTO DO LEAN

Dos 10 artigos selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão foi realizado um levantamento de dados sobre a contribuição do BIM no processo de melhoria contínua. Dessa forma, foi possível identificar que o BIM auxilia no processo de execução de práticas enxutas, através de ferramentas próprias que incorporam o planejamento de construção Lean as práticas de programação. Onde auxiliam principalmente na simulação, visualização e padronização dos processos construtivos, garantindo informações mais precisas para uma maior interação da equipe em relação aos processos, no que diz respeito ao tempo, a detecção de conflitos, a tomada de decisões, ao gerenciamento dos recursos e a estabilidade do fluxo de trabalho.

O BIM faz parte de uma metodologia poderosa que une os principais pontos de partida para transformar processos em operações atribuíveis. Visando principalmente a melhoria contínua com clareza na abordagem do planejamento e gerenciamento, facilitando uma sequência clara de ações e transmitindo mais prontamente esses benefícios ao usuário final.

Assim, o gerenciamento do Lean através do BIM auxilia no aumento da previsibilidade e eficiência dos processos. Fornecendo uma visão ampla que pode resultar em estratégias de negócios em integração direta ou reversa, diversificando novos formatos de execução de processos ou simplesmente gerando uma nova visão com o intuito de obter vantagem competitiva em novos modelos de criação de valor.

Com a análise dos dados da revisão sistemática da literatura sobre BIM 9D, ainda foi possível estabelecer uma correlação dos fundamentos do Lean Construction que contribuíram para a implementação do BIM.

O Lean Construction descreve uma variedade de práticas enxutas que podem também minimizar o desperdício e otimizar o fluxo dos processos. Essas semelhanças podem criar um ambiente colaborativo que pode permitir adoção do BIM.

O processo de implementação do BIM é complexo, onde envolve fluxo de processos, treinamento de competências e novos modelos de negócios. Sendo que o processo de implementação do Lean também precisa deles e, conseqüentemente, a experiência na implementação do Lean pode auxiliar as empresas na implementação do BIM.

A construção enxuta oferece instrumentos que permitem definir o ganho, seja de tempo ou de valor. Além disso, ela fornece uma estrutura para maior estabilidade do processo e confiabilidade do fluxo de trabalho que, por sua vez, aumenta a probabilidade de ganho. Sendo assim, o processo de construção enxuta contribui para criação de um ambiente onde todos os envolvidos se relacionam em prol do planejamento do trabalho, através de um processo capaz de compartilhar informações de forma eficiente e construir uma cultura de comunicação e confiança.

Os estudos indicam ainda, que a implementação do BIM é acompanhada de processos e mudanças organizacionais, cuja coordenação e alinhamento de atividades são os principais fatores que influenciam nessa implementação. As práticas enxutas por sua vez fornecem uma plataforma de entendimento, criando uma cultura de compartilhamento de conhecimento e coordenação, facilitando assim, a adoção do BIM.

Portanto, é plausível dizer que as práticas enxutas são ingredientes que auxiliam na adoção do BIM e que os processos enxutos podem se reforçar mutuamente, a fim de garantir o melhor desempenho do projeto.

4.3 CRITÉRIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM 9D

Foram identificadas as ferramentas operacionais e gerenciais apontadas pelos estudos como essenciais para a implementação do BIM 9D.

O BIM 9D traz um começo promissor, pois possibilita que todos os envolvidos trabalhem juntos em uma plataforma unificada. Ele fornece uma simulação abrangente e uma análise multidimensional para o sistema de construção enxuta. Traz uma filosofia baseada na produção para entrega do projeto e tentativas de simplificar o fluxo de atividades e minimizar o desperdício. Tudo isso, empregando uma variedade de técnicas através de programações baseadas em pull systems como o Last Planner System (LPS) e o sistema de gerenciamento de Transformação, Fluxo e Valor (TFV). Onde todos envolvem coordenação intensiva entre diferentes equipes através de softwares compostos por tecnologias interoperáveis de um mesmo, ou de diferentes fornecedores.

A coordenação entre as equipes do projeto é importante nessa fase, pois, defende a introdução de práticas de coordenação explícitas para permitir o compartilhamento de informações e a transferência de conhecimento que, por sua vez, resultam no uso eficaz do BIM 9D em projetos e permite a coordenação intraprojeto.

Baseado nos resultados alcançados pelas pesquisas foi possível identificar os critérios de operacionalização das ferramentas BIM 9D necessárias para a sua

implementação. São eles:

- Reuniões diárias com os envolvidos no projeto;
- Plano de atividade definido e focado;
- Equipas dotadas de uma visão e conhecimento de todo projeto;
- Processo de visualização;
- Produto e método de visualização;
- Apoio ao planejamento, negociação, compromisso e status de feedback;
- Controle puxado de fluxo (Last Planner System - LPS);
- Mapeamento de Fluxo e Valor (MFV);
- Manter o fluxo de trabalho e o plano de estabilidade;
- Formalizar experimentação para melhoria continua;
- Reforço do trabalho colaborativo; e
- Utilizar softwares com tecnologias interoperáveis.

Dessa forma, podemos concluir que as ferramentas operacionais do BIM 9D utilizadas para sua implementação, contribuem para o seu melhor desempenho e rendimento como um todo, através do compartilhamento de informações e da transferência de conhecimento que acontecem em um curto espaço de tempo. Isso nos leva a obter a eficácia necessária em todas as fases do processo construtivo.

5 CONCLUSÃO

O estudo atendeu aos objetivos ao mapear os artigos do tema proposto em duas bases de dados confiáveis, possibilitando observar a evolução do tema, bem como encontrar as lacunas existentes. Os referenciais selecionados permitiram observar que a interação entre BIM e Lean Construction trazem grandes benefícios para indústria da construção civil. Através de tecnologias interoperáveis o BIM consegue gerenciar de forma eficaz os processos enxutos, garantindo clareza na abordagem do planejamento e gerenciamento, facilitando uma sequência clara de ações e transmitindo mais prontamente esses benefícios ao usuário final. Assim como o Lean Construction contribui para implementação do BIM, pois as semelhanças entre as metodologias criam um ambiente colaborativo que visam minimizar o desperdício e otimizar o fluxo dos processos.

Além disso, a interação BIM-Lean conhecida atualmente como BIM 9D permite uma análise multidimensional de todo processo, por meio de ferramentas baseadas em pull systems que envolvem coordenação intensiva entre diferentes equipes através de softwares compostos por tecnologias interoperáveis.

Dessa forma, o uso da modelagem BIM e sua interação com a metodologia Lean Construction na gestão de processos construtivos aparecem como uma das principais alternativas e inovações nos últimos anos. A junção das duas metodologias potencializam a redução do desperdício, a redução do retrabalho e o aumento da produtividade, através da previsibilidade e eficiência nos processos, agregando valor ao produto final. Além disso podem ter um papel decisivo na melhoria das fases dos

projetos, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, assim como convergem esforços para a construção de um “modelo único” de construção.

REFERÊNCIAS

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; ARIF, M. Driving lean and green project outcomes using BIM: A qualitative comparative analysis. **International Journal of Sustainable Built Environment**. v. 6, p. 69-80, 2017.

ARAYICI, Y. et al. BIM adoption and implementation for architectural practices. **Structural Survey**, Manchester. v. 29, n. 1, p. 7-25, abr. 2011.

AUTODESK. Explore the world’s most innovative projects in architecture, engineering, and construction. 2019/2020. Disponível em: <<https://excellenceawards.autodesk.com/?t=09893m5yuhua&v=list>>. Acesso em: 09 nov. 2020.

AZEVEDO, M.; NETO, J.; NUNES, F. Análise dos Aspectos Estratégicos da Implantação da Lean Construction em duas Empresas de Construção Civil de Fortaleza-CE. **SIMPOI Anais**. Universidade Federal do Ceará, 2010.

BARROS NETO, J. P. Estudo sobre os aspectos estratégicos relacionados à implantação da filosofia lean na construção civil. **(Projeto de pesquisa não publicado)**. Fortaleza. 2007.

BOMFIM, C. A. A. et al. Construction management withbim – a new era for the construction sector. **SIGraDi**, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. Buenos Aires, Argentina. p. 9-11, November, 2016.

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no Brasil-TIC 2011. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**. v. 8, n. 1, p. 19-39, 2013.

DALLASEGA, P. et al. BIM, Augmented and Virtual Reality empowering Lean Construction Management: a project simulation game. Free University of Bozen-Bolzano, Faculty of Science and Technology, Industrial Engineering and Automation (IEA), Bozen Bolzano, Italy. 10th Conference on Learning Factories, CLF2020. **Procedia Manufacturing**. 45 (2020) 49-54, 2020.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014.

FARIA, R. Construção integrada. **Téchne**, São Paulo, v. 127, p. 44- 49, out. 2007.

FU, C. et al. Model Viewer to support nD Model Application: automation in Construction. **IFC**. [S.l]: [s.n.], 2006.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: **Atlas**, Ed. 4, 2002.

GOMES, R. M. S. et al. Modelagem de Informações para Construção (BIM): ambientes colaborativos para gestão de projetos e obras na construção civil. **Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**. Campos dos Goytacazes. v. 8, n. 23, p. 48-62, dez. 2018.

INGRAM, D. Key Issues for the Implementation of a Lean Manufacturing System. 2009.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, Iss: 6, p. 610 – 635, 2012.

KOSKELA, L. Lean Construction in Construction. Proceedings in: **Conference of the International Group for Lean Construction**. Santiago, 1994.

KOSKELA, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. **Engineering Doctoral Thesis**. Helsinki University of Technology. Espoo, Finland, 2000.

LEVY, Y.; Ellis, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v. 9, p. 181-212, 2006.

LUCARELLI, M. et al. Bep & Mapping Process for the Restoration Building Site. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, **International Conference of Geomatics and Restoration**, v. XLII-2/W11, p. 8-10, Milan, Italy. May. 2019.

MAHALINGAM, A.; YADAV, A. K.; VARAPRASAD, J. Investigating the Role of Lean Practices in Enabling BIM Adoption: Evidence from Two Indian Cases. **Journal of Construction Engineering and Management**. 2015.

MEDEIROS, N. C. et al. Recursos Estratégicos para a Produção Enxuta: um estudo de caso no setor de manufatura eletrônica. **Revista Produção Online**. v. 16, n. 4, p. 1309-1328, out./dez. 2016.

MENEZES, G, L, B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. v. 18, n. 22. p. 153-171, 2011.

MONTEIRO, A. C. N. et al. Compatibilização de Projetos na Construção Civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campos do Saber**. Paraíba. v. 3, p. 53-77, jun. 2017.

NAZARETH, A. P. How close is the built environment to achieving circularity? **Buildings As Material Banks (BAMB)**. University of Bradford, England. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 225 012070, 2019.

NETO, J. P. B. Approach for BIM Implementation: A Vision for the Building Industry. In: Proceedings of the 24th Annual. **Conference of the International Group for Lean Construction**, Boston, MA, USA, sect.1 pp. 143–152, 2016.

OLIANI, L.; PASCHOALINO, W.; OLIVEIRA, W. Ferramenta de Melhoria Contínua Kaizen. **Revista Científica UNAR**, Araras (SP), v. 12, n. 1, p. 57-67, 2016.

OLIVEIRA, E. Lean Construction com Eduardo Oliveira. **Produttare**, 2020. Disponível

em: <https://www.produzzare.com.br/blog/lean-construction-com-eduardo-oliveira#>. Acesso em: 08 out. 2020.

OLIVEIRA, M. et al. Proposta de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria-RS. **Revista Espacios**. v. 37, n. 21, p. 17, 2016.

PERALTA, C. B. L.; GEHRMANN, A. L.; CORRÊA, L. V. Plano de implantação com auxílio de BIM e Lean para processos de projetos em uma construtora de médio porte. **Journal of Lean Systems**. v. 5, n. 3, p. 83-108, 2020.

PEREIRA, H. M. R.; AMARAL, D. R. B. Estudo da Plataforma BIM (Building Information Modeling): uma ferramenta disciplinar para a compatibilização de projetos. **Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM)**. Ano XIV, v. 22, p. 56-75, jul. 2020.

PINTO, J. Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro. **Comunidade Lean Thinking**. 2008.

REED, D. et al. Integrating Delivery of a Large Hospital Complex. In: LC3 2017, Proceedings of the 25th Annual. **Conference of the International Group for Lean Construction**, Walsh, K., Sacks, R., Brilakis, I. (eds.), Heraklion, Greece, v. II, p. 201-208, 2017.

SCHIMANSKI, C. P. et al. Conceptual Foundations for a New Lean BIM-Based Production System in Construction. In: Proceedings of the 27th Annual. **Conference of the International Group for Lean Construction**, Pasquire, C, Hamzeh, F. (ed.), Dublin, Ireland, pp.877-888, 2019.

SCOTELANO, S. L. "Implementation of the Kaizen Philosophy and a Research about its Dissimination in an Automobilistic Industry". **Revista da FAE**, Curitiba, v. 10, n.2, p.165-177, 2007.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, 18 (3): 357-375, 2009.

VALENTE, A. C. C. **Gestão de Projetos e Lean Construction**: uma abordagem prática e integrada. Curitiba: Appris, 2017.

VESTERMO, A. et al. BIM-Stations: What it is and how it can be used to Implement Lean Principles. In: Proceedings of the 24th Annual. **Conference of the International Group for Lean Construction**, Boston, MA, USA, sect. 5, pp. 33-42, 2016.

YANG, S. Application of BIM during Lean Construction of high-rise buildings. **The Civil Engineering Journal**. v. 3, n. 27, 2019.

Capítulo 2

Fundações superficiais e profundas em obras residenciais de um condomínio de Manaus-AM

Marcio da Silva Alecrim

Ellen Patrícia Pinheiro da Silva

Luciane Farias Ribas

Sara dos Santos Santarém

Resumo: As fundações têm a função de transmitir as cargas de uma edificação para o solo. Existem dois tipos de fundações: fundações superficiais e profundas, e a escolha do tipo de fundação dependem de vários fatores. Para entender as características do solo e outros fatores específicos de cada obra podem determinar o tipo de fundações, muitas vezes é preciso ver na prática. Com o intuito de contribuir com o aprendizado sobre a escolha do tipo de fundação ideal para uma edificação este trabalho tem como objetivo analisar a solução adotada de dois tipos de fundações quanto aos critérios de especificação, avaliando a aplicação da teoria na prática. A pesquisa trata-se de um estudo de caso de uma residência unifamiliar situada na cidade Manaus. Para a realização da análise da solução, foram levantados os critérios de especificação para adoção de cada solução. As diferenças entre as duas soluções foram avaliadas baseadas no registro do procedimento executivo e nas planilhas orçamentarias, estabelecendo as vantagens e desvantagens de cada solução.

Palavras-chave: Fundações, Fundações superficiais, Fundações profundas.

1 INTRODUÇÃO

A fundação superficial, também chamada fundação rasa ou direta, é definida na NBR 6122/2010. De acordo com a norma NBR 6122, fundação profunda é aquela que transmite a carga proveniente da superestrutura ao terreno pela base, por sua superfície lateral, ou pela combinação das duas. A principal função das fundações profundas é suportar com segurança as cargas provenientes das estruturas.

A sapata é definida como o elemento de fundação superficial, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura. Na NBR 6118, sapata é definido como as estruturas de volume usadas para transmitir ao terreno as cargas de fundação, no caso de fundação direta.

Na teoria é muito difícil compreender as soluções de fundações baseadas nas características do solo e outros fatores específicos de cada obra. A vivência prática de uma situação envolvendo esse tema promove uma compreensão maior da aplicação das soluções. Porém a oportunidade de ver essas soluções na prática é eventual. A apresentação de um estudo de caso demonstrando na prática todos os fatores na aplicação de duas soluções de fundação pode contribuir para o aprendizado corroborando com a teoria. O objetivo geral é analisar a solução adotada de dois tipos de fundações quanto aos critérios de especificação, avaliando a aplicação da teoria na prática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o passar dos anos, diversos estudos foram desenvolvidos para adequação dos diferentes tipos de fundações diretas, com base nos solos existentes. Vários autores pesquisaram sobre o assunto, apresentando teorias que constituem uma imensa contribuição. Com base nestas teorias, foram desenvolvidas as normas que são essenciais para os assuntos que envolvem a análise das fundações diretas. As seguintes normas são fundamentais para o entendimento teórico do assunto:

- ABNT NBR 6489, Prova de carga direta sobre o terreno de fundação- Procedimento.
- ABNT NBR 7181, Solo – Análise Granulométrica.
- ABNT NBR 6459, Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.
- ABNT NBR 6118 – Projeto e execução de Fundações.

TIPOS DE FUNDAÇÃO

Em obras de engenharia, temos por fundação a base que alicerça e recebe os esforços da estrutura e os transmite ao terreno. Trataremos no presente trabalho apenas de obras residenciais em condomínio de Manaus AM, e apresentaremos o tipo de solução de fundações adotado para cada um deles. Partindo da divisão dos tipos de fundações em dois grandes grupos, temos o das Fundações Diretas, no qual o elemento da fundação, seja ele bloco, sapata ou radier, transmite os esforços ao solo através de sua base e o das Fundações profundas onde não apenas pela base, mas por sua superfície lateral, as cargas são transmitidas ao terreno.

FUNDAÇÕES DIRETAS

SAPATA

Executadas em concreto armado, seu dimensionado é feito de modo que as tensões de tração resultantes sejam resistidas pela ferragem, que se dispõe a essa finalidade. Esta pode ser isolada, transmitindo ao solo a carga de um único pilar, corrida Conforme a NBR 6122 2010, sapata corrida é aquela sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento ou associada, comum a mais de um pilar.

BLOCO NÃO ARMADO

Recorrente em obras de pequeno porte e pequena carga, estes elementos de elevada rigidez são utilizados, os blocos não possuem armadura, pois eventuais esforços de tração são absorvidos pelo próprio material do bloco.

RADIER

Executado em concreto armado, o radier trabalha a flexão, segundo a NBR 6122 2010, trata-se de um elemento que abrange parte ou todos os pilares de uma estrutura, distribuindo os carregamentos. A fundação de radier é uma laje contínua que recebe todas as cargas dos pilares da construção, e as distribui uniformemente sobre o solo. Na prática adota-se uma fundação em radier quando a área total das sapatas for maior que a metade da área da construção.

FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Em casos onde as camadas superficiais são de baixa resistividade, a fundação encontra-se abaixo do nível de água ou ainda se requer elevada capacidade de carga, necessita-se de transmissão de carga para camadas mais profundas – de no mínimo 3 metros segundo NBR6122 – recorre-se usualmente ao uso das fundações profundas. Estas se subdividem em tubulões e estacas.

ESTACA METÁLICA

Constituídas por perfis laminados ou soldados, trata-se de um elemento estrutural de alta resistência e fácil cravação, podem ser utilizadas em qualquer tipo de solo e são eficazes na transposição de camadas compressíveis, pois podem chegar a uma profundidade de até 34m, porém apresentam como desvantagem o alto custo.

ESTACA ESCAVADA SEM LAMA

A execução das estacas escavadas segue o processo de perfuração com trado mecânico do terreno, retirada do material, colocação da armação e concretagem. Além da boa relação custo benefício, esse método apresenta as vantagens de grande mobilidade e produção do equipamento, possibilidade de atingir variadas profundidades e a ausência de vibração, podendo ser executada próximo à divisa sem dano às construções vizinhas, possuindo a limitação de não poder ser executada abaixo do nível da água, sob o risco de acarretar estrangulamento do fuste.

A estaca escavada do tipo trado consiste em estacas cuja metodologia executiva não inclui a utilização de fluidos de estabilização ou lama bentonítica. Esse tipo de execução a trado mecânico é um dos processos mais solicitados como opção de fundação, por ser uma solução limpa, sem lama, facilidade na mobilização e desmobilização, e agilidade no processo executivo.

ESTACAS RAIZ

Estacas escavadas com perfuratriz, executadas com equipamento de rotação ou roto percussão com circulação de água, lama bentonítica ou ar comprimido. É recomendado para obras com dificuldade de acesso para o equipamento de cravação, pois emprega equipamento com pequenas dimensões (altura de aproximadamente 2m). Pode atravessar terrenos de qualquer natureza, sendo indicado também quando o solo possui matacões e rocha, por exemplo. Pode ser executada de forma inclinada, resistindo a esforços horizontais.

TUBULÃO

Elemento de forma cilíndrica, em que, pelo menos na sua fase final de execução, há a descida do operário por dentro deste. Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático).

TUBULÃO A CÉU ABERTO

Escavada manualmente, não pode ser executado abaixo do nível d'água. Dispensa escoramento em terreno coesivo, mostrando-se uma alternativa econômica para altas cargas solicitadas, superior a 250 Tf.

TUBULÃO A AR COMPRIMIDO

Utilizado em terrenos que apresentam dificuldade de empregar escavação mecânica ou cravação de estacas, como em áreas com alta densidade de matacões, lençóis d'água elevados ou cotas insuficientes entre o terreno e o apoio da fundação. Nesse tipo de fundação, pode-se utilizar uma camisa metálica, de concreto ou de concreto moldado in loco, sendo empregada uma pressão máxima de 3,4 atm, limitando, dessa forma, a profundidade do tubulão a 34 m abaixo do nível d'água.

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

A prática de fundações é bastante influenciada pelas características geomorfológicas do subsolo de tal maneira que, terrenos situados em uma mesma unidade geológica, possuem resultados semelhantes ratificando a importância do conhecimento do solo para que tenhamos melhor compreensão das soluções adotadas. A execução dos projetos deve ser feita com base em informações obtidas em testes de sondagem do terreno, onde o principal balizador utilizado são as sondagens SPT (Standard Penetration Test), cujo número de golpes NSPT nos permite, segundo a NBR6484 01, determinar do tipo de solo e de um índice de resistência, bem como da observação do nível do lençol freático. A partir da análise dos perfis de sondagem, obtêm-se subsídios que irão definir o tipo e o dimensionamento das fundações.

ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÃO

De posse dos dados de sondagem, expande-se o leque de fatores preponderantes na escolha do tipo de fundação a ser adotada. Espessura, profundidade e propriedades das camadas de solo, nível do lençol freático, topografia, cargas eventuais, natureza dos carregamentos, recalques, alternativas viáveis e custos estimados com base em anteprojeto são analisados a fim de alcançar a compatibilidade entre o elemento estrutural de fundação e as propriedades mecânicas do maciço do solo. Fatores como camadas intermediárias compressíveis, solo com baixa resistência, recalques previstos que provocariam danos à estrutura e elevada relação entre as cargas aplicadas e a tensão admissível do solo, induzem ao uso de fundações profundas, que representam em média 4% do orçamento da obra. Em função disto procura-se sempre que possível adotar soluções de fundações diretas juntamente com técnicas de melhoramento de solo, tais técnicas proporcionam também a diminuição das dimensões das sapatas ou atuam em conjunto com as fundações profundas para que haja diminuição em sua profundidade. O melhoramento se dá comumente em terrenos arenosos, no caso específico desse tipo de terreno, apesar da baixa compacidade, em geral não trazer maiores inconvenientes em carregamentos estáticos, o mesmo não ocorre em relação a carregamentos dinâmicos, que podem ocasionar um processo de liquefação (Gusmão Filho, 1998), dessa forma, tal processo atua no aumento da tensão admissível do solo, com o objetivo de assegurar a estabilidade da fundação e da estrutura por consequente.

3 METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo de caso sobre a solução adotada de dois tipos de fundações e quanto aos critérios de especificação. Para a realização do estudo foram estabelecidas as seguintes etapas: Levantamento dos critérios de especificação, Avaliação das diferenças entre as soluções adotadas e Análise dos impactos no prazo e no custo. A seguir serão descritos além dos procedimentos para a realização de cada etapa o estudo de caso.

3.1 ESTUDO DE CASO

As construções analisadas neste estudo de caso, das obras residenciais lote 251 e 114, estão localizadas na Av. Dr. Theomario Pinto da Costa, 450, condomínio Renaissance-Chapada- Manaus/AM zona centro sul. A empresa responsável por estas obras foi à construtora Elegance. Nestas áreas da cidade verifica-se a existência, atualmente de um maior investimento por parte das construtoras na execução de tais empreendimentos. O número de pavimentos das duas obras foi de 2 pavimentos. A edificação do lote 114 tem área total de 252,40m² e a obra do lote 251 apresenta área total de 357,40m². Com base na análise dos boletins de sondagens e características gerais da obra, a fundação tipo estaca broca foi à escolhida para a obra 251. As fundações direta do tipo sapata foi para obra 114.

3.2 LEVANTAMENTOS DOS CRITÉRIOS DE ESPECIFICAÇÃO

Os critérios de edificações foram levantados a partir da análise do relatório de sondagem. O relatório de sondagem apresenta:

- A Planta de situação dos furos;
- O Perfil de cada sondagem com as cotas de onde foram retiradas as amostras;
- A Classificação das diversas camadas e os ensaios que as permitiram classificar;
- Os Níveis do terreno e d'água, com a indicação das respectivas pressões;

Foram ainda realizadas entrevistas com o responsável pela sondagem sobre a origem da formação do solo identificado e das soluções adequadas.

3.3 AVALIAÇÕES DAS DIFERENÇAS ENTRE AS SOLUÇÕES ADOTADAS

A avaliação das diferenças foi baseada em pesquisa bibliográfica sobre as soluções adotadas.

As diferenças foram avaliadas quanto aos seguintes critérios:

- Técnicas construtivas
- Disponibilidade de mão de obra e equipamento
- Tempo de execução

3.4 ANÁLISES DOS IMPACTOS NO PRAZO E NO CUSTO

Depois de obtidas as resistências das fundações, cargas da superestrutura e a resistência do solo, foram levantados valores de todo material e a execução de cada tipo de fundação, Esses dados foram disponibilizados pelo SINAPI. Para execução da estaca trado mecânico foram considerados 6 itens especificados em escavação com diâmetro de Ø400mm e profundidade de 6 metros para as estacas. E para a execução de fundação tipo sapata com dimensões 40x40cm e profundidade de 50cm, desmobilização, mão de obra (considerando armador e ajudante), concreto usinado de 30 MPa, Aço CA-50 de 6.3mm e 12.5mm. Na Tabela 1 constam os coeficientes dos serviços adotados para a composição de custo das fundações.

Tabela 1- Composição unitária dos serviços de execução das fundações

Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit.	Total
96547	SINAPI	ARMAÇÃO DE BLOCO VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12.5MM	FUES-FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1.000000	9.22	9.22
100897	SINAPI	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO E ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA(EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO) AF_01/2020	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M	1.000000	103.20	103.20
88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI-SERVIÇOS DIVERSOS	H	02795000	16.96	4.74
94966	SINAPI	CONCRETO FCK=30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5(CIMENTO,AREIA MÉDIA/BRITA 1). PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L AF_07/2016	FUES-FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	M ³	1.000000	560.88	560.88
88245	SINAPI	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI-SERVIÇOS DIVERSOS	H	0.06800	22.42	1.52
43132	SINAPI	ARAME RECOZIDO 16BWG, D=1,65MM(0,016 KG/M) OU 18 BWG, D=1,25MM(0,01KG/M)	MATERIAL	KG	0.02500	16.75	0.41
43055	SINAPI	AÇO CA-50, 12.5MM OU 16.0MM, VERGALHÃO.	MATERIAL	KG	1.11000	6.07	6.73

Fonte: Autoria Própria (2020)

4 RESULTADOS

4.1 ESCOLHA DO TIPO DE FUNDAÇÃO

O problema para escolha da fundação é resolvido por eliminação, excluindo-se os tipos de fundações que não satisfaçam tecnicamente ao caso em estudo. A escolha da fundação para uma determinada edificação só deve ser realizada após a constatação que a mesma satisfaz as condições técnicas, para tal, devem ser conhecidos os seguintes elementos:

- Natureza e característica do subsolo no local da obra (prospecção geotécnica);
- Grandeza das cargas a serem transmitidas às fundações;
- Proximidade das edificações limítrofes, bem como seu tipo de fundação e estado da mesma;
- Limitações dos tipos de fundações existentes no mercado.

Com base na análise dos boletins de sondagens e características gerais da obra, foi utilizado uma verificação que levou em consideração a viabilidade ou não de cada tipo de fundação profunda. Esse método vem sendo o mais utilizado para determinar o tipo de fundação que se adéqua a situação em análise. Além do porte da edificação e da localização, expande-se o leque de fatores preponderantes na escolha do tipo de fundação a ser adotada.

Espessura, profundidade e propriedades das camadas de solo, nível do lençol freático, topografia, cargas eventuais, natureza dos carregamentos, recalques, alternativas viáveis e custos estimados com base em anteprojeto são analisados a fim de alcançar a compatibilidade entre o elemento estrutural de fundação e as propriedades mecânicas do maciço do solo.

A sondagem foi realizada conforme a NBR 6484 (ABNT, 2020) a qual especifica o método de execução de sondagens de simples reconhecimento de solos com ensaio de SPT. A Figura 1 apresenta a execução da sondagem do tipo SPT no lote 251.

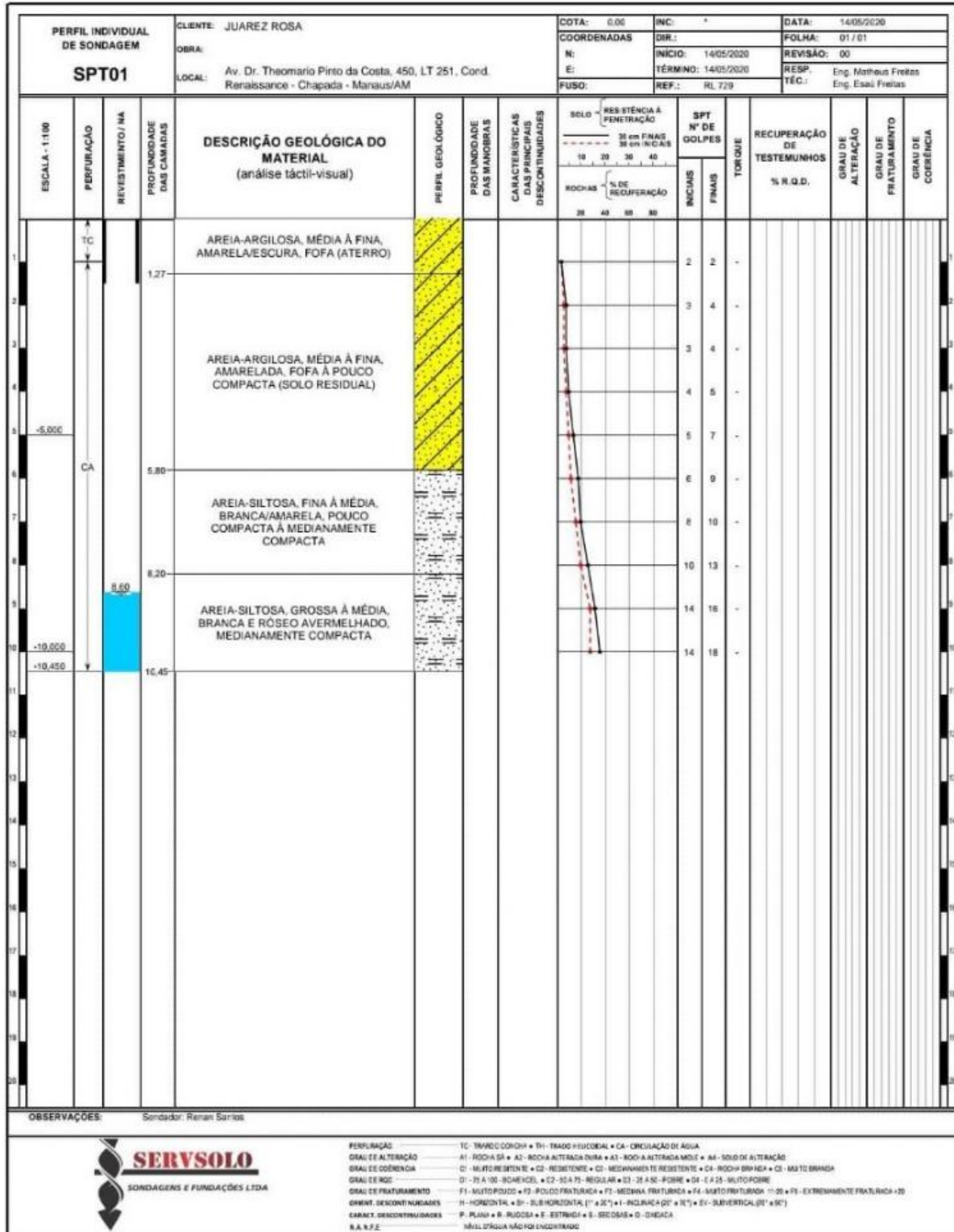
Figura 1 - Sondagem SPT no lote 251



Fonte: Autoria Própria (2020)

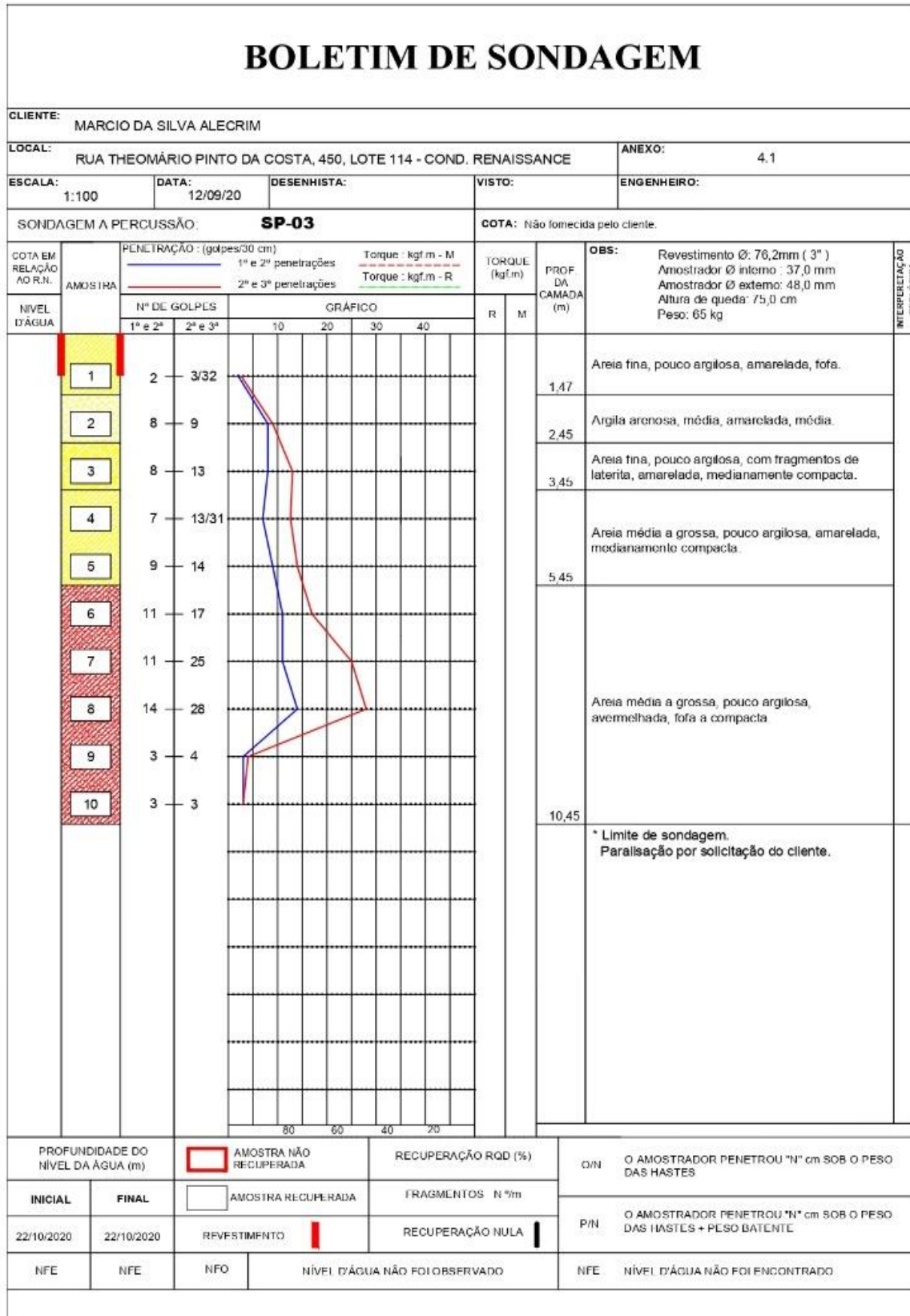
Deve-se levar em conta certas particularidades que servem como análise na adoção do tipo de fundação. São exemplos disso fatores como, a análise do ambiente onde o empreendimento estará situado, fatores como camadas intermediárias compressíveis, solo com baixa resistência, recalques previstos que provocariam danos à estrutura e elevada relação entre as cargas aplicadas e a tensão admissível do solo, induzindo ao uso de fundações profundas, como caso da obra lote 251. A partir da análise dos perfis de sondagem, obteve-se subsídios para a definição do tipo e o dimensionamento das fundações. A escolha da fundação tipo estaca broca apresenta-se como a técnica mais adequada para obra lote 251. Solo com baixa resistência provoca danos à estrutura e elevada relação entre as cargas aplicadas e a tensão admissível do solo, induzem ao uso de fundações profundas. A Figura 2 apresenta o perfil de sondagem do lote 251.

Figura 2 – Perfil de Sondagem utilizado como exemplo para o caso obra 1 Lote 251



Fonte: Autoria Própria (2020)

Figura 3 – Perfil de Sondagem utilizado como exemplo para o caso obra 2 Lote 114



Fonte: Autoria Própria (2020)

Dentre todos os elementos de fundação superficial, a sapata é o mais comum. E devido à grande variabilidade existente na configuração e forma dos elementos estruturais que nela se apoiam, é muito aplicada em edificações residenciais de pequeno porte. Em função disto procura-se sempre que possível adotar soluções de fundações diretas como da obra lote 114, juntamente com técnicas de melhoramento de solo, tais técnicas proporcionam também a diminuição das dimensões das sapatas ou atuam em conjunto com as fundações profundas para que haja diminuição em sua profundidade.

Portanto a sapata é a solução tecnicamente viável para a obra lote 114. A sapata é definida na NBR 6122 (ABNT, 2010) como o elemento de fundação superficial que abrange parte ou todos os pilares de uma estrutura, distribuindo os carregamentos. A Figura 3 apresenta o perfil de sondagem do lote 114.

De acordo com os resultados do perfil de sondagens da obra do lote 114, foi recomendado à execução da fundação Sapata, devido o solo deste terreno ser firme e de boa resistência.

4.2 AS DIFERENÇAS ENTRE AS SOLUÇÕES ADOTADAS

A escolha da fundação foi determinada de acordo com as condições técnicas e características gerais da obra com base na análise dos boletins de sondagens. Também foi utilizada uma verificação e consideração de cada tipo de fundação superficial ou profunda. Para o caso da obra lote 251, foram utilizadas estacas do tipo broca, com diâmetro de 25 cm, peso específico de 25 KN/m³. Esse tipo de estaca possui capacidade de carga estrutural de 700 KN. Dessa forma 35 estacas foram suficientes para suportar o peso de toda estrutura da residência. De acordo com a sondagem para essa fundação foi necessários 6 m de comprimento de estaca. A Figura 4 o uso do trado mecânico para perfuração da broca.

Figura 4 - Perfuração com Trado Mecânico



Fonte: Autoria Própria (2020)

A vantagem da fundação Estaca broca para a obra do lote 251 foi capacidade de suporte carga para um terreno instável de aterro. A desvantagem foi devido à demora na

hora da execução, pois o equipamento estava com defeito. O bloco de coroamento da broca é apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Fundação Estaca Broca



Fonte: Autoria Própria (2020)

Para a escolha da fundação da obra lote 114, foram utilizadas as fundações superficiais do tipo sapata com dimensões 40x40cm e profundidade de 50 cm, sua capacidade de carga é de 150KN/m², com peso específico de 1600 Kgf/m³. Sendo assim foram necessárias 16 sapatas para suportar toda a estrutura da residência. Sua principal vantagem é o custo mais acessível, além da rapidez de execução. A Figura 6 apresenta a armadura das sapatas.



Figura 6 - Fundação superficial direta

Fonte: Autoria Própria (2020)

As desvantagens do uso da sapata dependem muito das características da obra ou do solo, por exemplo, nos casos em que as sapatas se aproximam uma das outras ou até se sobrepõem, a sapata pode deixar de ser vantajosa, sendo preferível optar pelo radier. A Figura 7 apresenta as saladas após concretagem.

Figura 7 - Execução da Sapata Isolada



Fonte: Autoria Própria (2020)

4.5 OS IMPACTOS NO PRAZO E NO CUSTO

4.5.1 CRONOGRAMA

O tempo estimado para a execução das fundações foi de 15 dias, mas teve um pequeno atraso devido as maquinas de perfuração apresentar defeitos, com isso a execução da estaca broca teve um atraso de 5 dias. No caso da fundação Sapata, o único imprevisto que aconteceu foi a demora das formas, tendo 1 dia de atraso. O prazo maior estabelecido para a fundação estaca foi de 20 dias, isso ocorreu devido os problemas com o equipamento de perfuração. A sapata teve 1 dia de atraso, por conta da demora da entrega das formas. As obras foram executadas fora do prazo, totalizando 21 dias de atraso. A solução indicada para evitar atrasos no caso da obra do lote 251, seria a verificação do equipamento de perfuração e todo material um dia antes da execução das estacas. Para a solução das sapatas, o mesmo deveria ser feito.

4.5.2 CUSTO

Para a avaliação do impacto das soluções no custo das obras foi levantado os custos de cada solução. A Tabela 2 apresenta o custo total por serviço.

Tabela 2 – Orçamento das Fundações

Serviço	Und.	Valor unit. R\$	Fundação Estaca		Fundação Sapata	
			Qt	R\$	Qt	R\$
ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO E ESTABILIZANTE, COM 40CM DE DIÂMETRO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA(EXCLUSIVE MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO) AF_01/2020	M ³	103,20	210	21.672	-	-
ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1.30M AF_03/2016	M ³	67,09			1,28	85,88
CONCRETO FCK=30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5(CIMENTO,AREIA MÉDIA/BRITA 1). PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L AF_07/2016	M ³	560,88			1,024	574,34
REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	M ³	40,68			0,33	13,42
ARMAÇÃO DE BLOCO VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12.5MM					102,4	102,4
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12.5MM-MONTAGEM AF_12/2015	Kg	8,31	1.617,84	13.444,25		
				35.116,25		1.428,94

Fonte: Autoria Própria (2020)

Como demonstrado anteriormente, o custo para a execução da estaca trado mecânico é o maior valor quando comparado à fundação sapata. Tal fato deve-se, principalmente, o custo de aquisição desse tipo de estaca, que foi orçado em R\$ 26.615,58 do custo total de sua execução. Visto que as estacas são adequadas para utilização do lote 251. O fator econômico passa a ser decisiva na definição da melhor alternativa, nesse sentido, a estaca trado mecânico se destaca na obra 251, uma vez que o custo da sua execução tem uma diferença de R\$ 3.240,82 comparada a fundação sapata que foi orçada em R\$ 23.374,70. O fato é, quando comparadas economicamente, a sapata tem um menor custo, ainda que a diferença de valores seja pouca entre as fundações. Mas o critério adotado para a escolha de cada fundação foi à natureza e característica do subsolo no local da obra com base nos boletins de sondagens. A verificação da viabilidade técnica, o dimensionamento da fundação e a oportunidade de estudar e aplicar os aprendizados adquiridos durante o curso de engenharia civil sobre fundações justificam este estudo de caso. É importante ressaltar que esses custos podem variar de

acordo com a região onde a fundação será executada, devido às questões de logística e também a disponibilidade do tipo de fundação ofertada nas proximidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em análise dos resultados, tem-se a predominância de dois tipos de soluções, as estacas escavadas e a sapata. Para isto foram feitas análises comparativas das soluções em fundação direta e sobre estacas. Através do boletim de sondagem foi possível mensurar os deslocamentos da fundação ocasionados pelo ensaio de carregamento dinâmico. Observa-se que os tipos de fundação superficial preponderam em obras de pequeno porte, tal preponderância começa a diminuir, até o ponto em que se tem a dominância das fundações profundas em obras de grande porte. Tais resultados foram condizentes com as condições técnicas para a escolha do tipo de fundação, mantendo a coerência entre os fatores geotécnicos do terreno e o porte da obra. Os mesmos representam uma tentativa de sistematização dos conhecimentos à cerca das fundações nesta obra. Ressalta-se ainda a importante da união entre os projetos estrutural e o projeto de fundações num grande e único projeto, uma vez que mudanças em um provocam reações imediatas no outro resultando obras mais seguras e otimizadas. Além disso, o presente mapeamento não elimina a necessidade de análise minuciosa das condições geotécnicas, de maneira que os conhecimentos geológicos sirvam de moldura para tais análises, a fim de conhecer os limites do meio físico e buscando a ideal interação entre a edificação e o meio físico.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6489 - Prova de carga direta sobre o terreno de fundação-Procedimento.

