

REVISTA eduUCA

REVISTA MULTIDISCIPLINAR DA FACULDADE CATÓLICA PAULISTA

V.1 N.1 Dezembro de 2018

ISSN 2674-8460



FACULDADE
CATÓLICA
PAULISTA | EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

R454 REVISTA EDUCA - Revista Multidisciplinar da Faculdade Católica Paulista [recurso eletrônico] / [Editora chefe] Ausra Marão – Vol. 1, n. 1 (dez. 2018) - Marília, SP: Editora Faculdade Católica Paulista, 2018

145 p.

Trimestral

Modo de acesso:

<<https://revista.uca.edu.br/index.php/EDUCA/issue/view/3/DEZEMBRO>>

ISSN: 2674-8460 (on-line)

1. Engenharia civil. 2. Construção civil. 3. Concreto.

CDD: 620

Aline de Deus Ferreira- Bibliotecária CRB- 8/10195

Os Conceitos emitidos nesta revista são de inteira responsabilidade dos autores.

É proibida a reprodução total ou mesmo parcial desta obra sem prévia autorização dos autores.

SUMÁRIO

- 4 A INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA BIM PARA OTIMIZAR A GESTÃO DE PROJETOS**
Bruna Cassiana de Souza, Dilene Lopes, Ausra Marão
- 22 SISTEMA DE CANAL DE DESCARGA SUBTERRÂNEA COMO ACELERADOR DE ESCOAMENTO DE ENCHENTES**
Suelen Yoshida, Karla Daniele Santos Aguiar, Emilio Carlos Prandi, Pedro Lifter Rodrigues Prandi
- 39 O EMBATE TECNOLÓGICO ENTRE O TOPÓGRAFO E VANT'S/DRONES AERONAVES NÃO TRIPULADAS**
Rodrigo Pereira, Diego Cavalcante de Souza, Agnes Silva de Araújo
- 56 A IMPORTÂNCIA DO USO DO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL: FATORES QUE INTERVÊM NO USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL NAS OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE MARÍLIA-SP**
Danilo Elias Jorge do Nascimento, Leonardo Lucas da Silva Paganini, Bruno Peres Moitinho
- 71 O CONCRETO DE ALTA DENSIDADE PARA BLINDAGEM DE RADIAÇÃO**
Mateus Henrique Simão, Ausra Marão
- 88 O ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETO: UMA ANÁLISE SOBRE O NÍVEL DE MATURIDADE NAS CONSTRUTORAS EM MARÍLIA-SP**
Daniele da Silva Aoyama, Julio Luiz Seabra de Barros, Carlos Francisco Bitencourt Jorge, Alessandro Tieghi de Sene
- 111 PROPOSTA DE NÚCLEO HABITACIONAL EXECUTADO EM CONTAINERS**
Flavio Rocha Muniz, Igor Viana Golim, Guilherme Sasson Goldberg
- 127 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, ARMAZENAMENTO E USO PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM RESIDÊNCIAS**
Yann Anderson Tedesco Aguilar, Ana Patricia Aranha de Castro

PALAVRA DO EDITOR

É com imensa alegria e orgulho que disponibilizamos ao público leitor nossa primeira edição trimestral online da Revista EDUCA - Revista Multidisciplinar da Faculdade Católica Paulista.

Nosso objetivo é divulgar resultados de pesquisas de diversas áreas do conhecimento a fim de contribuir para o desenvolvimento de estudos em C&T e difundir o diálogo intelectual entre pesquisadores, profissionais e estudantes que atuam em diferentes regiões do país.

Diante disso, apresentamos nossa primeira edição da Revista EDUCA em que consta resultados de trabalhos feitos em esforço conjunto de alunos, professores e coordenadores.

Em nome da Revista EDUCA gostaríamos de agradecer a todos que contribuíram para a efetivação da nossa primeira edição!

Boa leitura!

Profa. Dra. Ausra Marão
Editora Chefe da Revista EDUCA

CONSELHO EDITORIAL

Ausra Marão
Camila Araújo dos Santos
Lucas Pauli Simoes
Ana Patrícia Aranha de Castro
Rodrigo Maia de Oliveira
Ricardo Zanni Mendes da Silveira
Caio Prestupa Malta Rolim

EDITORA CHEFE

Ausra Marão

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DE TEXTOS

Camila Araújo dos Santos

PROGRAMAÇÃO VISUAL E PROJETO GRÁFICO

Ausra Marão

COPYRIGHT

Revista EDUCA - Revista Multidisciplinar
da Faculdade Católica Paulista
ISSN 2674-8460
Faculdade Católica Paulista
(Dezembro, 2018) - Marília, SP

Publicação trimestral e multidisciplinar
vinculada à Faculdade Católica Paulista.

Os artigos assinados são de responsabilidade
exclusiva dos autores e não expressam,
necessariamente, a opinião do Conselho
Editorial.

É permitida a reprodução total ou parcial dos
artigos desta revista, desde que citada a fonte.



A INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA BIM PARA OTIMIZAR A GESTÃO DE PROJETOS

Bruna Cassiana de Souza ¹

Dilene Lopes ²

Ausra Marão ³

RESUMO: Os benefícios da introdução da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção) para o ciclo de vida do projeto podem ser observados através da análise criteriosa do modelo convencional de gerenciamento de projetos e do modelo incorporado com a ferramenta BIM. Com origem em 1980, a tecnologia BIM permite que os dados de um projeto sejam armazenados e compartilhados através de um único modelo que permite acesso remoto aos envolvidos no desenvolvimento do projeto, proporcionando atualização contínua e facilidade de acesso à informação. A globalização e a competitividade do mercado, tendo em vista a crise financeira que o ramo da construção sofreu nos últimos anos, vêm exigindo do gestor de projetos o constante aperfeiçoamento, e nesse contexto, a tecnológica BIM aparece como uma possibilidade de mitigar desperdícios. Visto a importância deste tema que aborda a introdução da tecnologia BIM para modernização dos processos de elaboração e execução de projetos, que em geral, geram desperdício material e humano, o que dificulta ao gestor alcançar as metas definidas e garantir os prazos já determinados em cronograma de execução. Este artigo vislumbra uma possibilidade de gestão otimizada e com integração de processos, que possibilite ao profissional da Engenharia Civil, uma tomada de decisão rápida e eficiente, com ferramentas que organizem e tornem a execução de projetos mais produtiva.

Palavras – chave: BIM. Gerenciamento. Obras. Tecnologia.

ABSTRACT: The benefits of introducing BIM (Building Information Modeling) technology into the project lifecycle can be seen through the conventional benchmarking of project management and the built-in model with the BIM tool. With its origins in 1980, BIM technology allows the data of a project to be stored and shared through a single model that allows remote access to those involved in project development, providing continuous updating and easy access to information. Globalization and the competitiveness of the market, in view of the financial crisis that the construction industry has suffered in recent years, have required the project manager to constantly improve, and in this context, BIM technology appears as a possibility to mitigate waste. Given the importance of this topic, which addresses the introduction of BIM technology for the modernization of project preparation and execution processes, which generally generate material and human waste, which makes it difficult for the manager to achieve the defined goals and to guarantee the deadlines already set in schedule of execution. This article envisages a possibility of optimized management and with integration of

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: brunacassiana@hotmail.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: dilenelps@hotmail.com

³ Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Bacharelado e Mestrado em Física Aplicada e Doutora em Engenharia Nuclear. e-mail: ausra.marao@uca.edu.br

processes, which allows Civil Engineering professional, a fast and efficient decision making, with tools that organize and make project execution more productive.

Keywords: BIM. Management. Construction. Technology

1 INTRODUÇÃO

O setor de construção civil vem passando por uma reestruturação produtiva, mas ainda enfrenta os desafios dos desperdícios gerados pela falta de planejamento e dificuldades no controle de obras. A falta de gerenciamento traz como consequência a falta de controle nas atividades desenvolvidas, afetando a qualidade do projeto e interferindo nos prazos e custos previstos, culminando na dificuldade de compatibilização dos projetos e na ineficaz capacidade de gerir os conflitos que frequentemente influenciam na obra.

Estudar as metodologias dos processos para elaboração e execução de projeto é o embasamento necessário para se entender as dificuldades da gestão humana e material no ambiente de obra, e também da melhoria da qualidade da informação através da aplicação da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção).

A problemática de uma administração enxuta da obra, reitera a necessidade de buscar e proporcionar ao gestor ferramentas para otimização de processos e tomadas de decisão, na indústria da arquitetura, engenharia e da construção civil.