ABNT NBR 7181, Solo – Analise Granulométrica.

ABNT NBR 6459, Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.

ABNT NBR 6118 – Projeto e execução de Fundações.

GUSMÃO, J.A.F. Fundações, do conhecimento geológico à prática da Engenharia, Editora Universitária UFPE, Recife, 1998.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo:Atlas, 2002.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.

VARGAS, M. História das fundações: história da engenharia de fundações no Brasil. In: HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.;

CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S. (Org.). Fundações: teoria e prática. 2. Ed. São Paulo: Pini, 1998. P. 34-50.

Capítulo 3

Uso de software enterprise resource planning (ERP) para projetos em engenharia civil: Estoques

Paulo Higino Medeiros da Silva

Raimundo José Diniz Costa

Rosinei Aparecida Zigartti Bastos

Sara dos Santos Santarém

Resumo: A engenharia civil é uma área da construção civil que elabora atividades que contribuem com o desenvolvimento da civilização, e possui elevada abrangência, no entanto, a perda de materiais, pouco utilizados e a evolução de novos recursos tecnológicos, são aspectos de uma relevância significativa que influencia significativamente os diversos setores da sociedade. O objetivo desta pesquisa é analisar na literatura os benefícios do software Enterprise Resource Planning (ERP) em projetos de empresas na Construção Civil no setor de almoxarifado. O presente estudo trata-se de uma revisão da literatura de artigos científicos indexados nas plataformas eletrônicas Medline/Pubmed, Lilacs/Bireme, SciELO e Google Acadêmico. Compreende-se que a falta de controle de estoque se apresenta como um dos principais problemas que resultam no atraso de obras, que estão relacionados a falta de revisões de projetos e controle sobre os documentos existentes. Os resultados mostraram que é importante que as empresas de Engenharia Civil analisem a viabilidade de utilizar os softwares que podem aprimorar a Gestão de Estoques, estimulando funcionários e organizações sobre a importância dessas metodologias em suas gestões. Pode-se concluir que a implantação do software ERP nas empresas da construção civil, somente contribui com o desenvolvimento das obras, além de prevenir problemas relacionados ao controle de estoque, resultando na diminuição de custos, cumprimento de orçamento e do cronograma.

Palavras-Chaves: Softwares, ERP, Engenharia Civil, Controle de Estoque.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico que ocorreu no findar do século XX, acarretou na elevada capacidade de processamento dos chips e da microinformática, os computadores tornaram-se cada mais portáteis e cada vez mais menores. No cenário moderno, em países como Brasil e EUA, os computadores desktop começaram a se destacar, pois quantidade significativa de pessoas utilizam pelo menos um dispositivo conectado à internet a todo instante (CARRION; QUARESMA, 2019).

A revolução tecnológica é responsável por importantes modificações, acabando que fortalecendo as informações que passaram a ser fornecidas em instantes em todo o mundo. Contribuindo com o surgimento de novos meios de comunicação, aplicativos e softwares que permitem o melhor gerenciamento e armazenamento de dados. A tecnologia auxilia na redução de algumas falhas humanas provocadas pelo desgaste no trabalho.

Para Romkey (2017) antes de tudo iniciar, já existia a internet, porém, era a internet sem coisas. Não existiam interruptores inteligentes e de luz termostatos, nem Fitbits ou câmeras Wi-Fi, conexão, mas não possuía a quantificação. Sendo assim, a definição de tecnologia começou a surgir a partir de concepções do pesquisador MIT Kevin Ashton, no decorrer de uma apresentação de negócios desenvolvida à Procter e Gamble (P&G). Ashton nesse contexto, sugeriu a ideia de utilizar etiquetas RFID na cadeia de suprimentos da organização.

A tecnologia realmente transforma o mundo de diversas formas, e a construção civil não poderia ficar de fora dessa mudança. Uma das contribuições da tecnologia para construção civil, está na utilização dos sensores que podem ser instalados nos equipamentos, necessários na elaboração de relatórios de vários setores, e com as informações que podem ser fornecidas rapidamente, quando a necessidade de realizar manutenção, antes de surgirem outros problemas complexos. O que possibilita que o profissional desenvolva a troca de peças em curto período de tempo, possibilitando melhores resultados, agilizando o processo, levando a uma melhor satisfação do cliente.

Deste modo, pode-se afirmar que, as organizações da área da construção civil desenvolvem seus sistemas de controle e gestão com a finalidade de administrar os recursos financeiros e físicos. Neste contexto, os softwares aplicam alternativas aos vários problemas sociais, entre eles está o almoxarifado, que deve dispor de materiais alocados e estruturados de forma a assegurar o melhor funcionamento sistemático, a partir de alternativas que apresentam durabilidade, baixo custo e comodidade.

O desenvolvimento tecnológico, principalmente ao que está relacionado a criação de softwares, tem contribuído com a evolução no setor de construção e projetos de empreendimentos de todos os aspectos. O estoque é o armazenamento de produtos, sejam eles, matéria-prima, componentes, ferramentas ou produto acabado.

Para Martinelli e Dandaro (2015) não é tão simples a sua gestão como o seu conceito, dado que incide em estar no tempo, lugar e em quantidades certas ao menor custo possível. Diversas organizações da construção civil mesmo diante a importância da temática, não compreendem a necessidade de implantar apropriadamente as tecnologias nos estoques, para estruturar seus componentes, ter melhor controle dos recursos materiais, determinando quando e quanto se deve comprar, para que se tornem mais competitiva no mercado consumidor.

Diante do exposto, apresenta-se a seguinte pergunta problema: Quais as contribuições do software Enterprise Resource Planning (ERP) para a gestão de estoques de empresas da construção civil?

As instalações de software ERP no setor de almoxarifado representam custos, mas também economia em desperdícios e investimentos com importantes possibilidades de elevar a produtividade. Um sistema de estoque de almoxarifado é necessário para contribuir com a gestão de forma que reduza a falta de componentes no almoxarifado. Frente ao evidenciado, propõe-se esse estudo como forma de melhor compreender a utilização do software ERP no processo de gestão de estoque.

O objetivo geral deste estudo é analisar na literatura os benefícios do software Enterprise Resource Planning (ERP) nos projetos de empresas na Construção Civil no setor de estoque. E como objetivos específicos, apresentar as aplicações da tecnologia para a construção civil; destacar a importância da gestão de estoques para as empresas e identificar os tipos de software para a Construção Civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

As revoluções industriais ocorreram através do desenvolvimento e controle de novas tecnologias de produção. A 1ª Revolução Industrial sucedeu no século XVIII com a criação da máquina a vapor. Através da produção em massa no processo de montagem no século XX, iniciou a 2ª Revolução Industrial. A 3ª Revolução Industrial ocorreu a inclusão da tecnologia da informação e dos controladores lógico programáveis. Em seguida, a 4ª Revolução Industrial- Indústria 4.0, fase característica da atualidade, em que o desenvolvimento tecnológico, é o principal componente do método de transformação para o crescimento da produtividade (SOUSA; SOUSA; CARDOSO, 2019).

Para Schwab (2016) a indústria 4.0 é tem capacidade de possibilitar a correlação de sistemas ciberfísicos, ligando o real ao virtual, unindo sistemas físicos, digitais e biológicos, possibilitando a fabricação personalizada em massa. Isso vai além do mercado de trabalho industrial e das indústrias inovadoras, tendo como principal método a diferenciação das organizações no novo período de processos produtivos, capacitação dos colaboradores e gestão do conhecimento.

Atualmente, a construção civil vem pensando cada vez mais em sofisticação por meio da tecnologia, com a integração das redes, ocorre sempre a inovação dos negócios para não permanecerem no meio do caminho. Existem alguns exemplos a serem destacados, a instalação dos sensores nos equipamentos que produzem relatórios de vários âmbitos, a ideia de que uma máquina necessite de manutenção e reparos antes mesmo de que essa venha deixar de funcionar (CAVALCANTI et al., 2018).

A tecnologia traz diversos as empresas, visando decidir da melhor forma possível, estratégias no cenário da construção civil, contribuindo com possíveis prevenções de falhas no processo (PILAR et al., 2019). Sendo assim, pode-se afirmar que a construção civil é a área que mais emprega indivíduos em período produtivo em todo o mundo, no entanto, também, é relacionado a um retardo no setor da tecnologia, entre alguns países, está o Brasil, que ainda não entrou no patamar industrial (SOUSA; SOUSA; CARDOSO, 2019).

No entanto, a nível mundial, mesmo diante do atraso nos últimos anos, a Construção Civil tem se transformado em um dos setores mais relevantes da indústria da automação; de 2011 até o começo de 2017, as organizações de tecnologia da construção alcançaram US\$ 10 bilhões em fundos investimento. Representando significativa potencialidade de renovação das indústrias, com uma alta capacidade de aproveitar da automação e relacionais com as demais empresas (BLANCO et al., 2017).

A indústria da construção civil no Brasil, vem se desenvolvendo influenciando no crescimento econômico e geração de empregos. Assim, define-se como uma atividade que possui relação com diversos fatores do setor que contribuem com o crescimento regional, e transformações na economia, isto é, a elevação PIB, levando em consideração, o nível de investimentos e seu efeito multiplicador acerca do processo produtivo, já que indústria da construção civil no país é crescente (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Neto (2019), a Engenharia Civil já seguiu um longo caminho desde milhares de anos, quando o indivíduo deixou as cavernas para buscar moradia que lhe oferecesse segurança e conforto. Já na era antiga, foram realizadas construções como canais de irrigação, muros, templos e o início da pavimentação com pedras achatadas facilitando os percursos mais utilizados pelas pessoas.

A aplicação da tecnologia dentro do local das obras é um fator relevante, pois a cada dia novas soluções vem surgindo com objetivo de otimizar ainda mais o trabalho na obra. A tecnologia é envolvida por vários equipamentos conectados à internet, que são capazes de interagir entre si, disponibilizando informações a curto prazo, realizando monitoramento, elaborando relatórios ou compartilhando dados entre máquinas/máquinas e trabalhador/máquinas (BARACHO; TEIXEIRAL; PEREIRA JUNIOR, 2017).

De acordo com Sousa (2015, p. 13) a inovação tecnológica está relacionada ao desenvolvimento de “novas funcionalidades e efetivos ganhos de qualidade ou produtividade, ocasionando uma elevada competitividade” nas diversas áreas da economia agindo em novos métodos no sistema organizacional da empresa, na inovação nos processos, produtos, serviços e marketing. Como apresenta a Figura- 1.

Figura 1- Áreas da Inovação Tecnológica



Fonte: Souza (2015).

Um aspecto importante a ser considerado, é a publicação do CREA-SC que afirma, em nível global, que as obras brasileiras estão em desvantagem sobre a competitividade industrial a nível mundial, mas, pontua que este atraso pode ser superado através da busca do conhecimento tecnológico para conexão entre a área de Tecnologia da Informação e da IOT de modo geral, pois possibilita uma independência na construção. Até em 2020, está previsto para existir mais de 30 bilhões de dispositivos conectados, que estão relacionados a negócios da aquisição de trilhões de dólares na CC (CREA-SC, 2017).

As tecnologias direcionadas para Construção Civil, são apresentadas através de um projeto digital em 3D de estruturas de concretos para edificações, pode ainda ser indicada, a Robótica, a BEACONS que realizada a localização, o Smart Grid, um avanço fundamentado na integração de todos os componentes do sistema elétrico e a programação dos custos chamado Drones, uma tecnologia que é mais disseminada no Brasil (SANTOS JÚNIOR; GALHARDO; SANTOS, 2019).

A aplicação da tecnologia torna mais prática a edificação, contribuindo para que ocorra com segurança o prazo determinado para a construção, busca sempre seguir as normas de segurança. Desta forma, aspectos de segurança relacionados as mais diversas atividades importantes à área, pode ser beneficiado com a utilização de tecnologias da informação que venham auxiliar o gerenciamento (JÚNIOR et al., 2019).

É possível afirmar que na construção civil, as instalações possui uma longa vida útil, promovendo a importância da manutenção e ações preventivas que crescem ou mesmo tornam sua durabilidade indeterminada, afirmando uma vida útil para desempenho de edificações. A internet é aplicada para que o trabalho na construção seja mais útil e bem implementado, já que este é um conceito que visa o desenvolvimento da empresa por meio da tecnologia (OLIVEIRA; SERRA, 2017).

2.2 EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUE JÁ INVESTIRAM EM TECNOLOGIAS

Atualmente, qual é a empresa que não deseja sempre está em destaque nos negócios, de certa forma, esse cenário é oportuno já que esse contexto da indústria está passando pela quarta revolução industrial, que se fundamenta na relação de processos entre máquinas, que se denomina tecnologia, a mesma é uma rede de objetos físicos, aplicativos, sistemas, plataformas que se comunicam, direcionando objetos físicos e virtuais, fomentando a comunicação para possibilitar ações de controle e comando (LIMA et al., 2018).

As possibilidades do uso da tecnologia no canteiro de obras, ocorre com a vistoria de maquinários, otimização das máquinas, redução da ociosidade, observando seu desgaste, analisando a temperatura durante a utilização. Pode ainda ser usada como fator útil para programar seus equipamentos, monitorando o uso próprio de energia, colaborando com instrumento conforme o controle do papel de cada funcionário. Com isso, é possível desenvolver um balanço para analisar os níveis de produtividade de uma específica equipe, podendo analisar os pontos fracos e fortes da mesma, para assim, levar ao êxito (CARRION; QUARESMA, 2019).

Uma vantagem a ser evidenciada dentro da construção civil, é o controle da obra por meio dos equipamentos modernos como computador ou outra ferramenta que possibilite essa tecnologia, sempre visando a interação dos materiais. É importante destacar, que todo serviço que irá ser realizado passe primeiramente por um planejamento, já que as ferramentas básicas para a construção são: a semântica, a

computação, a comunicação, a identificação, os sensores e os serviços (FILHO et al., 2017).

Na área de construções civil tal técnica apresenta grandes vantagens, pois todas as ferramentas são importantes, e buscam resolver problemas que estão presentes desde os primórdios da engenharia, já que há uma grande movimentação de materiais, principalmente as obras de grande porte. Mesmo realizando essa ação, ainda é visível a ausência de controle na grande parte, promovendo consequências indesejadas (SANTOS, 2016).

É de se esperar que enquanto permaneça as tecnológicas, empresas busquem se aperfeiçoar cada vez mais e sua existência seja voltada para a sociedade e seres humanos, além de mudar as funções da economia atualizada. Assim, é sugerido que os efeitos desta sejam impactantes para muitas empresas, seja ruim ou positivo, sendo importante aplicar esses métodos para uma maior eficiência (YOUNUS, 2017).

As empresas que investem no ramo das tecnologias estão as: TECNISA que ao longo dos anos vem conquistando prêmios importantes no quesito inovação tecnológica por usar softwares avançados; a MRV Engenharia conquistou o Prêmio Valor Inovação Brasil 2018, a VITACON, é um exemplo de aplicação da inovação, devido a utilização da tecnologia na construção civil, desenvolveu-se tanto a partir da utilização da tecnologia, que já existe fila de espera de seus clientes (NAKAMURA, 2019).

As empresas TECNISA, MRV Engenharia e VITACON sempre estão buscando sofisticação baseando-se no uso das tecnologias e isto, é claro importante para o crescimento de ambas já que os clientes estão cada vez mais se modernizando. Logo, suas plataformas buscam uma melhor qualidade para os clientes como o (Meu MRV) direcionado para o relacionamento e atendimento ao cliente via inteligência artificial.

As organizações que estão buscando chegar nesse nível são: AGILEAN, solução desenvolvida pela Aval Engenharia, uma das 9 selecionadas, está entre 300 empresas, que utilizam programas acelerados de startups da Andrade Gutierrez, a solução tem a sua disposição equipamentos físicos estruturados, ambiente web e aplicativo, facilidade integrada entre diversas etapas da construção. A AMBAR é uma empresa brasileira que tem como objetivo redefinir o conceito de moradia sustentável com a utilização da tecnologia, vem sempre buscando novos aplicativos para desenvolver melhor seu trabalho (CAMPOS, 2019).

2.3 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE ESTOQUE COM FOCO NOS SOFTWARES PARA AS EMPRESAS

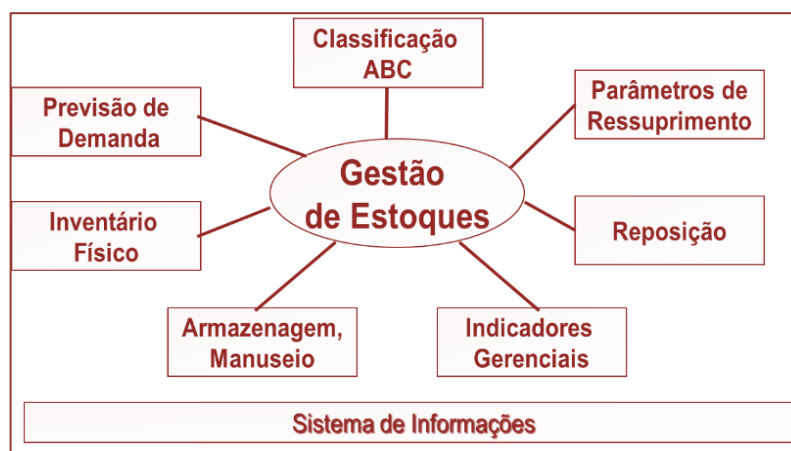
A gestão de estoque tem como principal finalidade proteger os investimentos, modificando os processos de produção existentes pelas organizações mais eficazes, reduzindo aplicações nos estoques, diminuindo desperdícios e elevando a lucratividade da empresa. Sendo assim, planejar e gerenciar o estoque de uma organização é uma variante resolutiva nos sucessos financeiros (SILVA et al., 2019).

Com o mercado mais competitivo, as empresas têm a necessidade de assegurar um gerenciamento de estoque estratégico e excelente, objetivando oferecer melhor facilidade para seus clientes com condições vantajosas em curto prazo. Assim, as organizações devem ser inovadoras, ágeis por meios de novos métodos de manufatura. Dessa forma, o bom gerenciamento do estoque se apresenta como uma vantagem competitiva para as indústrias FORGIARINI, 2015).

A gestão de estoques compreende um conjunto de decisões com a finalidade de gerenciar dimensões de espaço e de tempo, visando a busca existente com a oferta de materiais e produtos, de forma que os resultados dos objetivos sejam atingidos a partir de níveis de serviços determinados, contemplando as características da demanda, da operação e do produto (SILVEIRA; COIRO, PACHECO, 2015).

Segundo Sebrae (2019), a movimentação de almoxarifado para ser viabilizada deve ser organizada através de normas de entrada e saída. E nessa conjectura que entra em ação o controle financeiro e físico do estoque, visando principalmente buscar informações sobre a quantidade existente de cada componente e seu valor financeiro. A gestão de estoque de uma indústria tem como finalidade um prazo de pagamento dos fornecedores conciliáveis com as entregas aos clientes, como mostra a Figura-2.

Figura 2- Gestão de Estoque



Fonte: Forgiarini (2015).

A gestão eficiente dos materiais é fundamental para as empresas, tanto públicas ou privadas. A ausência de materiais relevantes pode resultar em grandes perdas as mesmas. Se não ocorrer o planejamento pode levar a compra de materiais não necessários, em quantidade inexata, em excessiva quantidade ou em pouca do que é fundamental para o momento, o que pode resultar em grandes prejuízos para a empresa. “Controlar o estoque de uma entidade, é um processo rotineiro, por isso, exige disciplina por parte de todos os envolvidos” (PAULINO et al. 2015, p.25).

O controle de estoque na construção civil é relevante, pois contribui com o planejamento das operações, dificultando possíveis atrasos ocasionados pela ausência de materiais. Possuir um controle de estoque, permite que ocorra a garantia das operações, possibilitando que as organizações desenvolvam seus trabalhos dentro das definições de baixo estoque (PAULINO et al., 2015).

Nos últimos anos, a construção civil passa por um complexo e considerado método de transformação que surgiu a partir da criação de novas metodologias, de novos softwares de criação de projetos, assim, como novos métodos construtivos mais eficazes e ágeis que visam reduzir e reutilizar os resíduos da construção civil (FORGIARINI, 2015).

A Tecnologia da Informação (TI) pode contribuir com um processo eficiente de gestão, auxiliando na melhoria de controle interno das atividades, melhoria das informações no decorrer do processo de decisão, crescimento da possibilidade de identificar ocorrências prematuramente, já que possui informações com mais eficiência e rapidez (SILVA et al., 2019).

Existem diversos softwares de controle de estoque no mercado brasileiro, no entanto, várias empresas da construção civil já devem possuir infraestrutura para armazenamento, desenvolvimento treinamento e auxílio, é importante se voltar para software que esteja de acordo com as necessidades e processos específicos as organizações, entre eles, está o software Enterprise Resource Planning (ERP). É importante que as empresas de Engenharia Civil avaliem a viabilidade de utilizar os softwares que podem aprimorar a Gestão de Estoques, motivando os funcionários e organizações sobre a importância dessas metodologias (FORGIARINI, 2015).

2.4 TIPOS DE SOFTWARE PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

O software comumente empregado para simular métodos dinâmicos e contínuos é o Vensim®, criado por Ventana Systems, é usado para resolver problemas de gestão. Tem como benefício a vantagem de ser programado para qualquer forma de linguagem de programação, viabilizando a probabilidade de introduzir modelos, desenvolvendo outros softwares utilizados na simulação e na modelagem (RISTIC; IRICANIN; MIJAILOVIC, 2016).

A utilização do Last Planner System™, sistema de controle da produção criado pelo Instituto da Construção Enxuta ou Lean Construction Institute (LCI), é uma metodologia de planejamento que vem contribuir com a redução de erros, ao construir um empreendimento (MACIEL, 2014).

Os softwares BIM podem envolver uma elevada quantidade de informações em um determinado banco de informações paramétricos, onde diversos colaboradores atuam de forma simultânea em um único arquivo, são criadas várias planilhas e plantas que formam a empresa. Esses softwares colaboram com a redução de dificuldades entre os vários projetos, impossibilitando que as informações incompatíveis dificultem o desenvolvimento por meio de sua modernização.

No Modelo de Revisão Periódica, a dimensão do lote a ser solicitada se apresenta segundo a proporção e capacidade máxima de estoque utilizada pré-determinado (LEC), sendo assim, o gerenciador de estoque fornece a ordem de compra somente a partir da quantidade que está faltando para repor. Esse é um método simples, por isso, se destaca como um modelo de baixo custo (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2017).

A curva ABC serve também para o controle de estoques em termos de valor, peso e volume e tem grande vantagens por proporcionar maior facilidade para fazer inventário de estoques; redução imediata do tamanho dos inventários; custos de serviços burocráticos mais baixos e melhor planejamento de estoque (SILVA et al., 2019, p.31194).

O histograma de mão de obra (também identificado como histograma de recursos humanos) é uma demonstração gráfica dos recursos humanos de uma organização. O histograma se apresenta de maneira praticável, a disposição de um método no decorrer

do tempo de sua utilização como: materiais, mão-de-obra e equipamentos de construção necessários ao desenvolvimento do projeto (NOVENTA TI, 2018).

O software Materials Requirements Planning (MRP) foi desenvolvido em 1975, por Orlicky, o sistema desenvolvido tinha como objetivo contribuir com o planejamento e controle de materiais, em seguida avançou para Manufacturing Resources Planning (MRP II). Nos dias atuais, diversos autores o denominam o MRP II de Enterprise Resource Planning (ERP). O ERP, é um software que faz parte do plano-mestre que compõem estoque de componentes, estoques de materiais, limitações de mão de obra, lista de materiais e flexibilidade de equipamentos, contribui com as necessidades de compra para componentes abastecidos por terceiros, ordens de produção e indispensabilidades de produção própria (PASQUINI, 2016).

2.4.1 BENEFÍCIOS DO SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO (ERP) EM PROJETOS

Existe uma diversidade de aplicativos e programas que tem a finalidade de solucionar os mais variados problemas existentes na construção civil, que tem a capacidade de desenvolverem cálculos estruturais de vários pavimentos e de extensas alturas, existem também aqueles softwares específicos direcionados para o gerenciamento das organizações chamados de Sistemas Integrados de Gestão (Enterprise Resource Planning – ERP) (CRUVINEL, 2018).

Figura 3- Para que serve uma ERP



Fonte: calina.ag (2020)

Esses sistemas tem a finalidade de auxiliar no gerenciamento de diversos processos organizacionais, como: compras, finanças, vendas e estoques. Sendo assim, as empresas da construção civil podem empregar esses softwares visando um crescimento de produtividade e de desempenho, posto que, tais entidades cuidam de uma diversidade de pessoas e de materiais (CRUVINEL, 2018).

A ERP, é uma ferramenta essencial para o controle dos materiais relacionadas a necessidade da organização como um todo, a partir de informações sincronizadas e fornecidas para várias departamentos da empresa. Pode-se elencar que essa ferramenta

de controle de estoque traz diversas contribuições necessárias as organizações em relação ao custo/benefício, se voltando para a capacidade de serviço ao consumidor sem elevar a quantidade de estoque (MARTELLI; DANDARO, 2015).

Os sistemas integrados de gestão, principalmente o Enterprise Resource Planning (ERP), se apresenta como relevante software que contribui com o desenvolvimento empresarial das construtoras, pois ao compor sistemas também se relacionam com controles e processo, possibilitando, que um funcionário influencie, principalmente nos resultados desenvolvidos pelos outros (KRAINER et al., 2017). Existem 5 softwares da ERP para a construção civil e será apresentado no Quadro-1.

Quadro 1- 5 softwares da ERP para a construção civil

Tipo de Software	Função
Mega	Elaborado em 1985 e apresenta alternativas de gerenciamento do agronegócio, manufatura, construção e combustíveis das empresas.
Globaltec	Responsável por criar o software UAU, visando atender as necessidades gerenciais das construtoras.
Versato	Disponibiliza diversas funções para a gestão empresarial como: controle financeiro, gerenciamento de obras, contabilidade e emissão de notas fiscal.
Uno Erp	É totalmente online, dispõe de 6 módulos integrados: financeiros, loja virtual, compras, serviços, vendas, CRM e estoques.
Sienge	Esse software de ERP é bem conhecido entre as organizações da construção civil. A ferramenta possibilita gerenciar e compor todas os setores da empresa, repassando por todas as etapas de projetos.

Fonte: Alves (2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo é de caráter exploratório, pois compreende o levantamento bibliográfico e objetivou possibilitar maior relação com o problema, visando torná-lo evidente para desenvolver hipóteses. Em relação à abordagem do problema utilizada foi análise qualitativa, quanto aos objetivos, este estudo é de forma descritiva. A pesquisa se destaca com etapa no qual faz parte da metodologia científica, que condiz à observação, coleta, análise e interpretação de fatos e fenômenos.

Quanto ao método de abordagem da pesquisa, foi utilizado o método de abordagem indutiva, baseando-se na pesquisa bibliográfica, que percorre toda elaboração desse trabalho na busca de informações e seleção de materiais que se relacionam ao problema de pesquisa sobre o uso do software para projetos em Engenharia Civil: Estoque.

O presente estudo trata-se de uma revisão da literatura de artigos científicos indexados nas plataformas eletrônicas Medline/Pubmed, Lilacs/Bireme, SciELO e Google Acadêmico.

Foram definidos como critérios de inclusão: artigos que possuíam relação direta com os descritores: Softwares, ERP, Engenharia Civil e Controle de Estoque. Deste modo, a pesquisa teve um recorte de tempo de 5 anos (2015 a 2020), fazendo parte da pesquisa literaturas científicas da língua portuguesa, inglesa e espanhola. E como critérios de exclusão: artigos não científicos e que não estavam dentro dos descritores, em formatos de resumo e incompletos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da realização deste estudo, pode-se afirmar que para conquistar mais confiabilidade no mercado, muitas empresas renomadas já estão utilizando a tecnologia, como forma de melhorar cada vez mais o rendimento de seus negócios. Essas organizações tem como objetivo explorar a potencialidade dos softwares para colocar serviços tecnológicos e de negócios para usuários e clientes.

Sendo assim, das conclusões realizadas é possível verificar que a tecnologia pode assumir uma função preponderante para a sustentabilidade dos negócios empresariais. Logo, sempre usa a implementação para encontrar solução, assim, a importância ofertada a cada processo de interação pode mudar a consoante da cultura organizacional, também o posicionamento que as empresas devem possuir ao introduzir as tecnologias em seus negócios.

O avanço tecnológico trouxe diversos benefícios para a construção civil, e tem como finalidade classificar dispositivos eletrônicos conectados entre si, via internet, objetivando facilitar a vida dos construtores, podendo preservar relatórios e fiscalizações constantes, poupando tempo e motivando os negócios. Portanto, otimizar a gestão do tempo significa estimular a aplicação dos recursos alcançando retorno em lucros.

A construção civil já está se beneficiando dessa nova era tecnológica, com grande potencial para permanecer crescendo e tendo seus vários processos automatizados e administrados em todo o contexto da Revolução 4.0. E por meio deste cenário é importante identificar que as empresas dentro da construção civil vem aderindo esse benefício do aquecimento da tecnologia, para se enquadrar no mercado de trabalho que está cada vez mais exigente (KADLEC; PORTO, 2018).

O papel que a tecnologia possui dentro da construção civil é um grande diferencial na busca constante da qualidade e produtividade do seu setor, por ser uma das maiores empresas do mundo, está sempre deve buscar o recurso tecnológico para permitir um uso melhor da mão de obra e do tempo de trabalho. Assim, na fase de projeto desta área está o software Enterprise Resource Planning (ERP), que permitem contribuir com atualizadas aplicações dos planejamentos acerca das construções.

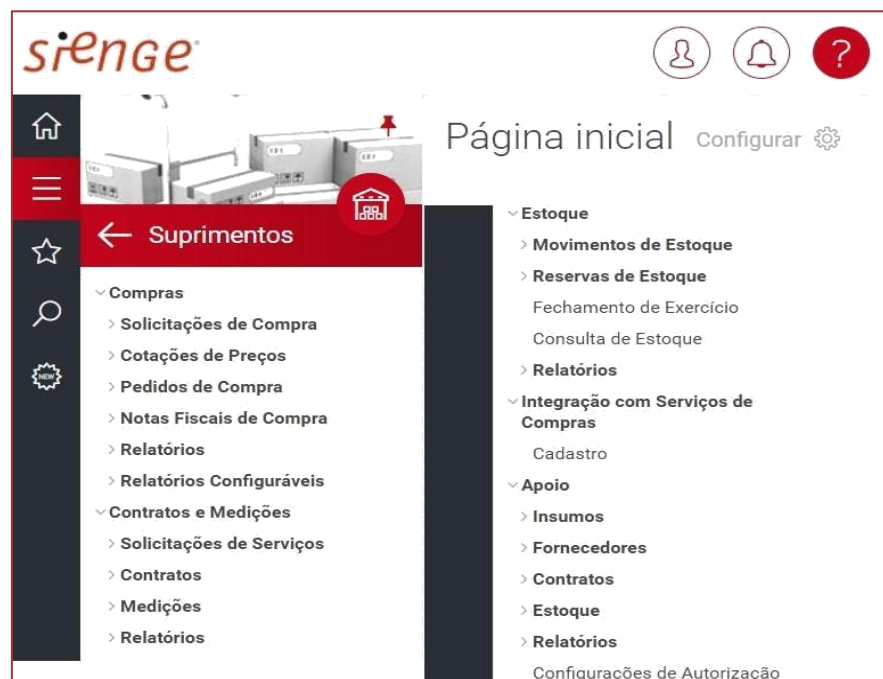
Krainer et al. (2017) enfatiza que várias empresas da construção civil já utilizam ou estão implantando o sistema ERP, que podem ser específicos para essa área. Ele permite que ocorra o melhor controle e gerenciamento na realização das obras em qualquer processo de trabalho. Além disso, pode ser definido como sistema de informação integrado obtido através de pacotes comerciais de software. Pode-se afirmar que os principais benefícios do sistema ERP são a agilidade nas tarefas, controle de

produção, alcance de informação em tempo oportuno e eficiência.

As tarefas realizadas no setor de estoque são: receber pedidos de compras derivados das áreas operacionais e de engenharia, desenvolver as cotações com fornecedores existentes no sistema, fazer emissão dos pedidos de compra e acompanhamento até o momento final, que no caso seria o recebimento de insumos do rendimento da gestão da obra. Em seguida, são lançadas notas fiscais de abertura no sistema, resultando em títulos a pagar, a serem usados pelo setor financeiro (CALDEIRA, 2018).

O controle de equipamentos pode ser realizado na planilha de formato “xls” que é encontrada no software da ERP sienge, em dias e horários comerciais, esse sistema contribui com o controle gerencial nos estoques, possibilitando melhor organização dos serviços. O software ERP sienge permite que ocorra a diminuição das falhas, tendo em vista que todos os setores se integram, permitindo melhor organização dos processos e a conservação das informações da empresa (GONÇALVES, 2017). Como apresenta a Figura-4.

Figura 4- Software ERP sienge



Fonte: Caldeira (2018)

Segundo Caldeira (2018) a implantação do ERP nas empresas da construção civil pode ocorrer de forma gradual, desde o momento que adquire o software, é realizada somente de uma única vez. Ele pode ser obtido por diversos usuários, em um valor aproximado de R\$50.000,00 que envolve a própria aquisição, a implantação pela empresária responsável e o treinamento a ser realizado pelos funcionários.

Para que as empresas acompanhem as tecnologias digitais, necessitam investir recursos financeiros, isso que dificulta que sejam aplicados pelos empresários, pois geralmente os custos são altos. Contudo, a solução é acompanhar essas intencções com

plataformas simples, em seguida buscar utilizar essas tecnologias mais sofisticadas, com objetivo de garantir sua posição no mercado empresarial, pois o setor de construção civil perde sem esse avanço, já que, a necessidade é urgente.

5 CONCLUSÃO

O setor da Construção Civil vem nos últimos anos conquistando elevada produtividade e uma ampla participação no Produto Interno Bruto Brasileiro, que acabam acarretando em várias mudanças e tendências de crescimento para o setor industrial. Por conta disso, é importante criar programas sofisticados para acompanhar o mercado tecnológico que a cada ano vem se transformando. Os benefícios por meio da implantação de softwares para projetos de empresas vem se destacando cada vez mais, já que, o estoque não pode ser visto como um simples local, mas como um setor a ser valorizado e organizado.

O estoque da construção civil é fundamental para colaborar junto ao planejamento das atividades, sendo assim, o controle realizado por meio dos sistemas sofisticados traz mais segurança para a empresa. Por esse motivo é apresentado nesta pesquisa o software ERP, que pode contribuir com o melhor fluxo de informações, tornando as tarefas mais ágeis e fáceis de serem realizadas, contribuindo ainda, com o melhor gerenciamento de estoque na engenharia civil, em virtude a ampla integração dos processos.

Foi constatado que o software ERP, possui ampla variedade de objetivos, sendo assim, a Engenharia Civil, precisa padronizar os métodos, reduzindo formas artesanais e aprimorando as taxas de gerenciamento e controle. Portanto, os softwares ERP, principalmente o sienge apresenta-se altamente suficiente no registro de informações e credibilidade dos processos industriais.

Assim, a análise desse estudo é importante pois apresentou os benefícios do software ERP para projetos de empresas na construção civil. Diante disso, é importante que ocorram novas pesquisas com a finalidade de alcançar melhores esclarecimentos sobre a utilização de softwares que apresentam propostas de melhorias para o almoxarifado nas empresas da construção civil.

REFERÊNCIAS

ALVES, Nadine. **5 softwares de ERP para a construção civil que você precisa conhecer**. 09.11.2017. Disponível em:< <https://constructapp.io/pt/software-de-erp-para-construcao-civil/>>. Acesso em: 28 nov.2020.

BARACHO, R. M. A.; TEIXEIRAL. M. D.; PEREIRA JUNIOR, M. L. Ontologias como suporte à modelagem da informação na arquitetura, engenharia e construção. **Ci.Inf.**, Brasília, DF, v.46 n.1, 2017.

BLANCO, J.L.; et al. **The new age of engineering and construction technology**. McKinsey&Company, Capital Projects & Infrastructure, Filadélfia, jul. 2017.

CALDEIRA, L.F.P. **Utilização de Sistema ERP em Empresas da Construção Civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Engenharia de Materiais e Construção)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

CAMPOS, R. **7. Empresas inovadoras na construção civil que você precisa conhecer.** 2019.

CARRION, P.; QUARESMA, M. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. **HFD**, v.8, n.15, p. 49-66, mar 2019.

CARRION, P.T. P.; QUARESMA, M.M.P. "Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais", p. 6067. **In: Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, São Paulo: Blucher, 2019.

CAVALCANTI, V. Y. S. L.; et al. **Indústria 4.0: desafios e perspectivas na construção civil.** Rev. Campo do Saber, 2018. Disponível em: f<ile:///C:/Users/Dora/Downloads/149-538-1-PB.pdf>. Acesso em: 01out 2020.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2017.

CREA-SC. Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Santa Catarina. A nova revolução Industrial. **Revista CREA-SC**, Edição 15, Março – Abril, 2017.

CRUVINEL, L.R. **Uso de Sistema Integrado de Gestão Empresarial como Ferramenta de Gerenciamento de Empresas de Engenharia Civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

FILHO, F. L. C.; et al. **Gerenciamento de serviços IOT com Gateway semântico.** Conferências Ibero-Americanas, 2017.

GONÇALVES, A. **Um sistema ERP (Enterprise Resource Planning) é útil apenas para grandes empresas?** 2017.

JÚNIOR, J. E.S.; et al. Inovação no setor de construção civil oportunizadas pelas tecnologias de informações. **Revista GEINTEC**, Aracaju/SE. vol. 9, n. 4, p. 5131-5145, out/nov/dez – 2019.

FORGIARINI, A.B. **Vantagem da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM.** Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS, 2015.

KADLEC, T.M.M.; PORTO, G.B. **Mapeamento de Estudos Prospectivos de Tecnologias na Revolução 4.0: Um olhar para a Indústria da Construção Civil**, p. 68, 2018.

KRAINER, C.W.M.; et al. Análise do nível de gerenciamento, do desempenho e dos resultados obtidos com a implantação do sistema ERP em empresas de construção civil. **Revista Spacios**, vol. 38, nº 01, p. 27, 2017.

LIMA, V. Y. S. D.; et al. Indústria 4.0: Desafios e Perspectivas na Construção civil. **Campo do Saber**, v. 4, p. 146-158, Ago./Set. 2018.

MARTELLI, L.L.; DANDARO, F. Planejamento e Controle de Estoque nas Organizações. **Revista Gestão Industrial**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil/ v. 11, n. 02: p. 170-185, 2015.

NAKAMURA, J. **Tecnologia na construção civil: as empresas pioneiras no Brasil.** 2019.

NETO, F. S. B. **Mão de obra de trabalhadores da construção civil: Análise do rendimento em relação a execução do serviço de alvenaria de vedação em um loteamento residencial de Macapá-AP.** Macapá, 2019. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/engcivil/files/2020/01/TCC-PARA-MIDIA-FERNANDO.pdf>>. Acesso em: 03 out 2020.

NOVENTA, T.I. **Conceitos e vantagens de um histograma de mão de obra bem feito.** Noventa, 2018.

OLIVEIRA, O. F. **Uma breve descrição da construção civil no Brasil, destacando o emprego formal e os estabelecimentos no Nordeste.** Seminário, 2015.

OLIVEIRA, V. H. M.; SERRA, S. M. B. Controle de obras por RFID: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras. **Ambiente construído**, v.17, n.4, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Dora/Downloads/1382-5952-1-PB.pdf>. Acesso em: 03out 2020.

PASQUINI, N.C. Planejamento e Controle de Produção (PCP): estado da arte. **R.Tec. Fatec AM Americana**, v.3 n.2 p.81-97 set. 2015/mar., 2016.

PAULINO, E.L.; et al. Simulação de estoque de segurança utilizando o software promodel. **E-locação: Revista Científica da Faex**, [S.l.], v. 1, n. 7, p. 23-40, 2015.

PILAR, F. L. S.; et al. **A IOT internet of things, relacionada ao gerenciamento de estoque de empresa voltadas à construção civil.** UniEvangélica, 2019.

RISTIC, O.; IRICANIN, B. D.; MIJAILOVIC, V. Dynamic Modeling and Simulation of Power Transformer Maintenance Costs. **Serbian journal of electrical engineering**, vol. 13, n. 2, June, p.285-299, 2016.

ROMKEY, J. Toast of the IoT: The 1990 Interop Internet Toaster. **IEEE Consumer Electronics Magazine**, v. 6, n. 1, p. 116-119, 2017.

SANTOS JÚNIOR; J.S.; GALHARDO, C. X.; SANTOS, V.M.L. Inovações no Setor de Construção Civil Oportunizadas pelas Tecnologias de Informação. **Revista GEINTEC**, Aracaju/SE. v. 9, n. 4, p. 5131-5145, out/nov/dez – 2019.

SANTOS, B. P.; et al. **Internet das coisas: da teoria à prática.** Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** São Paulo: Edipro, 2016.

SEBRAE. **Entenda a importância da gestão de estoque.** 2019.B

SILVA, L.P.A; et al. Benefícios da Utilização do Software de Gestão de Estoque no Setor de Alimentação Fora do Lar. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.10, n.2, set., 2019.

SILVEIRA, E.; COIRO, T.; PACHECO, D.A.J. Diretrizes para redução de custos e do nível de obsolescência de estoques: estudo de caso. **Revista Spacios**, v.36, n.12, 2015.

SOUSA, L.C.; SOUSA, D.S.V.; CARDOSO, R.P.L. Análise do Estudo sobre Inovações Tecnológicas Usadas no Controle de Obras da Construção Civil. **EEDIC- Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica**, 2019.

SOUSA, R. F., **Inovações Tecnológicas na Construção Civil**. 64 f. il. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

YOUNUS, U. M. **Fourth industrial revolution**. Dawn, Paquistão, 09 mai. 2019.

Capítulo 4

Crescimento urbano: Processo de regularização de imóveis de baixa renda em Manaus

Priscila de Lima Cursino Matos

Brenda Socorro Santos Rodrigues

Sara dos Santos Santarém

Luciane Farias Ribas

Resumo: O crescimento urbano desordenada causa impactos ambientais e social. Processo de regularização do imóvel tem a finalidade corrigir o déficit de habitacional, promovendo melhoria na qualidade de vida da população de baixa renda. O objetivo geral deste artigo é analisar como o processo de regularização de imóvel para família de baixa renda funciona na cidade de Manaus, por meio de pesquisa documental e dados secundários, identificando a melhoria na funcionalidade do serviço. Foi necessário um levantamento de dados sobre processo de regularização de habitação de baixa renda, para elaboração de um fluxograma do processo atual. A partir do diagnóstico foi proposto um novo processo, buscando facilitar a adesão a regularização dessa parte da população. Percebe-se a necessidade de aprimoramento no processo de regularização. Tornando o mesmo mais dinâmico e simplificado. Com finalidade do processo ser atrativo, estimulando a regularização de imóveis da família de baixa renda.

Palavras-chave: Regularização de imóvel, déficit habitacional, baixa renda, crescimento urbano

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais e sociais são visíveis e ainda mais acentuados ao longo do tempo. São eles tanto positivos quanto negativos, sendo mais conhecido impacto ambiental pelo fato gerar maior repercussão quando acontece. Porém, acontecem também frequentemente modificações positivas, principalmente relacionadas aos programas de preservação do meio. Exemplos de negativos são o despejo de resíduos poluentes em rios e lagos, tais ações que causam mudanças no ar e na água, provocando incômodos persistentes ao meio são os impactos ambientais negativos.

Um dos exemplos de impactos ambientais positivos é a recuperação das matas ciliares, a limpeza de rios e o replantio de árvores, também a criação de espaços verdes em grandes centros urbanos. Esses impactos contribuem para a reconstrução do meio, para o retorno da habitação de espécies nativas e para harmonia do homem com a natureza. Através de planos governamentais existem estratégias como programas habitacionais, com intuito de corrigir o déficit habitacional, favorecendo assim as famílias de baixa renda. Em vista que a moradia está relacionada com a qualidade de vida da família. Um exemplo desses planos é um programa de habitação federal do Brasil lançado em março de 2009 (PMCMV), Programa Minha Casa, Minha Vida. O programa facilita as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até de 9 mil e subsidia a aquisição da casa ou apartamento próprio para famílias com renda até 1,8 mil reais.