A globalização proporciona a ilusão de fácil acesso à informação, porém a qualidade da informação recebida vai depender do veículo utilizado para movimentar essa informação sem distorcer os resultados, como na brincadeira popular telefone sem fio, onde a frase dita pelo primeiro integrante do círculo de informação chega ao último de forma distorcida, em função disto é visto em tecnologias e metodologias como a BIM uma importante ferramenta para transmitir a informação com qualidade a todos os envolvidos no projeto.

A ferramenta BIM evidencia a melhoria nos métodos de trabalho, proporcionando a integração dos projetos em uma interface capaz de administrar desde a concepção do projeto, a gestão da obra e ainda contempla o pós-obra, isto é, fase de manutenção predial. Sua plataforma, através da parametrização e da interoperabilidade, permite o envolvimento de distintos intervenientes.

Os processos de produção e gestão da informação são aperfeiçoados pela ferramenta BIM, que introduz o trabalho simultâneo entre os profissionais, inovando na manipulação da informação, propiciando agilidade nos processos. Destacando-se pela minimização de riscos, facilidade de gerenciamento, tornando-se um elemento estratégico.

Visando a complexidade da gestão de obras e de acordo com a necessidade atual do mercado de aprimoramento do perfil do gestor de projetos, a partir da crise financeira que o ramo da construção sofreu nos últimos anos, a introdução da tecnologia BIM, demonstra sua fundamental importância no gerenciamento de obras.

O objetivo desta pesquisa científica foi analisar os benefícios da utilização do BIM com a finalidade de demonstrar para o profissional da construção civil uma importante vantagem competitiva de mercado, baseada na modelagem das informações inerentes a um projeto, construindo um eficiente planejamento e controle de obras. Desta forma, este trabalho propõe, identificar a problemática dos prejuízos gerados durante a execução de obras e apresentar a tecnologia adequada ao gestor, para integração das informações, organização no canteiro de obras, acompanhamento do ciclo de vida da obra e, conseqüentemente, proporcione agilidade e eficiência, além de evitar erros comuns. Portanto, busca-se utilizar a tecnologia BIM para elaborar metodologias eficientes no gerenciamento de projetos, que auxiliem o gestor mitigar os desperdícios no planejamento e na execução de projetos.

A metodologia adotada buscou por meio de revisão bibliográfica, pesquisas em artigos científicos, teses e dissertações e busca em ambiente da *Internet*, definições dos conceitos sobre a tecnologia BIM aplicada para otimização da gestão de projetos, atendendo aos componentes da restrição tripla.

2 BUILDING INFORMATION MODELING

A necessidade da construção civil em desenvolver controle e planejamento de obras se tornou vital na indústria da construção civil, desta forma, busca-se por inovações tecnológicas que proporcione melhorias na integração de informações. A tecnologia BIM “*Building Information Modeling*”, conhecida como Modelagem da Informação da Construção, pode ser definida como “representação virtual das características físicas e funcionais de uma edificação, por todo o seu ciclo de vida, servindo como um repositório compartilhado de informações para colaboração” (KASSEM; AMORIM, 2015, p. 19).

Segundo Menezes (2011), a plataforma permite a elaboração de modelo virtual preciso, que promove a integração simultânea de arquitetos, engenheiros e construtores, gerando uma base de dados que permita resultados como orçamentos, cálculos energéticos, fases da construção, entre outras atividades. Apresenta grande impacto no desenvolvimento do projeto e, conseqüentemente na execução, conforme relatado:

BIM é uma mudança de paradigma. Pela automação parcial do detalhamento de modelos de uma edificação no nível da construção, o BIM redistribui a concentração de esforços, dando mais ênfase à fase de concepção do projeto. Outros benefícios

diretos incluem métodos simples que garantam a consistência entre todos os desenhos e relatório, a automatização da análise de interferência espacial, o fornecimento de uma base poderosa para interface entre aplicações de análise/simulação/custos, e os avanços na visualização em todas as escalas e fases do empreendimento (EASTMAN et al., 2014, p.148).

O conceito de modelagem da informação, conforme relata Menezes (2011), surgiu através de trabalhos acadêmicos de pesquisa, que envolvem o conceito que define o BIM, sendo desenvolvido pelo norte-americano Chuck Eastman, durante a década de 1970 no Reino Unido, e obteve maior abordagem no início de 1980 nos Estados Unidos. Ao longo dos anos desenvolveu as terminologias e implantações comerciais, contribuindo com as empresas de *software*.

A inserção do BIM, em outros países, ocorre por incentivo do governo, através de programas de capacitação, treinamento profissional e até adoção nas licitações públicas. Nos Estados Unidos, por exemplo, foi decretado que novos edifícios públicos fossem projetados através da plataforma BIM, já a União Européia tem parceria estratégica com o Brasil para intercâmbio (KASSEM; AMORIM, 2015).

A busca por inovações tecnológicas para a gestão de projetos no ramo da construção civil é justificada pela necessidade de visualizar de forma mais realista os projetos, o que moderniza a forma de projetar e alcança de forma mais efetiva o custo/benefício de um empreendimento, trabalhando com as três áreas para atingir a qualidade do produto: prazo, custo e escopo. Afinal o mercado exige prazos e orçamentos alinhados com um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra.

A tecnologia predominante de projetos dos anos 90 e 2000 é o uso de programas CAD para realização de quase todos os projetos de uma edificação. Essa tecnologia é baseada em plantas de projeto 2D, desde o projeto arquitetônico até o projeto executivo, passando pelos projetos da instalação hidráulica, instalação elétrica, estrutural, etc. Esse tipo de tecnologia apresenta alguns problemas, como por exemplo: uma mudança de uma porta pode significar a refazer algumas plantas do projeto; muitas vezes um projeto de instalações pode entrar em conflito com o projeto estrutural; o orçamento e planejamento da obra fica a cargo de uma equipe que tem de imaginar o modelo 3D para realização do levantamento dos quantitativos e das etapas da construção; perda de projetos originais quando de uma reforma; e muitos outros problemas que surgem durante a construção da obra. Como o objetivo de resolver os problemas citados, entre muitos outros, durante a construção, foram desenvolvidas novas tecnologias (BAIA, 2015, pag. 1).

A plataforma BIM vai além da criação de desenhos, através das modelagens BIM 3D, 4D, 5D e 6D, constitui um modelo virtual, abrangendo os campos da arquitetura, engenharia e construção. Segundo Mattos (2014) a modelagem 3D proporciona, num ambiente virtual, o posicionamento espacial do projeto, contemplando os elementos em três dimensões. Trabalhando com uma modelagem 4D, os elementos gráficos são associados ao cronograma de obras, proporcionando o acompanhamento físico da construção e a simulação virtual da obra. A modelagem em 5D faz o acompanhamento

financeiro da obra, pois atribui a dimensão custo à modelagem tridimensional. O BIM 6D, faz o acompanhamento do ciclo de vida da construção, controlando garantia, manutenções, custos de operações, entre outros. Apesar de poucos autores comentarem sobre o BIM 7D, este é apresentado como a parte sustentável da obra.

Segue abaixo a definição segundo Bonenberg e Wei (2015) do que é a modelagem BIM 7D:

BIM 7D consiste em uma etapa responsável pela análise de consumo da edificação, fornecendo estimativas de energia mais completadas e precisas no início do processo de projeto. Este processo, permite a medição e verificação durante a construção e obtenção de melhor desempenho de sistemas e instalações. É nessa etapa que se pode agregar sistemas alternativos e sustentáveis como energia eólica, energia solar, numa linha de concepção de Green Building, apresentando resultados os quais o viabilize para certificações do tipo Leed, NetZero etc. passando a ser chamado por alguns autores de GreenBIM.

A parametrização é um conceito essencial na aplicação do BIM, Rosso (2011) explica que “a grande diferença entre um software de modelagem 3D e um *software* BIM, portanto, é a sua capacidade de gerar objetos paramétricos”.

O desenvolvimento de parâmetros ajuda na integração de uma base de dados que poderá ser utilizada de modelo para novos projetos, sendo aperfeiçoada de acordo com a necessidade da obra, pois cada objeto é criado de forma diferente e possui associações que permite um comportamento próprio, isto é, simulando a funcionalidade real.

Desta forma, um *software* munido de informações desencadeia parametrizações que podem ser definidas como:

Consistem em definições geométricas e dados e regras associados. A geometria é integrada de maneira não redundante e não permite inconsistências. As regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificações são feitas em objetos associados. Os objetos podem ser definidos em diferentes níveis de agregação, então podemos definir uma parede, assim como seus respectivos componentes. Os objetos podem ser definidos e gerenciados em qualquer número de níveis hierárquicos. As regras dos objetos podem identificar quando determinada modificação viola a viabilidade do objeto no que diz respeito a tamanho, construtibilidade, etc. Os objetos têm habilidade de vincular-se a ou receber, divulgar ou exportar conjuntos de atributos, por exemplo, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia, etc. para outras aplicações e modelos (EASTMAN et al., 2014, p.14).

A parametrização dos objetos permite a alteração automática conforme definições do usuário, e deve haver afinidade entre os agentes envolvidos, para que as informações paramétricas gerem confiabilidade e sejam mais precisas para simulação do modelo, desta forma, proporcionando uma interface para análise, estimativa de custos e controle (GRUPO TÉCNICO BIM, 2013). A inserção de

dados no objeto parametrizado, através da modelagem BIM, permite também a atualização automática dos dados quantitativos e qualitativos da obra.

Através da modelagem BIM, Eastman et al. (2014), explica que cada instância do objeto da construção é definida somente uma vez, podendo extrair desenhos, relatórios e conjunto de dados, reduzindo significativamente os erros de projeto.

A plataforma BIM permite a integração das informações, produzindo além do desenho 3D, parâmetros geométricos complexos que interagem com dados e a participação de diferentes usuários. Portanto, outro aspecto importante, é a interoperabilidade, que é a comunicação entre dois ou mais sistemas de forma confiável. Andrade e Ruschel (2009, p.80) salientam que há uma necessidade de desenvolvimento para utilização de todo potencial da plataforma BIM e ainda destacam:

Se existe uma boa interoperabilidade se elimina a necessidade de réplica de dados de entrada, que já tenham sido gerados, e facilita, de forma automatizada e sem obstáculos, o fluxo de trabalho entre diferentes aplicativos, durante o processo de projeto. Para que se tenha uma boa interoperabilidade é de fundamental importância a implementação de um padrão de protocolo internacional de trocas de dados nos aplicativos e nos processos de projeto.

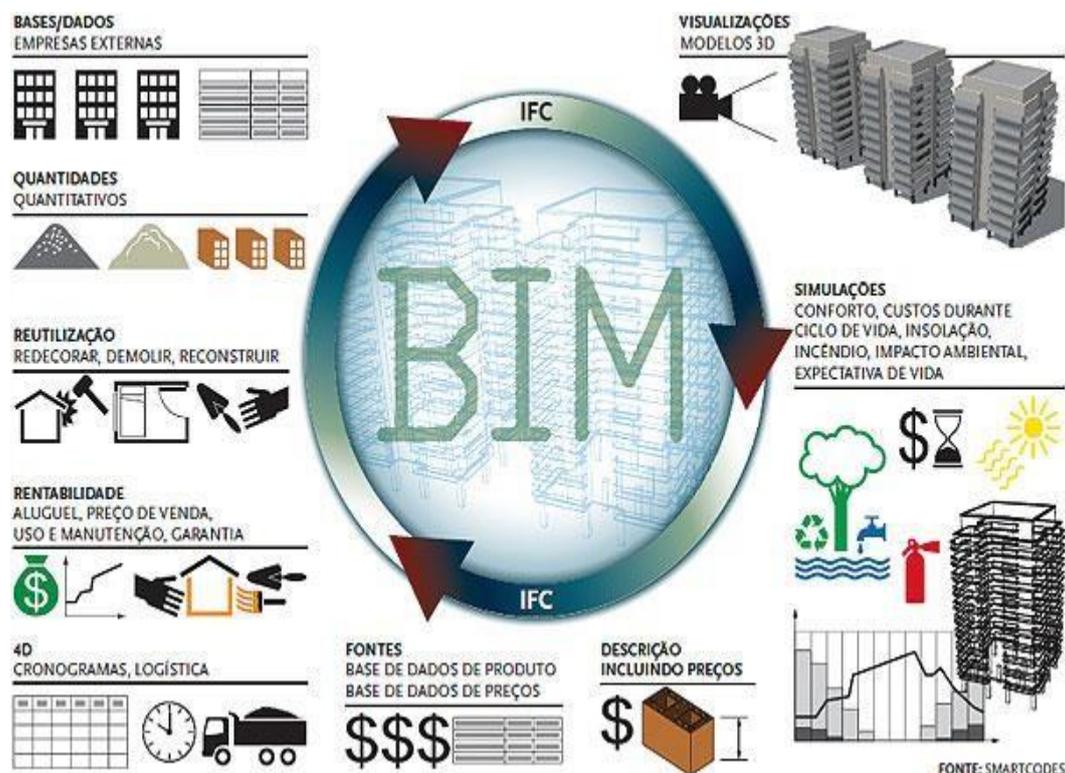
Eastman et al (2014, p.65) aponta que “a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão”. E ainda esclarece que para criação e edição de projetos, as interfaces devem ser abertas permitindo a importação e exportação de dados. Para isso utilizam-se padronizações que possam proporcionar um modelo mecânico de interoperabilidade, exemplificando: IFC (*Industry Foundation Classes*), que é um *software* livre, não proprietário, que fornece um modelo de dados baseado em objetos, sendo o protocolo mais utilizado para troca de dados do edifício (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Seguindo a definição de Kassem e Amorim (2015), os *softwares* que trabalham com modelo BIM, desenvolvem projetos associados à parametrização e um conjunto de sistemas interoperáveis. Os modelos parametrizados permitem alterações dinâmicas no projeto, permitindo que seja considerado um desenho “inteligente”, pois toda alteração ou atribuições realizadas pelo projetista são salvas e repassadas a toda equipe.

Já Eastman et al. (2014) define a plataforma como “um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital”, isto é, uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados, permitindo a comunicação e análise do modelo, através do armazenamento dessas informações em um banco de dados. Tais informações que contemplam dados da construção, materiais, fabricação, insumos etc., contribuem para o gerenciamento e acompanhamento do projeto e do ciclo de vida da construção, abordando as edificações de forma cíclica. Este modelo virtual

contribui para aperfeiçoamento dos recursos, redução de desperdícios, gerenciamento da documentação técnica e facilitando a comunicação entre os envolvidos no processo construtivo.

Figura 1 – Interoperabilidade



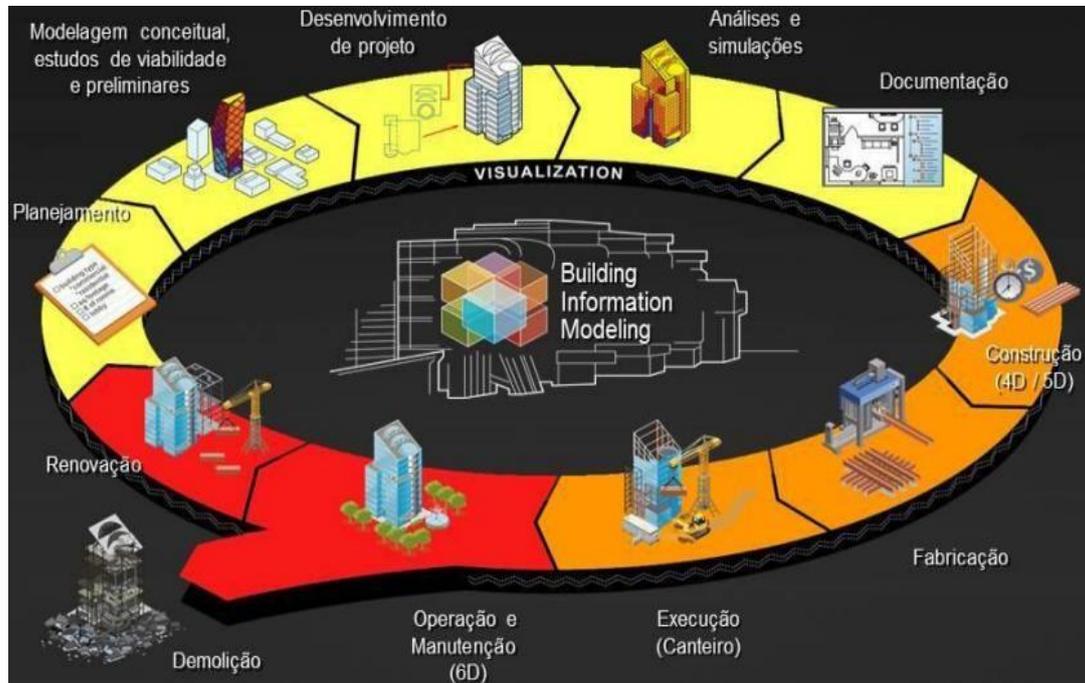
Fonte: Rosso (2011)

Baia (2015, p.2) explica que o ciclo de vida de uma construção é modelado pelas funções do BIM, auxiliando no projeto em cada fase do processo, iniciando com o planejamento da construção, na sequência é realizado o estudo de viabilidade da obra, que proporciona a geração do modelo virtual. Com a definição do modelo é desenvolvido o modelo BIM 3D, neste momento é empregado todas as informações da construção. No BIM 4D é desenvolvido o planejamento e no BIM 5D é atribuído o custo da obra. O BIM 6D acompanha a operacionalidade do prédio, conforme demonstrado na Figura 2.