A relevância desse estudo está em não só no levantamento de dados e apontamento das problemáticas, mas na proposta de melhorias. É importante também ressaltar as características locais quando ao processo de regularização de imóveis, relacionando com o acesso aos direitos básicos. Esses direitos têm finalidade de gerar melhoria a condições de vida dos menos favorecidos e aprimorar a igualdade social no que se refere à educação, saúde, trabalho, previdência social, lazer, segurança, proteção à maternidade e a infância e assistência aos desamparados.

O objetivo geral deste artigo é analisar como o processo de regularização de imóvel para família de baixa renda funciona na cidade de Manaus, por meio de pesquisa documental e dados secundários, identificando a melhoria na funcionalidade do serviço.

São apresentados a relação do crescimento populacional e a ocupação urbana. Os impactos do crescimento urbano e a contribuição para a formação da população de baixa renda. E os problemas que a população de baixa renda sofre para ter direito à moradia como: o déficit habitacional, o risco das ocupações irregulares e a dificuldade de regularização de imóveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CRESCIMENTO POPULACIONAL E OCUPAÇÃO URBANA

O crescimento populacional e a ocupação urbana aumentaram de forma significativa nos últimos tempos. Sendo assim não somente consequências do crescimento desordenado no Brasil a metropolização de capitais e regiões metropolitanas. De acordo com Canettieri (2017), as ocupações urbanas foram como uma alternativa para as famílias de baixa renda que não possuem condições financeiras suficiente para comprar um imóvel ou para manter o aluguel. Tornando comum as ocupações em áreas vulneráveis. O aumento urbano é associado ao deslocamento do homem do campo para os grandes centros urbanos, buscando assim qualidade de vida. Nos centros metropolitanos, que anteriormente grande parte era ocupada por as

populações migrantes, tem sido cada vez mais enigmático a inserção social e laboral refreada através do explícito crescimento de desigualdades socioespaciais e também dos modelos liberais e segregatícios (RIBEIRO, 2003)

Espaço urbano é uma área formada por grupo populacional com moradias justaposta.

O meio urbano é definido como fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um ajuntamento de símbolos e campo de disputa (CORRÊA, 1995, p.9)

A Falta de planejamento familiar contribui para o aumento do crescimento populacional, deixa o espaço fica cada vez menor

Na constituição Federal de 1988, no artigo 226 está previsto que a família é a base da sociedade e que é de dever ter a proteção do Estado. No parágrafo 7º, é relatado os princípios da dignidade da pessoa humana e da paternidade responsável, também que o planejamento familiar é dependente de livre decisão do casal, competindo ao Estado proporcionar somente recursos educacionais e científicos para a pratica desse direito, bloqueada qualquer forma de coibição por parte de instituições oficiais ou privadas (MOURA; SILVA, 2004)

2.1.1 OS IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO NO MUNDO

A População cresce no espaço urbano no mundo todo, gerando impactos positivos e negativos. Segundo Jones (2003, p. 188), o latifúndio nunca na história agrária brasileira esteve tão resistente a qualquer que seja a ação que intimida de expropriação ou obrigações. Nem ao menos no período colonial quando esteve dependente das cláusulas resolutivas e às normas da Ordenações do Reino e subordinados ao estatuto das sesmarias.

A natureza sofre impactos acentuados com o crescimento urbano, a transformação do espaço rural em urbano causam diversos malefícios para o meio ambiente. Corrêa (1995) também assegura que a transição de terras rurais para urbanas é consequência de uma diversidade de contribuições como começo de novas camadas sociais derivados de fluxos migratórios, a atividade do Estado, através de suas políticas e padrões morfológicos da área em questão, que podem ser valorizadas ou desvalorizadas perante o mercado imobiliário

A alteração do perfil natural do terreno compromete a drenagem natural, podendo acelerar o processo de erosão e assoreamento naquele determinado local. Segundo Carvalho (1998), processo completo da urbanização do solo é ultimamente o formato mais significativo da ação do homem, como feitor radicalista da natureza e a sua promoção com afronta á vulnerabilidade dos meios biótico e físico. Instigando a consequências por vezes imprevistas

No mesmo fundamento Guerra (1999), mostra que a erosão dos solos é um fenômeno verificado em quase toda a superfície terrestre. Excepcional nas áreas com clima tropical úmido, onde os elementos pluviométricos superam as outras regiões do planeta. A exposição do solo e as grandes abundancias pluviométricas se destacam como principais quesitos iniciais para que o solo eroda mais facilmente.

O crescimento urbano desordenado interfere na desigualdade social e econômica no mundo.

Nos anos 2000, movimentos migratórios internacionais no Brasil, ampliam a tendência de padrão de espaços da migração, com a necessidade de novos olhares para as escalas e arranjos transnacionais aonde esses fluxos se ocorrem, suas direções e repercussões dentro e fora das fronteiras. Para além de identificar os tipos migratórias, buscar incluir as dimensões do espaço físico em que o fenômeno migratório acontece em suas diferentes escalas territoriais; do nacional ao internacional, do local ao global (BAENINGER, 2013)

2.1.2 OS IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO NO BRASIL

Diversas classes sociais ocupam a periferia corriqueiramente, com um crescimento cada vez mais desordenado no Brasil.

Define ações como a comercialização, financiamento de terrenos, o setor imobiliário. O mesmo é organizado de forma hierárquica, onde existem áreas mais valorizadas e áreas menos valorizadas, gerando uma segregação social. Estas forças/tipos de capital que ocupam tanto a cidade quanto o campo estão constantemente em lutas distintas, desenvolvendo a problemática sobre o uso do solo e seus valores de troca (SANTOS 1988).

Há necessidade de respeitar os corredores ecológicos, evitando interferência na fauna brasileira

Os impactos ambientais são visíveis e diretamente associados com o crescimento urbano no Brasil

É preciso elaborar projetos urbanísticos que harmonize o bem-estar humano e o meio ambiente

Para suprir as necessidades um difícil caminho foi percorrido, inaugurado com a Constituição Federal de 1988 ao tratar, em seus artigos 182 e 183 da política de desenvolvimento urbano, em especial a função social da propriedade urbana, foram regulamentados apenas em treze anos a pós, por meio da Lei Federal 10.257/2001, denominada Estatuto da Cidade, que: “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.” (BRASIL. Lei n. 10.257, art. 1º § único, 2001).

2.1.3 OS IMPACTOS DO CRESCIMENTO URBANO NA CIDADE DE MANAUS

A cidade metropolitana enfrenta vários problemas devido ao crescimento urbano desordenado. Nessa perspectiva, o histórico da ocupação do território amazônico, desde o período colonial, não se diferencia do processo de apossamento de recursos naturais e do confronto entre grupos humanos culturalmente distintos é novos migrantes (FISCHER, 2014).

Laouacheria e Mansouri (2015) concordam que, apesar dos fatores climáticos influenciarem a longo prazo no regime de escoamento, a urbanização é o fator que mais agrava mudanças no uso e cobertura do solo a curto prazo, aumentando sua impermeabilização.

Na Amazônia, sua ocupação se fez em aumentos significativos ligados à valorização momentânea de produtos no mercado internacional, seguidos de longos períodos de pausa.

A ocupação se fez sem variações e ainda hoje se faz a partir de iniciativas externas. (BECKER 2001, p. 135).

A população constrói comumente sem infraestrutura em áreas de risco, podendo colocar em risco não somente a própria vida, como a do meio.

A maior parte das moradias está nos assentamentos precários, que fazem com que a cidade se desenvolva de forma irregular quatro vezes mais depressa que a cidade formal, à margem das normas urbanísticas, em áreas ambientalmente não apropriadas, com riscos à vida da população, agressão à natureza e custos adicionais à economia. (BRASIL, 2008, p. 97).

O mercado de trabalho não consegue suprir a demanda da população, afetando a economia da regi

“Hoje, o mercado não consegue equilibrar-se sem a intervenção do Estado. Essa intervenção do Estado se dá de maneira planejada, com preocupações não só de curto e médio prazos. A intervenção do Estado na vida econômica de uma nação é cada vez mais planejada, muito embora se proclame o planejamento como sendo uma prática dos países do Leste. Muitos economistas ocidentais ligam a economia planificada com o comunismo, prática desenvolvida após a Revolução Russa, mas, não há nada mais planificado do que a economia capitalista, na qual o Estado tem papel fundamental. Hoje, planeja-se até mesmo a recessão.”¹⁷ Milton Santos - O Estado e o Mercado. A escassez de saneamento básico pode ocasionar diversas doenças. As condições que existem nestas localidades representam um risco para a saúde da população, visto que a saúde é um produto social, influenciada pelo espaço urbano, tornando-os vulneráveis a várias doenças contagiosas, também predispondo a doenças causadas por vetores que têm sua presença relacionada às características ambientais existentes no local, como as arboviroses. Nairobi; 2016.

2.2 A POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO BRASIL

Considera-se de baixa renda pessoas que vivem com menos de R\$ 420 por mês, um quarto da população brasileira são considerados população de baixa renda

“Contudo não podemos perder de vista que: (a) historicamente as cidades não destinaram áreas para população de baixa renda, seja por falta de previsão, seja pela falta de um mercado que produzisse habitação popular regular que pudesse ser adquirida por grande parcela da população; (b) que as áreas de preservação permanente foram sendo ocupadas com a conivência do Poder Público; (c) que muitos locais já estavam ocupados antes de se tornarem legalmente APPs (áreas de preservação permanente); e (d) que a ineficácia das normas ambientais contribui para o descontrole atual que leva milhões de brasileiros a morar na ilegalidade, colocando em contraposição o direito à moradia com o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como se fossem antagônicos e não interdependentes.”(PRESTES, 2006, p.11)

A educação influencia nas famílias de baixa renda. Reardon (2012) parece consolidar da mesma alegação ao sustentar que, perante a crescente observada da influência do rendimento familiar, os graus de escolaridade e de capacidades cognitivas

passaram a ter benfeitorias de maior poder preditivo das remunerações salariais futuras dos alunos. A literatura sobre o prêmio salarial revela que este se encontra positivamente e diretamente relacionado com o grau de escolaridade. Mas a significância do prêmio varia conforme a economia de acordo com a demanda da oferta e da procura de competências cognitivas, sendo a procura determinada pela dinâmica de crescimento da economia e, em grande medida, pelo progresso tecnológico - skill biased technical change (cf. e.g Autor, 2014, e Carneiro, 2008).

Com pouco espaço no mercado de trabalho, varias pessoas ficam desempregadas, deixando assim de gerar renda. A ordenação excludente, ou planejamento excludente, consiste na condição de o planejamento urbano encerrar uma sequência eminentemente capitalista, uma vez que o seu empreendimento visa a racionalizar o ordenamento do território no sentido de nele se sedimentar todas as possibilidades para a realização do mercado. Contudo, o seu argumento não alude à ideia de mercado, mas à ideia de “Desenvolvimento Urbano”, ou “Desenvolvimento Urbano e Regional”, ou de “Crescimento Econômico” e, mais recentemente, de “Desenvolvimento Territorial”.

(OLIVEIRA, 2011, p. 19)

É existente a necessidade de controle social. Com a finalidade de organizar melhor o processo da regularização fundiária, o Município tem por dever ainda implementar órgãos colegiados de controle e apoio social nas determinadas áreas de política urbana e ambiental, garantir a presença da sociedade civil na sua composição; [...] pois o controle e a fiscalização são essenciais para evitar e combater novas ocupações irregulares.(CAROLO,2011, p.129)

2.2.1 DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL

O Déficit habitacional no Brasil costuma aumentar, é refletido pelo numero de pessoas que vivem em condições deficientes de moradia, que está interfere na de qualidade de vida.

Para Souza (2012), o fator da qualidade de vida tem relação à crescente satisfação das necessidades – tanto básicas quanto não, tanto materiais quanto imateriais – de uma parcela cada vez ascendentes da população, o autor relaciona o conceito de qualidade de vida ao de necessidade. Também, segundo o autor, a justiça social é um fator fundamental para o desenvolvimento nas cidades, a qual provaria a nossa capacidade de relacionar poderosamente o respeito à diversidade com a imposição de igualdade (SOUZA, 2012)

Argumento 1: Habitações insalubres podem resultar em proliferação de doenças. É preciso a consciência dos problemas ambientais associado com as atividades humanas referente a produção e destinação correta do lixo, a disposição correta dos resíduos sólidos implica na sensibilização da população e na busca da construção do conhecimento, o que fortalece a movimentação social e a difusão de novos hábitos com finalidade de melhoria da qualidade de vida e na redução dos impactos ambientais, garantindo assim um ambiente salubre, seguro e sustentável (Bravo et al. 2018).

Argumento 2: É necessário habitação adequada para a diminuição do déficit habitacional. O documento padrão sobre habitação e serviços básicos, elaborado na seção da conferência Habitat III, traz relevantes conceitos, como base para a estruturação da habitação adequada. O texto é sucinto ao enfatizar a percepção de que “habitação adequada deve prover mais do que 4 paredes e um telhado”. Além disso, há a requisito de que “[u]m número de condições [sejam] atingidas antes que formas específicas de abrigos possam ser consideradas habitação adequada”. (HABITAT III, 2015)

2.2.2 OCUPAÇÕES IRREGULARES NO BRASIL

As ocupações irregulares ainda existem em grande parte do território nacional. Regularização Fundiária é de responsabilidade pública, sob os aspectos jurídico, físico e social, na qual objetiva legalizar a moradia em áreas urbanas ocupadas irregularmente, buscando melhorias no ambiente urbano, visando a aprimoração da cidadania e da qualidade de vida da população beneficiária. (ALFONSIN, 1997, p. 24).

Segundos os dados da Secretaria Nacional de Desenvolvimento Urbano do Ministério das Cidades, de 2003 a 2009, em volta de 472 municípios estavam desenvolvendo ações de regularização fundiária urbana envolvendo 2,6 mil assentamentos abrangendo 1,7 milhão de famílias com processos iniciados, dos quais 370 mil concluíram o processo de regularização fundiária, porém nem todos tenham sido registrados nos cartórios de registro de imóveis (GOUVEIA; ÁVILA; RIBEIRO, 2009)

Nos estados da Amazônia Legal, hoje formada pelos estados do Acre, Amapá, Pará, Amazonas, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso, e parte do Estado do Maranhão¹, 65 municípios (8,38%) estavam em processo de regularização fundiária urbana nesse mesmo período, a na finalidade de beneficiar 473 mil famílias. Mas somente 24,94% adquiriram o título de propriedade ou posse do seu lote, e 9,51% registrados nos cartórios de registro de imóveis (GOUVEIA; ÁVILA; RIBEIRO, 2009)

O aumento foi intensificado quando tornou-se em caráter obrigatório a regularização, nos projetos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) lançado em 2007, especialmente em moradia de famílias de baixa renda e caracterizados por falta de adequações, como por exemplo a irregularidade fundiária. Entre 2007 e 2015, foram escolhidos, 867 famílias de baixa renda para se beneficiar destes projetos envolvendo, aproximadamente, 1,9 milhão de famílias (VIEIRA, 2015).

Uma porcentagem da sociedade desconhece os perigos das ocupações irregulares e desrespeitam o plano direto. Silva (2008) explica que o Plano Diretor municipal é constituído de uma Lei Municipal, onde se define vários como as metas, diretrizes e prioridades com finalidade de melhoria o setor de habitação e urbanização do município, fazendo assim com que o meio ambiente e área social se harmonizem. Constituído de uma única ou conjunto de leis, onde se orientam o uso e ocupação do solo urbano da cidade.

O crescimento populacional desordenado é responsável por grande parte da ocupação irregular no Brasil. Schmidt e Farret (1986) relata que a prática de urbanização no Brasil em seu geral, se deu pela evolução do país e também pelo sistema capitalista internacional.

A ocupação regular torna-se inviável por falta de recursos financeiro. Sobre a moradia legalizada, Angelim (2011) ao analisar a influência de variáveis qualitativas na formação do valor de imóveis residenciais urbanos, resultou que é possível a irregularidade fundiária reduzir em 14% o valor do imóvel, enquanto a possibilidade de negociação de um imóvel regularizado, para fins de financiamento, eleva o valor de venda por volta de 20% a mais que o valor de mercado, as famílias que tem moradia irregulares é de baixa renda e, por isso, bastante vulneráveis às surtidas do mercado imobiliário.

2.2.3 REGULARIZAÇÃO IMÓVEIS NO BRASIL

Uma vez assentada, a população de baixa renda ainda tem dificuldade de regularizar seus imóveis. A Organização das Nações Unidas (ONU), conceitua os assentamentos informais: São áreas residenciais onde: (1) moradores não têm segurança de posse com relação à terra ou moradias que habitam, com modalidades que variam entre ocupações ilegais e locação informal; (2) os bairros geralmente carecem ou estão isolados dos serviços básicos e da infraestrutura urbana e (3) as habitações podem não cumprir com os regulamentos vigentes de planejamento e construção, e muitas vezes estão situadas em áreas geograficamente e ambientalmente perigosas. Além disso, os assentamentos informais podem ser uma forma de especulação imobiliária para todos os níveis de renda dos residentes urbanos, ricos e pobres. (ONU, 2015, p. 1).

A regularização não é possível por irregularidades na documentação. A regularização do imóvel de baixa renda as vezes não é viabilizada por falta de adequação ao código de obras. Rolnik (2015) mostra que o posicionamento está na literatura econômica neoclássica, mostrando que além da divergência entre oferta e demanda, que faz com que eleve os preços do solo urbano e dos imóveis, há um limite de oferta que é estabelecido pela legislação urbanística. Com isso: “O aparato legal e de planejamento urbano tem o poder de declarar a suspensão da ordem urbanística, determinando o que é “ilegal” e o que não é, assim como quais formas de “ilegalidade” poderão subsistir e quais deverão desaparecer.” (ROLNIK, 2015, p. 193)

Nos centros urbanos é dificultado a moradia da população mais carente. Com apenas algumas exceções, as administrações municipais poderia fazer os centros urbanos mais inclusiva. Regulamentações como tamanhos mínimos de grandes lotes, ocupação excessiva e restrições de construção, e proibição parcialmente de comércio, serviços e pequenas empresas em áreas residenciais, com esses reajuste melhoraria diretamente a alta dos preços de terrenos e imóveis. (FERNANDES, 2011, p. 16).

3 METODOLOGIA

Esse artigo trata-se de uma pesquisa qual quantitativa. E o objetivo desse artigo é o objetivo geral deste artigo é analisar como o processo de regularização de imóvel para família de baixa renda funciona na cidade de Manaus. Para isso a pesquisa foi dividida nas seguintes fases: Levantamento de dados; Avaliação do processo e Elaboração de Processo otimizado.









3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para avaliar o processo atual de regularização de imóvel e baixa renda são necessários dados sobre o processo. Esses dados foram obtidos por pesquisa documental na Prefeitura Municipal de Manaus Implurb. Esses dados correspondem a documentos exigidos para a entrada no processo, etapas de análise de documentação, pareceres, taxas, tempo. Para obtenção de alguns dados foram necessárias entrevistas enviadas por e-mail. De posse desses dados foi possível produzir um fluxograma para análise do processo.

3.2 AVALIAÇÃO DO PROCESSO

Para avaliar o processo de regularização de imóvel de baixa renda, foi usada a metodologia de fluxograma. No quadro 1 estão representadas as simbologias adotadas na elaboração do fluxograma.

Quadro 1: Simbologia da metodologia fluxograma

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO
	Conector		Inspecção
	Armazenagem		Espera
	Movimentação e Transporte		Documentos
	Começo e termino		Decisão

Fonte: Autores

O círculo representa a Operação de transformação de um material. Por exemplo: a criação de um projeto, elaboração de um parecer. O triângulo representa todas as atividades armazenagem ou estocagem dos documentos, como o arquivamento de um processo por exemplo. A seta representa o movimento do processo, como os tramites, seja manual, com carrinhos ou veículo motorizado de transporte. Símbolo Terminação é usado para representar os pontos iniciais e finais, exemplo é a entrada do processo. O quadrado simboliza as inspeções que ocorrem por exemplo nas análises dos documentos exigidos outro exemplo é a conferência dos projetos, se os mesmos estão conforme as normas. A letra "D" representa paradas e esperas como a espera do parecer, ou até mesmo a espera do tramite de um setor para o outro. A decisão, representada pelo losango, simboliza a necessidade de tomada de decisão, exemplo é quando um processo será aprovado ou não.

Com o fluxograma do processo atual foi avaliado as etapas que apresentavam maior número de pareceres desfavoráveis, etapas que apresentavam maior tempo de espera, número de etapas, zonas com maior número de ocupações irregulares, assim como as faixas de renda que mais procuram a regularização.

3.3 ELABORAÇÃO DE PROCESSO OTIMIZADO

A partir do diagnóstico do fluxograma do processo de regularização de imóveis de baixa renda, foi possível propor melhorias. As propostas de melhoria no fluxograma buscaram:

- Redução do tempo de espera
- Redução de etapas desnecessária
- Formas de estimular a regularização
- Causas dos pareceres desfavoráveis
- O processo de melhoria foi apresentado na forma de fluxograma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS

Os dados sobre o processo de regularização de imóveis para família de baixa renda são encontradas no site [manaus.am.gov.br.](http://manaus.am.gov.br), assim como foi possível encontrar informações diretamente no GEAT (Gerencia de Atendimento), localizado na sede do Implurb. Também possibilitou obtenção das informações entrevistas dada através de e-mail da responsável chefe do setor de arquitetura social (GAPIS), do Implurb, Arquiteta Bianca Amorim que disponibilizou informações de fluxos de processos e afins. As Informações adquiridas foram utilizadas para a elaboração do fluxograma apresentado a seguir.

4.2 ETAPAS DO PROCESSO ATUAL

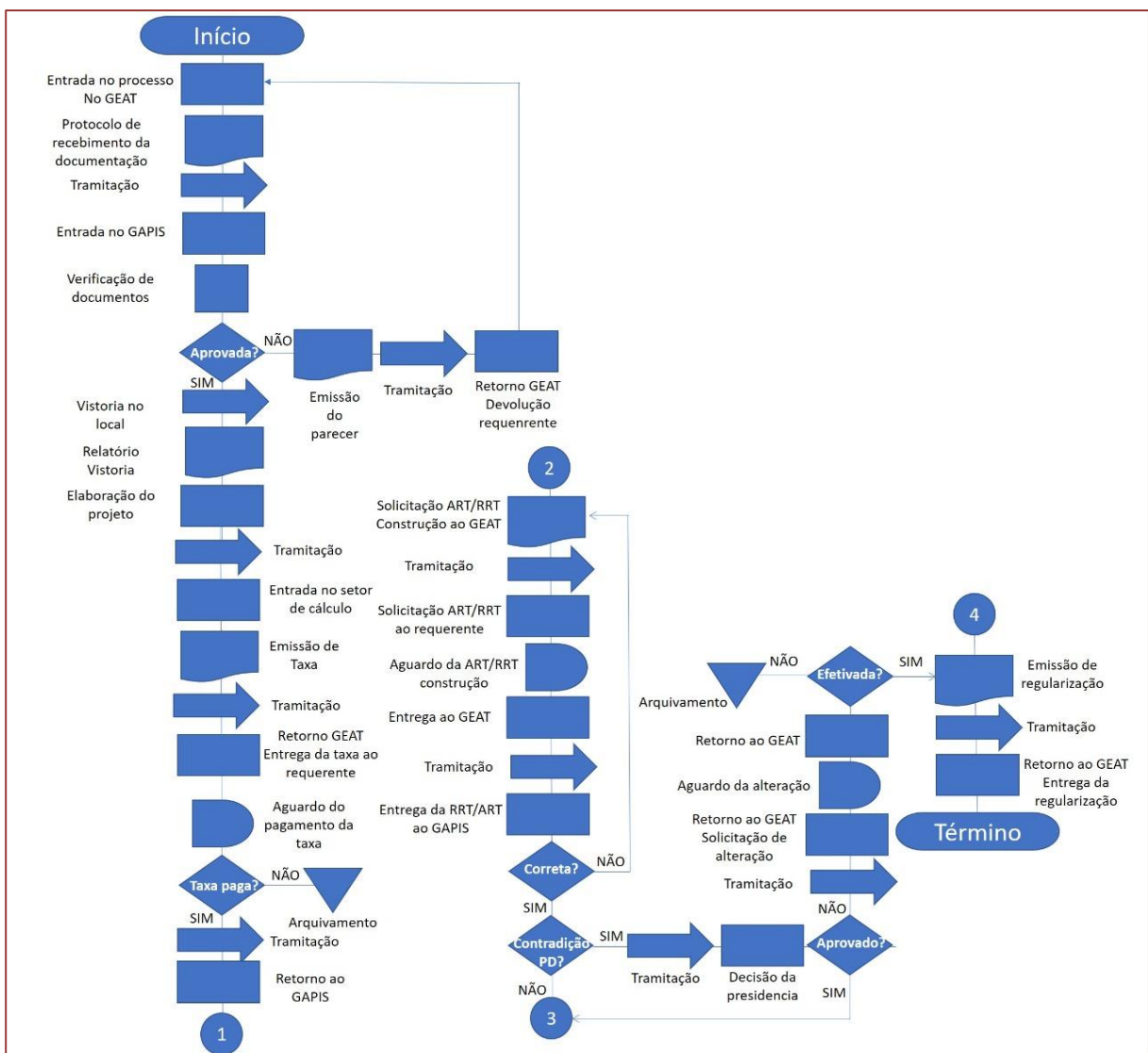
Existem varias formas de se iniciar um processo de aprovação de projeto e/ou licenciamento do imóvel. A princípio é preciso identificar em que modalidade se encontra o imóvel e se já foi construindo ou não. Ou seja, se a determinada residência é multifamiliar ou unifamiliar. É considerado multifamiliar quando no mesmo lote contém duas ou mais unidade residências, e unifamiliar quando a área construída não ultrapassa a 100m².

Neste caso serão relatadas, considerando uma situação hipotética, as etapas de um processo de licenciamento de uma residência unifamiliar, de uma família de baixa renda, que tem intenção de legalizar o imóvel existente. Essa construção tendo menos que 100m² se enquadra no Programa Arquitetura Social. Obras desse programa são acompanhadas pelo setor que gerencia as obras ou futuras obras, de família de baixa renda (GAPIS). O setor se encontra dentro do Implurb que é uma Secretaria de Planejamento Urbano do município, que por sua vez atende várias outras questões relacionadas ao desenvolvimento urbano da capital.

Para abertura do processo de edificação Residencial Unifamiliar – Arquitetura Social de até 100,00m² e área construída com projeto arquitetônico anteriormente aprovado e desenvolvido pelo IMPLURB. Para a emissão da regularização do projeto arquitetônico o interessado deverá apresentar profissional habilitado com responsabilidade técnica comprovada.

Os documentos necessários são: Requerimento do serviço; Registro de Imóveis, Título Definitivo ou Documento de posse emitido a mais de 05 anos, R.G. e C.P.F. Proprietário. Boletim de Cadastro Imobiliário, Comprovante de Rendimento Familiar até 05 salários mínimos ou declaração de rendimentos, Declaração de Hipossuficiência. Se procurador, procuração reconhecida em cartório, RG e CPF; ART, ou RRT, do profissional a se responsabilizar pela execução da obra. Na Figura 1, esta representado o fluxograma do processo de regularização de habitação de interesse social.

Figura 1 - Fluxograma do progresso atual



Fonte: Autores

O interessado precisa se deslocar ao órgão competente da cidade, para dar entrada no processo, portando todos documentos exigidos. A entrega dos documentos é protocolada no GEAT, em seguida tramitado para o GAPIS. O setor verifica toda a documentação e elabora um parecer apontando os possíveis erros e faltas. Identificados erros na documentação o parecer é enviado ao GEAT para reajuste na documentação. Com os documentos corretos, o engenheiro (a) e/ou arquiteto(a) do GAPIS se desloca até o imóvel para conferir todas informações, como medição, localização, compartimentos e etc. Trazendo essas informações para o setor, em forma de anotações e fotos, será elaborado projeto arquitetônico, conforme está o imóvel. O profissional é responsável somente pelo projeto arquitetônico, cabendo ao requerente contratar um profissional habilitado para responsabilizar-se pelo projeto de execução. O GAPIS tramita o processo para o cálculo, que é um setor onde se emite a taxa de regularização, logo a taxa será tramitada para o GEAT para entregar ao requerente. Caso o mesmo não efetue o pagamento da taxa no prazo, o processo será arquivado.

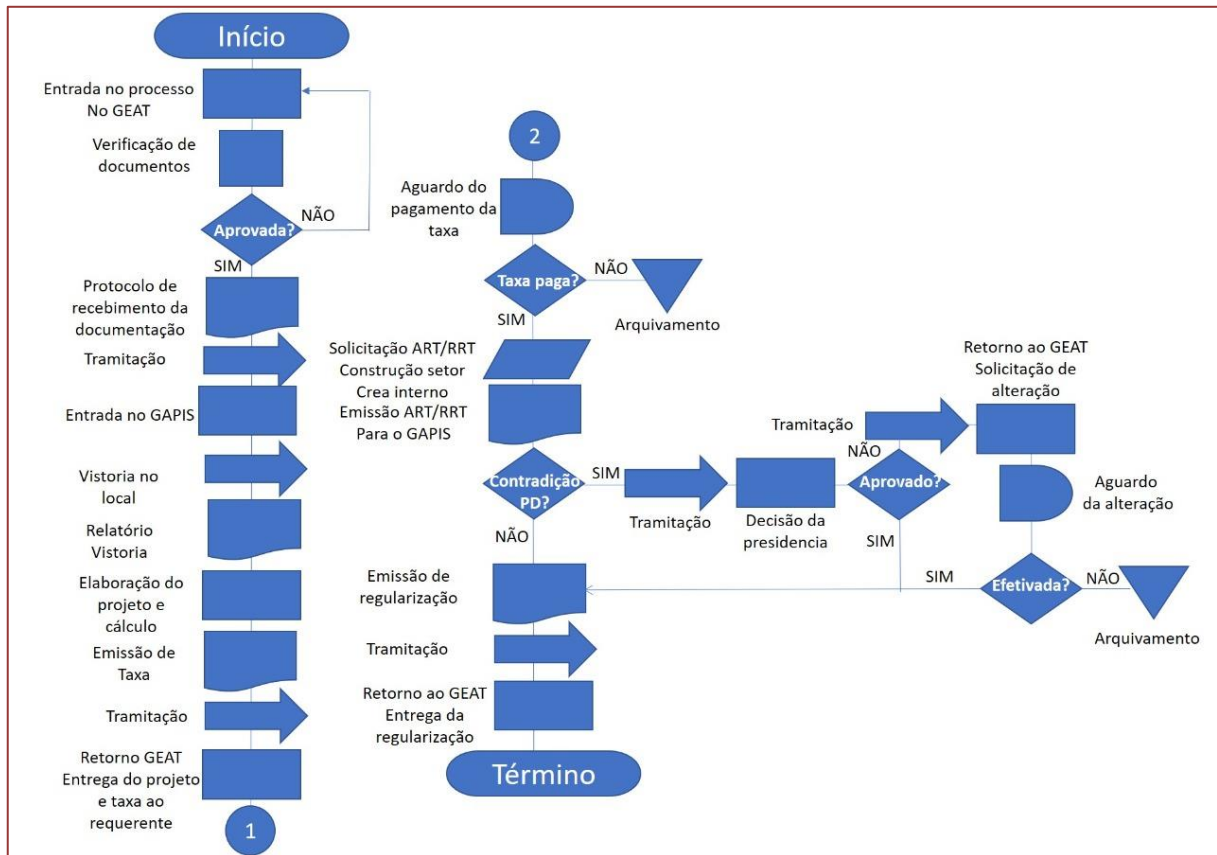
Com a taxa paga e o comprovante entregue ao GEAT, o mesmo tramita ao GAPIS para emissão da solicitação da ART/RRT do profissional de responsável pela execução da obra. A solicitação é enviada ao GEAT para entregar ao requerente. O requerente tem prazo para entregar. Após o recebimento a ART/RRT o GEAT encaminha para o GAPIS para a continuidade ao processo. Caso haja irregularidade na construção do imóvel, desrespeitando ao Plano Diretor o processo é enviado à presidência para ser avaliado e possivelmente aprovado. Caso contrário o requerente tem duas alternativas, arquivar o processo ou reparar o erro no imóvel. Com todos os documentos devidamente corretos e completos, o GAPIS emite a regularização e tramita o processo ao GEAT, para ser entregue ao requerente.

4.3 MELHORIAS

Observando o fluxograma do processo atual, verifica-se a possibilidade de melhorias para tornar o processo menos demorado, eliminando algumas etapas. Uma melhoria seria quanto as análises dos documentos que poderiam ser previamente analisados pelo setor que o recebe, o GEAT, antes de tramitar para o GAPIS. Assim, caso houvesse erros ou falta de documentos, evitaria retornar novamente para o GEAT.

O GAPIS poderia elaborar o cálculo para a taxa, pois o setor contém todas as informações necessárias para tal ato. Uma vez que a taxa é calculada com base em valores tabelados não justifica um setor apenas para consultar a tabela. Outra melhoria possível seria a disponibilidade de um profissional habilitado junto ao Crea ou CAU no setor, que de forma voluntária torna-se responsável pela ART/RRT de construção da obra. Sendo assim, os trâmites iriam ser internos, evitando que o processo seja arquivado por falta de recursos do requerente. Na Figura 2, apresenta-se um fluxograma de melhorias.

Figura 2 – Fluxograma progresso de melhoria



Fonte: Autores

Nota-se a otimização do fluxograma. Tornando o processo de regularização ágil e dinâmico. Com isso a população de baixa renda teria facilidade e logo incentivaria as famílias regularizar os imóveis. Outro fator importante é a divulgação dessas possíveis facilidade, frisando os benefícios de um imóvel regularizado, fazendo com que o processo seja atrativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou como o processo de regularização de imóvel para família de baixa renda funciona na cidade de Manaus e foi possível por meio de pesquisa documental e dados secundários, identificar melhorias na funcionalidade do serviço. A partir da análise do fluxograma do processo atual elaborado identificou-se algumas falhas e etapas desnecessária. Foi proposto um novo fluxograma de melhoria, resultando em um processo mais dinâmico e simplificado.

No novo processo proposto procurou-se reduzir as partes de tramitações, atribuindo tarefas ao setor de atendimento do órgão, como conferir as documentações antes de tramitar ao setor de interesse social. Desse modo, diminuiria o tempo para a regularização. Outra alteração seria a criação de um setor do CREA dentro do Implurb, facilitando o acesso a RRT/ART, com ajuda voluntaria de responsável técnico de construção.

Esse estudo poderia ainda abranger a geração de indicadores de eficiência do processo. Para isso seria necessário informações sobre o número de entrada de processos, número de processos concluído e arquivados, os motivos de arquivamento mais comuns, entre outras métricas.

Como sugestão de estudos futuros o levantamento das métricas e o estudo do tempo reduzido do processo proposto seriam adequados para demonstrar o quanto seria possível beneficiar mais a essas famílias. Outro estudo relevante seria relacionado a incentivos ao engenheiro(a)/arquiteto(a) para prestação de serviços sem fins lucrativos a família de baixa renda, impulsionando assim de forma positiva a demanda para a regularização. Essas ações tornam a cidade, ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

ABELÉM, Aurilea Gomes. Urbanização e remoção: para que e para quem? – Estudo sobre uma experiência de planejamento nas baixadas de Belém. 1982. 139 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 1982.

ALFONSIN, Betânia de Moraes. Instrumentos e experiências de regularização fundiária em áreas urbanas ocupadas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 7. 1997, Recife. Anais [...]. Recife, 1997. v. 1

AMORIM, João; SANTOS, Romário. “A morfologia de uma cidade no meio do mundo: transformações urbanas e os novos desafios de Macapá-AP”. Revista GeoAmazônia. Belém: Editora UFPA, Vol. 04, N. 07, pp.155-168, 2016

ANGELIM, Elaine Cristina de Souza. A modelagem para a mensuração das variáveis qualitativas violência urbana e regularidade fundiária na formação do valor de imóveis residenciais urbanos. 2011.120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Belém, 2011

BAENINGER, R. Notas acerca das migrações internacionais no século 21. In: BAENINGER, R. (org.). Migração internacional. Campinas, SP: Nepo/Unicamp, 2013.

BAENINGER, R. Deslocamentos populacionais, urbanização e regionalização. Revista Brasileira de Estudos de População, Brasília, DF, v. 15, n. 2, p. 67-81, 1998.

BECKER, B.K. Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? Parcerias estratégicas, n. 12, p. 3 – 24, set. 2001.

BRASIL. Lei n. 10.257, 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: www.planalto.gov.br

BRASIL. Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2004-2007. Brasília, DF, 2008. Caderno Disponível em: http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/529/PPA_2004_2007_RelatorioAv%20aliacao2008_Vol_I_TomoI_Texto.pdf?sequence=1.

BRAVO, T. L. et al. Educação ambiental e percepção da implantação de coleta seletiva de lixo urbano em de alegre, es. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 1, p. 375-396, 2018.

CARNEIRO, P. (2008). Equality of opportunity and educational achievement in Portugal. Portuguese Economic Journal, 7(1), 17-41. doi:10.1007/s10258-007-0023-z

CAROLO, Fabiana. As regularizações fundiárias de interesse social e de interesse específico em áreas de preservação permanente. Revista da Fundação de Escola Superior do Ministério Público do Distrito Federal, Brasília, ano 19, edição especial, p.120-129, 2011

CARVALHO, S. R. de. et al. Recuperação de áreas degradadas do estado do Rio de Janeiro. Embrapa Agrobiologia. Documentos, nº 76, p.4-12, Seropédica/RJ, 1998.

CORRÊA, Roberto. O espaço urbano. São Paulo: Editora Ática, 1995. FERREIRA, José;

DA SILVA, C. H. D. Plano Diretor: teoria e prática. São Paulo: Saraiva 2008.

FERNANDES, Edésio. Regularização de assentamentos informais na América Latina. Lincoln Institute of Land Policy. 2011. (Série Foco em Políticas Fundiárias). Disponível em: https://www.lincolnst.edu/sites/.../regularizacao-assentamentos-informais-full_1.pdf

FISCHER, Luly Rodrigues da Cunha. Ordenamento territorial e planejamento municipal: estudo de caso das limitações supralocais à aplicação do art. 30, VIII da Constituição de 1988, pelo município de Parauapebas, Pará. 2014. 259 f. Tese (Doutorado em Direito) - Instituto de Ciências Jurídicas, Universidade Federal do Pará. Universidade Paris 13 centre de recherche sur l'action locale (tese en co-tutela/thèse en co-tutelle), Belém, 2014.

GOUVÊA, D. C.; ÁVILA, P. C.; RIBEIRO, S. B. A regularização fundiária urbana na Amazônia Legal. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 11, n. 2, 2009, p. 73- 93. Disponível em: <http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/rbeur/article/.../221/205>.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.) Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999.

PRESTES, Vanêsa Buzelato. Municípios e Meio Ambiente: a Necessidade de uma Gestão Urbano-Ambiental. Revista Magister Direito Ambiental e Urbanístico. Porto Alegre, p. 11, 2006.

HABITAT III (2015). Documentos temáticos do habitat III: 20 – habitação

Laouacheria, F., Mansouri, R., 2015. Comparison of WBNM and HEC-HMS for runoff

hydrograph prediction in a small urban catchment. Water Resources Management 29, 2485-2501.

MOURA, E. R. F.; SILVA, R. M. Informação e planejamento familiar como medidas de

promoção da saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*. Rio de Janeiro. v.9, n. 4, p. 1023-1032. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v9n4/a23v9n4>. SOUZA, M. L. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2012.

RIBEIRO, L. C. Q. Segregação residencial e políticas públicas. *Cidades – Comunidades e Territórios*, Lisboa, n. 6, p. 33-50, 2003.

OLIVEIRA, A. F. Heterotopia, democracia e gestão urbana: Desigualdades socioterritoriais e participação sociopolítica em Goiânia (1997-2008). Goiânia, UFG, tese de doutorado em Geografia. 2011

SANTOS, Milton. *O Espaço do Cidadão*. 7ª edição. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2014

VIEIRA, Alessandra d'Ávila. PAC Urbanização de assentamentos precários. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/download?file=alessandra-d-avila-brasil.pdf>.

SCHIMIDT, Benicio V., FARRET, Ricardo L. *A Questão urbana*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986. (Coleção Brasil: os anos de autoritarismo)

SCHIMIDT, Benicio V., FARRET, Ricardo L. *A Questão urbana*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986. (Coleção Brasil: os anos de autoritarismo)

JONES, A.S. *O mito da legalidade do latifúndio: legalidade e grilagem no processo de ocupação das terras brasileiras (do Instituto de Sesmarias ao Estatuto da Terra)*. São Paulo: [s,n], 2003.

OLIVEIRA, J. A. A cultura nas (das) pequenas cidades da Amazônia brasileira. 2004. In: CONGRESSO LUSO AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 8, 2004, Coimbra. Anais [...] Coimbra: Centro de Estudos Sociais, Faculdade de Economia. Universidade de Coimbra, Portugal setembro de 2004. Disponível em <http://www.ces.uc.pt/lab2004/inscricao/pdfs/painel74/JoseAldemirdeOliveira.pdf>.

Reardon, S. F. (2012). The widening academic achievement gap between the rich and the poor. *Community Investments: Summer*, 24(2), 19–39

Un-habitat. *Urbanization and Development: Emerging Futures World cities report 2016*. United Nations Human Settlements Programme. Nairobi; 2016.

Capítulo 5

Impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR – 319

Thalia Nascimento das Chagas

Vinicius Rodrigues Ribeiro

Igor Bezerra Lima

Sara dos Santos Santarém

Resumo: O presente estudo discorre sobre impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR-319. A construção de rodovias é um assunto que desperta interesse da sociedade em razão dos benefícios ou complicações que poderia causar quando do início da obra. Afinal a abertura de uma nova estrada demanda desmatamento e esse processo desperta a insatisfação dos ecologistas que passam a questionar sobre a responsabilidade de preservação ambiental. Para a realização desse estudo foi definido como objetivo geral conhecer os impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR-319. O método adotado considerou os aspectos de um estudo descritivo, exploratório, com abordagem qualitativa, realizado a partir de levantamento do referencial teórico para o qual foi utilizado livros, artigos originais e bancos de dados disponíveis eletronicamente, que propiciou a revisão da literatura disponível, ampliando a visão do referido assunto. Os resultados apontaram que a construção de rodovias são geradoras de grandes impactos ao meio ambiente, com possibilidades de contaminação ao lençol freático e o desequilíbrio do ecossistema.

Palavras-chave: Rodovia BR-319, Impactos Ambientais, Sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

Abordar a temática em questão representa expandir conhecimentos sobre o assunto proposto em razão de sua complexidade. A finalidade de se ter destaque sobre impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR-319, fora conhecer a dimensão desses impactos assim como a importância da construção de rodovias para o desenvolvimento econômico do país. As rodovias são consideradas um dos maiores meios de ligação entre os estados, influenciando na sistematização urbana, mas para que seja implementada, existe a necessidade de envolvimento com o meio ambiente, sendo fundamental a busca por soluções para que esse impacto seja minimizado.

A realização de um empreendimento como a construção de rodovias deve ser conduzida por um sistema estruturado que leve em consideração todos os elementos que envolvem o sistema ambiental em todos os sentidos com vistas a garantir um desempenho eficiente e que atenda aos requisitos ambientais. Na construção de rodovias como a BR-319, sempre há a necessidade da criação de uma concordância entre o meio ambiente e o crescimento econômico do país.

Este estudo justifica-se por ser um tema pouco discutido na literatura, o que motivou os acadêmicos a levantar dados que evidenciem a realidade das condições ambientais apresentada pela rodovia e que possam mostrar a dimensão desses impactos ao meio ambiente, pois através da pesquisa é possível adquirir um conhecimento mais amplo sobre os impactos causados ao meio ambiente pela implantação da rodovia BR-319.

Os procedimentos metodológicos utilizados consistiu na pesquisa descritiva exploratória com abordagem qualitativa de cunho bibliográfico, realizado a partir de levantamento do referencial teórico para o qual utilizou-se como material, livros e artigos originais com base nos bancos de dados disponíveis eletronicamente, para a revisão da literatura, o qual trouxe uma visão ampla do referido assunto. Os aspectos, deste estudo está em sua contribuição para ampliação do conhecimento acadêmico um desafio encontrado no processo de formação do graduando.