A interação de *softwares* permite a simulação da construção através de especificações técnicas detalhadas, isto é, a reprodução de características físicas e funcionais da construção, evidenciando possibilidade de erros e antecipando soluções que viabilizam o desenvolvimento da obra. Eastman et al. (2014, p.167), destaca os diferenciais entre as ferramentas de análise/simulação, visto que nas “ferramentas de análise exigem processamento extensivo do modelo geométrico e definição de propriedade de materiais e das cargas aplicadas”. Enquanto, trabalhar com a ferramenta BIM, não necessita de múltiplas entradas de dados, a geometria derivada de um modelo comum, as propriedades

dos materiais são atualizadas automaticamente, e as cargas aplicadas são editáveis, fornecendo um modelo organizado. Importante destacar que os programas para análises são oferecidos separadamente, sendo interfaces essenciais para análise ambiental da edificação.

Figura 2 – Ciclo de vida das edificações



Fonte: Baia apud Eastman (2015)

Outro aspecto relevante do BIM é a forma de comunicação, em obras tradicionais é comum a realização de discussão, formal ou informal, para tomada de decisão. É de suma importância, que todos os envolvidos no processo, tenham acesso às informações para definição do escopo do projeto e sua implantação. Com isso, no modelo BIM a equipe desenvolve ferramenta para gestão da comunicação e da informação, proporciona mais clareza nas trocas de dados de forma rápida e simultânea. Eastman et al. (2014, p. 20), cita que “um modelo de informações da construção suporta o monitoramento de sistemas de controle em tempo real e proporciona uma interface natural para sensores e operação remota de gerenciamento de facilidades”. Ressaltando que, o domínio da informação só possibilita o poder de gerenciamento quando agregado ao conhecimento pleno das ferramentas de modelagem disponíveis para otimização de processos.

A implementação do BIM depende do envolvimento de toda equipe, pois além da mudança de *software*, é necessária a mudança de cultura, estruturando equipe efetiva, através de uma gestão integradora que promova o desenvolvimento de habilidades nos envolvidos. O que requer, das empresas, um grande investimento inicial em treinamentos.

Como já mencionado, existem várias vantagens da implantação da metodologia BIM: manipulação e simultaneidade das informações, compatibilização dos projetos, agilidade no processo, controle do ciclo de vida da construção e facilidade nas tomadas de decisões. Porém apresenta também desvantagens que envolvem custos de equipamentos e treinamentos para implantação do sistema e profissionais qualificados.

A principal dificuldade da implantação da Modelagem da Informação da Construção, além dos custos anuais envolvidos, está ligada a adaptação humana ao novo sistema de trabalho, sendo que as falhas ligadas a implantação desta ferramenta são relacionadas à falta de preparação da equipe que irá trabalhar com esta ferramenta (MANZIONE, 2015).

Considerando a problemática de integrar todas as áreas do conhecimento envolvidas no desenvolvimento e execução de um projeto, existem claras desvantagens para um profissional individual autônomo ou pequena empresa que queira adquirir a tecnologia BIM. Os custos desta implantação com a devida compra da licença do software e atualização do sistema ainda são inviáveis para execução de obras de pequeno porte.

No Brasil a regulamentação do uso de Ferramentas para Modelagem de Informação foi estabelecida por uma comissão especial de estudo, segundo Catelani e Santos (2016) as normas técnicas sobre a plataforma BIM estão sendo desenvolvidas pela ABNT/CEE-134: Comissão especial de Estudo de Modelagem da Informação da Construção (BIM), que implantou a primeira norma técnica brasileira, a ABNT NBR 15965:2011 – Sistema de classificação da informação da construção, que permite estabelecer terminologia e classificação para a padronização nos processos para aplicação do BIM, buscando facilitar os processos de planejamento de obras e garantir segurança nas informações para os usuários.

O processo de regulamentação no Brasil do BIM é composto pelas seguintes normas já publicadas:

- NBR © 12006-2:2015 Construção de edificação – organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação;
- NBR 15965-1:2011 Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1: Terminologia e estrutura;
- NBR 15965-2:2012 Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção;
- NBR 15965-3:2014 Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Processos da construção;

- NBR 15965-7:2015 Sistema de classificação da informação da construção – Parte 7: Informação da construção.

A NBR 15965 estabelece através de 13 tabelas grupos de informações com uma terminologia padronizada, que evita a perda de informação para utilização em toda indústria da construção civil. Essas tabelas são compatibilizadas com as 15 tabelas OmniClass (sistema de classificação aberto) e a codificação dos componentes permite sua aplicação em diversos setores de uma empresa, conforme modelo de Tabela 1.

Tabela 1 – As tabelas da ABNT NBR 15965

| Tema | Assunto | Tabela |
|---|----------------|---------------|
| Características dos objetos | Materiais | OM |
| | Propriedades | OP |
| Processos | Fases | 1F |
| | Serviços | 1S |
| | Disciplinas | 1D |
| Recursos | Funções | 2N |
| | Equipamentos | 2Q |
| | Componentes | 2C |
| Resultados da construção | Elementos | 3E |
| | Construção | 3R |
| Unidades e espaços da construção | Unidades | 4U |
| | Materiais | OM |
| Informação da construção | Propriedades | OP |

Fonte: Adaptado de Catelani e Santos (2016)

As normatizações apresentadas acima são objeto de estudo e ainda estão em desenvolvimento, afim de regulamentar o uso da Ferramenta de Modelagem da Informação.

2.1 Aplicação da ferramenta BIM

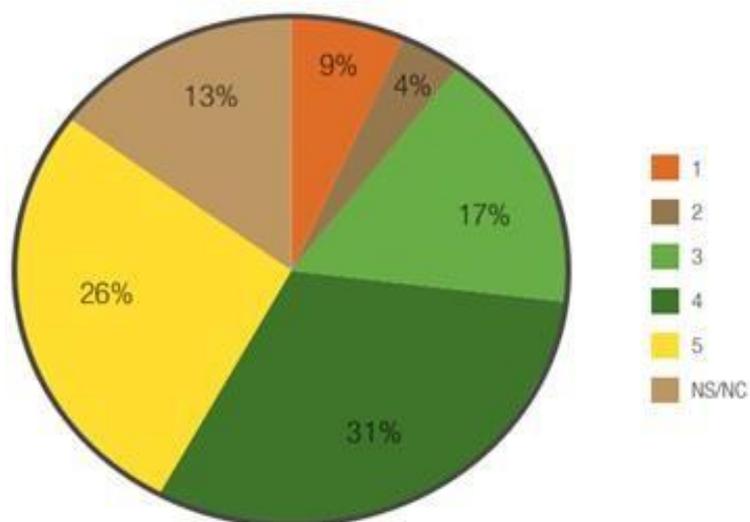
A ferramenta BIM pode ser utilizada em diversos seguimentos não sendo exclusividade do ramo da Engenharia Civil, pois sua aplicação legítima uma forma dinâmica e moderna de

gerenciamento, utilizando uma linha de organização e controle a partir de *softwares* que modelem a geometria de otimização dos recursos.

Com relação a implantação desta tecnologia, o Guia de Boas Práticas elaborado pela ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) fornece uma base importante para estruturação de um escritório de projetos na utilização do BIM, evitando deslizes e erros comuns na hora de aderir a essa forma de gerenciamento baseada em softwares que integrem informação para desenvolvimento de projetos.