Nesse sentido, este estudo teve por objetivo geral conhecer os impactos ambientais causados pela implantação da rodovia BR-319. Para tanto foram elaborados os seguintes objetivos específicos: verificar por meio da literatura os impactos ambientais provenientes da rodovia BR-319; pesquisar os principais fatores que estão diretamente associado aos impactos ambientais da BR-319 e descrever as ações concretas para atendimento dos requisitos da legislação ambiental no desenvolvimento da implementação da BR-319.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPACTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NO BIOMA AMAZÔNICO

As atividades relativas à construção civil são responsáveis pela maior parte dos impactos ambientais de um empreendimento relacionado a construção de rodovias, o que requer medidas de controle que incluam procedimentos destinados à prevenção, mitigação e correção de impactos com vistas a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade.

Nesse sentido de acordo com Abramovay (2010), “o desenvolvimento sustentável é um conjunto de um crescimento constante que objetivam estimular a conservação e a recuperação dos serviços proporcionados pelos ecossistemas às sociedades humanas.” Para o autor, o que está em jogo nesse processo é exatamente a maneira como as sociedades optam por fazer uso dos ecossistemas no qual dependem. Desse modo, o desmatamento amazônico especialmente no que se refere a construção da rodovia BR-319, em seu processo gradual promove a redução da sustentabilidade do bioma amazônico.

Partindo desse princípio segundo Moraes, Aquino (2016), Panazallo et al. (2015), a viabilização de projetos como empreendimentos de expansão das rodovias são objetos de estudos onde os pesquisadores os identificaram como prática que traz consequências para o bioma amazônico, como o estrago da área florestal, pois o desmatamento que vem ocorrendo em função da abertura, construção ou pavimentação de rodovias, cuja tendência é destruir florestas no entorno de novas rodovias, significando que a pavimentação, edificação e expansão de rodovias apresentam-se como causadores de impactos ambientais originados pela implementação da rodovia BR-319 e o bioma amazônico.

Diante dessa reflexão Queiroz (2014), argumenta que o bioma amazônico constitui uma área de 4.196.943km², correspondendo a 49,29% do condado brasileiro. Isso significa que a exploração e derrubada da floresta prejudica a fauna e a flora e por conseguinte a biodiversidade. O desmatamento sem controle e sem fiscalização facilita a exploração desenfreada do bioma amazônico, ou seja, das florestas. Isso implica reconhecimento de que na região amazônica o contexto ambiental é caracterizado pela perda de terrenos que se encontram ao logo das rodovias.

Na concepção de Fearnside (2015), em se tratando da construção de rodovias a região amazônica, passa por intervenções potencialmente geradoras de impacto ambiental, onde os fatores desflorestamento e, sobretudo, desmatamento fundamentam as relações de um processo de gerenciamento ambiental em rodovias, em uma região que necessita de cautela no que se refere as ações de cunho ecológico-ambiental quando se trata de um processo de reconstrução de uma rodovia inserido no bioma Amazônia.

No que se refere às rodovias e à construção de estradas, neste contexto, compreende-se que tem sido indispensável o tom das discussões, no mercado e nos fóruns onde reside o assunto, seguindo o argumento de Sampaio; Brito (2011), onde estes enfatizam que “a construção de rodovias precisa de licenciamento ambiental por causar alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente.”

2.2 OS IMPACTOS AMBIENTAIS E AS RODOVIAS NO BRASIL

A construção ou ampliação de uma rodovia prevê a execução de inúmeras etapas, que são responsáveis por promover diferentes tipos e níveis de impactos ambientais. Estes impactos decorrem de atividades, em especial, de implantação como a preparação do terreno, execução do projeto e construção, revitalização ou manutenção do sistema, e operação, ou seja, o funcionamento do empreendimento (PANAZALLO et al., 2015). Na concepção de Simonetti (2010), o autor ressalta que os projetos construtivos de rodovias ganham destaque no ramo ambiental, uma vez que, apresentam uma área de influência maior, quando comparada a outros meios construtivos.

Nesse contexto, a construção de novas estradas oficiais e não oficiais impulsiona processos destrutivos na paisagem que muitas vezes estão fora do controle do governo. A presença das rodovias está relacionada ao aumento da ocorrência do desmatamento na sua proximidade, fornecendo e facilitando o acesso às florestas remotas promovendo o avanço da fronteira agrícola, da atividade madeireira e da valorização das terras (BARNI et al., 2015).

No que se refere às rodovias e à construção de estradas, neste contexto, compreende-se que tem sido uníssono o tom das discussões, no mercado e nos fóruns onde reside o tema, acompanhando o argumento de Sampaio; Brito (2011), dispondo que “a construção de rodovias necessita de licenciamento ambiental por causar alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente.”

Reitera-se, tal entendimento, com Queiroz (2014), quando este estabelece no retrospecto a visão em transformação da questão ambiental, argumentando que: “O gerenciamento das questões ambientais no Brasil evoluiu no tempo como resultado do entendimento das relações do homem com o ambiente e das conjunturas políticas e econômicas pelas quais passou.

Esta evolução, segundo Padilha (2010), encontra-se dividida em três fases: a primeira, denominada fase da alienação, ocorrida antes dos anos 70, a segunda, conhecida como fase da gestão ambiental passiva, que vigorou nas décadas de 70 e 80 e a terceira fase, a da gestão ambiental proativa, que se deu a partir dos anos 90.”

Enfim, há que se contemplar, dado o objeto de correlacionar e demonstrar o comportamento do Brasil, sobre a questão ambiental e as impactos causados pelas rodovias, a adoção dos conceitos de rodovias-parque e Ecovias, ou ainda, rodovias verde, em função da renovação do foco do rodoviarismo brasileiro para a implantação e implementação de uma (re) infraestruturação pelos modais de transporte, como objeto de dinamismo econômico atrelado ao viés da sustentabilidade ambiental (ANDRADE, 2015).

Considerando o exposto fica claro que a construção de rodovias é de fundamental necessidade, pois essa iniciativa dos órgãos públicos visa promover progresso para as comunidades que necessitam se locomover de maneira mais fácil e com maior rapidez. No contexto histórico da sociedade essa vem se preocupando com a abertura de rodovias com o objetivo de promover benefícios para os moradores locais no sentido econômico através do transporte de mercadorias com vistas ao aumento da renda familiar, e a geração de emprego (GRAÇA et al., 2014).

Nesse sentido, apesar dos benefícios apresentados, para alguns especialistas esse processo construtivo pode trazer impactos consideráveis ao meio ambiente, em especial no seu entorno como o denominado meio antrópico. Em função disso, para a realização de um projeto sobre construção de rodovia o profissional de engenharia tem por obrigação realizar um levantamento sobre os impactos que poderão advir na área de abrangência onde se pretende executar a obra, para que possa conhecer o local do empreendimento, o seu meio físico, biótico e antrópico. Diante dos fatos pode-se compreender com base em Ferrante (2019), que avaliar os impactos que poderão afetar o meio ambiente se faz necessário, haja vista que o projeto de implantação da rodovia deve estar de acordo com a legislação ambiental.

A partir desses levantamentos foi depreendido que na fase de avaliação do meio ambiente a empresa responsável pela obra, define os procedimentos de acordo com o planejamento da obra e quais as consequências que irão surgir como consequência para o meio ambiente. Para Cunha (2009), quando se trata da avaliação ambiental é fundamental que essa seja definida como um conjunto de procedimentos que tenha a capacidade de realizar a implantação da obra sem que haja prejuízo ao meio ambiente e por conseguinte a sustentabilidade.

2.2.1 A CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS

Toda obra em sua fase de construção apresenta algum impacto ambiental, uns menos outros mais, com a construção de estradas não é diferente, de tal maneira que a sua etapa de implementação, como na etapa de intervenção implicando em agravos ao meio ambiente de diversos modos.

Segundo Motta (2013), dentre os impactos contraproducentes, cita-se a ampliação de barulhos, poeira e emanações de gases, início e aceleração de procedimentos de erosão, aumento de resíduos sólidos e obstrução da rede de drenagem, salubridade com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, mudanças de curso d'água, com implicações para a existência da fauna aquática.

No entanto, para Rocha (2013), outro problema que se apresenta como impacto ambiental quando da implantação de rodovias e o descarte de materiais, retirada de vegetação considerada nativa, mudança no ambiente natural como o habitat, modificação do processo migratório de determinados animais, surgimento de barreiras para a vida selvagem, ampliação da caça predatória acidentes com animais que deixam a floresta para buscar novo ambiente de moradia e alimentação, contaminação de lagos e rios.

A quantidade de incêndios pode se avolumar por conta da construção de moradias na proximidade de área de preservação e a venda de madeira extraída de forma ilegal, dentre outras consequências quando não há planejamento responsável para a construção de rodovias.

Ainda dando ênfase ao pensamento do autor referenciado existe uma variedade que expressam os pontos negativos que podem advir em grande extensão, ou menor, quando se refere ao processo construtivo de estradas pelas construtoras.

Para Ferrante (2019), o impacto ao meio ambiente referente a emissão de ruídos poderá afetar até os próprios trabalhadores, assim como os moradores da área e ainda a fauna local.

Esses ruídos podem ser provenientes do uso dos equipamentos pelos trabalhadores da obra, uma vez que o equipamento para corte de vegetação e terraplanagem são considerados como potenciais emissores de ruídos, tornando o ambiente prejudicial a fauna.

Segundo Barni (2015), quando da realização do desmatamento poderá acontecer a aceleração do processo de erosão, principalmente quando esse ocorre em local de sensibilidade por conta do período de pluviosidade. A rede de drenagem tem possibilidade de carreamento de material sólido, e obstrução de rede de drenagem.

Em se tratando da interferência relativa a qualidade das águas superficiais e subterrâneas Sanchez (2013), pontua que essa pode vir a acontecer no decorrer da fase de construção, por conta dos efeitos do carreamento sólido, além do uso de redes de drenagem, usina de asfalto, assim como acidente com vazamento de cargas próximo aos cursos de drenagem, fato que provavelmente irá afetar as águas tanto superficiais como subterrâneas.

A retirada da vegetação considerada nativa também sofre os impactos ambientais, pois essa encontra-se diretamente vinculadas às etapas iniciais da obra como topografia e cadastro, implementação do canteiro de obras e alojamentos para os trabalhadores que irão executar a obra (NEVES, HENKES, 2013).

Seguindo essa linha de pensamento é importante a busca de alternativas para minimizar o impacto ambiental considerado negativo para a tomada das medidas cabíveis pelo empreendedor. Tais medidas devem ser tomadas com o propósito de que os danos causados ao meio ambiente sejam de responsabilidade da construtora.

Mas, é importante que seja contextualizado que na construção de rodovias como a BR-319, não existem somente impactos negativos, existem os benefícios positivos que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável desde que sejam cumpridas as regras e leis de preservação ambientais. Assim, fica claro que de modo geral os impactos positivos encontrados na fase de construção, a execução de aterros pode minimizar processos erosivos existentes no traçado da via. E com ênfase na fase operacional os dados positivos são derivados do processo de movimentação de ar em função dos carros e veículos de carga.

2.3 CONSTRUÇÃO DA RODOVIA BR-319

A construção da rodovia BR-319, foi um assunto bastante discutido em razão dos efeitos que essa poderia causar ao meio ambiente, especialistas em sustentabilidade se mostraram contra a obra, onde argumentavam que as consequências seriam desastrosas para o meio ambiente. Mas apesar de toda polêmica foi dado continuidade ao planejado, ou seja, a construção da rodovia com vistas a interligar o Amazonas a cidade de Porto Velho.

A rodovia BR-319, é uma rodovia federal que liga Manaus (AM) a Porto Velho (RO) com cerca de 870 km de extensão. Iniciada em 1968, concluída em 1973, a estrada foi inaugurada, oficialmente, em 1976. Com sua construção, (Figura 1), pretendia-se, entre outras intenções, encerrar o longo ciclo de esforços estatais para assegurar o acesso regular e seguro à região do interflúvio Purus-Madeira.

O propósito da nova estrada viria somar a uma série de tentativas de garantir a regularidade do fluxo de pessoas e mercadorias naquela área (OLIVEIRA NETO, 2014). O autor enfatiza que esta estrada passaria a representar a resposta ao maior desafio que já fez à engenharia rodoviária em qualquer parte do mundo.

Figura 1 – Construção da rodovia BR-319 em 1972



Fonte: IBAMA (2010)

O desmatamento, a retirada da camada vegetal e de uma quantidade significativa de árvores, bem como a remoção de terra favorecem a exposição e movimentação do solo, de modo a permitir que ocorra alterações nos parâmetros físicos e químicos do mesmo, reduzindo propriedades como porosidade e permeabilidade, infiltração e dinamização de processos erosivos (Figura 2)(PANAZALLO et al., 2015).

De acordo com o autor supracitado ao retirar a vegetação sem que seja verificado os locais apropriados para esse processo, torna-se possível o surgimento de adventos que possam prejudicar o meio ambiente e a sustentabilidade, assim como a fuga de animais considerados em extinção, por isso deve ser tomado todo o cuidado quanto ao bioma amazônico, quando da implantação de rodovias como a BR-319.

Figura 2 – Processo erosivo da BR-319

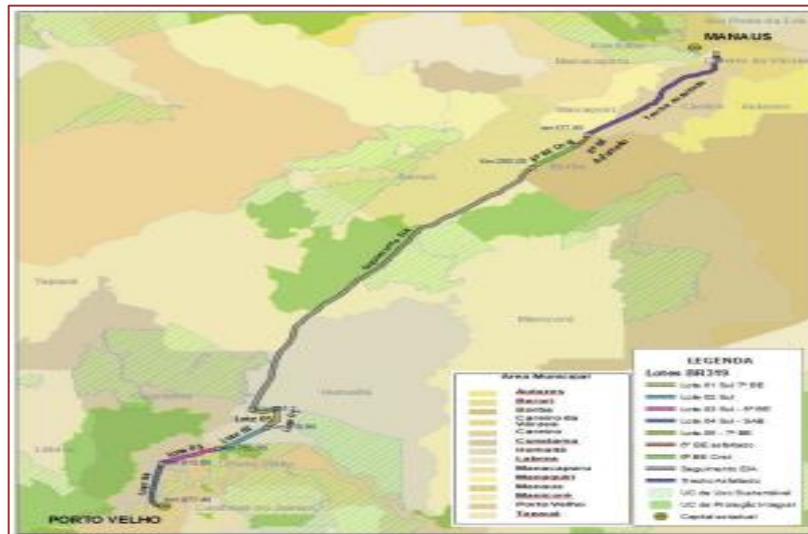


Fonte: DNIT (2020)

De acordo com a legislação pertinente (CONAMA 001/86), a área de influência de construção seja ela direta e indireta deve ser considerada e definida de acordo com o critério da bacia hidrográfica. No entanto, por se tratar de um empreendimento linear, com perspectiva de impactos pontuais, o critério de bacia hidrográfica mostra-se inadequado por corresponder a uma extensão territorial muito superior a qualquer possibilidade de impacto ambiental imaginado (BRASIL, 1986).

O local para o desenvolvimento construtivo da rodovia compreende a área sujeita aos impactos diretos da instalação e operação do empreendimento, abrangendo as áreas necessárias às obras, como os acessos construtivos, infraestrutura de apoio e estruturas componentes do arranjo geral do empreendimento (Figura 3).

Figura 3 – Localização da BR-319



Fonte: IBAMA, (2010)

Ao ser inaugurada a rodovia encontrava-se totalmente pavimentada, garantindo o tráfego em altas velocidades e o tempo de viagem de Manaus a Porto Velho estimado em 12 horas. No entanto pouco menos de uma década depois, a rodovia BR-, já não permitia o desenvolvimento de velocidades médias acima de 40 km/h, elevando para 36 horas o mesmo percurso em razão de problemas de pavimentação e drenagem tornando a rodovia intrafegável em determinados trechos da mesma.

É importante frisar que a construção da BR-319, segundo Barni et al (2015), vem sempre causando polêmicas, pela precariedade de conservação, pelos impactos ambientais causados desde sua implementação. Diante dessas acepções a pavimentação da BR-319, assunto colocado em pauta nas constantes discussões para a sua revitalização conduziria a transformação da área adjacente da rota da rodovia.

Representantes dos setores de construção industrial e civil em Manaus argumentam que, como a rodovia existiu durante muito tempo, a reconstrução e a pavimentação da mesma não teriam praticamente nenhum efeito ambiental porque “o que era para degradar já foi degradado” (ANDRADE, 2015). Infelizmente, experiências anteriores de construção e melhoria de estradas na Amazônia resultaram em um padrão de desmatamento que se espalha para além das vias de acesso quando estabelecidas, e que sofrem aceleração quando melhoradas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia é a explicitação dos passos dados na condução de todas as etapas de um estudo. Ela abrange desde sua concepção e preparação para entrada em campo até as etapas de tratamento, apresentação, descrição e a interpretação dos dados, de uma forma inter-relacionada e ordenada. A metodologia da pesquisa ora proposta será

realizada numa abordagem crítica, através de uma investigação de carácter descritivo, exploratório, numa leitura qualitativa dos dados. De acordo com Gil (2016), o método científico é o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento.

Desta forma, é possível perceber que o procedimento metodológico se constitui elemento central no processo investigativo, o mesmo, além de servir como parâmetro para a pesquisa, possibilita também, a coerência na interpretação das questões propostas num determinado estudo.

Será realizada pesquisa de todas as referências bibliográficas que deem suporte para a construção teórica das categorias escolhidas que dessa forma, nos remete a um leque de informações a respeito do assunto pesquisado, porém é preciso analisar com cuidado verificando os fatos relacionados a pesquisa. Esse processo será realizado através de fichamento de textos da bibliografia pesquisada. Segundo Marconi, Lakatos (2017, p. 66), a pesquisa bibliográfica aborda sobre o levantamento e seleção e documentação de toda bibliografia já publicada sobre o assunto que está sendo pesquisado, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o mesmo.

3.1 QUANTO AOS OBJETIVOS

Quanto aos objetivos tratou-se de uma pesquisa exploratória que segundo Marconi, Lakatos (2017), têm por finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema no sentido de torna-lo explícito ou facilitar a formulação da hipótese. São usados para conhecer as variáveis desconhecidas, necessárias para a realização de uma investigação mais específica e profunda.

3.2 TIPO DE PESQUISA

O tipo de estudo é caracterizado como um estudo de natureza qualitativa, onde, segundo Gil (2016), o uso dessa abordagem propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contato direto com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos.

3.3 QUANTO AOS FINS

Quanto aos fins de pesquisa foi escolhida a pesquisa descritiva que segundo Marconi, Lakatos (2017) tem como finalidade de registrar, classificar, analisar e interpretar os dados coletados, mas sem interferência do pesquisador, por isso envolve técnicas padronizadas e bem estruturadas de coleta de seus dados. Como meio de investigação foram utilizadas publicações que abordaram o tema em estudo com o objetivo propiciar a pesquisadora um novo enfoque sobre o mesmo, levando a conclusões inovadoras, por meio de um resumo crítico, sintetizando as informações disponibilizadas pelos livros e artigos que foram incluídos na revisão.

3.4 QUANTO AOS MEIOS

Quanto aos meios, classifica-se como bibliográfica, buscando proporcionar um maior conhecimento para os pesquisadores sobre o assunto, para que possam ser formulados problemas mais sucintos ou novas hipóteses a serem pesquisadas por estudos futuros (GIL, 2016). Para tanto, os instrumentos utilizados para a coleta de dados da pesquisa foram realizados em fontes primárias e secundárias por se tratar de abordagem bibliográfica onde foram utilizados teóricos como: Neves, Henkes (2013), Sanches (2013), Oliveira Neto (2014) dentre outros.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A realização do presente estudo não foi a de se ater somente aos aspectos dos impactos ambientais causados pela implementação da rodovia BR-319, através das informações disponíveis sobre o processo construtivo de tal obra. Diante desse contexto, no presente estudo a preocupação foi dar resposta aos objetivos elencados para o desenvolvimento da pesquisa.

A fase de construção de uma rodovia pode trazer variados impactos significativos para o meio ambiente sendo de vital importância que se busque à medida do possível diminuir os impactos ambientais gerados pela obra da BR-319.

A partir da literatura pesquisada atendendo aos objetivos da pesquisa, foi verificado que para as áreas de floresta desprotegidas que serão impactadas, caso a rodovia BR-319, seja dado a continuidade de pavimentação, torna-se necessário estudos sobre a biodiversidade e que subsidiem a criação de metas para a preservação de áreas legalmente protegidas.

4.1 RODOVIA BR-319 IMPACTOS AMBIENTAIS

A construção de rodovias acarreta modificações significativas nas características naturais da área de influência do empreendimento, significando que o diagnóstico ambiental e o planejamento são ferramentas importantes para garantir a conservação dos recursos naturais existentes nas proximidades das estradas e executar o projeto de acordo com a legislação ambiental (FERRANTE, 2019). Com a construção da rodovia da BR-319, não seria diferente.

Ainda sobre a pesquisa com base nos teóricos que contribuíram para o desenvolvimento dessa, foi observado que estudos de impactos ambientais (EIA) são mais que apenas formalidades para um empreendimento, pois danos ambientais não previstos ou omissões das empresas podem causar catástrofes ambientais irreversíveis, que por sua vez afetam não apenas os ecossistemas, mas também seres humanos (TEIXEIRA, 2010; FLECK, 2009).

Partindo desse princípio é perceptível que um dos mais polêmicos empreendimentos e que divide opiniões é a pavimentação na reconstrução da rodovia BR-319, que liga Porto Velho em Rondônia até Manaus no Amazonas. A rodovia corta um dos blocos de floresta mais preservados na Amazônia e o liga diretamente ao arco do desmatamento. Para criar um cenário de governança, o Ministério Público Federal (MPF) criou o Fórum de discussão permanente sobre o processo de reabertura da Rodovia BR-319.

A reconstrução da rodovia federal BR-319 potencialmente causará um aumento no desmatamento da região de seu entorno para locais mais distantes da rodovia (Tabela 1).

Tabela 1- Estudo sobre o impacto ambiental da rodovia BR-319 causado pelo desmatamento

Desmatamento sem pavimentação		Desmatamento com pavimentação		Desmatamento acumulado	
Nos últimos 5 anos	1.150 km ²	Taxa de desmatamento	9,4 mil km ² anuais até 2050	2017 a 2050	2017-2050 – 40 mil km ² Avançando para 170 mil km ²

Fonte: INPA (2020).

De acordo com os dados apresentados na tabela 1, verifica-se que a BR-319, ainda vem sendo objeto de estudo pelos órgãos responsáveis pela preservação do meio ambiente, com a realização de estudos sobre os impactos ambientais referente a reconstrução da rodovia.

Outro fato perceptível é que há mais de um ano o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) vem contribuindo com participação nas reuniões do fórum com estudos que apontam o aumento de desmatamento via rodovia e impactos sobre as comunidades tradicionais e indígenas pelo empreendimento.

Sobre o estudo de impacto ambiental deste empreendimento em específico, o MPF solicitou uma avaliação de diversos pesquisadores ligados ao INPA para verificar a suficiência e as conformidades do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) oriundos da rodovia BR-319, para que possa ocorrer a sua revitalização e pavimentação (Figura 4).

Figura 4 – BR-319



Fonte: IBAMA (2018)

Desse modo é importante pontuar que os impactos ambientais da BR-319, não são apenas restritos à área diretamente acessada pela rodovia, mas também por uma

série de estradas laterais planejadas que conectarão a BR-319 a sedes municipais nos rios Madeira e Purus (FEARNSIDE et al., 2015). Estas incluem Manicoré, Borba, Novo Aripuanã e Tapauá. Os planos para as estradas laterais (vicinais) já estão estimulando os políticos locais a resistir à criação de reservas de proteção ambiental perto das rotas propostas.

Sob essa ótica, o maior problema ocasionado pela implementação da BR-319, foi a chamada impermeabilização do solo que passou a interferir no período de água das chuvas, haja vista que de acordo com cada fase desse período ocorre a descida da água para os oceanos, onde acontece um novo período invernal. Esse procedimento apresenta alguns prejuízos de modo direto as alagações que vem ocorrendo nos rios e igarapés.

Cabe aqui fazer uma ressalva ao pensamento de Tucci (2012), considerando que a impermeabilização referente a rodovia é considerada como a causa principal das enchentes e deslizamentos dos espaços urbanos, esse fato contribui para a redução de extensões de áreas verdes, reduzindo a infiltração de água no solo, no entanto, a implementação de condutos em superfícies tem como premissa agilizar a movimentação de água acumulada no solo de modo mais rápido. Tendo em vista as colocações de Oliveira Neto (2014), na remoção de camadas de terra, acontece a redução da capacidade de absorção de água ocorrendo o adensamento por consequência da água da chuva.

Em se tratando da preparação da base e da pavimentação estas impactam o meio ambiente de modo negativo, haja vista que altera o microclima da região, gerando mudanças no meio ambiente quanto ao escoamento das águas pelos condutos implementados para esse fim. Considerando o exposto essas alterações ambientais quanto ao escoamento das águas, acarreta desconforto aos moradores do entorno da rodovia, uma vez que os ruídos e as vibrações criadas pelas máquinas causam poluição sonora, considerado pelos moradores como impacto ambiental. No que se refere aos efeitos sonoros alguns tem sua temporalidade, uma vez que ao ser concluída a obra esses ruídos e desconforto deixarão de existir.

No entanto, em se tratando das alterações ocorridas ao meio ambiente essa será permanente, e somente o plantio de uma nova vegetação e uma nova forma de se trabalhar o escoamento da água e maneira mais rápida poderá minimizar essa questão ambiental (SENÇO, 2008). Dessa forma é possível inferir que a cobertura vegetal na área de implantação também é uma área que sofre as consequências quando da atuação dos responsáveis pela obra em se tratando da limpeza da área onde será construída a rodovia. A retirada da vegetação se transforma em dano para a biodiversidade, e a partir daí surgirão outros danos que irão impactar de modo direto a fauna.

5 CONCLUSÃO

A realização da pesquisa foi elaborada com o propósito de conhecer os impactos ambientais causados pela implementação da BR-319. O interesse em verificar os impactos ambientais causados pela implementação da rodovia BR-319, foi de descrever as consequências das ações dessa obra, as medidas de prevenção e a implementação dessas. A sustentabilidade é uma temática que vem sendo posta em discussão em razão da preocupação sobre a preservação do meio ambiente, o que tem levado a indústria da construção civil, a repensar sua prática construtiva, buscando soluções que demandem cuidados para com a sustentabilidade, assim como promover a absorção de novos

conceitos sobre o que seja sustentabilidade, não somente no sentido da palavra em si, mas como prática de execução de suas obras.

Outro fator a ponderar sobre a sustentabilidade é que esta encontra-se associada à capacidade de inovação das empresas da construção civil, significando que é importante estar atento para o momento presente e também futuro, pois se no momento atual é necessário que as empresas se adaptem a execução da obra de modo sustentável, torna-se importante que o local onde se pretende realizar a obra seja mapeado com o objetivo de verificação sobre os impactos ambientais que podem ocorrer nesse processo construtivo. Diante o exposto, a rodovia BR-319, foi e é uma obra que se encontra inserida como causadora de impactos ambientais na Amazônia. Portanto, levando em consideração que a implementação de uma rodovia como a BR-319, poderia ser geradora de grande impacto ambiental, a mesma, deveria passar por um planejamento estratégico para a sua adequada implantação na garantia de um desenvolvimento sustentável em suas diversas fases de implementação.

Desse modo, a respeito da pavimentação da rodovia BR-319, foi verificado que os impactos ambientais se encontram relacionados ao ecossistema e em especial ao meio físico, onde foi observado por meio dos estudos realizados que o desmatamento realizado para a execução da obra da rodovia intensificou a erosão e o assoreamento no entorno da rodovia.

Partindo dessa reflexão e mediante os resultados obtidos através da realização desse estudo foi possível constatar que a construção de rodovias são geradoras de grandes impactos ao meio ambiente, a partir da fase de construção onde os principais impactos causados advém da própria natureza da obra onde são definidas todas as etapas e características para a realização desta. Mas é importante pontuar que esses impactos não resultam somente do processo de construção da rodovia, pois após a finalização da obra ocorre a operacionalização da rodovia que atrai interesses de ordem econômica e latifundiária que surgem como possibilidades de contaminação ao lençol freático e o desequilíbrio do ecossistema.

Assim, dando resposta aos objetivos propostos para o desenvolvimento da pesquisa, a conclusão foi que a implementação da rodovia BR-319, causou e vem causando significativos impactos ambientais tanto no meio físico como no meio ambiente. Dentre os impactos considerados negativos pelos pesquisadores são as invasões de terras no entorno da rodovia tendo como consequência as queimadas de grandes áreas de vegetação. Quanto aos pontos considerados positivos pontuam o desenvolvimento socioeconômico enfatizando que o processo da implementação da rodovia não somente promove degradação do meio ambiente, mas traz benefícios para a sociedade.

Sob essa ótica é importante frisar que a construção de estradas, é uma prática que deve ser pensada de modo a prevenir ou delimitar os impactos ambientais considerados negativos sobre a sustentabilidade por conta dos impactos ambientais, haja vista que, um justo equilíbrio entre a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável deve ser realizado de modo a permitir um desenvolvimento econômico de social de modo sustentável.

Na elaboração desse estudo foi constatado a importância em dar continuidade a novos estudos sobre a temática abordada para uma discussão maior e mais aprofundada pelos acadêmicos na disseminação de informações para os interessados refletirem futuramente.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento sustentável: qual estratégia para o Brasil? Revista NOVOS ESTUDOS CEBRAP, n.87, julho 2010.
- ANDRADE, Nicolas. Com a greve dos caminhoneiros preços de frutas dobram em São Paulo. Folha de São Paulo. 25 fev. 2015.
- BARNI, P. E.; FEARNSSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: Impacts in Brazil's Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus -Porto Velho). 2015. *Environmental Management* 55(2): 259-278. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0408-6>. Acesso em: 05 de nov. 2020.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
- CUNHA, Eliaquim. Os projetos de Colonização em Rondônia. Revista Zona de Impacto. ISSN 1982-9108, Vol.16, 2009.
- FEARNSSIDE, P. M. Rios voadores e a água de São Paulo [Amazônia Real Série completa, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2430.1601>. Acesso em: 05 de nov. 2020.
- FERRANTE, L., FEARNSSIDE, P. M. Brazil's new president and "ruralists" threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. *Environmental Conservation*, 2019. 46(4): 261-263.
- FLECK, L. Eficiência econômica, riscos e custos ambientais da reconstrução da BR 319. Série Técnica, n. 17. Lagoa Santa, MG: Conservation Strategy Fund (CS F) 2009.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- GRAÇA, P. M. L. A.; SANTOS JUNIOR, M. A.; ROCHA, V. M.; FEARNSSIDE, P. M.; EMÍLIO, T.; et al. Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade. 2014.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia do Trabalho Científico. São Paulo: Atlas, 2017.
- MORAES, C. M., AQUINO, C. A. Avaliação de Impacto Ambiental: Uma Revisão da Literatura sobre as Principais Metodologias. In: Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 5, 2016, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: SICT-Sul, 2016.
- MOTTA, Cláudio. Nas rodovias, 14,7 milhões de bichos são atropelados a cada ano. O Globo, 15 jan. 2013.
- NEVES, F. E. S.; HENKES, J. A. Gestão Ambiental Aplicada na Implantação de Rodovias no Estado de Santa Catarina, Revista Gestão Sustentável Ambiental, Florianópolis, v. 2, n.1, p. 265-349, abr./set. 2013.

OLIVEIRA NETO, Thiago. A geopolítica rodoviária na Amazônia: BR-319. Revista de Geopolítica, v. 5, n° 2, 2014, pp. 109-128.

PADILHA, Norma Sueli. Fundamentos Constitucionais do Direito Ambiental Brasileiro, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

PANAZALLO, A. P.; VIEGAS, D.; SCHEN, D.; SAMPAIO, E.; DÁVILLA, G. Monitoramento e Mitigação dos Impactos Causados a Fauna pela pelas Obras de Duplicação da BR-116/RS com o Auxílio do Infoambiente. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 6, 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: IBEAS, 2015.

QUEIROZ, F.T., AGUIAR, A. O. E., BRITO, S. C., BUENO, H. G. Gestão Ambiental em obras viárias: estrutura e resultados no caso do rodoanel Mário Covas, Trecho Sul. Revista Metropolitana de Sustentabilidade, 2014, 4 (3). 87-107.

ROCHA, Ana Flávia. O Paraná e a Rodovia Cuiabá-Santarém. In: ROCHA, Ana Flávia (Org). A Defesa dos Direitos Socioambientais no Judiciário. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2013.

SAMPAIO, R. S.; BRITO, P. C. R. Impactos ambientais causados pela construção de rodovias. UCSAL Universidade Católica do Salvador, 2011.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. São Paulo: Oficinas de Textos, 2013.

SENÇO, W. Técnicas de projetos rodoviários. São Paulo: PINI, 2008.

SIMONETTI H. Estudo de impactos ambientais gerados pelas rodovias: sistematização do processo de elaboração de EIARIMA. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TEIXEIRA, K.M. Investigação de Opções de Transporte de Carga Geral em Contêineres nas Conexões com a Região Amazônica. Tese de doutorado em Engenharia de Transportes,

Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, São Paulo: USP. 2010.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia. Ciência e aplicação. Rio Grande do Sul: UFRGS. BR. 2012.

Capítulo 6

A importância do estudo do solo na área da construção civil

Bruno Canto Nunes

Filipe da Rocha Magalhães

Sara dos Santos Santarém

Resumo: Este estudo trata da importância de se conhecer as características do solo, seu comportamento e a essencialidade da geotécnica neste estudo. No ramo da Engenharia Civil, o solo é o item que dá suporte para qualquer obra, utilizado para se fazer aterros compactados com as mais diversas finalidades. Considera-se ainda um material de característica heterogênea, de propriedades que variam entre si. Apresentam diversas reações às tensões, à compressão, podendo afetar seu comportamento, sua propriedade e os materiais que o compõem, que também são diferentes. Diante dos problemas que se referem ao uso do solo na construção civil, este é objeto de estudo de muitos pesquisadores. Esta pesquisa tem como objetivo conscientizar os profissionais da construção civil sobre a importância do estudo sobre o solo antes mesmo da elaboração do projeto, para prevenir riscos e, conseqüentemente, prejuízos irreparáveis. Existem diversos métodos voltados para a investigação de tipos de solos, porém, no Brasil, a sondagem é o método mais utilizado. A partir dessa técnica, pode-se obter várias informações sobre o solo, como por exemplo: o perfil, nível de lençol freático e subterrâneo e determina ainda a resistência do solo com relação as tensões as quais se submete. De posse dessas informações, o engenheiro toma as decisões sobre o projeto, a execução de forma mais eficiente e eficaz, precisas, seguras e econômicas, assim como, se posicionar de uma maneira mais adequada com relação a edificação no terreno analisado.

Palavras-chave: Construção Civil. Obras. Fundação. Sondagem.

1. INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa, objetivou-se destacar a importância e a necessidade que há em se desenvolver conhecimento sobre o tema abordado “A importância do estudo do solo na área da Construção Civil”, fazendo-se referência aos tipos de solo, como sendo um dos fatores que determinam a segurança da construção, envolvendo fundações, estruturas e os tipos de edificações a serem construídas em determinadas áreas e/ou lugares.

Conceituam-se os solos como sendo corpos que fazem parte da natureza e que se formam a partir de partículas de rochas que se desintegram. A esse processo se dá o nome de intemperismo.

Os solos classificam-se de diversas formas: quanto a sua textura, quantidade de areia e/ou argila, além de considerar-se outros elementos que os compõem, além destes. Servem de base para que alguns seres vivos se desenvolvam, atividades de agricultura, agropecuária, e por esta característica, são considerados a base da biodiversidade. Além disso, servem de base para o desenvolvimento econômico por meio de empreendimentos na área de construção civil.

Porém, o clima, a atividade relacionada aos seres vivos que habitam diversos tipos de solo, o tempo, a topografia e a hidrografia de acordo com a região onde estiver localizado, são fatores que contribuem para sua formação, quando agindo em conjunto alterando suas características.

Assim sendo, incluem-se nesta questão, processos que causam a desintegração dos solos, por meio da desintegração de partículas, muitas vezes microscópicas, e possibilitam sua evolução e crescimento. Tais processos ocorrem por meio de outros como a infiltração de água, a influência da presença de elementos físicos e químicos, levando ao seu desenvolvimento (evolução, crescimento, aprofundamento, etc.).

A escolha do tema justifica-se por compreender que a característica do solo poderá limitar ou facilitar a utilização do terreno para construções de todos os tipos e tamanhos, podendo causar como resultado, muitas complicações a todos os envolvidos no projeto. A partir desta compreensão, acredita-se que é de extrema importância se conhecer em que tipo de solo está sendo erguida essa construção que, em alguns casos, requer assessoria por parte de um geólogo ou geofísico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O SOLO

O solo representa uma composição de sais minerais, rocha em decomposição, material orgânica e água, sendo classificado como o principal substrato nutritivo que dá sustento as plantas durante seu processo de crescimento e disseminação, assim, o solo disponibiliza para as raízes elementos de crescimento como suporte, água, oxigênio e nutrientes, compreendendo-se como o principal componente para o ecossistema (ALMEIDA, GCP, 2005).

O solo tem sua formação vinda do processo de decomposição das rochas e por meio da ação do intemperismo, ocorrido a partir dos processos físicos, químicos e biológicos, de acordo com os efeitos da temperatura, do vento, da pressão, entre outros fatores. Segundo os engenheiros civis, solo significa um aglomerado de partículas advindas da decomposição das rochas, podendo ser escavado mais facilmente sem que seja necessário o uso de explosivos, sendo utilizado como material de construção bem

como suporte para estruturas (RUDIO, FV, 1980).

O solo é composto por três diferentes fases, sendo sólida (composto por matéria orgânica e inorgânica), líquida (solução água do solo) e gasoso (o ar do solo). As matérias (orgânica ou inorgânica) são partículas minerais do solo, resultantes do intemperismo que leva à desintegração das rochas como de seres vivos, como animais e plantas, que também se decompõem e formam a primeira camada do solo, denominada de humus (MENDONÇA, 2018).

Destaca-se que cada camada possui uma composição diferenciada com características também diferenciadas, conforme a seguir:

Horizonte O – Camada com alta presença de matéria orgânica, água, animais e plantas.

Horizonte A – Mais escura por possuir matéria orgânica, água e sais minerais.

Horizonte B – Acumula sais minerais e materiais dos horizontes O e A, possui presença maior de ar.

Horizonte C – Constituído por fragmentos de rochas desintegradas do horizonte D; grande presença de ar.

Horizonte D ou R – Rocha matriz ou originária do solo. (MENDONÇA: 2018, p.1)

2.1.1 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

De acordo com ARQUITETURA (2018), os tipos de solo predominantes no Brasil são três: latossolos, argissolos, e neossolos. Todos eles juntos, atingem os 70% do território nacional.

- Os latossolos e argissolos ocupam pelo menos 58% da área e apresentam como características: maior profundidade, alta intemperância, acidez e baixa fertilidade natural.
- Na classe dos neossolos, luvisolos, planossolos, nitossolos, chernossolos e cambissolos, encontram-se os solos de média a alta fertilidade, geralmente com pouca profundidade devido de seu baixo grau de intemperismo.

Apresentam ainda em sua composição, uma imensa variedade química, física e biológica, que compõem 13 classes contidas nos tipos de solos brasileiro. São eles: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Notssolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

2.1.2 TIPOS DE SOLO: VARIAÇÕES, NUANCES E MISTURAS

Segundo ALMEIDA, GCP, (2005), devido o fato de não haver um tipo único de solo, ou seja, todos apresentam vários componentes em suas características, destaca-se variações entre eles e a necessidade de assessoramento específico e um estudo mais aprofundado antes de se estabelecer uma edificação em qualquer que seja o tipo de solo. Dentre estas variações apresenta-se várias classificações, como: argiloso, siltoso, arenoso, piçarra, tabatinga ou turfa, saibro, moleto, descrevendo suas características abaixo e na tabela 1:

- Piçarra: rocha com alto nível de decomposição com possibilidade de escavação utilizando-se ferramentas como a picareta e a pá.;
- Tabatinga ou turfa: contém muito material orgânico, comum em pantanais e também em locais contendo rios e lagos, em qualquer período de tempo (passado ou presente);
- Saibro: composto por areia e argila, misturados;
- Moledo: rocha dura, porém em estado de decomposição, com possibilidade de remoção apenas com a utilização de ferramentas como martetele e ar comprimido.

Tabela 1 – Tipos de solo: variações, nuances e misturas

USO	SOLO ARENOSO	SOLO SILTOSO	SOLO ARGILOSO
FUNDAÇÃO DIRETA	É adequado, mas necessita atenção aos recalques devido ao abaixamento do lençol freático. Durante a execução é difícil manter a estabilidade das paredes laterais.	Similar ao solo arenoso, porém é menos sensível ao lençol freático e também é mais fácil de escavar.	É usual e recomendável, mas também ocorrem problemas de recalques em função do lençol freático. Durante a escavação, é fácil de manter a estabilidade das paredes laterais.
FUNDAÇÃO EM ESTACA	Difícil de cravar frente ao atrito lateral. Em terrenos molhados, é preciso fazer cravação a ar comprimido	É usual, por ser possível tirar partido tanto ao atrito lateral quando da resistência de ponta para absorver a carga.	Usual, mas a estaca geralmente precisa atingir profundidades maiores para aumentar capacidade de carga.
CORTES E TALUDES SEM PROTEÇÃO	Não recomendável, pois o talude fica instável.	Possível, mas é preciso levar em conta a coesão e o ângulo de atrito para dimensionar o talude. A altura de corte é menor do que para as argilas.	Possível devido a grande coesão e estabilidade.
ESFORÇOS EM ESCORAMENTO	Esforços são maiores, levando à necessidade de escoramento contínuo.	Comportamento idêntico ao solo arenoso.	Esforços são menores, o escoramento pode ser bem espaçoso e não-contínuo.

Tabela 1 – Tipos de solo: variações, nuances e misturas (continuação)

USO	SOLO ARENOSO	SOLO SILTOSO	SOLO ARGILOSO
RECALQUES FRENTE ÀS CARGAS	Recalques em solo arenoso são imediatos à aplicação das cargas, mas podem ocorrer posteriormente devido à mudança do lençol freático.	Intermediário entre areia e argila.	Recalques extremamente lentos, pode levar décadas para ocorrer a estabilização.
ADENSAMENTO E COMPACTAÇÃO	Adensamento ocorre apenas se houver perda de água. A compactação se faz com vibração.	Há adensamento se houver perda de água. Compactação é feita com percussão ou com rolos (pé-de-carneiro).	Há adensamento se houver perda de água. compactação é feita com percursão e com rolos.
DRENABILIDADE	Ocorre facilmente, mas precisa cuidado com a instabilidade das paredes e do funco das valas.	Aceita água passante, mas necessita verificação cuidadosa da coesão e ângulo de atrito.	Alta impermeabilidade dificulta a drenagem.
MATERIAL DE BARRAMENTO	Não recomendável, por ser permeável e sem coesão. Os taludes são instáveis e haveria fluxo intenso de água pela barragem.	Utilizável desde que com maior coeficiente de segurança. Tem pouca coesão e os taludes ficam mais abatidos (ângulo menor).	Recomendável pela impermeabilidade, coesão e ângulo de atrito favoráveis à estabilidade.

Fonte: Fórum da Construção / Arq. Iberê M. Campos

2.1.3 CARACTERÍSTICAS PREDOMINANTES DE TIPOS DE SOLO

Segundo ALMEIDA, GCP, (2005), os tipos de solo predominantes no Brasil são 3:

- Arenoso: predominantemente composto por areia, com diâmetro variante entre 0,05 mm à 4,8 mm; não apresenta alto índice de coesão, ou seja, quando em contato com a água pode não apresentar o grau de firmeza necessária para a construção. Neste caso, exige-se fundações mais profundas, com estacas de aço ou concreto armado ou preenchidas com betão (construções portuárias). Destaca-se ainda, estradas construídas neste tipo de solo, cujas mesmas apresentam vantagens com relação a outros modelos de construções, não possibilita lamaçais em período de chuva e não produzem a poeira seca, pois são pesados e dificilmente se aglutinam;

- Argiloso: o tipo mais comum no Brasil, utilizado há milhões de anos como argamassa, tamanha sua importância, bastante utilizado em construções de casas e igrejas (de taipa), além de servir para se fazer tijolos, telhas, azulejos, pisos, entre outros artefatos também utilizados em construções. Com características contrárias ao solo arenoso, apresenta enorme possibilidade de aglutinação (lama), apresentando grãos microscópicos de até 0,005 mm, quase invisíveis, apresentando alta densidade na ausência da água (difícil desagregação) e viscoso em contato com ela (fácil modelagem). Apresenta-se também cores vivas. Geralmente mais utilizados em fundações rasas.
- Siltoso: considera-se como um tipo de solo ruim, com diâmetro comparado ao da argila, de 0,005 mm à 0,05 mm (microscópico). Zero graus de coesão e plasticidade quando em contato com a água, possibilitando atoleiros (em estradas) e poeira (períodos de seca), enorme possibilidade de erosão e degradação de forma natural. Desta forma, este tipo de solo requer um cuidado especial no que se refere a sua utilização na construção.