Kassem e Amorim (2015) demonstram na Figura 3, a partir de um questionário realizado pela ABRAMAT e seus associados, o grau de importância atribuída ao uso do BIM para a melhoria de desempenho no setor da construção, considerando 5 como grau de relevância máxima e 1 como grau de relevância mínima, e atribuiu NS/NC para o desconhecimento sobre o benefício do BIM para o setor ou não ter opinião sobre o assunto.

Figura 3 – Grau de importância do BIM para Construção Civil



Fonte: Kassem e Amorim (2015)

Resultando que 57% dos entrevistados estão entre o grau 5 e 4, considerando muito relevante e 13% não sabem ou não quiseram opinar, o que demonstra uma porcentagem ainda muito significativa de pessoas que desconhecem o potencial da utilização do *Building Information Modeling*.

Um exemplo de aplicação da ferramenta BIM no sistema público Brasileiro se deu em 2006 pela Diretoria de Obras Militares, com o desenvolvimento interno do Sistema OPUS (Sistema Unificado de Processo de Obras) que consiste na gestão do ciclo de vida do ambiente construído, cujos estudos iniciais foram realizados a partir do aplicativo REVIT da Autodesk (KASSEM; AMORIM, 2015, p. 40).

As vantagens e desvantagens da implantação do Sistema OPUS, conforme análise de Kassem e Amorim (2015, p. 43) serão elencadas em seguida:

Vantagens:

- Leva benefícios ao cliente e aos gestores de todos os níveis;
- Facilitação na implantação de políticas públicas;
- Facilitação da relação entre demanda e planejamento;
- Acompanhamento facilitado – ativos, imóveis, processos e desempenhos;
- Colaboração interdisciplinar;
- Padronização nos processos – redução de erros e ganho de produtividade;
- Gestão de Informação pelo Setor Público e Privado – Dinâmica e Transparente;
- Fomento dos elos da cadeia produtiva;
- Possibilidades de representar todo ciclo de vida de um empreendimento;
- Permite mensurar com exatidão espaços, materiais e elementos construtivos;
- Análises da edificação quanto à eficiência, sustentabilidade, segurança, etc.

Desvantagens:

- Os softwares BIM são de alto custo;
- Curva de aprendizagem elevada;
- Pode ocasionar resistência de membros da equipe por exigir mudança de como projetar;
- Falta de interoperabilidade entre as aplicações das diversas disciplinas;
- Dificuldade de adequação do software estrangeiro às normas técnicas e padrões de projetos específicos do País. Ex: dimensionamento elétrico.

Existem efetivas vantagens na utilização da modelagem da informação e as desvantagens analisadas estão ligadas ao treinamento e engajamento humano para que a implantação flua para a geometria esperada de otimização e resultados.

2.2 A importância da gestão de projetos

A gestão de projetos é um mecanismo interessante de cooperação entre os envolvidos no planejamento para cumprir o cronograma de execução, sendo assim considera-se que “no momento da definição da precedência é possível ter a circularidade, que é quando se trabalha com redes de várias atividades”, tal circularidade gera desperdícios que podem ser evitados com a existência de um diagrama de rede que indique com clareza o caminho assertivo entre o início e o fim do projeto (BAIA, 2015, p. 16).

Importante destacar os diferentes conceitos para o termo projeto, conforme diferenciado por Mattos (2010, p. 31), “na construção civil o termo projeto geralmente vem associado ao plano geral de uma edificação ou de um objeto qualquer”, mas também pode ser utilizado “o termo projeto na sua acepção gerencial”. Adotando-se então, para este capítulo o termo na concepção gerencial, ou ainda,

como todo o processo de atividades que antecedem a execução de obras, a programação de todos os recursos necessários (materiais, equipamentos, mão de obra, e etc.) para o início da obra.

Desde o estudo de viabilidade do projeto até a finalização da obra, todas as etapas devem ser planejadas e sistematizadas, para que se possa atender aos padrões mínimos de qualidade exigidos na construção e sempre atendendo a satisfação do cliente. Com isso, o planejamento na construção civil, deve organizar as atividades para execução de obras, alocando os devidos recursos para conclusão da obra.

A fase de planejamento de obras deve ser conceituada como uma atividade gerencial, conforme enfatiza Campestrini et al. (2015, p. 19), que ainda evidência:

O objetivo da equipe de planejamento de obras é receber as informações do projeto e decidir o que efetivamente deve acontecer no canteiro de obras. Como se sabe, vários são os imprevistos dentro do canteiro, por isso, essa equipe também precisa receber informações da equipe de dentro do canteiro (equipe de controle) e tomarem decisões em conjunto.

O gerenciamento de projetos atinge todas as áreas da organização, é composto por ferramentas gerenciais que permitem sua aplicação em qualquer situação. Para um gerenciamento eficaz, deve-se desenvolver um planejamento que defina os objetivos, de forma evolutiva e esteja sujeito a alterações, isto é, um planejamento dinâmico. Com isso, alguns autores, adotam como um modelo de ações na gestão de projetos, os principais indicadores, conhecido como Triângulo da Gestão de Projetos ou Restrição Tripla, definem ações que contribuem para melhoria da qualidade do produto e/ou serviço, através do equilíbrio entre escopo, custo e prazos.

Existe uma vasta gama de metodologias que visam a otimização de processos para almejar o aumento de produtividade e dentre os mais conhecidos popularmente estão: PDCA (Planejar, Fazer, Acompanhar e Agir), Seis Sigma, Berchmarking e 5S.

As empresas de construção civil devem agregar o planejamento em sua cultura, promovendo o melhor desempenho na produção e conhecimento sobre o empreendimento, os principais benefícios do planejamento são destacados por Mattos (2010, p. 21):

- a) Conhecimento pleno da obra;
- b) Detecção de situações desfavoráveis;
- c) Agilidade de decisões;
- d) Relação com o orçamento;
- e) Otimização da alocação de recursos;
- f) Referência para acompanhamento;
- g) Padronização;

- h) Referência para metas;
- i) Documentação e rastreabilidade;
- j) Criação de dados históricos;
- k) Profissionalismo.

A elaboração de um planejamento bem estruturado permite o controle dos processos e a melhoria da qualidade, evita desperdícios e retrabalho, por isso a necessidade de definir um roteiro que identifique as atividades a serem executadas, prazos, definir a precedência, representação gráfica das atividades através de um diagrama de redes, identificação das atividades críticas e a geração do cronograma representado pelo gráfico de Gantt, conforme explicado por Mattos (2010, p. 45).

O gerenciamento de projeto é aplicável em qualquer tipo de organização, em qualquer nível de complexidade, aprimorando o controle gerencial e otimizando o processo. Na fase de planejamento deve-se estruturar o projeto, definindo os objetivos do plano de gerenciamento para administração de cada fase de execução. Determinam-se os procedimentos para as atividades executivas, estipulam-se prazos para execução das tarefas e define-se os recursos necessários para a cada atividade.

O profissional da construção civil deve ter conhecimento técnico e administrativo, além do contínuo acompanhamento no avanço tecnológico, considerando que a construção civil tem características específicas devido à diversidade de atuação. Desta forma, evidencia que o dinamismo do planejamento é um fator importantíssimo desde a fase da concepção e viabilidade, desenvolvimento do projeto, execução de obra e no pós-obra.

2.3 A plataforma BIM na gestão de projetos

A dificuldade que se tem no planejamento numa obra traz graves consequências e promove um ambiente de desperdícios. O gerenciamento de projetos, na construção civil, não pode se limitar ao cumprimento de prazos, custo e qualidade, um gerenciamento de projetos visa a administração eficaz dos recursos, sejam materiais, humanos, financeiros, entre outros, para atingir o melhor desempenho do produto final, ou seja, a conclusão da obra. Ressaltando que, deve haver interação dos setores no processo de planejamento. Com isso, a importância da utilização de ferramentas que permitem o controle de uma série de processos através de modelos simplificados e compatíveis com a necessidade do projeto.

Atualmente na área da construção civil existem vários programas desenvolvidos para Modelagem de Informação da Construção, que possibilitam um processo de projeto colaborativo e multidisciplinar. Rosso (2011) cita uma lista de programas disponíveis para BIM, cujos nomes e estimativas de custo atual no mercado, seguem abaixo:

- ArchiCAD 22 Solo Rental – Custo R\$ 2.030,00/ano para registrados no CAU

- Revit Architecture 2019 – Custo licença anual R\$ 6.793,78/ano
- Vectorworks Architect – Custo estimado de R\$ 15.000,00/licença única.

Seguem abaixo Programas Complementares citados por Rosso (2011), sendo a 1ª opção para Cálculo energético e a 2ª opção para cálculo estrutural:

- Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Green Building Studio, IES Virtual Environment e EcoDesign.
- Revit Structure, TeklaStructures (utilizado principalmente para fabricação de perfis e elementos metálicos), CSI SAP2000 (para estruturas complexas como represas), CSI ETABS, TQS e CYPCAD.

Entender a funcionalidade do *software* é fundamental para integra-lo ao sistema de trabalho de uma organização com eficiência. Portanto, é necessário o contato com os desenvolvedores para se obter suporte e treinamento adequado.

De acordo com Baia (2015) o 18idrológic das etapas que podem contribuir com os arquitetos e engenheiros na gestão de obras durante a implantação da tecnologia BIM é baseada em cinco etapas:

- Levantamento do fluxo de trabalho do planejamento de um empreendimento BIM;
- Levantamento das ferramentas BIM aderentes ao fluxo de trabalho;
- Seleção das atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas;
- Aplicação das ferramentas BIM às atividades selecionadas;
- Análise dos resultados.

A adequada preparação da equipe que utilizará a ferramenta BIM e o planejamento do método de inserção definirá o sucesso da execução em obra gerando modelos que propiciam ao gestor uma obra enxuta de desperdícios, obedecendo a um cronograma pré-definido dentro das metodologias de trabalhos, que garantam a finalização do ciclo do projeto com perspectiva de grande sucesso.

A interação entre o projeto e a construção trás um modelo preciso da construção, e o BIM proporciona os seguintes benefícios para importantes áreas da construção, conforme destacado por Eastman et al. (2014, p. 206):

- Detecção de interferências;
- Levantamento de quantitativos e estimativa de custos;
- Análise e planejamento da construção;
- Integração com o controle de custos e cronogramas, e outras funções de administração;
- Pré-fabricação externa;
- Verificação, direção e rastreamento de atividades de construção.

Mudar o conceito habitual da gestão de obras não é tarefa fácil e necessita primeiramente de uma estrutura organizacional qualificada para incorporar essas ferramentas com a eficácia necessária.

Toda metodologia para se enraizar numa estrutura organizacional necessita de profissionais capacitados e dispostos a se adaptar a mudanças, sendo assim, fica claro que é um momento de transição importante e cada vez mais necessário para uma empresa possa se manter no mercado de forma competitiva. Uma tecnologia metodológica como o *Building Information Modeling* agrega e traz agilidade ao processo de composição de um projeto sendo uma vantagem efetiva na gestão do planejamento, execução e pós obra.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antecipar resultados tem sido fundamental para aprimorar a qualidade das obras, mediante os padrões exigidos pelo mercado, assim como promover sustentabilidade e obter lucratividade evitando erros previsíveis. Para isso, utilizar de ferramentas tecnológicas que permitam um melhor gerenciamento da produção, agilidade no processo, controle e aperfeiçoamento do cronograma, vem sendo um diferencial entre a intensificação da competitividade do mercado. A eficiência na compatibilização de projetos favorece a viabilidade das obras através da compreensão do processo como um todo, auxiliando na tomada de decisão rápida.

Com isso a implantação da plataforma BIM tem se destacado, proporcionando a interação entre ferramentas que produzem informações confiáveis para elaboração de um planejamento mais eficaz, aumentando a capacidade de produção, economia de tempo com resultados mais precisos e melhor controle de qualidade. Além de mitigar desperdícios, a criação de um modelo virtual, favorece o gerenciamento da obra e promove o aperfeiçoamento dos profissionais da construção civil.

É necessário planejamento e treinamento, além de pró atividade gerencial para que a *Building Information Modeling* crie raízes organizacionais firmes possibilitando uma coleta de informações confiáveis para execução de um modelo enxuto e dinâmico durante todo o ciclo de vida de um projeto.

Apesar de evidenciado os vários benefícios da utilização da metodologia BIM, destacam-se ainda alguns pontos críticos para a sua implantação, como dificuldades de aceitação da equipe, custo alto para implantação devido a aquisição dos *softwares* e treinamento da equipe, considerando um retorno em longo prazo. As questões legais ainda estão em fase de normatização, e ainda existem riscos tecnológicos ligados a segurança da informação e a compatibilização de projetos.

Com tudo, o BIM trata-se de uma ferramenta eficaz para o gerenciamento de projetos, proporcionando potencialização tecnológica e produzindo melhoria continua no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

AECweb/E-Construmarket. **Engenharia simultânea e BIM podem contribuir para a gestão de projetos.** Ferramentas ajudam a alinhar projeto e execução da obra, evitando gastos desnecessários, erros e perda de produtividade. Colaboradora: Aline Valverde Arrotéia. Revista digital. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/cm/engenharia-simultanea-e-bim-podem-ontribuir-para-a-gestao-de-projetos_12132>. Acesso em: 15 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR © 12006-2:2015** Construção de edificação – organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação: Informação da construção: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-1:2011:** Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-2:2012** Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-3:2014** Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-7:2015** Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2015.

ANDRADE, Max Lira Veras X. De. RUSCHEL, Regina Coeli. **Interoperabilidade de aplicativos BIM em arquitetura por meio de formato IFC.** Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50960>>. Acesso em: 14 abr. 2018

BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso da Ferramenta BIM para o planejamento de Obras da Construção Civil.** Dissertação de Mestrado em estruturas e construção civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília. Publicação: E.DM-019 A/15. Setembro – 2015. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M15-19A-Denize-Baia.pdf>>. Acesso em: 15 março 2018.

BONENBERG, Wojciech; WEI, Xia. **Green BIM in Sustainable Infrastructure.** Procedia Manufacturing, 2015, 3: 1654-1659.

CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M.C.; MENDES JÚNIOR, R.; SCHEER, S.; FREITAS, M. do C. D. **Entendendo BIM.** 1 ed. Paraná: Centro de Estudos de Engenharia Civil – Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CATELANI, W.; SANTOS, E. T. **Normas Brasileiras sobre BIM. Concreto & Construções,** São Paulo, n.84, p. 54 – 59, 01 out. 2016. Disponível em: <http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista84.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014

GRUPO TÉCNICO BIM. **Guia de Boas Práticas em BIM: Estruturação do escritório de projeto para implantação do BIM.** AsBEA. São Paulo, 2013.

KASSEM, Mohamad. AMORIM, Sergio R. Leusen de. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia.** Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

MANZIONE, Leonardo. **Porque as implementações BIM falham e o que você pode fazer sobre isso. Implementação do BIM. Coordenar Consultoria de Ação.** Disponível em: <<http://www.coordenar.com.br/porque-as-implementacoes-bim-falham-e-o-que-voce-pode-fazer-sobre-isso/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Engenharia de Custos: Bim 3D, 4D, 5D e 6D.** Blogs PINIweb. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras.** São Paulo: Pini, 2010.

MENEZES, Gilda L. B. B. **Breve Histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 2011.

ROSSO, Silvana Maria. **Softwares BIM: conheça os programas disponíveis, seu custo e principais características e segredos.** Revista Eletrônica PINI. Edição 208 – Julho/2011. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-quem-e-quem-224333-1.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SISTEMA DE CANAL DE DESCARGA SUBTERRÂNEA COMO ACELERADOR DE ESCOAMENTO DE ENCHENTES

Suelen Yoshida ¹

Karla Daniele Santos Aguiar ²

Emilio Carlos Prandi ³

Pedro Lifter Rodrigues Prandi ⁴

RESUMO: De acordo com um estudo feito em 2015 pelo Instituto Mundial de Recursos concluiu-se que as enchentes provocam prejuízos de R\$ 9 bilhões para o Brasil todos os anos, além de causar inúmeros desaparecimentos e mortes. Devido a isso, foi analisado um sistema utilizado no Japão, com a intenção de acelerar o escoamento das águas pluviais acumuladas em determinadas regiões. O artigo relata a viabilidade de estabelecer um sistema similar ao do Japão no Córrego do Pombo localizado na cidade de Marília-SP. O objetivo do estudo é evitar que a área permeável antes de chegar à rodovia no arredor onde o Córrego do Pombo não é canalizado passe a ser afetada com o passar dos anos, pois, futuramente, com a pavimentação e o crescimento populacional do local, as áreas permeáveis se tornarão impermeáveis, propiciando uma situação adequada para inundações causando inúmeros prejuízos e transtornos. Para tanto realizamos um estudo de campo com visitas, e levantamento fotográfico e quantitativo de todo o local por onde o Córrego do Pombo passa ao seu entorno. Com as informações obtidas, foi feito um pré-dimensionamento da vazão de projeto, possibilitando a inclusão de um sistema semelhante ao Sairyu no Kawa, para manter a canalização existente evitando danos com o fluxo da nova vazão.