2.2 IMPORTÂNCIA DO SOLO

Segundo MENDONÇA (2018), o grau de importância do solo ocorre pela representação, por ser a camada superficial da terra, ou da crosta terrestre e também pelo que representa para o desenvolvimento de boa parte das atividades humanas. Representa também a base para quase todas as técnicas que se originam da relação entre seres humanos e natureza., não somente no que se refere a agricultura, plantio, do ponto de vista do cultivo, mas também em diversas atividades econômicas, como por exemplo: a exploração de recursos minerais e energéticos, na extração de minerais, rochas e minérios, utilizados como matéria-prima para a atividade industrial, da construção civil, entre outras.

Sua importância também se deve ao fato de ser um armazenador de água fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, além de ser por meio dele que acontece o processo de infiltração e, conseqüentemente, do abastecimento dos lençóis freáticos, dos aquíferos e o surgimento das nascentes dos rios.

Todos estes argumentos demonstram sua importância a partir da completa interação hidrográfica e atmosférica, pois, rochas, minerais e seres vivos, formam um consenso de que a qualidade de vida dos solos promove a influência de forma direta na qualidade de vida dos fatores bióticos (vivos) e abióticos (não vivos) do ambiente terrestre.

Daí o desencadeamento de debates diários referentes à manutenção e o cuidado que se deve ter em relação a ação humana, que causam impactos ambientais no solo, envolvendo políticas públicas para a preservação do solo e de seus recursos, por sua relevância para a vida humana e também para e ao planeta, de modo geral.

2.3 PREJUÍZOS EM OBRAS CAUSADOS PELA FUNDAÇÃO

De acordo com MENDONÇA (2018), cita-se alguns motivos que causam alguns problemas nas fundações das obras:

- Não realizam a investigação dos solos ou realizam de modo ineficaz;
- O modo como o solo reage após o início da construção;
- A falta de conhecimento dos profissionais envolvidos, sobre a forma de como as fundações reagem;

O fato que se destaca entre os citados é a falta da realização da investigação geotécnica, ou se ela é feita de forma ineficaz. Os demais fatos estão diretamente ligados a uma investigação ou um profissional ineficaz, que possibilita a interpretação equivocada, além da falta de embasamento referente ao projeto da fundação, resultando em inadequações (MENDONÇA, 2018).

Assim, pode ocorrer também o superdimensionamento, que reduz o lucro final da obra ou do empreendimento, ou ainda, uma fundação inferior as necessidades do projeto, levando a ocorrência de fissuras, trincas, deformações, falência estrutural e possíveis fatalidades (MENDONÇA, 2018).

Para o sucesso do projeto, as sondagens no solo precisam ser realizadas de forma eficaz, eficiente, acompanhados de um profissional qualificado para a realização do projeto, incorrendo ao risco de não se fazer o melhor. Também deve-se calcular a diferença entre investigação geotécnica aprofundada e profissionais competentes para saber decodificá-la de maneira correta. Ainda, investigar profundamente visando adquirir conhecimento sobre o solo a ser utilizado (MENDONÇA, 2018).

Precisa-se ainda buscar empresas idôneas que trabalhem com profissionais competentes, qualificados, experientes e responsáveis, com habilidade necessária para realizar e projetar uma fundação de maneira eficaz e eficiente. Também é relevante que este profissional atue com cuidado no momento da manutenção e execução (MENDONÇA, 2018).

De acordo com MENDONÇA (2018), se essa execução não for realizada de forma adequada, como por exemplo, as fundações não suportem a carga prevista no projeto, ou o solo não ofereça resistência, pode levar o empreendimento ao fracasso, além de prejuízos de ordem financeira, de desempenho, estéticos, acidentes fatais, entre tantos outros prejuízos. Nesta pesquisa destaca-se os tipos de danos que resultam desse fracasso, como por exemplo:

- Dano arquitetônico: severo, esteticamente desconfortável e gera insegurança aos usuários
- Danos funcionais: geram inúmeros prejuízos para a estrutura;
- Danos estruturais: tornam a obra instável, podendo levar a estrutura a ruína;

A partir desses danos, torna-se necessário que se realize intervenções visando reforço demolição e desocupação.

2.4 TIPOS DE FUNDAÇÕES

De acordo com a NBR 6122/1996, os tipos de fundações podem ser divididos em dois grupos:

Fundações profundas - elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação;

Fundações superficiais (ou rasas ou diretas) - são tipicamente projetadas com pequenas escavações no solo não sendo necessários grandes equipamentos para execução.

Exemplos:

a - Sapatas: elementos de fundação com base em planta geralmente quadrada, retangular ou trapezoidal. Se caracterizam por trabalharem à flexão já que são executadas em concreto armado.

b- Blocos de fundação: elementos de fundação com base geralmente em planta quadrada ou retangular e em elevação assumem a forma de bloco escalonado ou pedestal ou de um tronco de cone. Se caracterizam por trabalharem à compressão já que não é necessário o emprego de armadura pois os blocos de fundação são dimensionados para que as tensões de trações atuantes sejam resistidas pelo concreto.

c - Radiers - elementos de fundação superficial que recebe toda a carga da edificação e distribui no terreno. Se assemelha com uma placa que abrange toda a área da construção. Neste caso, todos os pilares da estrutura transmitem as cargas ao solo através de uma única sapata.

d - As fundações profundas: são elementos que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação da duas. São utilizadas geralmente em projetos grandes que precisam transmitir maiores cargas ao terreno e quando as camadas superficiais do solo são pobres ou fracas.

2.5 PROCEDIMENTOS PARA A DEFINIÇÃO DO TIPO DE FUNDAÇÃO

O terreno faz parte integrante de qualquer construção, afinal é ele que dá sustentação ao peso e também determina características fundamentais do projeto em função de seu perfil e de características físicas como elevação, drenagem e localização. Em construções maiores é necessário realizar uma sondagem para ver em que nível do solo a camada é mais resistente em geral a melhor camada para as fundações é o leito rochoso ou acima dele, desde que permita a execução. (ARQUITETURA, 2018)

Referindo-se a primeira etapa do processo construtivo que é a sondagem do solo, este procedimento técnico é vital para qualquer tipo de obra. O projeto pode até ser financeiramente inviabilizado, dependendo dos resultados obtidos com este estudo. Porém, a partir do ponto de vista mais técnico, sempre haverá alternativas visando contornar qualquer problema que venha a ser identificado no momento da sondagem, porém, apresenta custo elevado, podendo não compensar este tipo de investimento. No entanto, com a sondagem, torna-se possível conhecer as características do terreno analisado, assim como também a espessura de suas camadas, a resistência e a localização do lençol freático, se existir. Desta forma se define os tipos de fundação de uma construção. (BITTENCOURT, 2018).

2.6 ANÁLISE DE SOLO: INDISPENSÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para elaborar um ótimo projeto de fundações, será preciso conhecer o processo de extração do solo de um determinado local, os resultados dos ensaios de laboratório das amostras do solo obtidas de várias profundidades sempre levando em consideração o tamanho do projeto que será elaborado e executado, para se obter uma melhor escolha economicamente e com segurança e confiabilidade. Tais procedimentos fazem parte de um estudo completo do solo para que haja necessidade de conhecer as características das suas camadas mais profundas devido a magnitude da sua estrutura e das suas primeiras camadas (CAPUTO, 2000)

Para a definição de um programa de investigação, o projetista deve ter em mãos, segundo VELLOSO E LOPES (2011):

- Planta do terreno (levantamento planialtimétrico);
- Os dados sobre a estrutura a ser construída e sobre vizinhos que possam ser afetados pela obra;
- Informações geológicas-geotécnicas disponíveis sobre área (plantas, publicações técnicas etc.);
- Códigos de obra locais.

A NBR 8036 fixa as condições das sondagens simples de reconhecimento dos solos na qual determina a quantidade mínima de sondagens para edifícios mostrada na tabela 2.

Tabela 2 – Área de projeto e quantidade de investigação no solo

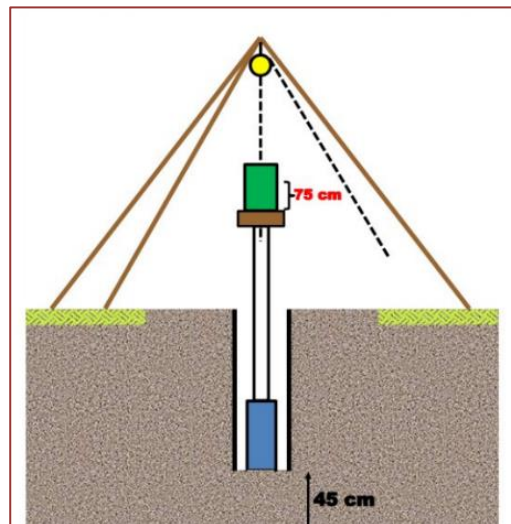
Área projetada em planta	Quantidade
De até 200m ²	Mínimo de dois pontos de investigação
De 200m ² a 400m ²	Mínimo de três pontos de investigação
De até 1200m ²	Um ponto de investigação para cada 200m ²
De 1200m ² e 2400m ²	Um ponto de investigação para cada 400m ²
Acima de 2400m ²	A critério do projetista

Fonte: NBR 8036, 1983.

Standard Penetration Test – SPT é conhecido como Sondagem de Simples Reconhecimento que determina o índice de resistência de penetração, segundo a (NBR 6484, 2001).

Segundo LIMA. A, (2017), o SPT é visto pela Engenharia como sendo o mais popular, rotineiro e econômico devido à sua simplicidade, robustez e rápido tempo de resposta quando se trata de ferramentas para investigação geotécnica, conforme mostra a figura 1. Este ensaio é utilizado para investigação da densidade de solos granulares, consistência de solos coesivos e até mesmo em rochas brandas.

Figura 1 - Ensaio SPT.



Fonte: MOURA, 2020

Este ensaio consiste na cravação de um barrilete amostrador (cor azul) por meio de um impacto sobre a composição de um hasteamento de um martelo (cor verde) de 65kg caindo de uma altura de 75cm. As amostras coletadas por meio deste tipo de ensaio são coletadas a cada metro de profundidade através de um amostrador no qual servirá para a análise de dados (MOURA, 2020).

O terreno onde será construída uma obra significa algo de grande importância e essencial para a sustentação de toda a estrutura de tal estabelecimento. Inicialmente, deve-se realizar um estudo geotécnico, no sentido de auxiliar o trabalho dos engenheiros no momento da construção das fundações ou bases da edificação (BITTENCOURT, 2018).

Diante disso, este estudo se torna imprescindível para se obter o conhecimento sobre a qualidade do solo e de sua capacidade para servir como suporte para uma construção, a partir de uma análise detalhada e completa do solo. Do contrário, haverá no decorrer de todo o processo, riscos eminentes de desastres, que podem ser previstos e evitados, a partir de constantes análises sobre a resistência necessária para suportar a quantidade de carga prevista no projeto inicial, além de também ser necessário que se considere as variações do solo causadas pela humidade que o afeta. Tudo isso se dá por meio de ensaios laboratoriais, de onde provêm as informações necessárias, acompanhadas de amostragens do solo em questão.

Para a interpretação adequada das amostras coletadas do solo, podemos adquirir esses dados em vários tipos de ensaios, conforme mostrado na tabela 3.

A vantagem que envolve o custo-benefício a partir da realização da amostra do solo, também tem grande significado, porém, do contrário, pode ocorrer o aumento drástico de insalubridade na obra e, concomitantemente, podendo ocorrer perda de capital ao ter que se fazer a correção de qualquer problema, destacando-se ainda possíveis envolvimento em questões de ordem jurídica e judiciais. A partir da pesquisa bibliográfica, observou-se que tais catástrofes são muito comuns no Brasil do que se pode imaginar.

Tabela 3 – Conceito dos tipos de ensaios

Tipos de ensaios	Conceito
Ensaio de Adensamento	É a deformação plástica, ou seja, a redução de “vazios” (poros) de um solo em função do tempo e da pressão aplicada.
Teor de Umidade	É a relação da massa ou o peso da água contida no solo e a massa ou o peso de sua fase sólida, expressa em porcentagem. Em geral, os solos brasileiros apresentam umidade natural abaixo de 50%.
Ensaio de Compactação	É a estabilização do solo por meio da aplicação de alguma forma de energia (impacto, vibração, compressão estática ou dinâmica). Tem como consequência o aumento do peso específico e resistência ao cisalhamento do solo, e uma diminuição do índice de vazios, permeabilidade e compressibilidade.
Limite de Liquidez (LL)	É o teor de umidade abaixo do qual o solo se comporta como material plástico, ou seja, a umidade de transição entre os estados líquido e plástico do solo.
Limite de Plasticidade (LP)	É o teor de umidade em que o solo deixa de ser plástico, tornando-se quebradiço; é a umidade de transição entre os estados plástico e semissólido do solo.
Grau de Saturação	É a relação entre o volume de água e o volume de “vazios” (poros) de um solo, expressa em porcentagem. Varia de 0% em solo seco para 100% em solo saturado.
Porosidade	É a relação entre o volume de “vazios” (poros) e o volume total da amostra.
Densidade Real	É a relação entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado por suas partículas.
Densidade Aparente	É a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105 a 110°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros.
Análise Granulométrica	A Análise Granulométrica é o estudo da distribuição - em porcentagem de partículas - das dimensões dos grãos de um solo.

Fonte: (BITTENCOURT, 2018)

3. METODOLOGIA

Para a realização primeiramente foi definido o assunto deste estudo, utilizou-se o método de pesquisa bibliográfico, por meio de consultas a referenciais bibliográficos na base de dados publicados em meios digitais, por autores e empresas que desenvolvem estudos e projetos para melhor compreensão da pesquisa, associado aos dados obtidos

da indústria da construção civil. Foi elencado os conteúdos disponíveis segundo a delimitação proposta. Tais materiais foram organizados conforme atendimento às propostas previamente determinadas e analisados de forma crítica.

Um critério utilizado para a seleção foi incluir predominantemente textos em português e sobre pesquisas realizadas no Brasil. Artigos de autoras/es estrangeiros, mesmo traduzidos em revistas nacionais, quando não tratavam especificamente de pesquisas ou temas restritos, foram por nós excluídos.

Utilizou-se ainda o tipo de pesquisa básica e descritiva, a partir da busca e descrição de informações relacionados ao tema abordado, buscando-se enfatizar a necessidade e a importância em realizar de um estudo mais aprofundado do solo para uso e ocupação de atividades voltadas a construção civil, visando elucidar os principais conceitos e definições, classificação, contextualização do uso e ocupação do solo pelas atividades construtivas. Torna-se importante grifar que foi dada prioridade à diversidade na pesquisa.

Ressalta-se que uma aplicação de caso é uma ferramenta que serve para compreender e possibilitar a formulação de hipóteses e questionamentos na pesquisa, além de contribuir de forma significativa para a compreensão de fenômenos ou fatos a serem elaborados e desenvolvidos (VERGARA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escolha do tipo de fundação deve levar em considerações a topografia da área, as características do solo, os dados referentes à estrutura que vai ser construída, dados sobre as edificações circunvizinhas e aspectos econômicos (Cintra, 2011; Sena, 2016; SETEC/MEC, 2012).

Fundações são elementos da estrutura de uma construção responsáveis pela sua sustentação, ou seja, pela transmissão das cargas da estrutura ao terreno onde se apoia. Verificou-se que cada camada possui uma composição diferenciada com características também diferenciadas. Trata-se de uma parte da construção civil que pode ser tomada como das mais exigentes em conhecimento, vivência e responsabilidade (SENA, 2016).

Apurou-se que O SPT é visto pela Engenharia como sendo o mais popular, rotineiro e econômico devido à sua simplicidade, robustez e rápido tempo de resposta quando se trata de ferramentas para investigação geotécnica.

Sobre a importância da fundação feita de forma adequada, considerando a qualidade do solo, segundo APL (2018), realizar uma edificação de forma adequada, contribui para a redução de custos durante todo o processo, pois muitas vezes é impossível a recuperação dos prejuízos, no caso se envolver grandes investimentos, além de muitas vezes envolver consequências severas e desastrosas implicando em danos irreparáveis, como por exemplo no caso de óbitos.

Por sí só, a construção da fundação já é um fator bastante extenso, que envolve muitos processos. Imagine-se se em algum momento for necessária uma reconstrução, embaixo da terra, quando é um caso de o prédio que já está sendo habitado. Isso comprova quão importante é uma fundação realizada de forma competente e responsável.

5. CONCLUSÃO

O estudo dos solos para as construções é uma etapa de suma importância, pois toda a edificação ou construção é apoiada no solo, e assim, para que se possa realizar a execução da fundação de forma eficaz, é necessário que se faça um estudo e uma interpretação aprofundada sobre este.

A escolha de uma fundação adequada não se limita ao estudo da estrutura que será construída, mas perpassa de forma essencial pelo solo, necessitando de uma investigação de sua camada superficial e do subsolo. Envolve também conhecimento a respeito das obras circunvizinhas e dos arredores, uma vez que a fundação de uma construção pode exercer influência em outras construções (SENA, 2016).

Conclui-se a partir desta pesquisa que, quando no início de uma edificação, ainda em fase de projeto, é de extrema importância que se busque realizar uma investigação aprofundada sobre o solo a ser ocupado, pois os resultados da obra podem melhorar consideravelmente, além de contribuir para a redução de possíveis riscos que envolvem deslizamentos, recalques e outros perigos que se relacionam com a escolha errada do tipo de fundação para cada tipo de solo.

Este é um dos maiores erros identificados na área da construção civil, a falta de conhecimento, competência e responsabilidade diante da pouca ou quase nenhuma importância que se dá a investigação do solo ou antes da fase de planejamento de uma obra, ocasionando em acidentes que poderiam ser evitados a partir dessa decisão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, GCP. Caracterização Física e Classificação dos Solos. Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Engenharia Departamento de Transportes. Foz do Iguaçu; 2005.

APL (2018). Qual a importância da fundação para evitar prejuízos em uma obra?. Disponível em http://Qual a importância da fundação para evitar prejuízos em uma obra_ * APL - Engenharia Geotécncia, de Fundações e Concreto.mhtml.

ARQUITETURA (2018). Os tipos de solo e a importância determinante na construção civil. 17 DE MAIO DE 2018. Disponível em: <http://44arquitetura.com.br/author/admin/>.

BITTENCOURT (2018), C.. Análise de Solo: o que a torna indispensável para a construção civil?. Abril de 2018. Disponível em: http://Análise de Solo_ O Que a Torna Indispensável para a Construção Civil_.mhtml.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações. 6. Ed, V. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

CINTRA, J. C. A. Fundações diretas. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

LIMA, A. Vamos falar de sondagem: sondagem a trado. Engenheiro Caiçara. São Vicente, SP, 2017. Disponível em <http://engenheirocaicara.com/vamos-falar-desondagem-sondagem-trado/>

MENDONÇA (2018), G. H. Solo. Mundo Educação. Disponível em: Solo_ formação, tipos,

composição, importância - Mundo Educação.mhtml.

MOURA, Ana Paula. Investigação do subsolo. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Instituto De Ciência, Engenharia e Tecnologia. Engenharia Civil, 2020.

NBR 6122 (1996). Projeto NBR 6122/1994 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:004.08 - Comissão de Estudo de Projeto e Execução de Fundações NBR 6122 - Foundations - Design and construction - Procedure Descriptor: Foundation Esta Norma substitui a NBR 6122/1986 Válida a partir de 30.05.1996.

RUDIO, FV. Introdução ao projeto de pesquisa científica. 4.ed. Petrópolis: Vozes; 1980.

SENA, L. Estudo de caso sobre projeto de fundações por sapatas e por estacas. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC: UFSC, 2016.

SETEC/MEC. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação. Fundação. Brasília, DF: SETEC/MEC, 2017. Disponível em <http://redefederal.mec.gov.br/images/pdf/setec_orientacoes_sobre_escolha_de_fundacoes.pdf>

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Capítulo 7

Gesso acartonado na construção civil: Características e aplicabilidade em ambientes internos

João Pedro Nascimento Fernandes

Natanael Brito de Araújo

Sara dos Santos Santarém

Frank Henrique Santos Fontineles

Resumo: Este artigo tem por objetivo geral apresentar a metodologia e técnica construtiva que utiliza o emprego de gesso acartonado em ambientes internos, visto a grande demanda e a necessidade da construção civil nos últimos anos, busca-se cada vez mais a redução de custo, otimização dos serviços e diminuição de desperdícios em obras civis. É por meio dos avanços tecnológicos que a indústria da construção civil tem buscado meios construtivos mais eficazes para substituir o sistema convencional de alvenaria e atender a grande demanda e evolução do mercado. Uma alternativa é a uso do Drywall, também conhecido como construção a seco, que utiliza chapas de gesso acartonado como componente de vedação interna fazendo com que as construções sejam executadas mais rápidas e com desempenho satisfatório. Apesar da utilização crescente do Drywall, há uma carência no país sobre o conhecimento dessa tecnologia construtiva, a difusão de conhecimento técnico busca principalmente desfazer o caráter do mito e a crença que as paredes de gesso são frágeis, vencendo assim o preconceito dos consumidores de uma técnica já consolidada em países desenvolvidos. Desta forma, o presente trabalho consiste em abordar a história, as principais características e aplicabilidades do Drywall. Por fim considerando os conhecimentos obtidos em literaturas e artigos publicados em periódicos, buscou-se fazer uma análise comparativas das principais vantagens e desvantagens do uso de Drywall na construção civil.

Palavras – Chave: Gesso acartonado. aplicabilidade. vantagens. desvantagens.

1 INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial o mundo passou por diversas mudanças, principalmente as decorrentes do avanço e desenvolvimento de novas tecnologias que vieram a transformar a sociedade moderna nos mais diversos setores, e com a construção civil não foi diferente, e partir de então esta passou a apresentar constante inovação, seja no desenvolvimento de novos produtos, como também na criação de formas e métodos construtivos que possibilitassem a rapidez e qualidade na execução de empreendimentos (Reis, Maia e Melo, 2003).

Nesse contexto, o gesso acartonado mostrou-se ao mercado da construção civil como um inovador material que possibilitaria um significativo desempenho construtivo na redução de custos e conseqüentemente da redução da utilização de materiais tradicionais até então empregados, dessa forma resultou-se no aprimoramento de técnicas construtivas eficientes e de elevado nível de qualidade voltadas para as edificações e construções em geral (Matta e Menezes, 2009).

O gesso é considerado um dos materiais mais antigos empregado na construção civil, presente na atualidade em empreendimentos construtivos (paredes, e forros por exemplo), além de outras áreas como agricultura e fins medicinais. Em aplicações construtivas, o gesso é composto de gipsita e sulfatos hidratados, resultando em aglomerante simples com bom desempenho, assim como apresenta uma pega rápida, motivo pelo qual, cada vez mais vem sendo utilizado em obras civis principalmente em paredes e outras vedações internas (Matta, Menezes, 2009).

A aplicação do gesso em obras civis está subdividido em revestimos (gesso liso), gesso acartonado (paredes e forros) e por fim em placas ou blocos com aplicação em paredes e vedações que atuam em substituição da alvenaria convencional (Costa e Nascimento, 2015).

O gesso acartonado proveniente de gipsita é caracterizado na indústria da construção civil como material de “construção seca”, expressão advinda do termo Drywall que pode ser definido como “parede seca”. O Drywall é implementado como sistema de vedação através do uso de painéis fixados em estruturas que usualmente são de metal, agindo em substituição de argamassa e concreto (Costa e Nascimento, 2015).

Apesar do gesso acartonado ser considerado uma tendência atualmente, no início de seu desenvolvimento e aplicação no Brasil, via-se esse método com certo grau de desconfiança e com baixos níveis de utilização. Contudo, a partir da criação de normatizações e a crescente procura pelo setor da construção civil por produtos e materiais com fins sustentáveis, a comercialização e produção do gesso acartonado (Drywall) aumentou significativamente, ganhando cada vez mais preferência em empreendimentos civis, principalmente em vedações internas, uma vez que há uma redução de custos quando comparado com a alvenaria estrutural (Matta e Menezes, 2009).

Diante de todas as inovações tecnológicas implementadas nos últimos anos no setor da construção civil, o gesso acartonado (Drywall) vem sendo recomendado para diversas finalidade em ambientes internos, proporcionado e atendendo as necessidades térmicas e acústicas, além de apresentar um comportamento satisfatório em situações que venham a envolver a presença de fogo; contudo tal método e material construtivo pode apresentar vantagens e desvantagens a serem observadas na avaliação de sua aplicação (Costa e Nascimento, 2015).

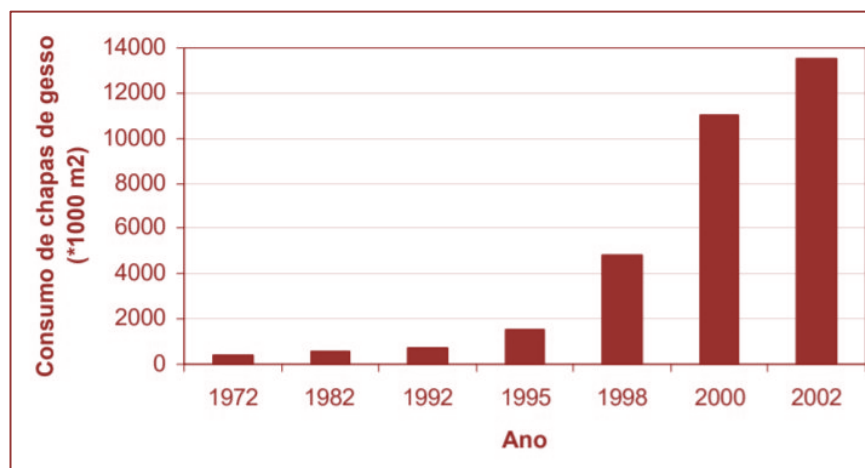
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO DO GESSO ACARTONADO NO BRASIL

No Brasil, os investimentos aplicados em tecnologias de construção à seco (gesso acartonado – drywall), somente surgiram na década de 70, contudo, verifica-se que apenas recentemente esta técnica passou a ser implementada e vista como confiável no mercado nacional. Assim verificou-se que a adesão a tais tecnologias se deram principalmente por questões de sustentabilidade cada vez mais exigíveis aos profissionais da construção civil (Mitidieri, 2009).

Através de levantamentos realizados pela Empresa Abragesso (2004), verificou um aumento significativo na utilização do gesso acartonado no Brasil a partir dos anos 70. A imagem a seguir apresenta o impacto da utilização do gesso acartonado após a implantação e desenvolvimento no mercado Nacional.

Imagem 1 - Histórico do consumo de chapas de gesso acartonado no Brasil.



Fonte: Abragesso (2004)

Nos últimos anos percebeu-se que novas tecnologias tendem a ser cada vez mais implementadas, de forma a possibilitar a industrialização e a consequente otimização dos processos. Dessa forma busca-se uma mudança no perfil das obras tradicionais, através da gestão de logística possibilitada pelo desenvolvimento de novos suprimentos, materiais e métodos construtivos, e um dos que mais tem-se destacado é o uso recorrente do gesso acartonado (Freitas e Castro, 2006).

2.2 GESSO ACARTONADO COMO VEDAÇÃO INTERNA

A construção de edifícios através racionalização e uso de vedações verticais com gesso acartonado (Drywall), pode se tornar vantajosa, pois tem um impacto significativo no custo global do empreendimento, pois tal método possui relações com vários subsistemas, entre eles: instalações prediais, revestimentos, esquadrias e principalmente impermeabilização (Franco, 1998).

O método de vedação tradicional (uso da alvenaria) representa de 3 a 6% do custo de uma obra, no entanto, importante destacar que diversos outros benefícios poder ser obtidos por meio da racionalização ocasionada pela implantação do gesso acartonado, que proporciona o aumento significativo de produtividade, reduz de forma impactante a espessura dos revestimentos tradicionais, além de evitar/minimizar possíveis problemas patológicos (Barros, 1998).

Apesar da estrutura do gesso acartonado ser leve, e aparentemente frágil, o sistema construtivo através da utilização de Drywall possibilita conforto acústico, térmico e resiste aos pesos necessários solicitados em uma edificação. A sua utilização permite uma maior flexibilidade a alterações no ambiente, assim como, reduz o tempo de construção e conseqüente diminuição de resíduos sólidos que as construções tradicionais poderiam gerar (Nunes, 2015).

O método que faz uso de Drywall tem-se apresentado como uma alternativa mais sustentável do que a alvenaria convencional, uma vez que esta última, é responsável diretamente pela geração de resíduos sólidos em obras civis, sem falar dos elevados índices de água que são utilizados desde a sua etapa inicial até os acabamentos finais, dessa forma o uso do Drywall proporciona a redução de tais impactos através do emprego do método de execução de “paredes secas (gesso acartonado)” (Nunes, 2015).

Em uma edificação à vedação vertical é considerada tão importante quanto qualquer outro sistema presente do sistema predial, uma vez que, esta é responsável por garantir e assegurar de forma segura o isolamento térmico e acústico do empreendimento a ser executado (Tagliaboa, 2010).

2.3 COMPONENTES EMPREGADOS NA EXECUÇÃO DE DRYWALL

Para Souza (2003), a classificação dos elementos que constituem uma parede de gesso acartonado (Drywall) são resultantes de quatro componentes, quais sejam: estruturação, fechamento, isolamento, acabamento.

Para fazer a estruturação precisa-se primeiramente fazer a demarcação dos locais onde serão fixadas as placas com as medidas corretas, considerando sempre a presença de portas e janelas, de forma a evitar contratempos. Com a demarcações definidas, utiliza-se uma furadeira para efetuar os furos onde estarão as buchas e parafusos, que devem ser adequados para paredes de gesso. Na sequência insere-se as colunas metálicas verticais ou montantes que devem ser feitos de uma extremidade a outra, permitindo a fixação das placas de gesso acartonado (Junior, 2008).

Na fase de fechamento há a instalação das chapas de gesso acartonado, devendo-se tomar todos os cuidados possíveis para que sejam parafusadas nos locais adequados, devendo também nessa fase fazer a execução das instalações elétricas e sanitárias, passando os fios, canos e tubulações de forma alinhada (Nakamura, 2013).

Durante o isolamento utiliza-se placas de lã mineral e de vidro devidamente cortadas de forma que se encaixe entre os montantes das paredes, é importante utilizar mascarar e luvas, uma vez que o material pode irritar a pele e afetar o sistema respiratório, o isolamento deverá compreender os dois lados das chapas de gesso acartonado (VIEIRA, 2006).

No acabamento de todas as conexões entre as placas, deve haver o rejuntamento com material específico para paredes de gesso, e na sequência deve ser colocada uma

fitas microperfuradas por cima. E finalizando uma demão de massa corrida, até que a chapa fique lisa e uniforme, após todos os cuidados a parede estará apta a receber a pintura e decoração escolhida (Souza, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

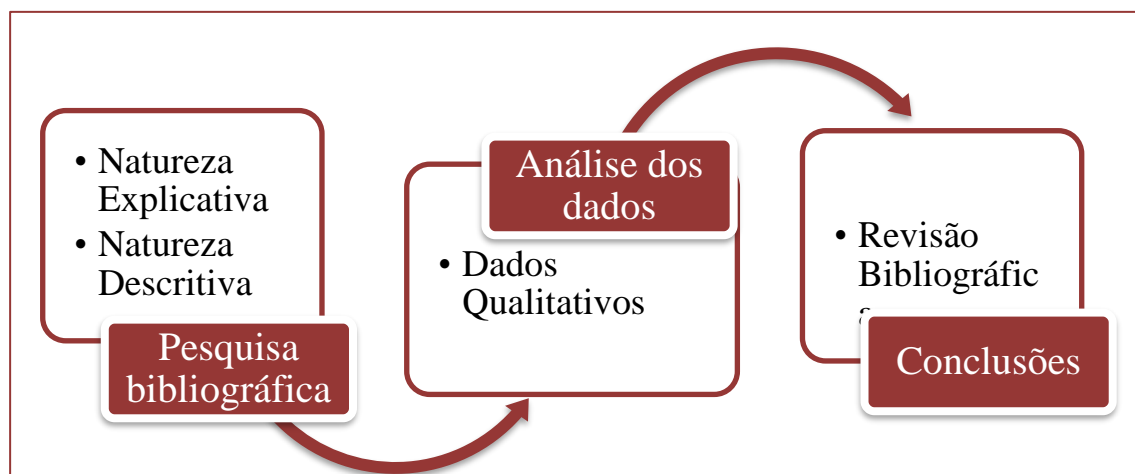
O objeto de estudo deste artigo foi apresentar as características e aplicabilidades do gesso acartonado na construção civil em ambientes domésticos, enfatizando suas eventuais vantagens e desvantagens. Nessa perspectiva pode-se caracterizar a pesquisa como sendo de natureza bibliográfica de caráter explicativo/descritivo, utilizando-se do método exploratório para a análise do conteúdo apresentado.

A pesquisa de natureza bibliográfica é compreendida como uma metodologia que faz uso de um material já existente ou publicado, sendo constituído principalmente de livros, artigos publicados em periódicos assim como material disponibilizado em meio eletrônico, para dar sustentação e embasamento científico (Gil, 2002).

A pesquisa descritiva é um tipo de investigação que tem como valor fonte a descrição das características e particularidades de determinado fenômeno ou população, assim como pode ser concebido como o estabelecimento de interações entre variáveis (Gil, 2002). Nesse sentido, a pesquisa apresenta as principais particularidades, vantagens e desvantagens do gesso acartonado na construção civil e sua respectiva aplicação em ambientes domésticos.

E por fim para a mensuração dos resultados a pesquisa utiliza-se da análise de material disponível através de métodos investigativos e interpretativos de forma concomitante possibilitando a sistematização dos dados obtidos (Bardin, 2011).

Imagem 2 – Desenvolvimento das etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Conforme a descrição do fluxograma apresentado acima, a pesquisa foi realizada através de levantamentos bibliográficos sendo caracterizada como explicativa/descritiva, assim fez-se uso de dados teóricos de forma qualitativa constantes em literaturas e artigos que dispunham de conteúdo referente ao tema objeto de investigação, após a coleta e análise dos dados partiu-se para os resultados e conclusões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após apresentar, o contexto histórico do surgimento do sistema de gesso acartonado no Brasil, especificando suas características, aplicabilidades e funcionalidades; partiu-se para os resultados, onde será apresentada uma análise comparativa das principais vantagens e desvantagens, os prós e os contras quanto a utilização de gesso acartonado em ambientes internos na construção civil. A tabela a seguir apresenta as principais vantagens obtidas com a utilização de Drywall, de forma subsequente será apresentada uma tabela com as desvantagens.

Tabela – 1: Vantagens do Sistema de Gesso Acartonado (Drywall)

Vantagens do Sistema Drywall	
Rapidez na Execução	A técnica de vedação interna com gesso acartonado apresenta uma metodologia de execução mais rápida que a alvenaria convencional, uma vez que os materiais chegam no canteiro de obras devidamente pré-fabricados e inseridos nas normas regulamentadoras (Silva, 2002). O tempo gasto com o transporte interno dos materiais utilizados é significativamente reduzido quando comparado com o método de execução com alvenaria convencional, seja em questão de quantidade como também de limpeza final da obra (Vieira, 2006).
Desperdícios Mínimos	O processo de montagem do sistema de gesso acartonado não gera quantidades elevadas de entulho, um dos principais motivo é a não utilização de argamassa convencional proveniente de cimento, cal e areia para o assentamento de blocos cerâmicos, outro fator importante é que não se faz necessário quebra de paredes para eventuais instalações hidráulicas ou sanitárias. A execução do sistema de Drywall obedece a uma sequência lógica de execução, evitando a execução de retrabalho (Vieira, 2006).
Aumento da Área Útil	A parede de Drywall após finalizada sua instalação apresenta uma espessura de aproximadamente 9 cm, enquanto a alvenaria tradicional possui, comumente espessura acabada de 14 cm. Essa diferença representa um ganho de área útil em torno de 4% em ambientes superiores a 10m ² (Silva, 2000).
Flexibilidade e Versatilidade	A flexibilidade relaciona-se com a capacidade de mudança de ambientes internos através da adaptação de layouts, enquanto a versatilidade do Drywall pode ser verificável nas diversas maneiras de se executar os espaços como curvos por exemplo, quando se busca maior detalhamento em ambientes (Guia Placo, 2014).
Segurança do Fogo	O sistema construtivo de gesso acartonado combina componentes isolantes de prevenção a incêndio como vidro e lã utilizados no preenchimento do drywall, contudo é aconselhável que sejam utilizados dispositivos de combate a incêndio como meio de garantir resistência por um período de tempo mais prolongado (Campos, 2006).
Facilidade das Instalações Prediais	Uma vez que as divisórias de gesso acartonado são ocas, consegue-se alojar com certa facilidade os sistemas de instalações prediais pretendidas como tubulações e eletrodutos, sendo possível futuras modificações sem que seja necessário a destruição das paredes como acontece comumente com a alvenaria convencional (Ceotto, 2005).
Conforto Termo Acústico	O sistema de gesso acartonado (Drywall) possui uma camada de ar entre suas placas pré-moldadas, causando assim uma redução da transmissão de energia, de forma concomitante proporciona uma maior capacidade de isolamento, que também pode ser melhorada com o acréscimo de placas ou outro material absorvente (Grotra, 2009).

Fonte: Os autores, 2020.

Assim como existem autores que defendem a utilização do Sistema de Drywall, também existem algumas desvantagens a serem consideradas por outros. A tabela a seguir mostra algumas dessas desvantagens.

Tabela – 2: Desvantagens do Sistema de Gesso Acartonado (Drywall)

Desvantagens do Sistema Drywall	
Contato com a Água	Quando em contato com a água o gesso acartonado pode dissolver, por esse motivo não é indicado para áreas externas sujeitas a incidências das chuvas (Rosso, 2016). Em situações de rompimento da rede hidráulica, a água tende a rapidamente percolar manchando a placa de gesso acartonado causando também danos estruturais.
Restringível a ambientes externos	Não resistente a intempéries, dessa forma não é indicado para ambientes externos onde há contato com atmosfera úmida, pois pode ocorrer o aparecimento de fungos (Ferreira, 2016).
Restrição à Uso de Acessórios	Exige-se maior atenção para garantir resistência satisfatória quando se pretende pendurar objetos mais pesados nas paredes (Machado, 2014). Cargas pontuais nas atuantes nas paredes, quando superiores a 35 kg devem ser previstas na fase de projeto para o devido reforço seja concebido na fase de execução (Matta e Menezes, 2009).
Mão de Obra Pouco Qualificada	Atualmente existe uma carência de profissionais habilitados na área para a execução de sistema de gesso acartonado no Brasil (Costa e Nascimento, 2015).

Fonte: Os autores, 2020.

Diante da análise comparativa apresentada, verifica-se que o número de vantagens obtidas com o uso e sistematização de gesso acartonado em ambientes internos supera de forma significativa das desvantagens enumeradas por alguns autores, importante destacar que tais desvantagens relacionam-se ao uso restrito em ambientes internos (ambientes secos). Contudo o sistema de Drywall, tem-se mostrado como uma técnica redutora de custos, sendo eficaz principalmente quando se busca otimização de tempo, diminuição de desperdícios e qualidade do produto final.

5 CONCLUSÃO

Em suma, conclui-se que a concepção de um empreendimento ou projeto de construção civil envolvendo a utilização de gesso acartonado (Drywall), implica na utilização de um conjunto de procedimentos adequados indicados em manuais e normas a respeito do objeto a ser executado, de forma que os meios utilizados possam garantir a obtenção de um ambiente que possa satisfazer os objetivos relacionados as questões de estética, custo e comportamento estrutural.

Por meio deste estudo constatou-se que o gesso acartonado tem a sua própria identidade e que precisa ser aceita dentro do seu universo para que se possa obter o máximo de suas propriedades e benefícios a serem usufruídos quando escolhido para ambientes internos. A falta de informação no mercado para os consumidores ou até mesmo para o construtor acaba por surgir questionamentos em relação a esse tipo de estrutura, e por isso grande parte do mercado acaba por ter uma sensação de que a mesma pode ser frágil com baixo desempenho acústico/térmico, que por sua vez não é verdade.

Essa metodologia construtiva tem grandes possibilidades de sucesso, porém a ausência de profissionais e até mesmo de empresas especializadas nessa área acabam

por gerar dúvidas quanto a investimentos nesse tipo de sistema construtivo e principalmente sobre a falta de conhecimento quanto as vantagens que podem ser obtidas. É possível perceber que o crescimento do sistema no Brasil com o passar dos anos pode levar a mudanças significativas nas construções, buscando-se cada vez mais a inovação e qualidade das diversas tecnologias empregadas.

Com as pesquisas realizadas neste trabalho, espera-se ter contribuído a ponto de servir de base para estudos adaptados à realidade de cada projeto, de empresas, construtoras e estudantes do segmento da construção civil. Sugere-se que sejam realizados estudos mais amplos, comparando projetos de portes diferentes e com funções variadas a fim de se avaliar com maior precisão a viabilidade do drywall como material de vedação interna.

Por fim, o sistema de gesso acartonado quando bem executado e utilizado de maneira adequada ao longo da sua vida útil, obtém-se eficiência, durabilidade e diversas outras vantagens com a utilização do mesmo. Dessa forma, a facilidade e a durabilidade que este tipo de material pode oferecer, e com investimento na preparação de profissionais e empresas nesse ramo, essa tecnologia terá ainda mais credibilidade em construções e reformas futuras.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15578:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem. 2009. Disponível em: Acesso em: 05 de Novembro 2020.

ABRAGESSO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Blocos e Chapas de Gesso. **Manual de montagem de sistemas drywall.** São Paulo: Pini, 2004.

Análise comparativa entre drywall e alvenaria de blocos cerâmicos aplicada na policlínica de Paulo Afonso – BA: Estudo de Caso. Disponível em: <http://200.17.114.109/bitstream/riufal/6755/1/An%c3%a1lise%20Comparativa%20entre%20Drywall%20e%20Alvenaria%20de%20blocos%20cer%c3%a2micos%20aplicada%20na%20Policl%c3%adnica%20de%20Paulo%20Afonso%2c%20BA%3b%20estudo%20de%20caso.pdf>. Acesso em: 27/11/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil – Coleta, Armazenagem e Destinação para Reciclagem** – 2ª edição. São Paulo SP, setembro de 2011.

As vantagens e Desvantagens do Gesso Acartonado na Construção Civil. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_franciney_uninorte_corrigido_para_ser_publicado.pdf. Acesso em 21/09/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: Execução de Impermeabilização. – Requisitos. Rio de Janeiro, 2008.

BRITO DA COSTA, Eliane. ALBUQUERQUE DA SILVA, Taynara. BOMBONATO, Fabiele. **Apresentando o drywall em paredes, forros e revestimentos.** In: Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional – 2014.

Diagnóstico da Utilização de Vedações Verticais em Painéis de Gesso Acartonado Pela Indústria da Construção Civil no Mercado Baiano. Disponível em: <http://www.gerenciamento.ufba.br/Monografias%202002-2004/Diagn%C3%B3stico%20da%20Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20Gesso%20Acartonado.pdf>. Acesso em: 23/11/2020.

FLUXO – Blog da Engenharia. Drywall: Vantagens e Desvantagens De Sua Utilização. Disponível em <<<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/drywall-vantagens-e-desvantagens/>>> Acessado em 10 de Outubro. 2020

Gesso Acartonado e Isolamento Acústico: Teoria Versus Prática no Brasil. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Elvira_Viveiros/publication/267235487_GESSO_ACARTONADO_E_ISOLAMENTO_ACUSTICO_TEORIA_VERSUS_PRATICA_NO_BRASIL/link/s/5491af3a0cf23b7c974c1457.pdf. Acesso em: 24/11/2020.

IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Forum da construção. Disponível em: <<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=1218>>> Acessado em 25 de Outubro. 2020

LOSSO, M. Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil. São Paulo: clacS, 2004. p. 3-p.12.

Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/publico/tdefinal.pdf>. Acesso em: 03/10/2020.

NAKAMURA, J. Elementos que compõem uma parede de drywall. Revista Equipe de Obra. 64.ed. Out. 2013

Parede Seca – Sistema Construtivo de Fechamento em Estrutura de Drywall. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A2SHCJ/1/monografia_p_s_cecc_publica_o.pdf. Acesso em: 26/11/2020.