Palavras-chave: Enchentes. Sairyu no Kawa. Córrego do Pombo.

ABSTRACT: According to a study done in 2015 by the World Resources Institute, it was concluded that the floods cause damages of R \$ 9 billion to Brazil every year, besides causing numerous disappearances and deaths. Due to this, a system used in Japan was analyzed, with the intention of accelerating the flow of rainwater accumulated in certain regions. The article reports the feasibility of establishing a system similar to that of Japan in the Pombo's Stream located in the city of Marília-SP. The objective of the study is to avoid that the permeable area before the highway in the vicinity where the Pombo's Stream is not canalized will be affected with the passage of the years, because in the future, with the pavement and the population growth of the place, the permeable areas become, providing an adequate situation for floods causing numerous damages and inconveniences. In order to do so, we conducted a field study with visits, and a photographic and quantitative survey of the whole place through which the Pombo's Stream passes to its surroundings. With the information obtained, a

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. e-mail: suelenyoshida@hotmail.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. e-mail: karladsal@gmail.com

³ Docente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. Mestre em Geotecnia e Doutor em Geociências e Meio Ambiente. e-mail: ecprandi@gmail.com

⁴ Docente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. Mestre em Geociência. e-mail: perdo.prandi@uca.edu.br

pre-sizing of the project flow was done, allowing the inclusion of a system similar to Sairyu no Kawa, to maintain the existing pipeline avoiding damages with the flow of the new flow rate.

Keywords: Floods. Rain. Sairyu no Kawa. Pombo's Stream.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente em épocas chuvosas, várias regiões no Brasil enfrentam grandes problemas para conter a fúria das águas. Se o leito natural de um rio ou córrego recebe uma quantidade muito grande de água que provém da chuva e não suportá-la, acaba transbordando e causando a enchente. Esse processo é natural e todo rio precisa ter uma área chamada de “área de inundação” para a qual a água irá escoar.

Esse é o grande problema que causa as enchentes e alagamentos nas cidades, a área de inundação simplesmente não é respeitada e famílias se estabelecem nessa região construindo casas. Então quando o rio transborda a sua água alaga a região.

Além disso, existe a questão da urbanização das cidades, na maior parte delas o processo foi feito sem nenhum tipo de planejamento como, por exemplo, pensar na declividade das ruas (para onde a água da chuva deveria escorrer) ou a construção de galerias pluviais (uma forma de captar e transportar a água das chuvas sem problemas).

Devido a esses problemas, foi desenvolvido no Japão um sistema eficiente para a drenagem desse acúmulo chamado Sairyu no Kawa ou Canal de Descarga Subterrânea da Área Metropolitana de Tóquio.

O objetivo deste artigo é fazer um estudo de viabilidade para implantar um sistema similar ao do Japão no Córrego do Pombo localizado na cidade de Marília-SP, pois, além de acelerar o escoamento evitando as enchentes e minorando os prejuízos e mortes causados por elas, ele também não ocupa a superfície, já que a maior parte da sua estrutura fica no subterrâneo. Esse estudo será com visitas, e levantamento fotográfico e quantitativo de todo o local por onde o Córrego do Pombo passa ao seu entorno. Com as informações obtidas, será realizado um pré-dimensionamento da vazão de projeto, possibilitando a inclusão de um sistema semelhante ao Sairyu no Kawa, para manter a canalização existente evitando danos com o fluxo da nova vazão.

2 ENCHENTES NO BRASIL

A cada ano que passa os problemas relacionados às enchentes têm se intensificado. Enchentes e inundações representam um dos principais fenômenos naturais que afligem comunidades urbanas ou

rurais quando atingidas. Esses fenômenos de natureza hidro meteorológico fazem parte da dinâmica natural (MinC, IPT, 2007).

Em épocas chuvosas, várias regiões no Brasil enfrentam grandes problemas para conter a fúria das águas, causando mortes e grandes prejuízos. Somente no ano de 2018, foram reportados inúmeros casos como deslizamentos e inundações em 14 cidades de Santa Catarina como mostra a Figura 1; Rio de Janeiro também foi afetado pelos temporais como vemos na Figura 2.

Figura 1 – Chuvas causam enchente no bairro Vila Nova, em Joinville (SC)



Fonte: Folha de S. Paulo (jul. de 2018)

Figura 2- Água Santa-RJ teve prejuízos por causa de temporal



Fonte: Rafael Nascimento/Agência O Dia (fev. de 2018)

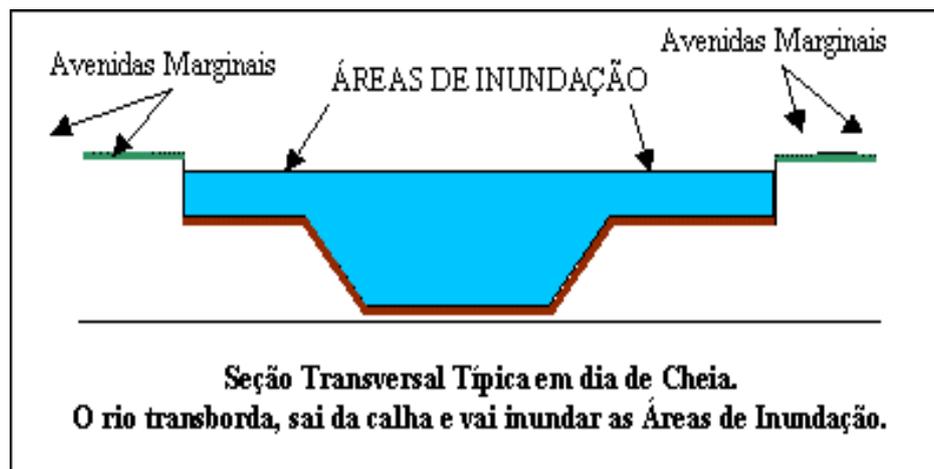
2.2 Área de inundação

Se o leito natural de um rio ou córrego recebe uma quantidade muito grande de água que provém da chuva e não consegue suportar, acaba transbordando e causando a enchente. Esse processo é natural e todo rio precisa ter uma área chamada de “área de inundação” ou usualmente piscinão para a qual a água irá escoar.

Reservatório de detenção ou piscinão é um reservatório aberto ou fechado que tem por função regular a vazão de saída num valor desejado, de maneira a atenuar os efeitos a jusante da vazão de entrada. Um dos grandes problemas do desenvolvimento urbano com relação a enchentes é o aumento do volume de escoamento superficial, devido à impermeabilização da superfície por edifícios, estradas, estacionamentos etc.

Uma maneira prática de se resolver os problemas de enchentes é a construção de reservatório de detenção. O reservatório de detenção reterá a água por certo tempo evitando os picos de enchentes. As águas pluviais podem escoar para fora do reservatório de detenção por gravidade ou bombas centrífugas (TOMAZ, 2002, p. 1-12).

Figura 3 – Área de Inundação



Fonte: Watanabe (20 de abr. de 2018)

A aceleração do escoamento é fundamental para a drenagem desse acúmulo de águas. Um dos sistemas que vêm trazendo resultados satisfatórios é o encontrado no Japão chamado Sairyu no Kawa. Desde que esse sistema começou a ser operado, não houve mais a ocorrência de enchentes na região onde ele atua. Por isso, é um bom exemplo a ser estudado para uma futura adaptação nas regiões brasileiras onde as enchentes são constantes.

2.2 Sistema Sairyu no Kawa

O Sairyu no Kawa ou Canal de Descarga Subterrânea da Área Metropolitana é um projeto de infraestrutura de água subterrânea em Kasukabe, Saitama, Japão. É a maior instalação de desvio de água subterrânea do mundo, construída para mitigar o transbordamento dos principais canais e rios da cidade durante as estações de chuva e tufão. Ele está localizado entre Showa, em Tóquio, e Kasukabe, na província de Saitama, na periferia da cidade de Tóquio, na área da Grande Tóquio, Japão.