Vedações Verticais em Gesso Acartonado – Recomendações para ambientes úmidos. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00390.pdf. Acesso em 06/10/2020.

PIRES, Lucas Guimarães; SANTOS, Max Willian do Espírito; NETO, Mozart Mariano Carneiro. Uso de Drywall na Construção Civil. Engenharia Civil. UNESP - FEIS. Ilha Solteira, SP, 2012.

SABBATINI, F.H; SILVA, M.M.A. Recomendações para o projeto construtivo das paredes de vedação em alvenaria: procedimentos para elaboração e padrão de apresentação. São Paulo, EPUSP-PCC, 1991.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos. São Paulo, SP: POLI-USP, 1989.

SILVA, Luis Henrique Jacinto da. Aplicação da Tecnologia de Gesso Acartonado na Construção Civil. Faculdade Pitágoras. Londrina, 2017.

Capítulo 8

Prevenção e combate ao incêndio: Resumo da legislação em nível federal, estadual e municipal aplicado a cidade de Manaus

Tayanne Guimarães Freitas

Kevin Maramaldo Pereira

Sara dos Santos Santarém

Rosinei Aparecida Zigartti Bastos

Resumo: Dada a crescente taxa de incêndios que ocorrem em locais onde um grande número de pessoas se reúne, uma fiscalização maior é necessária. As normas que regem qualquer unidade pública baseiam-se na NBR (Norma Brasileira) de prevenção e combate de incêndio. Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar aspectos relativos à prevenção e combate a incêndios na cidade de Manaus sob o prisma da legislação Federal, Estadual e Municipal. Não obstante termos uma legislação que estabelece regras rigorosas para as atividades e medidas de controle, prevenção e combate aos incêndios, sabe-se que inúmeras ocorrências são registradas anualmente em decorrência da falta de observação dos preceitos legais e normativos vigentes, mas também em razão da falta de fiscalização do poder público no que se refere ao cumprimento das leis regentes. Convém assinalar que esta situação não ocorre apenas no município de Manaus. Conforme se observa nas inúmeras notícias veiculadas nos noticiários nacionais, são frequentes os sinistros envolvendo prejuízos materiais, e ceifando vidas que poderiam ser poupadas se todos observassem com responsabilidade os regramentos prescritos. Sendo assim, embora tenhamos tentado agrupar as normas técnicas para melhorar a pesquisa, nenhum método eficaz foi encontrado para filtrar as 105 normas, que estão relacionados ao espaço ou ao equipamento utilizado. A metodologia utilizada neste artigo foi de revisão bibliográfica, de caráter explicativo e exploratório.

Palavras-chave: Combate, Incêndio, Ambientação, Leis.

1 INTRODUÇÃO

O fogo é o resultado de um processo termoquímico e esse processo se torna destrutivo quando não é controlado. Ao longo das décadas, várias tragédias foram causadas por incêndios ou controles de incêndios. Os incêndios podem ser causados por diversos fatores, como um curto-circuito na parte elétrica, ou mesmo por pontas de cigarros e queimadas, por isso novas formas de combate a incêndios têm se tornado cada vez mais importantes, incluindo uma ampliação de técnicas para prevenir as tragédias ocasionadas pelos incêndios.

O número de incêndios no Brasil tem aumentado significativamente e o quadro pode piorar se considerarmos a falta de registros de ocorrências com poucas ou nenhuma vítima. Nos estados e municípios o combate ao incêndio é de responsabilidade direta do corpo de bombeiros, mas a prevenção é feita a partir de leis e normas onde a aplicação é de responsabilidade dos proprietários do espaço em questão e por muitas vezes não sendo realizada devido à falta de conhecimento ou de inspeção por parte de órgãos responsáveis. Sabendo disso, o poder legislativo do governo em seus três níveis: federal, estadual e municipal, têm trabalhado na adição de emendas e na sanção de novas leis com o objetivo de intervir nos números e de padronizar as diretrizes a favor da prevenção e do combate ao incêndio.

Considerando que em cada nível há pelo menos um documento regulamentador e no mesmo há outras diretrizes sobre vários assuntos de interesse público, a filtragem de artigos sobre um determinado assunto é um trabalho árduo e demorado. A resolução para tal problemática é um documento onde são encontrados todos os artigos de lei e normas relacionados a incêndios, diminuindo o tempo de pesquisa e atualizando os profissionais da área de estudo com as informações mais recentes sobre o assunto.

Para sintetizar as informações precisamos entender como é dividida a legislação em cada poder e até onde vai sua aplicabilidade, observando que tal análise recai sobre a cidade de Manaus, analisamos documentos como a Constituição Federal, a Constituição estadual do estado do Amazonas e a Lei orgânica do município de Manaus selecionando os principais artigos e diretrizes relacionados a incêndios. Fez-se necessária uma análise sobre as normas da associação brasileira de normas técnicas devido ao uso em editais públicos e sua credibilidade no meio dos profissionais técnicos.

Deste modo, o artigo se faz relevante, pois tem o objetivo de desenvolver uma tabela com os artigos das constituições, as leis e normas da associação brasileira divididas em âmbitos federativos para facilitar a pesquisa relacionada à prevenção e combate ao incêndio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desde a pré-história, o homem aprendeu a lidar com o fogo que era gerado inicialmente por descargas elétricas sobre materiais inflamáveis ou mesmo por lava vulcânica. Desde sua evolução, o homem começou a perceber que, com o controle adequado, o fogo poderia se tornar um aliado básico para a sobrevivência e o progresso das tribos, ajudando principalmente na aquisição de alimentos, na fabricação de armas de caça, no aquecimento e também poderia ser usado como proteção contra ataques de outras tribos e predadores eminentes. Com o aumento do uso do fogo e também com o advento da eletricidade, o homem ficou exposto a um maior número de incêndios, notando ao longo dos anos as dificuldades crescentes tanto em sua luta quanto em sua

prevenção. (SIQUEIRA e CORDEIRO, 2020)

As atividades humanas e o desempenho dos edifícios têm um grande impacto na dinâmica do fogo. A combinação constante de material combustível (papeis, madeira, gases, etc.) com oxigênio causa uma reação exotérmica. Portanto, a ideia instintiva de que só existe fogo onde existe continuidade da chama original é excluída. Ao transmitir calor, vários surtos podem ocorrer em diferentes locais do edifício. Pode-se afirmar que sempre que os combustíveis na presença de oxigênio encontram calor por irradiação, condução ou convecção em quantidade suficiente para a combustão, haverá chama. Institucionalmente, o incêndio é entendido como um “evento indesejável”. (BRASIL, 1995; apud BLAYA, 2017).

Rosso (1975) define que as principais causas de danos à vida em um incêndio vêm da fumaça e do calor gerados. Assim, o risco de ferimentos à vida ou o impacto de morte ocorre em compartimentos de incêndio ou em espaços onde já ocorreu fogo.

Para facilitar o entendimento sobre os métodos de extinção de incêndio, foram feitas as seguintes classificações:

Incêndios de Classe A: caracterizam-se pelo estado físico do material e pela sua forma de combustão, sendo queimadas em combustíveis sólidos como: madeira, papel, plástico, borracha, etc. Caracterizam-se por queimar na superfície e em profundidade e quando queimam deixam resíduos, para sua extinção é utilizada a ação de resfriamento.

Incêndios de Classe B: Também são caracterizados pela maneira como queimam e o estado físico do material. Líquidos e gases, como gasolina e álcool, gás de cozinha e outros, só queimam e não deixam resíduo quando queimados. Para a extinção, necessita-se de aplicação de produtos com possibilidade de interrupção da reação em cadeia com ação interruptora ou aplicação do método de remoção de material.

Classe C: Não se caracterizam pelo estado físico do material ou pela forma de queima, mas pelo risco que representa para o responsável pela extinção. São os fogos de equipamentos elétricos com energia. Para sua extinção, aplica-se produtos que não são condutores de eletricidade.

Classe D: É necessária a aplicação de produtos químicos específicos para cada queima de material, tais como: potássio, alumínio em pó, magnésio, entre outros. Esse tipo de incêndio é raro no país, logo, é difícil a localização desses produtos químicos especiais.

Aquino (2015) menciona que as consequências de um incêndio podem comprometer seriamente a vida de qualquer pessoa, não apenas em termos de integridade física e psicológica, mas também do ponto de vista econômico, e podem destruir edifícios construídos durante anos de trabalho árduo. Portanto, garantir um nível adequado de segurança contra incêndio em edifícios é uma tarefa importante quando se trata de preservação de patrimônio e preservação à vida.

Segundo Pauluze (2019) “calcula-se que o sistema unificado de informações registra menos de 1% dos casos de incêndio do Brasil”. Tais cálculos também mostraram que aconteceriam pelo menos 300 mil incêndios por ano que resultam em cerca de 1000 mortes. “Só em São Paulo, foram 9700 incêndios em residências entre setembro de 2017 e janeiro 2019. Mas, no mesmo período o estado notificou à União apenas 11 casos”.

A falta de estatísticas concretas nos leva a temer o número real de incêndios no território nacional e nos faz imaginar o quanto essas estatísticas também podem estar

defasadas quando avaliamos os municípios. Em Manaus, segundo Rylo (2018) e dados do corpo de bombeiros “foram 868 casos de incêndio em 2017”. No ano de 2019, segundo a Secretaria de Segurança Pública do estado do Amazonas “nos primeiros dois meses do ano de 2019 foram registrados 103 incêndios em Manaus”.

Para lutar contra esses números alarmantes, foram instituídas leis que regem o combate ao incêndio no âmbito federativo, estadual e municipal. No âmbito federal temos a Lei nº 13.425 de março de 2017 que “estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.” (BRASIL, 2017). No estado do Amazonas temos a Lei nº 2812 de julho de 2003 que “institui o Sistema de Segurança contra Incêndio e Pânico em Edificações e Áreas de Risco e dá outras providências.” (BRANDÃO, 2018)

No município de Manaus temos a Lei nº 11 de junho de 1990 que “estabelece Normas Técnicas de Segurança contra Incêndio e Pânico a serem observadas no Município de Manaus e institui as normas administrativas para a sua execução.” (CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS, 2019). Os profissionais que atuam nessas áreas com intenção de regulamentar métodos seguros para realização de trabalhos técnicos formaram a ABNT e tem como missão “Prover a sociedade brasileira de conhecimento sistematizado, por meio de documentos normativos, que permita a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável” (ABNT, 2020)

2.1 PREVENÇÃO E COMBATE AO INCÊNDIO: CONSTITUIÇÃO E LEGISLAÇÃO

2.1.1 CONSTITUIÇÃO E LEGISLAÇÃO FEDERAL

O artigo 18 da Constituição Federal de 1988 diz que “A organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, todos autônomos, nos termos desta Constituição.” Tal divisão dá autonomia e fragmenta as competências demonstradas nos artigos 21, 24 e 30.

O artigo 21 demonstra as competências da União, dentre elas podemos ressaltar o inciso 14 onde diz que “organizar e manter a polícia federal, a polícia rodoviária e a ferroviária federais, bem como a polícia civil, a polícia militar e o corpo de bombeiros militar do Distrito Federal e dos Territórios.”

O artigo 24 demonstra onde o estado pode atribuir sua própria legislação e no parágrafo 3º diz que “Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender a suas peculiaridades.” O artigo 30 mostra as competências do município onde podemos salientar o inciso um que permite a legislação sobre assuntos locais e o inciso dois que concede ao município “suplementar a legislação federal e a estadual no que couber.”

É perceptível a ausência de incisos ou parágrafos que mencionam o combate ao incêndio ou que garantam a obrigatoriedade da prevenção. A ausência dá-se pelo simples fato da União englobar todo território nacional e seria trabalhoso ser responsável pela imensa extensão do Brasil, assim, os artigos 24 e 30 complementam o artigo 21 e atribuem a responsabilidade de assuntos específicos ao estado e município dando-lhes a permissão de legislar sobre os mesmos.

Em se tratando de legislação até pouco tempo não havia uma lei de âmbito

federal, contudo, após a tragédia na boate Kiss no município de Santa Maria onde morreram 242 pessoas e 680 saíram feridas foram cobradas medidas de fiscalização e adequação à normas técnicas, assim, em 31 de março de 2017 foi decretada a lei Nº 13.425 conhecida como “Lei Kiss” onde ficam estabelecidas diretrizes sobre prevenção e combate a incêndio e desastres estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público. (BRASIL, 2017)

Após a pressão pública ficou evidente aos parlamentares a inexistência de regulamentação por parte da União em relação a incêndio, dito isso, em 2019, foi instaurado o Modelo nacional de regulamento de segurança contra incêndio e emergências onde é proposto a padronização de requisitos em edificações e áreas de risco com objetivo principal de proteger a vida dos ocupantes em caso de emergência.

2.1.2 CONSTITUIÇÃO E LEGISLAÇÃO DO ESTADO DO AMAZONAS

A primeira constituição do estado foi promulgada em 1891 e tiveram cinco novas versões sendo a última em 1989 e a partir do ano seguinte apenas emendas foram adicionadas ao documento onde ficam regulamentadas as normas do Estado sobre interesses públicos, dentre eles a prevenção e o combate ao incêndio é citada no Art. 116 onde:

II – Ao Corpo de Bombeiros Militar: a) Planejamento, coordenação e execução de atividades de Defesa Civil; b) Prevenção e combate a incêndio, busca e salvamento; c) Realização de perícias de incêndio, relacionados com sua competência; d) Socorro de emergência. Redação dada pela EC 31, de 26.11.9. (BRANDÃO, 2018).

Devido ao grande número de ocorrências e a falta de regulamentação, em 2013 foi criada a lei 2.812 e Regulamento do sistema de segurança contra incêndio e pânico em edificações e áreas de risco onde fica estipulado a Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros normas e regras de prevenção, proteção, controle e extinção de incêndio. (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO AMAZONAS, 2003)

No artigo 29 da constituição federal fica estabelecido que o município é regido por lei orgânica fundamentada na constituição que força o poder público municipal a ter obrigações de interesse local. (CÂMARA, 2018). Nessa lei são apresentadas normas como demarcação territorial, competências, poderes dos municípios e, dentre essas regras, podemos salientar o Artigo 244 no parágrafo único onde diz que:

“O Município poderá delegar ao Corpo de Bombeiros e a órgãos oficiais prestadores de serviços de água, energia e esgoto a fiscalização de obras com poder de embargo, com o objetivo de constatar a fidelidade das plantas relativas a incêndio e pânico e instalação de infraestrutura.” (CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS, 2019)

Juntamente com a legislação estadual, fica expresso o papel do Corpo de Bombeiros como principal órgão a frente da prevenção e combate ao incêndio e para regulamentar as normas foi instituída a lei ordinária número 11 de 1990 que “dispõe das

normas técnicas para instalação contra incêndio e pânico” (CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS, 2018). A lei é composta por um método específico de caracterização da edificação para encaixá-la em normas sobre dispositivos e equipamentos na prevenção e combate ao incêndio.

2.2 NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS

É importante informar que existem dois tipos de normas: Regulamentadora e Brasileira. As Normas regulamentadoras (NRs) são elaboradas pelo Ministério do trabalho e emprego e são voltadas para segurança e medicina do trabalho, são obrigatórias e passíveis de multa. As Normas Brasileiras (NBRs) são diretrizes de padronização de alguns produtos e procedimentos de gestão, não são obrigatórias, mas podem ser exigidas em órgãos públicos.

Ao todo foram encontradas 105 normas no acervo da ABNT sendo 102 NBRs, 1 da Organização Internacional de Padronização, International Organization for Standardization (ISSO) e 2 da Associação Nacional de Proteção contra o Incêndio, National Fire Protection Association (NFPA). Descrever cada norma seria um trabalho árduo e desnecessário já que existe um padrão nas normas facilitando as pesquisas se levarmos em consideração o tipo de equipamento, característica da edificação ou do local, como por exemplo, se fossemos pesquisar a norma relacionada a incêndio sobre o equipamento “chuveiro automático” iríamos encontrar a NBR 10897:2014, ou podemos citar também a NBR 14518:2020 que padroniza os sistemas de ventilação para cozinhas profissionais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção deste artigo, utilizou-se a pesquisa de revisão bibliográfica, de caráter exploratório e explicativo. Tem como característica explicativa pois segundo Marconi e Lakatos (2011), a pesquisa explicativa registra os fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas. Deste modo, o presente artigo explica como ocorre os incêndios e explana como trata-los. É de revisão bibliográfica, pois foi feito o levantamento do tema em sites, dissertações online, revistas científicas, entre outros.

Tem por característica exploratória pois notou-se que há pouco conhecimento por parte da população sobre a temática a ser abordada. Por meio do estudo exploratória, busca se conhecer com maior profundidade sobre a prevenção e o combate de incêndio por meio de nível federal, estadual e municipal em se tratando da legislação brasileira.

Sendo assim, sabe-se que nos estados e municípios o combate ao incêndio é de responsabilidade direta do corpo de bombeiros, mas a prevenção é feita a partir de leis e normas e a aplicação é de responsabilidade dos proprietários do espaço em questão. Para o cumprimento da lei, abordamos dois métodos: Ambientação e Resumo. Na qual, Ambientação pela análise e aplicabilidade da lei de acordo com ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), e o Resumo na seleção e agrupamento das leis e normas, no intuito de facilitar o entendimento legislativo.

A ambientação foi a análise da aplicabilidade da lei em quatro níveis sendo os três primeiros de acordo com a divisão constitucional brasileira entre União, Estado e Município e o quarto nível contempla a padronização desenvolvida pela associação de

profissionais (ABNT) por meio de normas técnicas.

O resumo foi a seleção das leis levando em conta o assunto de interesse, neste caso, a prevenção e o combate ao incêndio. No âmbito federal é notável a ausência de diretrizes técnicas sobre o assunto devido a sansão concedida ao estado e município de legislar sobre interesses próprios citados nos artigos 21, 24 e 30 da constituição federal, e isso acontece se levarmos em consideração que diretrizes estão presentes no artigo 116 da constituição estadual do estado do Amazonas e no artigo 244 da lei orgânica do município de Manaus, contudo, em 2017, na tentativa de coibir o descumprimento das normas estaduais e municipais, decretou-se a primeira lei federal relacionada a incêndio onde ficou instaurado o modelo nacional de regulamento de segurança contra incêndio e emergências.

Deste modo, Cavalcante et al. (2012) afirma que face à ocorrência de grandes incêndios e à falta de regularização das ocupações relacionadas com a segurança contra incêndios e pânico em edifícios e áreas de risco, é necessário elaborar legislações sobre sistemas de proteção e combate a incêndios. No âmbito das pesquisas realizadas, foi obtida uma série de referências técnicas e regulamentares relativas à formalização profissional em edifícios e áreas de alto risco.

Os primeiros normativos brasileiros dentro dessa linha foram redigidos por empresas seguradoras, que visavam unicamente à segurança do patrimônio. Todavia, com o decorrer dos grandes incêndios salientados, houve a escrita de expressivo número de normas e, principalmente, leis estaduais e municipais, que transcorrem até hoje. Porém, essas leis apresentaram algumas discordâncias entre si, particularmente no que tange às leis estaduais e aos regulamentos federais (Brentano, 2010; apud Cavalcante et al. 2012)

Sendo assim, o corpo de bombeiros afirmou que o cumprimento das normas de segurança tem diferentes efeitos na prevenção e combate a incêndios. Às vezes, pequenos detalhes podem causar incêndios ou grandes tragédias, como o registro do bairro Educandos em 2018, quando mais de 500 casas foram consumidas pelo fogo por problemas com a instalação de gás no forno.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar de tentarmos agrupar as normas técnicas para melhorar a pesquisa, não foi encontrado nenhum método eficaz para filtrar as 105 normas existentes, isso acontece porque são específicas em relação ao espaço ou equipamento utilizado. Na tabela 1 observamos o resultado obtido neste estudo onde foram relacionados os documentos regulamentadores seguidos pelo número do artigo em cada documento e leis sobre prevenção e combate ao incêndio.

Tabela 1 – Resumo de documentos e leis regulamentadoras.

Meio	Documento Regulamentador	Número do Artigos relacionado Ao combate ou Prevenção ao Incêndio	Número Da lei	Descrição da lei
União	*Constituição Federal	21, 24 e 30	13.425	Diretrizes sobre prevenção e combate a incêndio e desastres estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.
Estado	*Constituição Estadual	116	2.812	Estipula a Polícia Militar e ao Corpo de Bombeiros normas e regras de prevenção, proteção, controle e extinção de incêndio.
Município	*Lei Orgânica	244	11*	Dispõe das normas técnicas para instalação contra incêndio e pânico.
ABNT	**NBR, ISO E NFPA	105**	--	Diretrizes de padronização de alguns produtos e procedimentos de gestão

* Lei ordinária

** Corresponde ao número de NBRs, ISO e NFPA somadas

Fonte: Autoria própria (2020).

Esses dados preliminares apontam para a necessidade de uma análise acerca do quanto a legislação existente é aplicável pela população em geral e do quanto ela seria eficiente no sentido de promover a segurança necessária para evitar ou combater da melhor maneira possível as ocorrências de incêndio.

Assim sendo, pode ser observado que existem inúmeros casos de incêndios, decorrentes pela falta de inspeção adequada e registro de ocorrências. Com esse objetivo em mente, podemos entender que há uma necessidade muito grande de analisar e cumprir com as leis regentes.

Regras de combate e prevenção a incêndios foram vastamente divulgadas após as tragédias que afetaram várias regiões do Brasil. As normas são rígidas e específicas para cada ambiente, como o grau de perigo, a área e os materiais presentes no local fazem parte das exigências da brigada de incêndio, esses requisitos estão devidamente explicados e exemplificados nas Normas Regulamentadoras (NRs).

O Corpo de Bombeiros afirma que uma das coisas mais importantes é procurar seguir as regras de prevenção, informar os reclusos e principalmente as crianças sobre os perigos dos aparelhos elétricos e não fazer ligações clandestinas, pois podem originar sobrecargas e incêndios.

Deste modo, manter os equipamentos elétricos atualizados e cumprir as normas de utilização de equipamentos eletrônicos também são cuidados essenciais, tais como: não usar fiação elétrica abaixo da resistência necessária são elementos importantes que podem prevenir um incêndio, bem como não utilizar aparelhos elétricos em uma única tomada que contenha um benjamin ou T (divisor).

5 CONCLUSÃO

De acordo com as pesquisas realizadas, pôde ser observado que O Brasil não tem uma lei concisa para todo o país, pois cada estado juntamente com os bombeiros militares tem autonomia de acordo com as regras estabelecidas no COSCIP (Código De Incêndio E Segurança De Segurança) para desenvolver e fiscalizar seus projetos, o que acaba deixando margens para erros. Isso demonstra a necessidade de um projeto que seja completo e eficaz contra os incêndios e o pânico causado pelo mesmo.

Sendo assim, com todos os dados acima apresentados, podemos analisar com mais precisão e imparcialidade todos os aspectos da segurança contra incêndio e pânico. A falta de eficácia no dia a dia das empresas competentes para realizar os projetos e a falta de embasamento por meio de regras para algo mais seguro deixam os bombeiros em situações complexas. Existem empresas especializadas neste tipo de projetos que, por falta de informação sobre cursos específicos ou por corrupção não percebem a grande responsabilidade que têm em suas mãos.

Do mesmo modo, nota-se que muitos dos incêndios poderiam ter sido evitados se houvesse a instalação adequada de sistemas fixos e móveis de combate a incêndios e a preparação de pessoal. Cada ser humano reage de forma diferente às situações desfavoráveis, mas em caso de acidente de incêndio, é comum que todos sejam apanhados por pânico e nervosismo e por isso não sabem como proceder e em muitos casos eles acabam paralisados, o que é se torna urgente de se considerar, porque em uma situação de risco, o tempo é um fator muito importante.

Muitos não sabem que direção tomar em um ambiente com fumaça e com isso, tendem a gerar muito desespero e às vezes sofrem asfixia por não conseguirem se portar diante de tal problema. Logo, se faz necessário que periodicamente se suceda simulações contra incêndio, visto que devemos nos atentar quanto a questão de solução de emergência e pânico. Desta maneira, analisou-se que não existe um órgão independente e exclusivo que se dedique a projetos de incêndio e pânico voltados para a engenharia de segurança. É extremamente importante para os responsáveis aprimorar a legislação e realizar estudos para alcançar maior eficiência no combate a incêndios e ao pânico, pois, infelizmente, o foco em melhorias resulta apenas de tragédias ocasionais.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação brasileira de normas técnicas: Missão, Visão e Valores.** Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/abnt/missao-visao-e-valores>>. Acesso em: 10 maio 2020.

AMAZONAS. Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas. Lei nº 2.812 de 17 de julho de 2003. **Institui o Sistema de Segurança contra Incêndio e Pânico em Edificações e Áreas de Risco e dá outras providências.** 2003. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=119797>>. Acesso em: 27 maio 2020.

AQUINO, L. M. **Aplicação das normas de segurança contra incêndio no estado do Rio Grande do Norte: uma proposta de atualização.** 2015. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/20497/1/LaurencioMenezesDeAquino_DISSERT.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2020

BLAYA, M. D. **Proteção, prevenção e combate a incêndios aplicados em museus: um guia para o Museu Educativo Gama d'Éça e Victor Bersani**. 2017. 113 p. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Cultural) – Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/13912/DIS_PPGPC_2017_BLAYA_MARIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 de maio de 2020

BRANDÃO, J. C. L. **Constituição do estado do Amazonas: Atualizada até a Emenda Constitucional nº 108, de 18.12.2018**. 3. Ed. 2019. Disponível em: <<http://www.pge.am.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Constituicao-Estado-Amazonas-atualizada-ate-a-EC-108-de-2018.pdf>>. Acesso em: 27 maio. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_03.07.2019/art_18_as_p>. Acesso em: 25 maio. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. **Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde: Condições de Segurança Contra Incêndio**. Brasília, 1995. 107 p. Disponível em: <<https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/incendio.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2020

BRASIL. Lei nº 13.425, de 30 de março de 2017. **Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público**. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113425.htm> Acesso em: 25 maio 2020.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. 2. ed. Porto Alegre, 2010.

CÂMARA, M. **O que é a lei orgânica de um município?** [2018]. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/lei-organica-de-um-municipio/>>. Acesso em: 27 de maio de 2020

CAVALCANTE, D. G. et al. Experiência Acadêmica E Profissional Por Meio Do Estágio Supervisionado: Elaboração De Projeto De Combate A Incêndio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40, 2012, Belém. Pará: COBENGE, 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/104425.pdf>>. Acesso em: 01 junho de 2020.

MANAUS. Lei Orgânica do município de Manaus, de 05 de abril de 1990. **Constitui a Lei Fundamental do Município de Manaus**. Manaus: Câmara Municipal, 2019. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/lei-organica-manaus-am>>. Acesso em: 01 junho 2020.

MANAUS. Lei nº 11, de 03 de julho de 1990. **Dispõe sobre normas técnicas para instalações contra incêndio e pânico e dá outras providências**. Manaus: Câmara Municipal, 2018. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/am/m/manaus/lei-ordinaria/1990/1/11/lei-organica-manaus-am>>. Acesso em: 03 junho 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ROSSO, T. **Incêndios e arquitetura**. São Paulo, 1975.

RYLO, I. **Em Manaus, Corpo de Bombeiros atende 150 ocorrências de incêndio em 4 meses**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/em-manaus-corpo-de-bombeiros-atende-150-ocorrencias-de-incendio-em-4-meses.ghtml>>. Acesso em: 03 de junho de 2020

SIQUEIRA, N. C.; CORDEIRO, E. A importância do projeto de combate ao incêndio e pânico: Estudo de caso na Estácio Niterói (Bloco A). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 03, Vol. 03, p. 91-126. mar./2020. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/combate-ao-incendio-e-panico>>. Acesso em: 05 de junho de 2020

Capítulo 9

A utilização de drones na gestão de obras

Luiz Felipe Falcão Abdalla

Renan Gabriel dos Santos Soares

Frank Henrique Santos Fontineles

Sara dos Santos Santarém

Resumo: Os VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou drones, como também são conhecidos, vem ganhando relevância no setor da construção civil. Isso porque os drones podem ser utilizados em várias etapas de um empreendimento. O objetivo geral é pesquisar as possíveis formas de utilização de drones na construção civil. A pesquisa foi baseada em dados secundários sobre o uso de drones por empresas prestadoras de serviço para o setor da construção civil. Por meio de buscas na internet foram encontradas páginas de empresas prestadoras de serviço na área de gestão de obras, especialistas e fornecedores de produtos. As informações das páginas sobre o uso de drone na construção civil, foram selecionadas conforme o critério de utilização do drone durante o processo construtivo da obra. As informações selecionadas tratavam de aplicações de drones e como a sua utilização durante a construção poderia contribuir para a gestão da obra. As aplicações foram avaliadas quanto à utilidade das informações para a inspeção e monitoramento dos serviços, a tecnologia dos drone utilizados e restrições de uso. Como resultado da pesquisa foram encontradas aplicações como de inspeção de obra, mapeamento e identificação de erro. Portanto, o uso de e drones na gestão de obras pode reduzir custos, prazo e perdas com retrabalhos.

Palavras-chave: Drones, Monitoramento, gestão de obras.

1 INTRODUÇÃO

Tanto o setor de construção civil como outros setores estão se tornando cada vez mais modernizados. O progresso tecnológico seja qual for a sua aplicação, é extremamente importante para a otimização de tempo, qualidade e segurança em produtos e/ou serviços oferecidos no mercado. O setor da construção civil tem sido considerado atrasado tecnologicamente, porém, gradativamente as empresas brasileiras estão inserindo em seus canteiros inovações tecnológicas que proporcionam inúmeros benefícios à obra e cliente (Polotto, 2019).

Os RPAS, conhecidos popularmente como drones, estão mudando a maneira de como alguns serviços são executados. Através da sua utilização, é possível analisar imagens aéreas sob diversos ângulos. Isso permite um estudo mais adequado da edificação (Itarc, 2018). Os drones são equipamentos facilitadores das atividades que envolvem a engenharia civil, por reduzirem o risco de acidentes, em atividades como inspeção de obras por exemplo.

Inspeções e monitoramento de obras na construção civil são processos necessários para o acompanhamento do progresso da obra e servem como parâmetro para possíveis correções. As inspeções são realizadas por profissionais qualificados, e utilizam métodos de verificação para medir os avanços da construção, dados sobre instabilidade ou conformidades atestando que tudo saia como dentro do previsto (Miranda, 2020). Inspeções com drones podem ser realizadas em obras concluídas, a fim de inspecionar o local em busca de possíveis problemas decorrentes do tempo de uso como infiltrações e rachaduras.

As vantagens proporcionadas pela implantação de drones em obras incluem, melhor gerenciamento de serviços, com sua utilização é possível observar quais serviços estão sendo executados em diferentes locais de maneira ágil, promovendo redução de custos com a contratação de equipes de fiscalização.

Este artigo tem o objetivo de demonstrar a utilidade da utilização de drones em etapas do processo construtivo, mais especificamente demonstrar sua importância em atividades como monitoramentos, inspeção de fachadas, levantamento topográfico de terrenos e em relatórios de progresso de obra. Também aparecem na pesquisa a função que os órgãos reguladores de drones no Brasil realizam, segundo Pott et al. (2017) estes órgãos trabalham para que o uso do aparelho não atrapalhe a normalidade de outras atividades.

Para construção do artigo, foi realizado um levantamento bibliográfico citando autores de relevância na área em estudo, para demonstrar os pontos positivos da utilização do aparelho na construção civil. Para obtenção dos resultados foi feita uma análise dos dados obtidos a fim de demonstrar a redução de custos, acidentes e aumento de produtividade proporcionadas pelo uso do aparelho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRINCIPAIS TIPOS DE DRONES

Os drones são aparelho que cada vez mais estão presentes na engenharia civil. A indústria da construção observou-se um crescimento na utilização de drones, maior do que qualquer outro setor comercial (Mésaroš e Tkáč, 2019, p. 28). Atualmente existem vários tipos de drones disponíveis no mercado (HORUS, 2020). Cada aparelho possui

características específicas que conferem a eles diferentes tipos de utilização.

Os drones são classificados de acordo com o tipo de plataforma aérea utilizada, os principais tipos são, drones multirotores, drones de asa fixa, helicóptero de rotor único e o VTOL híbrido de asa fixa (CIRCUITS TODAY, 2018). VTOL é um acrônimo para Vertical Take-Off and Landing, que em tradução direta significa decolagem e aterrissagem vertical (WIKIPÉDIA, 2020).

Os drones do tipo multirotor foram desenvolvidos primeiramente para fins de entretenimento, a fim de atender o setor de fotografia comercial (HORUS, 2018). A medida que o mercado se desenvolveu, juntamente com os avanços tecnológicos, estes equipamentos foram aprimorados, e conseqüentemente surgiram modelos profissionais. Os drones multirotores, atualmente podem ser utilizados para realização de mapeamento aéreo, fotografia aérea, gravação de vídeos, monitoramento aéreo, inspeção termográfica dentre outros (Drone Filmagem Aérea, 2017).

O aparelho se movimenta no ar de forma semelhante a um helicóptero, sua sustentação é realizada pelo empuxo gerado pelo uso de uma ou mais hélices (DRONAGRO, 2019). O tempo de voo deste drone varia de 20 até 30 minutos (CHAPMAN, 2016). Portanto é indicado para atividades que não demandam longos períodos de utilização. Vale ressaltar este tipo de aparelho oferece ótimo controle de posição e enquadramento, características que favorecem o registro de imagens com boa qualidade (CHAPMAN, 2016).

Os drones de asa fixa funcionam de maneira semelhante a um avião convencional (Mésaroš e Tkáč 2019, p. 29). Segundo Horus (2017) estes modelos utilizam apenas um motor e asas para se movimentar para frente, diferentemente do drone multirotor que necessita de pelo menos dois motores para sua sustentação. Por possuírem design semelhante ao de aviões convencionais, sua aerodinâmica é superior, por isso possuem melhor autonomia de voo em comparação aos drones do tipo multirotor (HORUS, 2017). Um ponto a ser destacado é a necessidade de um local amplo para decolagem e aterrissagem, e em alguns casos faz se necessário a utilização de dispositivos como catapultas, para auxiliar no processo de decolagem (NETO 2017). Outro ponto importante é a incapacidade de permanecer planando no ar, o que impede que eles criem um mapeamento aéreo detalhado, de fachadas prontas por exemplo. (Mésaroš e Tkáč 2019, p. 29).

O manuseio do vant de asa fixa é mais complexo que o do drone multirotor, por isto é necessário experiência do controlador, visto que o aparelho é veloz e necessita de cuidados para decolagem e pouso (Drone Omega, 2020). O aparelho destinado á mapeamento de locais como tubulações de gás, estradas, grandes porções de terra, pois possui maior autonomia de voo (Mésaroš e Tkáč 2019, p. 29).

Drones de rotor único tipo helicóptero, pode ser abastecidos com gasolina, isto garante uma maior autonomia de voo (Chapman, 2016). Este modelo é recomendado para carregar cargas com peso mais acentuado, como por exemplo Laser para realização de levantamentos topográficos (Chapman, 2016). Este drone possui alguns pontos negativos que devem ser levados em consideração na hora da compra, como o custo do aparelho, lâmina afiada da hélice utilizada, que podem machucar seriamente o usuário (Drone Omega, 2020). Em relação ao manuseio ele não é tão complexo quanto o vant de asa fixa, e também não é tão amigável quanto o manuseio do Vant multirotor (Chapman, 2016). Portanto este modelo é um meio termo entre o drone de asa fixa e o multi rotor, em relação ao manuseio, podendo ser utilizado para mapeamento de grandes áreas por

causa da maior autonomia de voo.

O VTOL híbrido de asa fixa é uma combinação do modelo de asa fixa com o modelo multirotor, este modelo apresenta asas aerodinâmicas, motores horizontais e verticais (Drone Omega, 2020). A junção dos dois modelos em um só, gerou um aparelho versátil que pode ser aplicado em várias atividades. O VTOL híbrido de asa fixa possui várias aplicações, como monitoramento, mapeamento, sensoriamento remoto aéreo e entrega de produtos. (Markets and Markets, 2019). Contudo é um aparelho relativamente novo e não há muitos modelos como esse, disponíveis no mercado (Drone Omega, 2020).

Drones possuem vários pontos positivos contudo vale ressaltar que de maneira geral não é recomendado a sua utilização em dias chuvosos devido a perda de estabilidade e dificuldade de visualização.

É possível observar as características dos aparelhos citados acima através da figura 01 abaixo:

Figura 01 - Tipos de Drones



Fonte: CHAKRASTHITHA, 2015-2020.

2.2 NORMA DE REGULAMENTAÇÃO PARA USO DE DRONES

No Brasil há três órgãos são responsáveis por homologar o uso de drones, estes são, ANATEL (Agência nacional de telecomunicações), ANAC (Agência nacional de aviação civil) e DECEA (Departamento de controle do espaço aéreo) (Drone Visual, 2018).

HOMOLOGAÇÃO NA ANATEL

Anatel fica responsável por averiguar se o equipamento causará interferência em outros dispositivos aéreos, por isso em 2007 se tornou obrigatório o cadastro na ANATEL de drones utilizados por empresa (Drone Visual, 2018). Vale ressaltar, que a homologação concedida pela Anatel é restrita às unidades que emitem radiofrequência e que estão embarcadas nos aparelhos (Drone Visual, 2018).

HOMOLOGAÇÃO NA ANAC

O objetivo da ANAC é que operações passem a obedecer a regras mínimas, para que haja um nível de segurança de pessoas e de bens de terceiros (Drone Visual, 2018). Esta é uma forma de garantir que aparelhos mais pesados por exemplo, sejam pilotados por pessoas capacitadas, é possível afirmar este raciocínio pois segundo Anac (2017), drones com até 250g não precisam de regulamentação. O presidente da ANAC, afirmou que quem descumprir as normas poderá ser processado na esfera administrativa, civil e até criminal (Porto Alegre 24 horas, 2017).

DECEA DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

Segundo FAB ([s.d]), todo objeto que se desprenda do chão e seja capaz de se sustentar na atmosfera, com propósito diferente de diversão, estará sob às regras regulamentadoras do espaço aéreo brasileiro. Vale ressaltar que a utilização do veículo aéreo não tripulado para fins lucrativos ou experimentais é necessária a autorização de voo realizada pelo DECEA. Atividades com fins de lazer, hobby ou competição devem obedecer a Circular de informações aeronáuticas AIC N 21/10 – VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (FAB, [s.d]).

3 METODOLOGIA

Para identificar as possíveis formas de utilização de drones na construção civil, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, qualitativa por meio de análise de dados secundários. Esses dados secundários foram coletados a partir de informações encontradas em páginas da internet sobre drones. Para o levantamento, seleção e análise dos dados foram adotados os procedimentos a seguir.

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Os dados foram obtidos a partir de buscas realizadas na internet com os termos: “Drones na construção civil”; “Monitoramento de obras drones”; “Análise de fachadas drones”; “Normas reguladoras drones”; “Tipos de drones”; “Civil construction drones”; “Drone facade inspection”; “Types of drones”. Os termos em inglês facilitaram a busca de mais informações.

A partir das buscas com esses termos foi possível identificar páginas na internet que continham esses termos. Entre essas páginas foram identificadas informações variadas sobre drones na construção civil. Para esse estudo foi necessário estabelecer critérios de seleção das informações sobre drones na construção.

3.2 SELEÇÃO DOS DADOS

Para atender ao objetivo da pesquisa foi necessário selecionar as páginas encontradas como resultado da busca realizada. As páginas selecionadas foram aquelas que tratavam de empresas prestadoras de serviço na área de gestão de obras, especialistas e fornecedores de produtos.

As informações contidas nessas páginas também precisavam ser selecionadas. O critério de seleção foi das informações que abordavam o uso de drones durante o processo construtivo da obra.

3.3 A ANÁLISE DOS DADOS

A partir das informações sobre o uso de drones durante a construção foi possível analisar a sua contribuição para a gestão da obra. A análise da contribuição do uso de drones para a gestão da obra durante o processo construtivo foi conforme 3 critérios.

Os critérios adotados para analisar a contribuição do uso de drones durante o processo construtivo foram quanto:

- à utilidade das informações para a inspeção e monitoramento dos serviços,
- a tecnologia dos drone utilizados e,
- restrições de uso.

4 RESULTADOS

A partir dos resultados encontrados conforme as buscas realizadas foi possível identificar algumas aplicações de drones na construção civil. Essas aplicações tratavam-se do uso de drones durante o processo construtivo de acordo com o critério de seleção. As aplicações selecionadas foram avaliadas quanto à utilidade, a tecnologia e as restrições de uso. A seguir são apresentadas as aplicações selecionadas de acordo com o estabelecido nesta pesquisa.

4.1 UTILIZAÇÃO DE DRONES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

4.1.1 MAPEAMENTO AÉREO DE TERRENO

Mapeamento aéreo é a técnica de obtenção de modelos digitais de determinado local. A construção dos modelos é feita com a utilização de imagens fornecidas por aeronaves (ENGM3, 2019). A utilização desta técnica permite a obtenção de plantas de situação, plantas topográficas e mapeamento de área a ser edificada (Drones & Engenharia, 2019).

O levantamento topográfico é uma etapa essencial, pois capta uma gama de informações da superfície de um terreno, o que é indispensável para a realização de projetos (Multi Rotor drones, 2017). Além disso mapas topográficos podem revelar erros de projeto destacando a incompatibilidade com determinado tipo de terreno (Mésaroš e Tkáč, 2019, p. 31). Esta portanto é uma etapa crucial no processo construtivo, por conter informações importantes como relevo do terreno, características naturais dentre outras.

A utilização de drones para levantamentos topográficos, proporciona uma redução significativa de tempo de coleta de dados, de equipes em campo e de equipamentos utilizados (Multi Rotor drones, 2017). Alguns modelos de drone utilizam sensores que captam informações do solo sem entrar em contato direto com o mesmo (DronEng Drones e Engenharia, [s.d]). De acordo com as fontes citadas utilização de drones torna o torna o processo mais rápido, prático e seguro.

Há variadas opções de modelos de drones que podem atender o interessado neste caso, de acordo com o tamanho da área a ser mapeada. Drones multirotores são mais eficazes em pequenas áreas, devido ao curto tempo de vôo destes aparelhos. Para terrenos maiores é recomendado a utilização dos Vants de asa fixa, ou de rotor único ou

híbrido, pois possuem maior autonomia de voo.

4.1.2 MONITORAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS

A fiscalização do uso de equipamentos de segurança, desempenho dos funcionários e fluxo de trabalho são pontos importantes dentro de uma obra, com a utilização de drones é possível realizar tais atividades.

Um Vant controlado por controle remoto é capaz de monitorar diferentes áreas e realizar coleta de dados, de boa qualidade (Grupo DR1, 2018). Essa característica é importante pois garante ao controlador autonomia para acessar diferentes pontos, sem a necessidade de deslocamento físico até determinada localidade. Segundo ITARC (2020), as imagens dos drones são captadas em tempo real, por esta razão, é possível acompanhar o fluxo de trabalho dos colaboradores e identificar problemas de segurança, com antecedência.

Os drones podem ser utilizados para monitorar toda uma superfície de trabalho, substituindo inclusive motocicletas e automóveis, que por vezes são lentos e geram custo operacional alto para os envolvidos (MINUCIO, 2018). A redução de custo e maior capacidade de fiscalização, são pontos positivos da utilização do aparelho para realização de monitoramento de obras.

É recomendado a utilização do drone multirrotor, por ser um aparelho que paira no ar facilitando o acompanhamento de atividades em execução, além disso em eventuais acidentes não oferece tantos riscos como o drone de rotor único, que possui hélices afiadas capazes de causar sérios problemas de saúde, vale ressaltar esta informação pois neste caso os aparelhos tendem a ficar mais próximos de funcionários para a realização da atividade de monitoramento.

4.1.3 INSPEÇÃO DE OBRAS

Considerando a enorme variedade de técnicas e matérias incluídas em uma obra, não é de surpreender os inúmeros problemas que podem surgir (SUGEAT, 2005). Problemas como, vazamentos em telhados, sistemas hidráulicos defeituosos, às vezes são difíceis de serem identificados, muitas vezes por causa da sua localização. Patologias como infiltrações, vazamentos, erros de acabamento e outros problemas podem ser detectados através da utilização do drone (Minucio, 2018).

Os aparelhos que possuem tecnologia de visão térmica, podem ser utilizados no setor construtivo, para detectar problemas de forma preventiva. Segundo drone Visual (2020) a visão térmica permite que problemas elétricos, vazamentos e outros sejam identificados de forma antecipada, gerando tempo de ação adequado para resolução do problema. A captação de imagens com Vant (aeronave não tripulado) possui amplo potencial de utilização como método não destrutivo na detecção de manifestações patológicas na engenharia civil (Lisboa et. al (2018).

O drone que mais se adequa a essa atividade são os do tipo multirrotor, por ser um aparelho que permite o controlador ter um ótimo controle de posição e enquadramento, é mais indicado para chegar a lugares de difícil acesso e realizar as inspeções necessárias.

4.1.4 RELATÓRIO DE PROGRESSO DA OBRA

Uma das formas mais eficazes de se obter informações da obra é através do

monitoramento de progresso utilizando drones (MINUCIO, 2018). A facilidade de locomoção e de captura imagens de diversos pontos, sem a necessidade de locomoção humana, auxilia o processo como um todo. Para os construtores, os dados fornecidos por drones podem ser coletados com frequência, gerando uma fácil integração entre projetos e o progresso existente, com precisão e velocidade (Anra Technologies, 2019). Isto proporciona melhor gestão de tempo e recursos.

De acordo com Global Tech (2018) é possível realizar o rastreamento de material utilizado, através de imagens capturadas por drone. A tecnologia do aparelho permite que sejam gerados modelos em 3D, e através destes modelos é possível mapear exatamente o que acontece no canteiro de obras (Global Tech, 2018). Através da figura 02 é possível observar um modelo 3D feito a partir de imagens capturadas por de drones (Drone Workxs, 2020).

Figura 02 - Mapeamento aéreo



Fonte: Drone Worxs, 2020.

O modelo 3D apresentado acima demonstra a localidade de materiais e máquinas, informações como essa promovem melhorias no acompanhamento e organização da obra, onde o responsável pelos serviços tem controle de insumos e de serviços presentes na obra.

O modelo de aparelho mais indicado para este caso é escolhido de acordo com a proporção e da obra, para obras pequenas é recomendado os drones multirotores por causa do curto período de voo que varia de 20 a 30 minutos, para obras de médio e grande porte, drones de asa fixa são a melhor solução, por causa de autonomia de voo superior. Vale ressaltar que os vants de asa fixa são mais indicados para captura imagens com vista superior da obra, enquanto que os multirotores são indicados para capturar

imagens de fachadas e outras fotos em que é necessário que o aparelho fique planando para capturar imagens de boa qualidade. Portanto dependendo do tipo de monitoramento realizado talvez seja necessária a utilização de ambos os modelos.

5. DISCUSSÕES

A utilização de drones na construção civil conforme os dados expostos, proporciona redução de acidentes e conseqüentemente de custos, também gera mais simplicidade para execução de algumas atividades. De acordo com (TONDELO e BARTH, 2019) a utilização do aparelho, para capturar imagens de fachada, é mais simples pois um operador qualificado pode controlar o drone sem a necessidade de sair do chão. Isso torna dispensável o uso de ferramentas como andaimes e cordas.

As vantagens apresentadas, são de grande valia no setor construtivo. Contudo vale ressaltar que a utilização do aparelho deve estar ligada às regras dos órgãos reguladores de drones como DECEA e ANAC por exemplo. Inspeções e monitoramento de obras na construção civil são processos necessários para que o profissional responsável saiba o progresso da obra, também servem como parâmetro para uma possível mudança corretiva. Estes procedimentos são definidos para direcionar a metodologia empregada nas investigações, o processo da coleta e refinamento dos dados, e para garantir a qualidade e a precisão na análise técnica.

Para a elaboração da análise de resultados, retratando de forma verdadeira os dados obtidos, tornou-se imprescindível evidenciar os principais resultados positivos. Os resultados positivos que se obtém com a utilização de drones no setor construtivo consistem:

- na redução de gastos,
- redução de acidentes,
- redução de aluguel de ferramentas,
- redução da contratação de equipes para monitoramento dentre outras citadas anteriormente.

6 CONCLUSÃO

A utilização de drones é fundamental para identificar problemas de forma antecipada, como vazamentos e problemas de impermeabilização. Além do mais podem ser utilizados para coletar dados dos mais diversos pontos da obra de maneira rápida, também minimiza o risco de acidentes com funcionários, já que os mesmos não precisam se deslocar a pontos de risco, a fim de inspecionar determinado local.

A medida que a tecnologia cresce, é necessário que o setor construtivo se modernize, a implementação de drones no canteiro de obras gera, redução de acidentes, custos e um maior controle do processo. Outra atividade que vale a pena ser ressaltada é a implementação de drones na inspeção de fachadas, já que o mesmo pode deslocar-se de maneira rápida a diversos pontos da estrutura, e dispensa a necessidade de colocar funcionários em locais de risco. As câmeras equipadas em alguns aparelhos, capturam imagens de ótima qualidade, úteis para elaboração de laudos de fachada por exemplo. Além dessas funções os drones podem ser utilizados para realizarem levantamentos topográficos, relatórios de progresso, gravação de imagens térmicas dentre outras.

Características como essas são de extrema importância ao longo do processo construtivo, pois geram mais confiança em investidores, clientes, engenheiros e empreiteiros, por terem maiores informações do processo como um todo.

Com base nos dados obtidos, através do presente trabalho é possível perceber que para a engenharia civil, o uso de drones apresenta diversas vantagens, como monitoramento e acompanhamento da evolução da obra de maneira segura e minuciosa. É perceptível que na engenharia civil, dentro de um canteiro de obras, uma gama de trabalhos é indispensável, sendo estes possíveis serem inspecionados e monitorados periodicamente evitando assim custos e perda de tempo com retrabalhos.

REFERÊNCIAS

Aerial Mapping drone. Drone workxs, 2020. Disponível em: <Aerial Drone Mapping Brisbane| UAV Aerial Photography & Surveying (droneworks.com.au)>. Acesso em: 28 de Nov. de 2020.

Anra Technologies. Construction Site Inspections. Retrieved August 4, 2019, from <http://www.anratechnologies.com/home/construction-site-inspections/>

A agência nacional de aviação civil libera a utilização de drones no Brasil. Porto Alegre 24 horas, 03 de Março de 2017. Disponível em: <Porto Alegre 24 horas | A Agência Nacional de Aviação Civil libera o uso de drones no Brasil (poa24horas.com.br)>. Acesso em: 28 de Nov. de 2020.

As Melhores câmeras termais para drone. Drone Visual, Maio de 2020. Disponível em: <AS MELHORES CÂMERAS TERMAIS PARA DRONE (dronevisual.com)>. Acesso em: 29 de Nov. de 2020.

As vantagens dos VANTs de asa fixa. Horus, 25 de Jul. de 2017. Disponível em: <As vantagens dos VANTs de asa fixa | Horus Aeronaves>. Acesso em: 29 de Nov. de 2020.

CHAPMAN, Andrew. Types of Drones: Multi-Rotor vs Fixed-Wing vs Single Rotor vs Hybrid VTOL. Auav, Jun. 2016. Disponível em: <<https://www.auav.com.au/articles/drone-types/>>. Acesso em: 06 de Nov. de 2020.

COBREAP, Congresso brasileiro de engenharia de avaliações e perícias. Disponível em <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2020/02/AO-31-Drones-Uma-Importante-Ferramenta-em-Per%C3%ADcias-de-Engenharia.pdf>> acesso em 23 de nov de 2020.

Como escolher o melhor drone?. Horus Aeronaves, Out. 2018. Disponível em: <<https://horusaeronaves.com/como-escolher-o-melhor-drone/#:~:text=Os%20drones%20multirotoros%20foram%20desenvolvidos,para%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20no%20mapeamento%20a%C3%A9reo.>> Acesso em: 05 de Nov. de 2020.

Como o uso de drones pode aumentar a segurança na construção civil?. Grupo DR1. 2018. Disponível em: <<https://blog.grupodr1.com.br/como-o-uso-de-drones-pode-aumentar-a-seguranca-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 16 de Nov. de 2020.

Como usar drones na engenharia civil?. Itarc, 04 de Out. de 2018. Disponível em : <<https://itarc.org/drones-na-engenharia-civil/>>. Acesso em: 22 de Nov. de 2020.

Conheça a legislação de drones no brasil. Drone Visual. 17 de Set. de 2018. Disponível em: <<https://www.dronevisual.com/post/2018/09/14/conheca-legislacao-de-drones-no-brasil-homologacao>> Acesso em: 14 de Nov. de 2020.

DECEA esclarece normas para voos de drones no Brasil. Força Aérea Brasileira. [s.d]. Disponível em: <<https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/ultimas-noticias/871-decea-esclarece-normas-para-voos-de-drones-no-brasil>>. Acesso em: 16 de Nov. de 2020.

Drones (Aeromodelos ou RPA com peso máximo de decolagem de até 250g). Anac, 24 de Abril de 2017. Disponível em: <Drones (Aeromodelos ou RPA com peso máximo de decolagem de até 250g) — Agência Nacional de Aviação Civil ANAC>. Acesso em: 29 de Nov. de 2020.

Drones na construção civil: aplicabilidade e importância. Itarc, 12 de Jan. de 2020. Disponível em: <Drones na construção civil: qual é a aplicabilidade do produto? (itarc.org)>. Acesso em: 22 de Nov. de 2020.

Drones na construção civil para otimizar obras. Global Tech, 25 de Dez. de 2018. Disponível em: <Drones na construção civil para otimizar obras (globaltec.com.br)>. Acesso em: 27 de Nov. de 2020.

Fixed-wing VTOL UAV Market. Markets and markets, Dez. de 2019. Disponível em: <Fixed-wing VTOL UAV Market | Size, Share, system, Industry Analysis and Market Forecast to 2030 | MarketsandMarkets™>. Acesso em: 27 de Nov. de 2020.

FONTELLES, M. J.; SIMOES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G. S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para elaboração de um protocolo de pesquisa. Belém. Universidade da Amazônia-Unama. 2009.

Fotografia 01 - CHAKRASTHITHA. Drones – Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Types, Components, Works. electricalfundablog, 2015-2020. Disponível em:<Drones - Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), Types, Components, Works (electricalfundablog.com)>. Acesso em: 05/11/2020.

Fotografia 02 - StartSE. HM Engenharia aumenta eficiência em obras de baixa renda com uso de drones. 27 de Ago. de 2019. Disponível em: <HM Engenharia aumenta eficiência em obras de baixa renda com uso de drones (startse.com)>. Acesso em: 27 de Nov. de 2020.

F.MINUCIO, Leonardo. Drones na Construção Civil – 6 Aplicações para implementar na obra. Futuriste, 15 de Mar. de 2018. Disponível em: <<https://www.futuriste.com.br/blog/drones-na-construcao-civil-6-aplicacoes-para-implementar-na-obra/>>. Acesso em: 16 de Nov. de 2020.

LiDAR: saiba mais sobre essa tecnologia!. CPE Tecnologia, 2019. Disponível em: <<https://blog.cpetecnologia.com.br/lidar-saiba-mais-sobre-essa-tecnologia/>>. Acesso em: 09 de Nov. de 2020.

Lisboa et. al (2018). Utilização do VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações. CONTECC 2018, 24 de ago. de 2018. Disponível em: <https://www.confeca.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/187_udvniidmpe.pdf>. Acesso em: 22 de Nov. de 2020.

LISBOA, D. W. B.; SILVA, A. B. S.; SOUZA, A. B. A.; SILVA, M. P. Utilização do VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Maceió. 2018.

Levantamento Topográfico: Qual sua importância? Multidrones, 29 de Jul. de 2017. Disponível em: <Levantamento Topográfico: qual a sua importância? - MultiDrones>. Acesso em: 20 de Nov. de 2020.

Mapeamento aéreo o que é para que serve? Eng m3, 06 de Jul. de 2019. Disponível em: <Mapeamento Aéreo: o que é e para que serve? - Engm3>. Acesso em: 27 de Nov. de 2020.

MIRANDA, M. P. Inspeção e monitoramento de obra civil com drone. Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete – FUPAC. Conselheiro Lafaiete – MG, 2020.

NETO, Saulo Penna, (2017). Quais São as Diferenças Entre Aeronaves Remotamente Pilotadas de Asa Fixa e Multirottores?, 27 de Fev de 2017. Auster Tecnologia. Disponível em: <Quais São as Diferenças Entre Aeronaves Remotamente Pilotadas de Asa Fixa e Multirottores? (austertecnologia.com)>. Acesso em: 27 de Nov de 2020.

Quais os melhores drones para mapeamento? Horus, 06 de Maio de 2020. Disponível em: <Quais são os melhores drones para mapeamento? | Horus Aeronaves>. Acesso em: 10 de Nov. de 2020.

TKÁČ, Matúš; MÉSÁROŠ, Peter. Utilizing drone technology in the civil engineering. ResearchGate, Kosice Eslováquia, dez. 2019. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/338687415_Utilizing_drone_technology_in_the_civil_engineering>. Acesso em: 4 de Nov. de 2020.

POLOTTO, J. P. L. Drones, Uma Importante Ferramenta em Perícias de Engenharia. Salvador, Bahia, 2019. Disponível em: <AO-31-Drones-Uma-Importante-Ferramenta-em-Perícias-de-Engenharia.pdf (ibape-nacional.com.br)>. Acesso em: 4 de Nov. de 2020.

POTT, L. M.; EICH, M. C.; ROJAS, F. C. Inovações Tecnológicas na Construção Civil. Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. Cruz Alta – RS, 2017. Disponível em: <INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.pdf (unicruz.edu.br)>. Acesso em: Acesso em: 30 de Nov. de 2020.

SEGAT, G. T. Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: Estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: Microsoft Word - GUSTAVO_TRAMONTINA_SEGAT.doc (ufrgs.br). Acesso em:4 de Nov. de 2020.

TONDELO, Patricia; BARTH, Fernando. Análise das manifestações patológicas em

fachadas por meio de inspeção com VANT. UniCamp, 26 de Fe. de 2019. Disponível em: <(PDF) Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT (researchgate.net)>. Acesso em: 30 de Nov. de 2020.

Topografia com drones: Mitos e verdades. Blog DronEng. 06 de Out. de 2016. Disponível em: < <https://blog.droneng.com.br/topografia-com-drones-mitos-e-verdades/#:~:text=No%20caso%20da%20%E2%80%9Ctopografia%20com,realizar%20isso%20de%20forma%20remota.>> Acesso em: 16 de Nov. de 2020.

Topografia com drones: principais dúvidas de quem está começando. Drones & Engenharia, 19 de Set. de 2019. Disponível em: <Topografia: principais dúvidas de quem está começando (droneng.com.br)>. Acesso em: 29 de Nov. de 2020.

Types of Drones. Drone Omega, 2020. Disponível em: <<https://www.droneomega.com/types-of-drones/>>. Acesso em: 17 de Nov. de 2020.

Types of Drones – Explore the Different Models of UAV’s. Circuits Today. Fev. de 2018. Disponível em: <<https://www.circuitstoday.com/types-of-drones>>. Acesso: 04 de Nov de 2020.

Uma imagem vale mais que mil palavras! Drone Filmagem Aerea, 2017. Disponível em: <DFA Filmagem e fotografia aérea com Drone (dronefilmagemarea.com)>. Acesso em: 04 de Nov de 2020.

Uso de drones na construção civil. Mitti, 11 de Jul. de 2019. Disponível em: <Uso de Drones na construção civil | Mitti Andaimos>. Acesso em: 07 de Dez. de 2020.

VIEIRA, P. B. H. G.; BUENO, L. S. ARPS e suas aplicações na Engenharia Civil. Revista Ignis / Caçador, v.8, n.3, p. 64-79, 2019. Disponível em: (PDF) ARPS E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL (researchgate.net). Acesso em: 07 de Dez. de 2020.

VTOL. Wikipédia a enciclopédia livre, 26 de Ago. de 2020. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/VTOL#:~:text=VTOL%20%C3%A9%20um%20acr%C3%B3nimo%20para,Autogiros>>. Acesso em 20 de Nov. de 2020.

Capítulo 10

A relação da correta execução dos sistemas de drenagem e a durabilidade de obras de contenção

Wellington Neves Gadelha

Willas Meneses Nascimento

Sara dos Santos Santarém

Resumo: Este artigo tem como objetivo geral apresentar a relação que a correta execução do sistema de drenagem pode ter considerando os aspectos de qualidade, segurança e durabilidade de obras de contenção quando são obedecidos os parâmetros e métodos adequados definidos em normas regulamentadoras, tendo em vista elevados índices pluviométricos em determinadas regiões e épocas do ano, os quais ocasionam escorregamentos e deslizamentos de terra. Foram realizados levantamentos bibliográficos sobre obras de contenção em geral, sua aplicabilidade e finalidade em projetos de engenharia, nesse contexto também foram obtidas informações sobre a influência que a água das chuvas exerce quando se pretende executar projetos de tamanha exigência frente as questões de segurança, por fim foram apresentados os principais tipos de sistemas de drenagens empregados atualmente em obras de contenção, enfatizando suas características e especificidades de aplicação, e os problemas que eventualmente podem acontecer quando há a inexecução e/ou execução inadequada dos sistemas de drenagem. Nos resultados foram apresentadas recomendações que devem ser seguidas a fim de que se obtenha uma obra de contenção com qualidade, durabilidade e principalmente segurança no decorrer de sua vida útil. E por fim é fundamental destacar a importância do “fator água” para que a vida útil de projeto possa ser alcançada, desde que, realize-se corretamente as etapas de execução e manutenção.

Palavras-chave: Obra de Contenção, Sistema de Drenagem, qualidade, segurança, durabilidade.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil em períodos de elevados índices pluviométricos, costumam ocorrer os fenômenos relacionados aos maciços de solo, sendo os principais: escorregamentos e deslizamentos de terra. Dessa forma torna-se necessária a intervenção humana para contornar tais problemas, através principalmente de execução de obras de contenção que possibilitem a estabilização das encostas e taludes prevenindo a ruptura do maciço (Camapumetal e Gerscovich, 2006).

As estruturas de contenções são obras de engenharia regulamentada pela NBR 11682/2009, que prescreve os requisitos exigíveis para o estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes resultantes de cortes e aterros realizados.

As obras de contenção são fundamentais quando se pretende obter o estado de equilíbrio original de um maciço, que é modificado ao longo do tempo devido às solicitações exercidas principalmente por efeitos naturais que podem causar deformações significativas ou ainda influenciar o colapso do talude. Assim sua principal finalidade é suportar empuxos de terra atuantes na estrutura (Luiz, 2014).

Sistemas de contenções são técnicas de reforço de solo, executadas com a finalidade de suportar grandes carregamentos e garantir a estabilidade do talude. Entre os processos de estabilização de maciços de terra e encostas que mais evoluíram com o passar dos anos, em razão do avanço de tecnologias voltadas para a construção civil, estão os métodos que utilizam obras de drenagem como sistemas auxiliares, e em determinadas situações como sistema principal da estrutura (Gomes, 2016).

As obras de contenção são estruturas indispensáveis para diversos projetos de Engenharia, sendo de uma grande variedade de aplicabilidade, tais como rodovias, ferrovias, pontes, solos de edifícios, barragens, entre outros. Importante destacar que este tipo de obra para ter durabilidade e segurança é necessário o estudo e execução correto de seus elementos essenciais, e o principal deles é o sistema de drenagem (Ehrlich e Becker, 2009).

Os sistemas de drenagem implantados em obras de contenção têm um papel importante, promovendo a estabilidade e equilíbrio das forças atuantes no talude, recebendo e conduzindo as águas das chuvas de forma adequada, evitando seu acúmulo desordenado. Dessa forma, a deficiência ou inexistência de sistemas de drenagem contribui significativamente para a elevação dos índices de acidentes e deslizamentos de terra (Mangiere e Bittencourt, 2012).

Diante do contexto, considerando que a ocorrência de elevados índices pluviométricos está cada vez mais frequente no Brasil, o que implica um aumento significativo de problemas de infraestrutura principalmente em áreas que necessitam de contenções, o presente artigo tem como objetivo analisar a relação entre a correta execução de sistemas de drenagem e a durabilidade, qualidade e principalmente segurança das obras de contenção quando são obedecidos os parâmetros e normas pré-estabelecidas.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Contenções podem ser definidas como obras de infraestrutura com a finalidade de garantir estabilidade contra a ruptura de maciços e evitar o escorregamento/deslizamento de terra causado pelo seu próprio peso ou por carregamentos advindos do meio externo. Existem inúmeros tipos de obras de contenção, alguns exemplos típicos são os muros de arrimo, as cortinas de estacas e as paredes diafragma (Barros, 2006).

Cada um dos tipos citados devem ser implementados em situações específicas em que melhor se adequem a depender das características do terreno ou de outras características previstas no projeto básico, mas o que todas elas tem comum é que devem ser executadas com a finalidade de conter a possível ruptura do maciço, suportando as pressões nele atuantes (SANEPAR, 2020).

Segundo Gerscovich (1999), para que uma estrutura de contenção possa ter um comportamento satisfatório, é necessário a utilização de eficientes sistemas de drenagem.

Um sistema de drenagem eficiente deve ser projetado de forma a evitar o acúmulo da água pluviométrica e, conseqüentemente, a sua correspondente saturação, pois normalmente, as obras de contenção são dimensionadas para suportar aos esforços ocasionados pelo empuxo ativo do solo (Lobo 2003).

A drenagem pode ser considerada a intervenção mais importante para a estabilização de um maciço, sendo inerente às obras de contenções e de proteção superficial, pois garantem a redução dos esforços que a obra deverá resistir, devido à ação da água. Dessa forma, um comportamento satisfatório de uma estrutura de contenção não pode ser obtido sem a implementação de sistemas de drenagem eficientes, estes que podem ser superficiais ou profundos (FERRAZ et al. 2017).

2.1 INFLUÊNCIA DA ÁGUA DAS CHUVAS

As chuvas influenciam diretamente a dinâmica das águas de superfície e subsuperfície do talude, e, portanto, deflagram dos processos de instabilização de maciços e encostas. Os deslizamentos de material rochoso tendem a ser mais suscetíveis em períodos de chuvas torrenciais, enquanto os processos em solo dependem dos índices pluviométricos acumulados por um período de tempo maior (Augusto Filho e Virgili, 1998).

A água intersticial provocada pelas chuvas podem causar vários danos ao maciço, tais como: aumento do peso específico do solo pela retenção das águas de infiltração, desenvolvimento de poropressões no terreno, com conseqüente redução das tensões atuantes, eliminação da coesão aparente (sucção) em solos não saturados, perda da cimentação que une as partículas do solo, ou seja diminuição da resistência do solo, e a introdução de uma força de percolação na direção do fluxo da água, que tende a mover as partículas do solo (GERSCOVICH, 2008).

Segundo BASTOS (2014), o processo de percolação de água em encostas pode diminuir a resistência do talude, causado pelo aumento de poro-pressões no decorrer de superfícies de potenciais ruptura; pela redução da coesão aparente, através da saturação dos solos não saturados; pelo aumento do peso específico do material, e; pela conseqüente ação erosiva interna e externa.

2.2 DRENAGEM SUPERFICIAL OU PROFUNDA

Em todas as obras relacionadas a sistemas de contenção a drenagem (superficial ou profunda) está presente, possivelmente como medida complementar, pois esta tem a finalidade de garantir a redução dos esforços (empuxo e pressão) a serem suportados pela estrutura. Contudo, existem situações específicas em que a drenagem profunda do talude é caracterizada como a obra principal para a estabilização da encosta (Gomes, 2006).

Segundo a Revista MACCAFERRI (2008) uma das principais forças atuantes nos maciços é a força produzida pelo empuxo, então no que se refere ao sistema de drenagem, este deve proporcionar a permeabilidade adequada da água de forma a reduzir as sobrecargas decorrentes do empuxo hidrostático, sendo de suma importância a utilização de estruturas drenantes e permeáveis, que além de contribuir para uma maior segurança, permite a redução de custos em consequência da otimização da estrutura.

A drenagem superficial é comumente utilizada para reduzir a percolação da água na superfície, enquanto a profunda é utilizada quando se pretende minimizar as pressões neutras no interior do maciço de terra, com isso obtém-se o aumento da resistência do solo ao cisalhamento e a regularização do fluxo de água que incide no talude (Gomes, 2006).

De acordo com, a drenagem da água subterrânea sempre irá melhorar a estabilidade dos taludes, entretanto, é necessário observar a execução na prática do projeto, que pode ser conseguido com a utilização do fator de segurança adequado, e com um custo do sistema dentro do que se espera (Guidicini e Nieble 1983).

2.2.1 SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

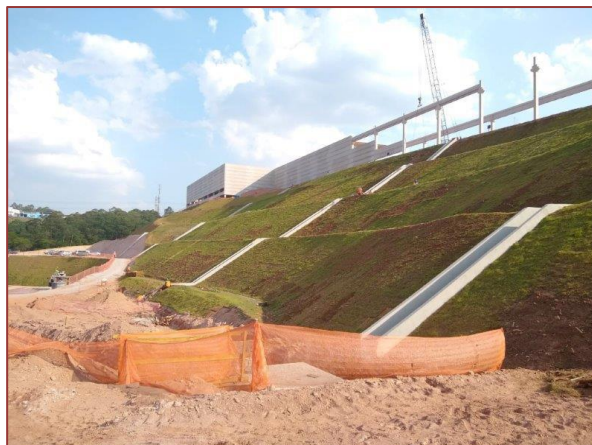
O sistema de drenagem superficial tem como principal função a captação e o escoamento das águas superficiais, por meio de canaletas, valetas, sarjetas ou caixas de captação, em processo subsequente estas águas devem ser conduzidas para local adequado. Por meio da drenagem superficial, evitam-se os fenômenos de erosão na superfície dos maciços e conseqüentemente reduz-se a infiltração da água no solo, resultando em uma redução dos efeitos danosos ocasionados pela água na resistência do terreno (Barros, 2006).

Nas figuras 1 e 2 são apresentados alguns exemplos de drenagem superficial em obras de contenção.

Os sistemas de drenagem superficiais devem ser concebidos de forma que possibilitem a captação e condução das águas que incidem na superfície do talude, considerando-se não somente a área da região estudada, mas toda a área da bacia de captação (BARROS, 2011).

Segundo o Manual GEORIO (1999), a drenagem superficial envolve inúmeros dispositivos, alguns deles são: canaletas transversais, canaletas longitudinais de descida (escada), dissipadores de energia. As canaletas coletoras devem ser escolhidas dependendo da natureza do projeto, e das condições geométricas do talude, assim como material empregado (solo, rocha).

Figura 1-Drenagem superficial.



Fonte: AVPS (2013)

Figura 2- Drenagem superficial.



Fonte: Grupo da engenharia (2018)

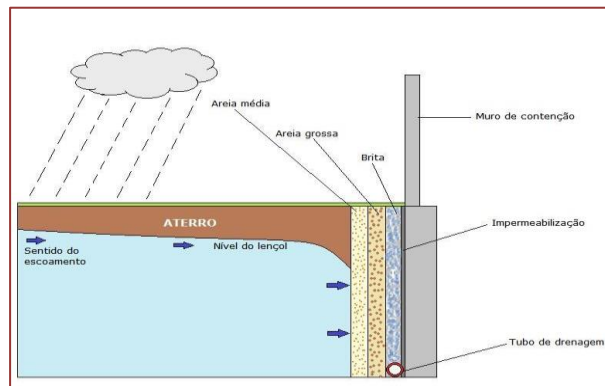
2.2.2 SISTEMA DE DRENAGEM PROFUNDA

O sistema de drenagem profunda como função garantir a drenagem do fluxo de água de percolação no interior do talude, impedindo o acúmulo de água junto a parte interna da estrutura de contenção. A drenagem profunda, pode ser implementada por meio de drenos verticais ou sub-verticais de areia ou pedra britada, junto ao paramento do muro (revestimento), drenos sub-horizontais no muro (barbacães), dreno horizontal profundo (Barros, 2006).

A finalidade da drenagem profunda é possibilitar a evacuação da água de percolação do solo, reduzindo as pressões internas e a vazão de percolação. Conseqüentemente, as obras de drenagem profunda estarão associadas à retirada de água do maciço, com a função de conduzir o fluxo de água escoado do interior do talude a um definido (GERSCOVICH, 2008).

Segundo o Manual GEORIO (1999), um dos exemplos mais comuns do sistema de drenagem profunda é a utilização do dreno filtrante que tem como finalidade retirar e filtrar a água de um maciço, impedindo a passagem de partículas sólidas. A imagem a seguir ilustra um exemplo de drenagem do sistema de contenção utilizando o dreno filtrante:

Figura 3- Exemplo de dreno filtrante



Fonte: docplayer.com/muros de arrimo (2020)

A execução de sistemas de drenagem representa um dos processos mais eficazes e mais utilizados na estabilização de maciços de terra dos mais diversos tipos, seja nas situações em que a drenagem é adotada como solução ou quando ela é um mecanismo adicional utilizado junto às obras de contenção. Neste último caso, mesmo que sejam denominadas como obras auxiliares, elas são indispensáveis para a estabilização das contenções (Barros, 2011).

Para um bom desempenho de uma estrutura de contenção, é necessário a implementação de sistemas de drenagem eficientes. Pode-se diminuir ou até eliminar definitivamente o impacto direto da água por meio de um sistema de drenagem, seja ele superficial ou profundo. Para se obter essa eficácia, o sistema deve ser projetado e executado cuidadosamente com a finalidade também de conferir e prever vazões atípicas, assim como, o material drenante empregado deve ser pensado para evitar problemas futuros (Ferraz, 2016).

2.2.3 PROBLEMAS DE INFRAESTRUTURA

Os problemas nos taludes relacionados a deficiências do sistema de drenagem superficial ocasionam infiltrações nos maciços, motivando saturação e, conseqüentemente, erosão que pode causar deslizamentos de terra (Carvalho et al., 1991).

A NBR 11.682 cita sobre os colapsos ou deficiências de obras de estabilização, que são devidos a inadequação de solução, a deficiência de projeto, a falha na execução da obra, assim como a falta de correção, conservação e manutenção, e também a falta de controles externos imprevistos provocam a deficiência do sistema de drenagem interna dos taludes ou a sua deterioração ao longo do tempo.

Segundo o Manual GEORIO (1999) acidentes envolvendo muros de contenção comumente estão relacionados ao acúmulo de água no maciço, que pode ser causado por diversos fatores, por exemplo a execução ineficiente de um sistema de drenagem, ocasionando o aumento substancialmente do empuxo total atuante na estrutura. A seguir é apresentado na imagem um problema em obra de contenção ocasionado pela ineficiência do sistema de drenagem, situação em que possivelmente o acúmulo excessivo de água na estrutura, aumentou significativamente a pressão e o empuxo atuante.

Figura 4- Deslizamento de terra



Fonte: Estadão (2020)

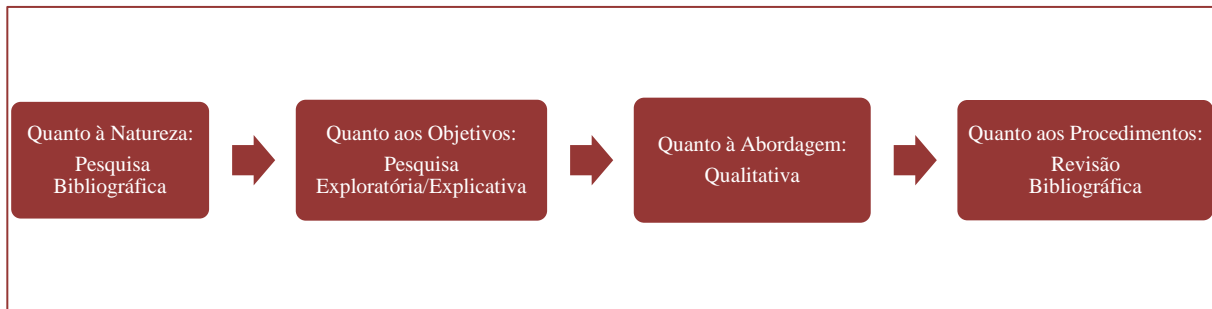
Quando o acúmulo de água é advindo por deficiência de drenagem, pode existir a duplicação do empuxo atuante. A água pode manifestar tanto efeitos diretos, quanto indiretos. O efeito será direto quando existir um acúmulo de água junto a parte interna do muro, já o efeito indireto pode ser observado quando o acúmulo de água produz uma redução da resistência ao cisalhamento do maciço resultante do aumento das pressões exercidas pela força intersticial da de penetração da água. Tais efeitos podem ser evitados através do correto dimensionamento de sistemas de drenagens, evitando-se assim, futuros problemas (Ranzini e Negro, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi adotada uma pesquisa qualitativa, sendo de natureza exploratória e explicativa, embasada pelos conceitos que constam da literatura existente sobre o tema objeto do estudo, conforme pesquisa bibliográfica.

Através de levantamentos bibliográficos, buscou-se na literatura disponível referências em relação às estruturas de contenção e seu respectivo sistema de drenagem, a fim de compreender a relação que o sistema de drenagem tem em relação a segurança e durabilidade das obras de contenção. A seguir será apresentado dois esquemas (Figura 5 e 6) em forma de fluxograma, a respeito da metodologia utilizada.

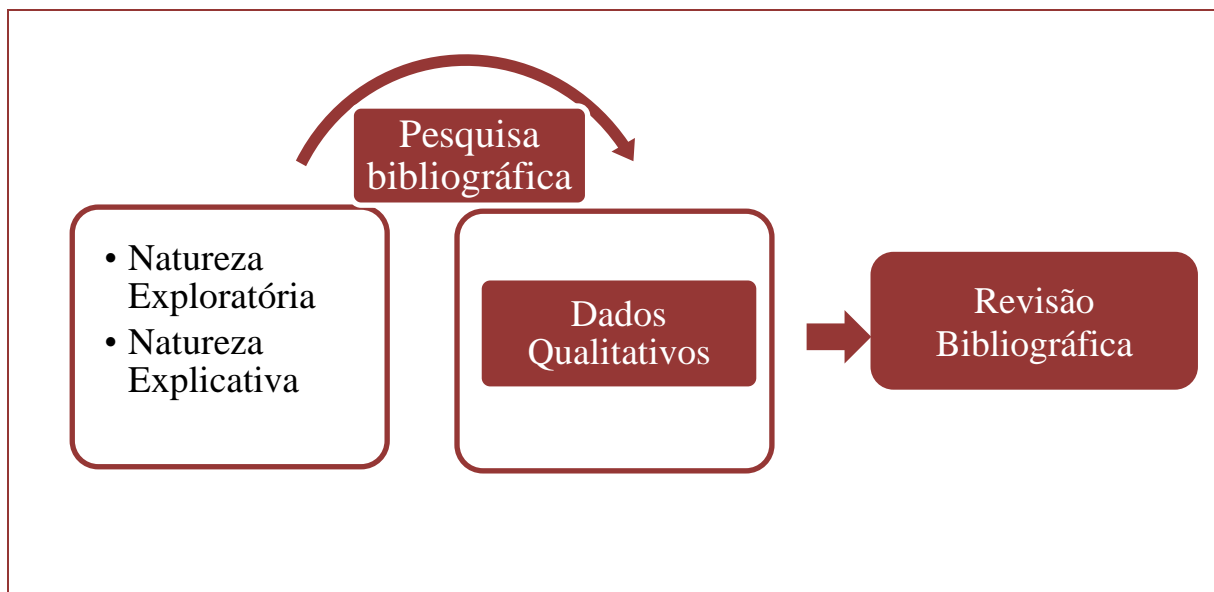
Figura 5: Desenvolvimento das etapas da metodologia.



Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Conforme imagem acima, durante a elaboração deste artigo científico seguiu-se uma sequência predeterminada, começando pela pesquisa bibliográfica, de natureza exploratória com a definição dos objetivos e coletas de dados qualitativos, com a consequente revisão bibliográfica.

Figura 6: Desenvolvimento das etapas da metodologia.



Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

As coletas de dados foram apresentadas no decorrer do trabalho, com a delimitação ao tema “sistema de drenagem de obras de contenção”. Este trabalho foi conduzido por meio de pesquisa exploratória e explicativa realizada a partir do levantamento de artigos científicos indexados na base de dados, além de livros relacionados ao tema de sistemas de drenagens em obras de contenção.

De acordo com Gil (1996), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de materiais já constituídos principalmente de livros e artigos científicos sobre determinado tema já existente.

A pesquisa bibliográfica é utilizada com a finalidade de possibilitar uma melhor visão de determinado problema ou torna-lo mais específico e detalhado, ou por fim, possibilitar a criação de novas hipóteses de aplicação. Nessa situação, a pesquisa por meio de material bibliográfico assume um caráter de estudo exploratório (GIL, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após apresentar, a importância do sistema de drenagem em obras de contenção em geral, com as características dos dois principais sistemas de drenagem, superficial e profunda; a influência das águas das chuvas e por fim a caracterização de problemas que podem acontecer quando os sistemas de drenagens são implementados de maneira ineficiente ou mal dimensionados; partiu-se para os resultados, onde será apresentado os parâmetros gerais que devem ser obedecidos para que se obtenha sistemas de drenagens eficientes em obras de contenção.

4.1 EXECUÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Segundo o DNIT às obras de contenção e seu respectivo sistema de drenagem serão executados sempre que previstos no projeto e em planejamentos prévios. A solução ou meio a ser implementado deverá considerar as particularidades de cada obra, devendo atender aos critérios de segurança, economia e durabilidade.

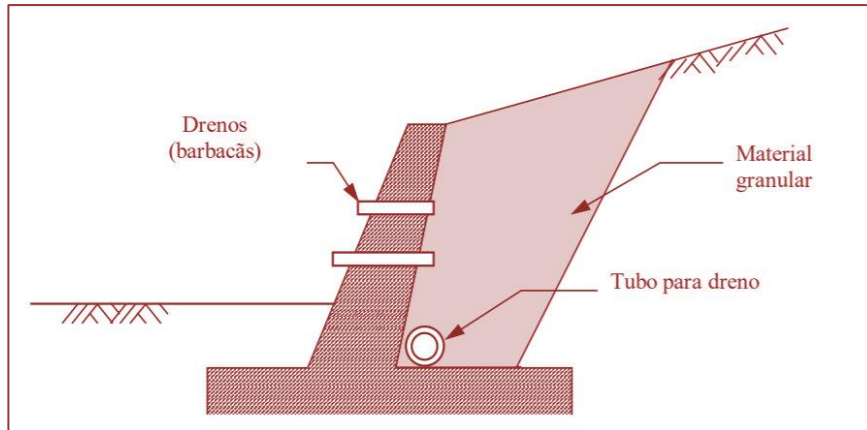
Para a Companhia de Saneamento do Estado do Paraná, por exemplo, as obras de contenção deverão ser executadas de acordo com o projeto específico, podendo ter sua estrutura em alvenaria, concreto ou outro material, a depender das características de cada região. Assim de acordo com o tipo de material a ser empregado na obra de contenção, deverá ser escolhida para esta um sistema de drenagem específico que deverá atender as exigências de projeto.

A NBR 11.682 determina que as obras devem ser executadas considerando-se:

- a) as normas de fiscalização técnico-administrativas;
- b) as especificações dos materiais a serem empregados;
- c) a metodologia de controle das soluções adotadas e dos seus sistemas executivos próprios,
assim como da sequência das etapas de execução;
- d) a segurança do trabalho.

A figura 7 exemplifica um sistema de drenagem que pode ser empregado em uma obra de contenção, como por exemplo muro de arrimo.

Figura 7 – Exemplo de sistema de drenagem em muro de arrimo



Fonte: SANEPAR (2018)

Devido sua importância, as obras de contenção necessitam ter uma vida útil longa. Devem, portanto, serem executadas conforme projetos predeterminados, com materiais resistentes capazes de suportar as forças de empuxo e pressão atuantes no solo, gerados pelo próprio terreno ou por eventuais sobrecargas que necessitem de alguma manutenção.

Outro aspecto essencial que deve ser levado em consideração é o processo de reaterro de qualquer obra de contenção, pois uma vez concluída, deve-se proceder à execução do retro-aterro. Essa fase consiste no solo que é lançado para preencher o espaço entre um talude e o terreno natural ou entre a estrutura de contenção. Deve-se optar nessa etapa por um solo que deve ser preferencialmente granular. Desde que no projeto inicial não exista menção em contrário, outro material disponível no local poderá ser empregado (SANEPAR, 2020). Nas imagens a seguir são apresentados alguns exemplos da fase de reaterro de obras de contenção.

Figura 08- Reaterro Contenção



Fonte: muroarmado.com.br (2020)

Figura 09- Reaterro.



Fonte: grupoapia.com.br (2020)

Durante o processo de compactação do solo do retro-aterro, deve-se existir um controle. Nesta etapa é importante evitar a utilização de equipamentos pesados, de forma a evitar que a compactação excessiva próximo à face da estrutura de contenção possa comprometer o sistema de drenagem desta.

4.1.1 PARÂMETROS DE SEGURANÇA

Conforme a NBR 11.682, as estruturas de contenções devem ser projetadas e executadas para suportar uma sobrecarga acidental mínima de 20 KPa, uniformemente distribuída ao longo da superfície da estrutura. De acordo com Mikos et al (2017), o sistema de drenagem deve ser executado antes da execução do paramento (revestimento natural ou de concreto), para evitar o fluxo de água dentro do maciço ocasionado pela força da água intersticial.

Durante o processo de escavações deve-se considerar as condições geológicas e geotécnicas específicas do local que será executada a obra, como coesão e ângulo de atrito. Além disso, as variações paramétricas de acordo com alterações do nível da água do solo e as condições climáticas devem ser consideradas (CUSTÓDIO; ANDRADE; GUSMÃO, 2000).

A NBR 11.682 (2009) determina para efeito de análise e projeto de estabilização de encostas, a obrigatoriedade de se executar sondagens para determinar as características da encosta e a determinação da estratigrafia do terreno, sendo previsto no mínimo três sondagens por cada seção da área a ser executado o sistema de contenção.

Segundo Gerscovich et al (2016), as investigações geotécnicas não devem ser consideradas como um fator de mero custo adicional do projeto executivo, pois, em determinadas situações, esse custo pode significar um vultuoso investimento, resultando na elaboração de projetos com fatores de segurança mais específicos e com otimização dos custos para implantação das obra.

Todo cuidado deve ser levado em consideração no projeto do sistema de drenagem para dar vazão a precipitações excepcionais, ou seja, levar em consideração uma margem de segurança para os períodos que apresentam maior intensidade pluviométrica. Outro fator importante é a escolha adequada do material drenante, que deve ser feita de modo a impedir qualquer possibilidade de problemas de colmatação (elevação do nível de um terreno em razão do acúmulo de detritos) ou entupimento futuro.

Em geral é fundamental que as etapas iniciais do projeto (estudos, planejamentos) sejam bem executadas assim como as demais, já que a identificação prévia das características e peculiaridades do local promovem o correto dimensionamento das estruturas tanto de contenção como também de seu respectivo sistema de drenagem, além da otimização de tempo, consumo de materiais e consequente segurança e cumprimento da vida útil estabelecida.

5 CONCLUSÃO

Em suma, deve-se compreender que a concepção de um projeto de infraestrutura durável relacionado a obras de contenção deve implicar na utilização de um conjunto de procedimentos, decisões e métodos relacionados às etapas construtivas, executivas e principalmente de manutenção de forma a possibilitar que os materiais empregados e a infraestrutura executada possa atender a todos os esforços a serem solicitados ao longo de sua vida útil.

Atualmente as obras de contenção (os diversos tipos) tem sido objeto de inúmeras pesquisas no que diz respeito ao comportamento estrutural, relacionadas principalmente à obras de grande porte, como por exemplo pontes e viadutos; mas o que todas essas pesquisas tem em comum é o fator água, ou seja, busca-se o planejamento de projetos sempre levando em consideração o sistema de drenagem como parâmetro crucial do empreendimento, de forma a serem implementadas possíveis soluções que se adequem aos projetos e especificações pretendidas.

Os danos estruturais que acontecem nas contenções, podem e irão comprometer a estabilidade e funcionalidade da obra. Contudo a única maneira eficaz até então existente é seguir o projeto e normas, então o produto final a ser executado terá segurança, qualidade e eficiência ao longo do tempo.

Diante da pesquisa apresentada, é possível concluir que cada vez mais há a necessidade da intervenção de obras de infraestrutura em áreas que necessitam de contenções devido principalmente aos problemas causados pelas chuvas quando não se dá a devida atenção ao fator “água” com a ocorrência de patologias, acidentes e danos estruturais. No entanto importante destacar que para que tais obras possam ser eficientes deve existir a execução adequada de seu sistema de drenagem seja ele superficial ou profundo, portanto, é imprescindível dar a merecida atenção para estes sistemas, pois dependendo da situação abordada, dimensões dos maciços de solo a serem estabilizados, além do nível de instabilidade presente no talude, esses sistemas passarão a ocupar posição de responsáveis diretamente pela estabilidade das massas de solo, não mais sendo consideradas como “sistemas complementares” em obras de contenção.

REFERÊNCIAS

- Análise comparativa de custos entre estruturas de contenção. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10130/2/Mariana_Oliveira_Andrade.pdf. Acesso em: 23/11/2020.
- Análise das Manifestações Patológicas em Contenções de Terra Armada de Viadutos da Região Metropolitana do Recife – PE. Disponível em: <file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/955-Texto%20do%20artigo-2806-1-10-20181231.pdf>. Acesso em: 08/10/2020.
- Ancoragem em estruturas de contenção aplicada às obras rodoviárias. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/189410>. Acesso em: 16/11/2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682:Estabilidade de Taludes. Rio de Janeiro: 2009.
- Avaliação de patologias e terapias em muro de contenção de uma escola situada em Xanxarê-SC. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apex/article/view/16487>. Acesso em: 08/11/2020.
- Avaliação dos custos construtivos de estruturas de contenção no município de Natal/RN. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2278/3/Artigo%20TCC%20.pdf>; Acesso em 19/11/2020.
- Contenções provisórias para escavações em geral. Disponível em: <https://docplayer.com.br/33269776-Resposta-tecnica-construcao-civil-obra-de-contencao-seguranca-do-trabalho-solo-talude.html>. Acesso em: 16/11/2020.
- Empuxos de Terra. Disponível em: <https://www.ufjf.br/nugeo/files/2013/06/MARANGON-2018-Cap%C3%ADtulo-06-Empuxos-de-Terra-20181.pdf>. Acesso em: 19/11/2020.
- Estabilização de encostas através de drenagem profunda: estudo de um caso de estabilização com túnel de drenagem. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-08122006-171920/publico/EstabilizacaoEncostasDrenagemProfunda.pdf>. Acesso em: 02/11/2020.
- Estruturas de Contenção: Análise comparativa entre muro de arrimo de concreto armado e cortina de estacas de concreto armado em obra de contenção. Disponível em: https://www.fasar.com.br/arquivos/projetos/engciv/EngCiv-2015-Analise_Comparativa_entre_Muro_de_Arrimo-TCC.pdf. Acesso em: 27/11/2020.
- Estruturas de Contenção: Muro de Arrimo. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>. Acesso em: 16/11/2020.
- Estudo da probabilidade de ruptura de uma estrutura de contenção em gabiões, localizado em Goiânia-Goiás. Disponível em:

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDO_DA_PROBABILIDADE_DE_RUPTURA_DE_UMA ESTRUTURA_DE_CONTEN%C3%87%C3%83O_EM_GABI%C3%95ES_LO CALIZADO_EM_GOI%C3%82NIA_-_GOI%C3%81S.pdf. Acesso em: 19/11/2020.

Estruturas de Solo Reforçado. Disponível em: Microsoft Word - leonardobecker15@gmail.com.doc (puc-rio.br). Acesso em: 19/11/2020.

Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5797/1/arquivo6627_1.pdf. Acesso em: 19/11/2020.

Muros de Arrimo: Disponível em: <https://docplayer.com.br/66619581-Muros-de-arrimo-tipos-drenagem-estabilidade-dimensionamento.html>. Acesso em: 08/10/2020.

Obras de Contenção. Disponível em: http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanebpar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mos-4a-edicao/modulo_7_4ed_v00_-_obras_de_contencao.pdf. Acesso em: 02/11/2020.

Obras de Contenção. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/obras_de_contencao.pdf. Acesso em: 19/11/2020.

Proposta para estabilização de uma encosta ocupada em Camaragibe-PE com consideração de um tratamento global. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5376/1/arquivo2457_1.pdf. Acesso em: 17/11/2020.

Proposta para estabilização de talude na Rodovia Br-203, KM 19. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2015.2/propostas-para-estabilizacao-de-talude-na-rodovia-br-230-km-19.pdf>. Acesso em 23/11/2020.

Sistemas de Drenagens em obras de contenções de taludes. Disponível em: <https://security.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.1/sistemas-de-drenagens-em-obras-de-contencoes-de-taludes.pdf>. Acesso em: 02/11/2020.

Capítulo 11

Colmatação em leitos filtrantes de fluxo descendente em estações de tratamento de água: Diagnóstico e soluções

Valdenilson Cabral Queiroz

Zuleina Farias Lopes

Sara dos Santos Santarém

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo analisar como ocorre o processo de colmatação em leitos filtrantes de fluxo descendente em estações de tratamento de água. E especificamente, descrever como funciona um sistema convencional de tratamento de água, identificar como ocorre o diagnóstico e monitoramento da colmatação nos leitos filtrantes, e propor soluções que podem ser adotadas para prevenir e solucionar problemas de colmatação nos leitos filtrantes. A metodologia utilizada para fundamentação trata-se de pesquisa bibliográfica e exploratória. A água necessita de tratamento para que o seu consumo se torne saudável e não gere danos a população. Assim, as Estações de Tratamento de Água - ETA, são locais em que realizam procedimentos de tratamentos necessários (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) para que água, vinda das fontes naturais, se torne consumível e acessível. Contudo, no processo de filtração ocorre um fenômeno chamado de colmatação, em função de uma progressiva saturação do meio poroso pela ação da retenção das partículas em suspensão, comumente gerado em leitos filtrantes de fluxo descendente.

Neste caso o transpasse destas partículas podem avançar, fazendo com que os efluentes de filtração tenham as mesmas características do afluente, ou seja, a água filtrada tem os mesmos valores de turbidez que a água decantada, tornando o processo de filtração ineficiente. Logo, faz necessário o monitoramento da carreira de filtração que consiste no tempo de operação de um filtro entre lavagens, monitoramento da expansão do leito filtrante que consiste na verificação do deslocamento de material da camada filtrante durante a retrolavagem, monitoramento da turbidez que consiste na coleta e análise de amostras de água por meio de turbidímetro, controle de dosagem de polímeros que é a verificação da vazão de polímero no ponto de dosagem com auxílio de proveta graduada, análise do material da camada filtrante por meio de sondagem e análise de amostras observando as características do material granular.

Palavras-chave: Colmatação. Estação de Tratamento de Água. Leito filtrante.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de água no Planeta é algo crescente. Contudo, este crescimento está na ordem de 1% ao ano e deverá continuar em alta em taxas idênticas até 2050, correspondendo a um aumento que pode chegar a 30%. Tal fator dá-se em função do crescimento populacional e atividades industriais e agrícolas, podendo deixar cerca de dois terços da população mundial com situação de escassez deste recurso (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2019).

Considerando que a água é um elemento fundamental para a manutenção da vida, consumir esse recurso de maneira saudável e/ou racional é vital tanto para que se possa atender as necessidades da população mundial, quanto de futuras geração. Todavia, a água necessita de tratamento para que o seu consumo se torne saudável e não gere danos a população.

Em conformidade a Portaria MS/GM 2914/2011 do Ministério da Saúde, temos que água para consumo humano é água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Após sua captação e tratamento, as águas naturais destinadas ao consumo humano a serem distribuídas as comunidades devem ser seguras do ponto de vista sanitário, ou seja, não devem ser prejudiciais à saúde do consumidor (BRASIL, 2011).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2019), um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos. Sendo assim, na captação, a água encontrada na natureza (rios, lagos, reservatórios) é retirada e direcionada à uma Estação de Tratamento de Água (ETA), onde são removidas impurezas para que a água se torne potável (SNIS, 2019). Sendo, portanto, realizados o tratamento da água nos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção (OLIVEIRA, 2019).

O tratamento da água consiste em melhorar suas características relacionadas à percepção sensorial, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano. As águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias, com exceção das águas de nascentes que, com uma simples proteção das cabeceiras e cloração, podem ser, muitas vezes, consumidas sem perigo. As águas de grandes rios, embora não satisfazendo pelo seu aspecto físico, podem ser relativamente satisfatórias sob os pontos de vista químico e bacteriológico, quando captadas ou colhidas em locais do rio menos sujeitos à contaminação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

O presente trabalho tem como objetivo analisar como ocorre o processo de colmatação em leitos filtrantes de fluxo descendente em estações de tratamento de água. E especificamente, descrever como funciona um sistema convencional de tratamento de água, identificar como ocorre o diagnóstico e monitoramento da colmatação nos leitos filtrantes, e propor soluções que podem ser adotadas para prevenir e solucionar problemas de colmatação nos leitos filtrantes.

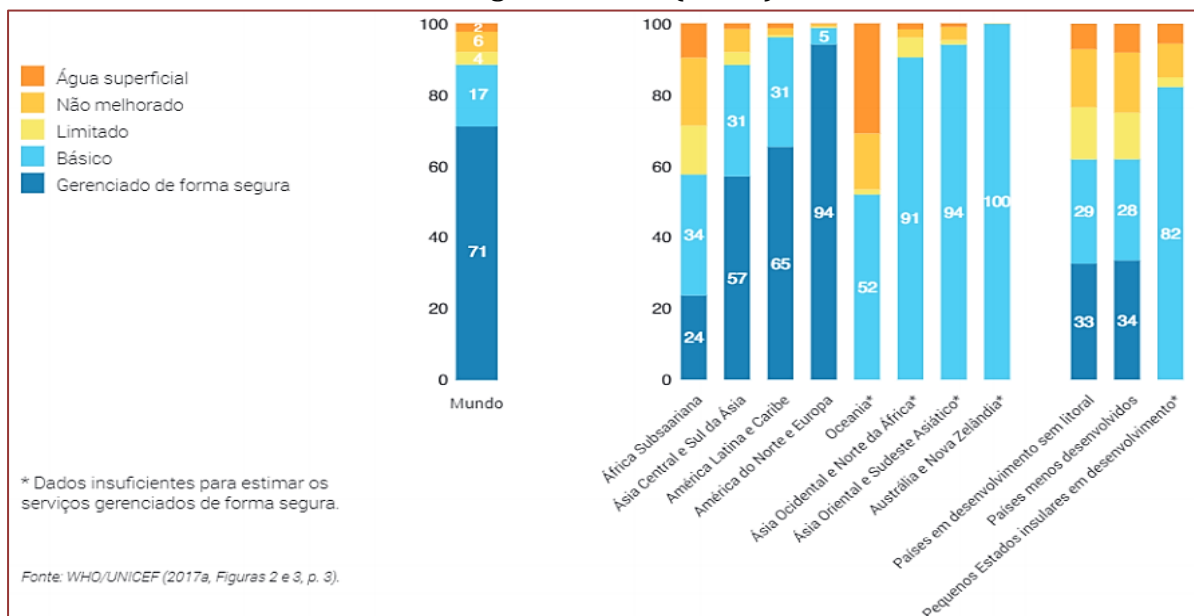
A estudo justifica-se pela relevância do tema para a comunidade acadêmica, sobretudo para os estudantes e profissionais de engenharia civil que atuam ou pretendem atuar no segmento de saneamento. Visto que, é fundamental compreender os processos de tratamento de água em Estações de Tratamento de Água (ETA).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PANORAMA MUNDIAL DE ÁGUA POTÁVEL

De acordo com as Nações Unidas (2019), somente no ano de 2015, 181 países já haviam atingido mais de 75% de cobertura abastecimento de água potável, e que pelo menos em termos de serviços básicos de água potável, entre 2000 e 2015, a proporção da população mundial que dispõe de pelo menos um serviço básico de água potável aumentou de 81% para 89%. Contudo, ainda no mesmo ano, cerca de três entre dez pessoas (2,1 bilhões de pessoas, ou 29% da população mundial) ainda não dispunham de um serviço de água potável gerenciado de forma segura, e 844 milhões de pessoas ainda não dispunham nem mesmo de um serviço básico de água potável (ONU, 2019).

Figura 01 – Cobertura da água potável nos âmbitos mundial e regional, 2015 (em %).



Fonte: Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2019.

Conforme a figura 01, que apresenta dados sobre a cobertura o gerenciamento seguro dos serviços de água potável, onde podemos destacar que “no mundo temos um índice de gerenciamento seguro destes serviços na ordem 71%, com destaque para a Europa e América do Norte com 94%, já na América Latina e Caribe 65%, enquanto que os níveis mais baixos localizam-se na África Subsaariana com 24%” (ONU, 2019).

Figura 02 – Cobertura da água potável nos âmbitos nacional e regional, 2014 (em %).



Fonte: Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SINIS-2014)

De acordo com o Sistema Nacional de Indicadores de Saneamento (SINIS) que nos apresenta na figura 2 a cobertura de água (% da população atendida) por região em 2014, onde a média no Brasil é de 83%, liderada pela região Sudeste com 91,7% e trazendo a região Norte com a menor cobertura num índice de 54,5%. A figura 02 nos informa ainda que apesar de termos no Brasil uma cobertura média 83% nos serviços de abastecimento de água, apenas 57,6% deste atendimento é satisfatório, enquanto que 37,6% tem o atendimento precário. Entendendo-se como atendimento precário: a intermitência prolongada, racionamento, água fora dos padrões de potabilidade, ausência de redes, perdas, etc. (SINIS, 2014).

2.2 SISTEMA CONVENCIONAL DE TRATAMENTO DE ÁGUA

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2019), um sistema de abastecimento de água pode ser entendido como o conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com objetivo de distribuir água potável para o consumo humano, bem como para o consumo industrial, comercial, dentre outros usos.

Sendo assim, o sistema de abastecimento de água convencional é composto por três etapas principais que garantem a disponibilidade de água potável para a população. Na captação, a água encontrada na natureza (rios, lagos, reservatórios) é retirada e direcionada à uma Estação de Tratamento de Água (ETA), onde são removidas impurezas para que a água se torne potável. A partir de então, a água pode seguir para as redes de distribuição, em que os consumidores são conectados por meio de ligações e recebem a água pronta para o consumo (SNIS, 2019).

Todavia, nas estações de tratamento de água, comumente chamadas de ETA, são locais em que realizam procedimentos de tratamentos necessários para que água, vinda das fontes naturais, se torne consumível e acessível. Sendo, portanto, realizados o tratamento da água nos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção (OLIVEIRA, 2019).

Figura 03 - Estação de Tratamento de Água (ETA)



Fonte: SABESP, 2010.

A figura 03 apresenta o esquema básico de uma estação de tratamento de água a partir do qual serão apresentadas as etapas do processo de tratamento de água em um sistema convencional, nos conduzindo assim ao entendimento da colmatação na medida em que entendemos o processo com um todo.

Conforme a figura 3, as etapas dos tratamentos da água são: (1) Bombeamento, (2) coagulação, (3) floculação, (4) decantação, (5) filtração, (6) desinfecção, (7-8) armazenamento em reservatórios e (9) distribuição. Nesse ensejo, descrevemos cada processo:

BOMBEAMENTO (1)

Trata-se da captação da água. Em que, a captação da água normalmente é feita em rios ou represas que possam suprir a demanda por água da população e das indústrias, há também a captação das águas superficiais, por meio de poços perfurados (trata brasil, 2019).

COAGULAÇÃO (2)

Este processo usado na maioria das estações de tratamento, envolve a aplicação de produtos químicos para a precipitação de compostos em solução e desestabilização de suspensões coloidais de partículas sólidas, que, de outra maneira, não poderiam ser removidas por sedimentação, flotação ou filtração. A coagulação e a floculação desempenham um papel dominante na cadeia de processos de tratamento de água, principalmente na preparação da decantação ou da flotação e, assim, na filtração que se segue. O sucesso dos outros processos depende, portanto, de uma coagulação bem-sucedida (RICHTER, 2009).

Contudo em uma acepção abrangente, coagulação é a alteração físico-química de partículas coloidais de uma água, caracterizada principalmente por cor e turbidez, produzindo partículas que possam ser removidas em seguida por um processo físico de separação, usualmente a sedimentação e posteriormente a filtração. A coagulação envolve inicialmente a mistura rápida de coagulantes químicos e em seguida a agitação

lenta para formação de flocos (RICHTER, 2009).

FLOCULAÇÃO (3)

É o processo de juntar partículas coaguladas ou desestabilizadas para formar maiores massas ou flocos, de modo a possibilitar sua separação por sedimentação, flotação e/ou filtração da água. Este é o processo o processo mais utilizado para a remoção de substâncias que produzem cor e turbidez na água (RICHTER, 2009).

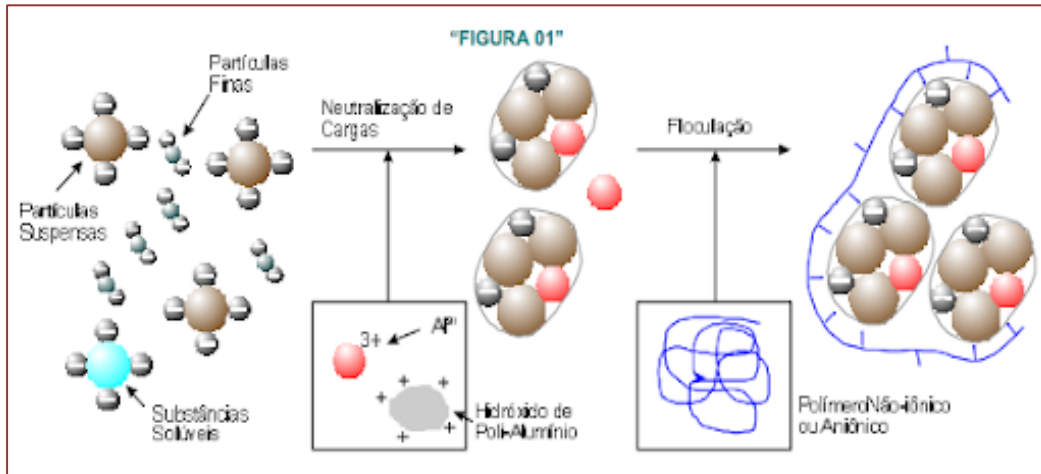
Segundo Libânio (2016), a floculação é uma das operações da clarificação que se constitui conjunto de fenômenos físicos, nos quais se tenciona em última instância reduzir o número de partículas suspensas e coloidais presentes na massa líquida. Para tal, fornecem-se condições, em termos de tempo e agitação normalmente em unidades ou módulos de mistura rápida, necessitando de tempo de detenção e gradiente de velocidade para que ocorram os choques entre as partículas anteriormente desestabilizadas pela ação do coagulante objetivando a formação dos flocos a serem posteriormente removidos por sedimentação/flotação ou, nas estações de filtração direta, nas próprias unidades de filtração. Nas estações convencionais de tratamento a aferição do êxito da floculação verifica-se na característica da água decantada, verificada normalmente pela medição de turbidez e em menor escala pela cor aparente.

Essa etapa do sistema de tratamento de água é fundamental para amenizar os efeitos negativos na etapa de filtração, pois no processo que se segue no esquema apresentado na figura 01, as partículas agora aglutinadas serão em sua maioria separadas da água de filtração por meio da decantação ou em alguns casos pela flotação. Nos tanques de floculação, os pequenos micros flocos aglutinam-se formando flocos, que, ao saírem dos tanques, devem ter tamanho e densidade adequados ao processo de remoção que segue: clarificação por sedimentação ou por flotação e/ou filtração. Ao contrário da sedimentação, nos processos de flotação e filtração direta não é desejável a formação de um floco volumoso. O processo de agregação é dependente da duração e da quantidade de energia aplicada (gradiente de velocidade). A energia aplicada para a floculação pode ser comunicada, como na mistura rápida, por meios hidráulicos, mecânicos e/ou pneumáticos, a diferença caracterizando-se pela intensidade, que, na floculação, é muito menor (RICHTER, 2009).

DECANTAÇÃO (4)

A etapa 4 está indicado o processo de decantação, também conhecido como sedimentação. Segundo Richter, a sedimentação é um processo físico que separa partículas sólidas em suspensão da água, e é um dos processos mais utilizados no tratamento da água. Está fundamentado na utilização da força da gravidade para fazer a separação das partículas de densidade superior à da água, depositando-as em uma superfície ou zona de armazenamento normalmente no fundo de um tanque ou módulo de decantação (RICHTER, 2009).

Normalmente, a água contém materiais finamente divididos, no estado coloidal ou em solução, que não podem ser removidos por sedimentação simples, sendo necessária a adição de coagulante para formar aglomerados ou flocos que sedimentam com maior facilidade (RICHTER, 2009). Conforme podemos visualizar na figura 4.

Figura 04- Processo de floculação com uso de polímeros

Fonte: Kurita, 2020.

De acordo com a figura 04, ainda no processo de floculação com uso de polímeros, a partícula desestabilizada em sua carga elétrica sendo atraída por outra partícula de carga oposta e o polímero age envolvendo estes flocos conferindo aos mesmos maiores massa e capacidade de sedimentação (LIBÂNIO, 2016).

A retirada de partículas não visíveis se dá realizada pela sedimentação das mesmas. A sedimentação de partículas em formato de flocos é normalmente chamada de decantação, e as unidades onde se realiza esse processo denominamos de tanques de decantação ou, simplesmente, decantadores (RICHTER, 2009).

FILTRAÇÃO (5)

A filtração é, provavelmente, o processo unitário mais importante na cadeia do tratamento da água, ficando atrás apenas da coágulo-floculação. Tradicionalmente os filtros são classificados em lentos e rápidos, diferenciados pela taxa com que trabalham e pelo método de limpeza. Os filtros rápidos operam a taxas superiores a 40 vezes a taxa com que operam os filtros lentos, e frequentemente limpos por lavagem a água a contracorrente, em uma operação rápida de limpeza (alguns minutos). Os filtros lentos são limpos com menor frequência, por remoção geralmente manual da camada superior do leito, onde se acumulam as impurezas, em operações que podem durar muitas horas (RICHTER, 2009).

Conforme Calijuri e Cunha (2013), a filtração consiste em fazer a água passar por substâncias porosas capazes de reter e remover algumas de suas impurezas. Como meio poroso, emprega-se em geral a areia sustentada por camadas de seixos, sob as quais existe um sistema de drenos. Acarretando a remoção de materiais em suspensão e substâncias coloidais e redução de bactérias presentes. A remoção de impurezas nesse processo é complexa e pode envolver mecanismos físico, químico e biológico.

Para Richter, a filtração é um processo físico-químico e, em alguns casos, biológico (filtros lentos) para a separação de impurezas em suspensão na água, mediante sua passagem por um meio poroso. Diversos materiais granulares podem ser usados como meio poroso. A areia é o mais comum, seguido do antracito, areia de granada, carvão ativado granular etc. O tamanho dos grãos e do vazio entre os grãos (poros) tem grande influência na remoção de matéria em suspensão pelo filtro e no seu

desempenho hidráulico (Richter, 2009).

DESINFECÇÃO (6)

A desinfecção ocorre no processo de adição de flúor, cloro e cal. Sendo que, para remover micro-organismos que possam causar doenças na população, é adicionado cloro a água no processo de desinfecção. Depois destinada a fluoretação, e ao final do processo, a correção do Ph da água com cal hidratada reduzindo sua corrosividade nas tubulações de distribuição (OLIVEIRA, 2019).

ARMAZENAMENTO EM RESERVATÓRIOS (7-8)

Depois de um longo caminho e de análises laboratoriais para atestar a qualidade da água, ela é levada até os pontos de uso pela rede de distribuição (OLIVEIRA, 2019). Seguindo para reservatórios posicionados estrategicamente, para atender as demandas dos bairros da cidade/região.

DISTRIBUIÇÃO (9)

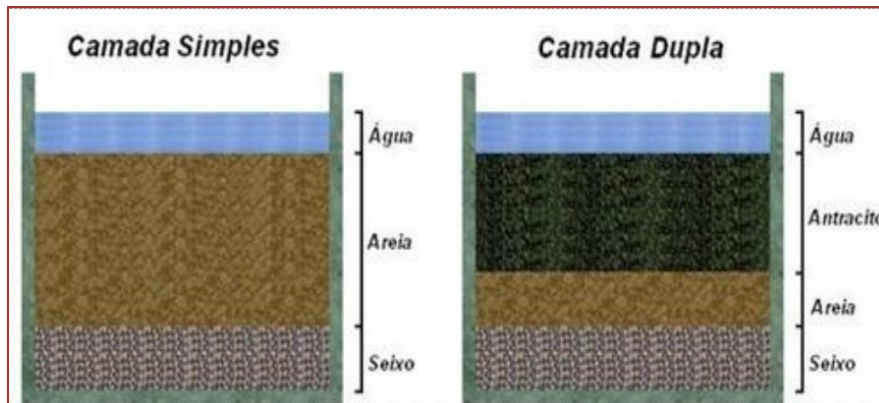
Trata-se da disposição da água ao consumidor final, a população de modo geral que tem acesso a água potável.

2.3 COLMATAÇÃO EM LEITOS FILTRANTES

Conforme Calijuri e Cunha (2013), a seleção das características do meio filtrante depende da qualidade da água bruta, da taxa de filtração adotada, da carga hidráulica disponível, das características da camada suporte e sistema de drenagem, da tecnologia de tratamento de água selecionada, da qualidade desejável do efluente, das experiências obtidas em ETA existentes e da realização de testes em instalação piloto.

Nesse contexto, os meios filtrantes comumente utilizados são: areia; antracito e areia (recomendado para unidades operam com taxas de filtração elevadas); e pedregulho (para tecnologias como dupla filtração). Logo, qualquer projeto de filtro requer o conhecimento das características do meio filtrante, portanto, ensaios de distribuição granulométrica devem ser realizados (NG, 2017).

Segundo Libânio (2016), os chamados filtros de camada dupla apresentam acima da camada suporte o mineral antracito que neste caso atua como principal meio filtrante. Nos casos de filtros de camada simples normalmente temos uma camada suporte composta de seixo com classificação granulométrica e o meio filtrante é composto por areia de filtração. Conforme podemos visualizar na figura 5.

Figura 5 - Composição básica dos leitos filtrantes de fluxo descendentes

Fonte: Orozco, 2015.

De acordo com a figura 5, temos a configuração dos filtros de camada simples e dupla. Sendo elas, a composição básica dos leitos filtrantes mais utilizados nos sistemas de tratamento do Brasil.

Contudo, os materiais filtrantes possuem tamanho, distribuição, diferentes formas, bem como peso específico e composição química. A disposição dos mesmos é relevante para um bom desempenho da filtração. Essas características precisam ser monitoradas. Os materiais filtrantes mais utilizados na construção de filtros são a areia e o antracito (LIBÂNIO, 2016).

De acordo com Ghisi (2016), no Brasil se utiliza um carvão com características de antracito ao qual se denomina usualmente de carvão antracitoso. Apesar disso, a atenção especial deve ser dada ao parâmetro dureza, já que uma menor resistência dos grãos aos efeitos abrasivos durante a lavagem dos filtros provoca problemas como perda de material fino durante a lavagem, passagem desse junto ao filtrado, redução da granulometria da camada.

Deste modo, o estudo do fenômeno da colmatção em leitos filtrantes requer um entendimento prévio das etapas existentes em um processo convencional de tratamento de água, cabendo agora apresentação de alguns conceitos importantes e vitais para o bom entendimento dos fatos e de como os eventos desencadeados em um processo de tratamento de água podem resultar na colmatção dos filtros. Assim é que o principal resultado da floculação, decantação e filtração das águas diz respeito à remoção de partículas e compostos coloidais causadores de turbidez, cor, sabor e odor, nas águas destinadas ao abastecimento público-privado (RICHTER E NETTO, 1991).

Contudo, a presença de algas e cianobactérias, na água bruta aduzida para estações de tratamento, podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatção dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção (BRASIL, 2014).

Para Calijuri e Cunha (2013), a colmatção é um fenômeno que ocorre nos leitos filtrantes em função de uma progressiva saturação do meio poroso pela ação da retenção das partículas em suspensão. Esta saturação pode ser superficial no caso de filtros lentos ou profunda como ocorre nos filtros rápidos. Neste caso o transpasse destas partículas podem avançar para as camadas fazendo com que os efluentes de filtração tenham as

mesmas características do afluente, ou seja, a água filtrada tem os mesmos valores de turbidez que a água decantada, tornando o processo de filtração ineficiente.

As tecnologias de tratamento de água que utilizam coagulação, floculação, decantação e flotação devem preferir a filtração por ação de profundidade porque são geradas carreiras de filtração mais longas. Na filtração por ação superficial, a remoção de impurezas é significativa no topo do meio filtrante, desta forma, a ação física de coar é o mecanismo de filtração mais importante (CALIJURI; CUNHA, 2013).

Segundo Freire (2018), a presença de algas e cianobactérias, na água bruta aduzida para estações de tratamento, podem causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção. Como consequência desses problemas operacionais, verifica-se, geralmente, a redução na eficiência dos processos de tratamento e o surgimento de problemas na água tratada associados à presença de algas, cianobactérias e seus subprodutos extracelulares.

Segundo Schälchli (1993) apud Soares e Pizzolatti (2020), o entupimento dos poros ou colmatação pode ocorrer através de três processos distintos:

Colmatação física (filtração de partículas em suspensão);

Colmatação biológica (acumulação de substâncias orgânicas e bactérias);

Colmatação química (reações químicas de precipitação).

Para Soares et al (2020), a colmatação causada por sedimentos finos em suspensão (colmatação física) é especialmente importante, devido a sua agressividade na redução da condutividade hidráulica do meio poroso. Na colmatação biológica os microrganismos mais abundantes são organismos eucarióticos, fungos, algas, protozoários, ciliados, além de diversos tipos de bactérias. Tais organismos são encontrados há poucos centímetros da superfície do sedimento do manancial superficial.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para fundamentação trata-se de pesquisa bibliográfica e exploratória, de cunho comparativo entre as soluções encontradas para os problemas derivados da colmatação em leitos filtrantes.

Para a Malheiros (2010), a pesquisa bibliográfica levanta o conhecimento disponível na área, possibilitando que o pesquisador conheça as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua contribuição para compreender ou explicar o seu problema objeto de investigação. Sendo ela, qualitativa e quantitativa.

A pesquisa qualitativa busca o direcionamento para o desenvolvimento de estudos que buscam respostas que possibilitam entender, descrever e interpretar fatos. Já a pesquisa quantitativa segue com rigor de estudo a um plano previamente estabelecido, com hipóteses e variáveis definidas pelo estudioso. Ela visa enumerar e medir eventos de forma objetiva e precisa (PROETTI, 2018).

Quanto a método comparativo é comumente abordado para estudos extensos, como também para estudos qualitativos e quantitativos, e admite explorar os dados de forma material, considerado uma experimentação indireta (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 107).

Sendo caracterizado como pesquisa exploratória, Gil (2010) têm como finalidade propor familiaridade com o problema, e assim, evidenciá-lo, proporcionando o aprimoramento de ideias, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Richter a filtração é, provavelmente, o processo unitário mais importante na cadeia do tratamento da água isto se deve ao fato que neste processo está a última barreira de remoção de partículas em suspensão (RICHTER, 2009). Contudo, a colmatação é um fenômeno que ocorre nos leitos filtrantes em função de uma progressiva saturação do meio poroso pela ação da retenção das partículas em suspensão (CALIJURI; CUNHA, 2013).

O estudo do fenômeno da colmatação em leitos filtrantes requer um entendimento prévio das etapas existentes em um processo convencional de tratamento de água, pois cada etapa tem seu papel na remoção das impurezas durante o tratamento, assim que desde o monitoramento da qualidade da água bruta, bem como ajuste no processo de coagulação, floculação e decantação devem ser verificados os parâmetros específicos em cada uma destas etapas (RICHTER; NETTO, 1991).

Segundo o Ministério da Saúde (2014), durante a filtração ocorrem os seguintes fenômenos:

- Ação mecânica de coar;
- Sedimentação de partículas sobre grãos de areia;
- Floculação de partículas, que estava em formação, pelo aumento da possibilidade de contato entre elas;
- Formação de partículas gelatinosas na areia, promovida por microorganismos que aí se desenvolvem também podem ocorrer pela excessiva dosagem de polímero na etapa de floculação ocasionando uma aceleração na impregnação de partículas no material granular dos leitos filtrantes.

Para Soares et al (2020), a colmatação física causada por sedimentos finos em suspensão é especialmente importante, devido a sua agressividade na redução da condutividade hidráulica do meio poroso, ou seja, ocorre uma obstrução dos vazios entre os grãos diminuindo sua porosidade. Podendo ainda ocorrer a colmatação biológica por microrganismos eucarióticos, fungos, algas, protozoários, ciliados, além de diversos tipos de bactérias. Tais organismos são encontrados há poucos centímetros da superfície do sedimento do manancial superficial. Desta forma que a análise físico-química periódica de amostras de material granular se faz necessária (SOARES ET AL, 2020).

Para estudo da colmatação em leitos filtrantes de fluxo descendente é necessário o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de tratamento de água, observando sobre tudo a qualidade da água bruta do manancial, bem como as características desta água em cada etapa do processo de tratamento.

O método para identificar a colmatção em leitos filtrantes passa pelo acompanhamento de todas as etapas do processo de tratamento uma vez que a filtração é a última etapa responsável pela remoção de partículas em suspensão na água.

Desta forma se faz necessário o monitoramento da carreira de filtração - que consiste no tempo de operação de um filtro entre lavagens, o monitoramento da expansão do leito filtrante - que consiste na verificação do deslocamento de material da camada filtrante durante a retrolavagem, o monitoramento da turbidez - que consiste na coleta e análise de amostras de água por meio de turbidímetro, o controle de dosagem de polímeros - que é a verificação da vazão de polímero no ponto de dosagem com auxílio de proveta graduada, a análise do material da camada filtrante - por meio de sondagem e análise de amostras observando as características do material granular.

Sendo assim, as soluções encontradas para os problemas de colmatção em leitos filtrantes são:

MONITORAMENTO DA CARREIRA DE FILTRAÇÃO:

De acordo com Michelan e Dalsasso (2015), consiste no tempo de operação de um filtro uma e outra lavagem com a vazão projetada. Para este monitoramento a coleta de dados sobre sua capacidade de filtração deverá ser realizada a intervalos predefinidos normalmente a cada uma ou duas horas nos canais de água filtrada e anotadas em planilha.

MONITORAMENTO DA EXPANSÃO DO LEITO FILTRANTE:

Este procedimento se dá pela instalação de um dispositivo no leito filtrante antes do processo de lavagem. Este dispositivo consiste na disposição de peneiras em intervalos conhecidos em uma régua metálica. Durante o processo de lavagem observa-se a quantidade, tipo e altura do deslocamento de material filtrante presente nas peneiras.

Assim sendo, a NBR 12216/92 estabelece a expansão do leito filtrante entre 20% a 30% e a velocidade de escoamento não deverá ser inferior a 60 cm/min. Segundo Azevedo devemos usar 80 cm/min (0,013 m/s) para obtermos uma lavagem satisfatória com 30% de expansão.

MONITORAMENTO DA TURBIDEZ:

De acordo com Barros (2019), o monitoramento da turbidez deve ser realizado principalmente nas etapas que antecedem a filtração podendo indicar a carga de material em suspensão que está sendo conduzida aos meios filtrantes. Excesso de turbidez na água decantada pode comprometer a carreira de filtração e acelerar o processo de colmatção. Para este monitoramento é necessário coleta de amostras de água e análise da Turbidez por meio de turbidímetro portátil e de bancada. Turbidez acima dos valores projetados para o processo pode indicar falha na etapa de coagulação-floculação.

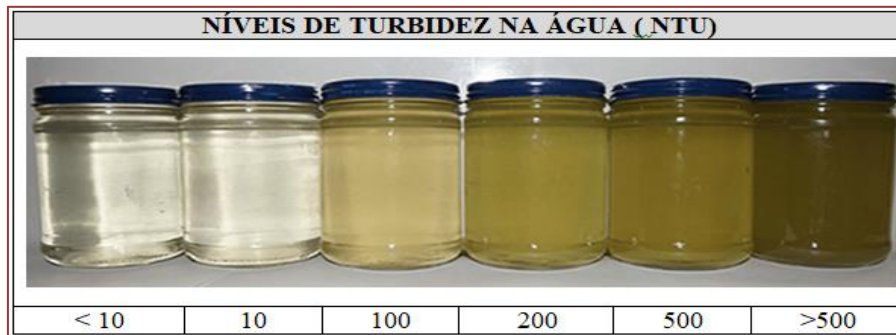
Deste modo, a turbidez das águas para filtração é um parâmetro muito importante a ser monitorado, pois é o principal indicador do aumento de partículas em suspensão. O aumento em níveis levados de turbidez pode indicar um problema nas etapas de coagulação e floculação necessitando de ajustes imediatos para retomada dos

níveis satisfatórios (LIBÂNIO, 2016).

Assim, a turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas). A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erosivos, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo (BRASIL, 2014).

O monitoramento da turbidez no processo de decantação deve ser uma rotina na operação de estações de tratamento de água. O efeito de elevados níveis deste parâmetro pode sobrecarregar os filtros reduzindo sua taxa de filtração e por consequência sua carreira de filtração. Usualmente os níveis adequados de água para filtração variam entre 2,5 a 5,0 NTU's dependendo da configuração de cada sistema, conforme pode-se visualizar na figura 6.

Figura 06 – Níveis de turbidez na água



Fonte: Digital Water, 2018.

A figura 06 ilustra os níveis de turbidez das águas no processo de tratamento. Desta forma, o resultado deste processo é uma diminuição da condutividade hidráulica destas partículas nos processos de retro lavagem acarretando aumento significativo nos custos de produção em função da redução da capacidade de produção e aumento das perdas em função da redução da carreira de filtração e consequente aumento de lavagem dos filtros, impactando ainda no consumo de produtos químicos e consumo de energia elétrica, uma vez que no processo de lavagem utiliza-se água do processo como vimos anteriormente.

CONTROLE DE DOSAGEM DE POLÍMEROS:

De acordo com Vecchia (2012), o uso de polímero como coadjuvante no processo de floculação deve ser controlado. Os dosadores automáticos devem ser constantemente monitorados, bem como a vazão da dosagem. Tal procedimento consiste na verificação da vazão de polímero no ponto de dosagem dos decantadores e em locais de medição pré definidos após os misturadores. Com uso de uma proveta graduada coleta-se um volume de polímero em um tempo determinado verificando a vazão.

ANÁLISE DO MATERIAL DA CAMADA FILTRANTE:

Para análise do material é necessária a coleta de amostras do mesmo do leito filtrante a ser estudado observando as características do material granular atentando para sua esfericidade, densidade e possíveis incrustações, bem como a presença de algas (SALCEDO ET AL, 2011). Para realização deste procedimento deverá ser utilizado trado para coleta de amostra, densímetro, balança analítica, estufa e eventualmente microscópio eletrônico.

Portanto, é necessário que se tenha uma investigação de todos os fenômenos citados em uma estação de tratamento de água, pois todos os fatores relacionados estão diretamente ligados à rotina de operação de uma estação de tratamento e estrutura de laboratório apropriada para análise dos fatos.

5 CONCLUSÃO

Percebeu-se que com um tempo as Estações de Tratamento de Água no seu processo de filtração desenvolvem a colmatção do filtro, ou seja, entupimento dos poros impedindo a infiltração. Nesse contexto, ocorre diversos problemas, tais como, o aumento da perda de carga, retardando e dificultando o processo de tratamento.

Logo, recomenda-se estudo sobre a oxidação de matéria orgânica impregnada nos grãos do meio filtrante, análise da uniformidade dos leitos filtrantes, avaliação da geometria dos grãos do antracito nos filtros de camada dupla. Além disso, é viável uma revisão periódica dos sistemas de dosagem de polímeros evitando assim dosagens excessivas o que pode causar aceleração da colmatção por impregnação e até mesmo a plastificação do leito filtrante.

Na prática, o efeito da colmatção demonstra uma redução da capacidade específica da estação de tratamento de água. Visto que, uma vez que ocorre a colmatção nos leitos filtrantes, o processo de filtração torna-se mais lento e os efeitos a qualidade da água são notados devido ao aumento efetivo da turbidez. Além disso, outro efeito negativo é a redução da capacidade de filtração, diminuindo a vazão de saída da estação de tratamento ou até mesmo causando a interrupção do abastecimento de água na região em que está localizada a ETA.

Para que tais fatores não ocorram, sugere-se a inserção de manutenção corretiva, que induz a antecipação de ocorrências derivadas da colmatção. Contudo, as ações preventivas são possíveis por meio do constante monitoramento de todas as etapas do processo e um minucioso estudo hidráulico do meio filtrante e dos materiais que o constituem.

Deste modo, espera-se que o correto diagnóstico ocorra principalmente pela gestão e controle dos indicadores do processo de tratamento da água, pois as ações de mitigação da colmatção dever ser rápidas evitando o colapso dos leitos filtrantes permitindo a passagem de micro organismos presentes na água, bem como material particulado, causando uma sobrecarga no processo de cloração tornando-o ineficiente, podendo sua ação bacteriológica ser insuficiente para a demanda podendo acarretar na distribuição de água fora dos padrões podendo causar sérios problemas de saúde junto ao consumidor.

Portanto, como modo de evitar o surgimento de problemas derivados da colmatção dos leitos filtrantes, recomenda-se a avaliação e manutenção dos sistemas hidráulicos de lavagem como válvulas, bicos difusores e nível de água nos reservatórios

de lavagem. Uma vez, que estes podem ocasionar perdas de pressão durante a lavagem e consequente falta de expansão do leito filtrante.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12216: Projeto de estação e tratamento de água para abastecimento público. ABNT. Rio de Janeiro: 1992.

BARROS, Thais Cavalcante de. Avaliação da remoção de turbidez em filtros do tipo rápido de fluxo descendente sob diferentes concentrações de pré-cloração. Universidade Federal de Alagoas. Delmiro Gouveia, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Elsevier. Rio de Janeiro, 2013.

FREIRE, Romero Correia. Tratabilidade de águas eutrofizadas dos mananciais da bacia do Rio Capibaribe-PE. Instituto Federal de Educação Tecnológica do Ceará. Fortaleza, 2018.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIZI, Diego Brunelli. Proposta de um modelo de projeto de filtro rápido bifluxo para tratamento de água de abastecimento. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de Metodologia Científica. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Editora Átomo, 4ª ed - Campinas, SP: 2016.

MALHEIROS, Márcia Rita Trindade Leite. Pesquisa na Graduação. Portal Prof Willian, 2010. Disponível em: <http://www.profwillian.com/_diversos/download/prof/marciarita/pesquisa_na_graduacao.pdf>. Acessado em: 08 dez 2020.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Sustentabilidade da Natureza. volume 3, página 80, 2019.

MICHELAN, D. C. G. S.; DALSSASSO, R. L.; SENS; M. L. Comparação da duração da carreira de filtração entre filtro lento com limpeza convencional e retrolavável. Scientia Plena, v.11, n.1, 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.

Acesso em: 15 nov 2020.

NG, Man Cheng. Produção de água em ETA com alteração da carreira de filtração. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, RN, 2017.

OLIVEIRA, Patrícia Azevedo de. Projeto Estação de Tratamento de Água. Faculdades Metropolitanas Unidas. São Paulo, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. ONU/OPAS, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276_por>. Acesso em 08 dez 2020.

PAGLIUSO, A. T. (org.). Conceitos fundamentais da excelência em gestão. São Paulo: Fundação Nacional da Qualidade. Stilgraf, 2006. Disponível em: <http://www.fnq.org.br/Portals/_FNQ/Documents/ebook-ConceitosFundamentais.pdf>. Acesso em: 8 dez 2020.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. UNIFAI, 2018.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. Tratamento de água: tecnologia atualizada. São Paulo: E. Blücher, 1991.

RICHTER, Carlos A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. Blucher. São Paulo, 2009.

SABESP. Tratamento de água. Companhia Paulista de Saneamento. Sabesp, 2010.

SALCEDO, J. C.; TESTEZLAF, R. MESQUITA, M. Processo da retrolavagem em filtros de areia usados na irrigação localizada. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.31, n.6, p.1226-1237, nov./dez. 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Componentes do SNIS. Ministério do Desenvolvimento Regional do Brasil. SNIS, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/componentes/menu-snis-componente-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 15 nov 2020.

SOARES, Marcus; PIZZOLATTI, Bruno Segalla. Estudo do Efeito da Colmatação sobre a Condutividade Hidráulica, Porosidade Total e Remoção da Turbidez Utilizando Diferentes Meios Filtrantes, como Apoio à Implementação da Técnica da Filtração em Margem. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v.43, n.1. Santa Maria, 2020.

SOARES, Marcus; PIZZOLATTI, Bruno Segalla; SENS, Maurício Luiz. Estudo Hidrogeológico Preliminar para a Avaliação do Potencial de Colmatação do Sedimento das Margens da Lagoa do Peri e do Canal Sangradouro – Florianópolis – Santa Catarina – para a Implantação da Técnica da Filtração em Margem. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v.42, n.4. UFRJ, 2019.

TRATA BRASIL. Saneamento – Principais Estatísticas. Organização Trata Brasil, 2019. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em: 15 nov 2020.

VECCHIA, Paula Dalla. Tratamento de água residuária oriunda do processo de lapidação e polimento de vidro. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Pato Branco, 2012.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