Figura 4- Sistema Sairyu no Kawa



Fonte: The Metropolitan (10 de jan. de 2018)

A construção desse sistema começou em 1992 e foi concluído no início de 2006. Ele é composto por cinco silos de contenção de concreto com 65 m de altura e 32 m de diâmetro, conectados por 6,4 km de túneis a 50 m abaixo da superfície. Por meio desses túneis, a água é direcionada até uma grande cisterna com uma altura de 18 m, com um comprimento de 177 m, com uma largura de 78 m, e com 59 pilares maciços ligados a bombas que podem bombear até 200 m³/s. Bombas internas direcionam a água do reservatório até o Rio Edo. O que torna esse sistema interessante, é que 95% da sua estrutura está disposta abaixo do nível do solo, possibilitando a utilização da área acima dele para outras finalidades (The Metropolitan, 10 de jan. de 2018).

Algumas fotos dos autores das instalações são mostradas abaixo:

Fotos 1 e 2 – Instalações do sistema Sairyu no Kawa (23 de fev. de 2018)



Foto 3 – Reservatório Sairyu no Kawa (23 de fev. de 2018)



Foto 4 – Saída do reservatório no Rio Edo (23 de fev. de 2018)



3 ESTUDO PARA DIMENSIONAMENTO DE OBRAS HIDRÁULICAS DE DRENAGEM

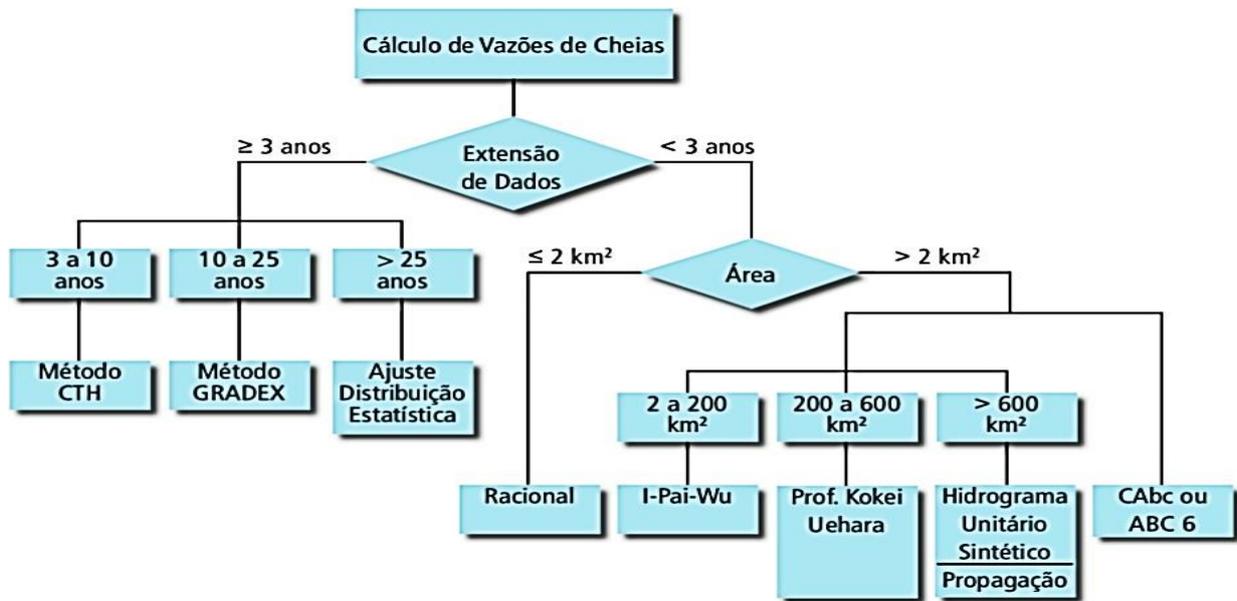
3.1 Determinação da Vazão de Projeto

No projeto de estruturas e obras destinadas ao controle e reservação de água surge sempre um problema hidrológico que é o estabelecimento da máxima vazão a ser considerada, sendo que dela dependem as dimensões das estruturas a serem projetadas. Esses cálculos resultam em uma vazão crítica que pode ou não ter acontecido, possibilitando o dimensionamento de um sistema eficiente, estável e seguro. Para isso foram estudados os seguintes parâmetros de acordo com o Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas do DAEE.

3.1.1 Vazão de Cheia

Para a determinação da Vazão de Cheia, deve-se verificar a extensão da série histórica de dados fluviométricos existentes e o tamanho da área de drenagem da bacia em estudo, conforme a Figura 5.

Figura 5- Cálculo de Vazões de Cheias



Fonte: DAEE (2006)

O Método Racional é utilizado para estimativa de vazões de enchentes que não apresentam complexidade, e tenham até 2 km² de área de drenagem, por meio da seguinte expressão (GARCEZ,1988):

$$Q = 0,167 \cdot C \cdot i \cdot AD$$

Q – vazão de enchente (m³/s)

AD – área de drenagem (ha)

C – coeficiente de escoamento superficial (Runoff)

i – intensidade de precipitação (mm/min)

3.1.2 Área de Drenagem e Declividade do Talvegue

A área de drenagem da bacia é determinada mediante desenho de seus limites, ou da linha divisor de águas, em uma planta planialtimétrica. Essa área pode ser medida por softwares, planímetro, etc.

A declividade se dá por dois meios:

- Declividade Média – Talvegue com o leito regular:

$$I = \text{desnível} / \text{distância horizontal}$$

- Declividade Equivalente – Talvegue com o leito irregular:

Dados coletados conforme cada curva de nível

$$I_{eq} = \frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{j_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{j_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{j_3}} + \frac{L_4}{\sqrt{j_4}} + \frac{L_5}{\sqrt{j_5}}}$$

A declividade é mensurada pelos mesmos meios que a área de drenagem.

3.1.3 Coeficiente de escoamento Superficial Direto ou Runoff

O Coeficiente de Runoff é estimado com base em características da bacia, que representa o grau de impermeabilização ou de urbanização. Quanto menor a absorção do solo, maior será o escoamento superficial direto como pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 1- Coeficiente de Runoff

| Zonas | C |
|--|-------------|
| Edificação muito densa: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas | 0,70 – 0,95 |
| Edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas | 0,60 – 0,70 |
| Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas | 0,50 – 0,60 |
| Edificações com muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas | 0,25 – 0,50 |
| Subúrbios com alguma edificação: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção | 0,10 – 0,25 |
| Matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação | 0,05 – 0,20 |

Fonte: Hidrologia (2015)

3.1.4 Intensidade da Chuva de Projeto

A Intensidade da Chuva de Projeto é estimada pela análise estatística das séries de dados pluviométricos relativos à região de estudo. Primeiramente define-se o período de retorno relacionando-o ao risco que irá se adotar na obra projetada.

3.1.5 Tempo de Retorno

O Tempo de Retorno (TR) representa o grau de segurança que se deseja proporcionar no dimensionamento da obra hidráulica, refletindo a frequência com que a vazão utilizada venha a ser igualada ou ultrapassada num ano qualquer.

Tabela 2 – Tempo de Retorno (TR)

| Obra | Seção Geométrica | | TR (anos) | |
|--|------------------|-------------|-------------|--------------------|
| | | | Área Urbana | Área Rural |
| Canalização | A céu aberto | Trapezoidal | 50 | (a) |
| | | Retangular | 100 | |
| | Contorno fechado | | 100 | |
| Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins | Qualquer | | 100 | 100 ^(b) |
| Borda livre (f) | | | | |
| Canais a céu aberto: $f \geq 10\%$ da lâmina líquida de cheia (H_{TR}), com $f \geq 0,4$ m | | | | |
| Canais em contorno fechado: $f \geq 0,2 H_{TR}$. | | | | |

Fonte: DAEE (2006)

3.1.6 Tempo de Concentração

É o tempo que a partícula de chuva que cai no ponto mais distante da bacia demora para chegar até a seção de estudo. É representado pela equação abaixo:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^2}{I_{eq}} \right)^{0,385} \quad (\text{em minutos})$$

t_c – tempo de concentração (min)

L – comprimento do talvegue do curso d'água (km)

I_{eq} – desnível do talvegue entre a seção e o ponto mais distante da bacia (m)

3.1.7 Intensidade da Chuva Crítica

A Intensidade de Chuva Crítica é representada pelas relações da intensidade, duração e frequência de precipitações para várias localidades conforme a equação abaixo:

$$i_{t,TR} = 47,8273(t + 30)^{-0,911} + 19,2043(t + 30)^{-0,9256} \left[-0,482 - 0,9273 \ln \left(\frac{TR}{TR - 1} \right) \right]$$

para $10 \leq t \leq 1440$ min

t – duração da chuva (min)

TR – tempo de recorrência ou período de retorno (em anos)

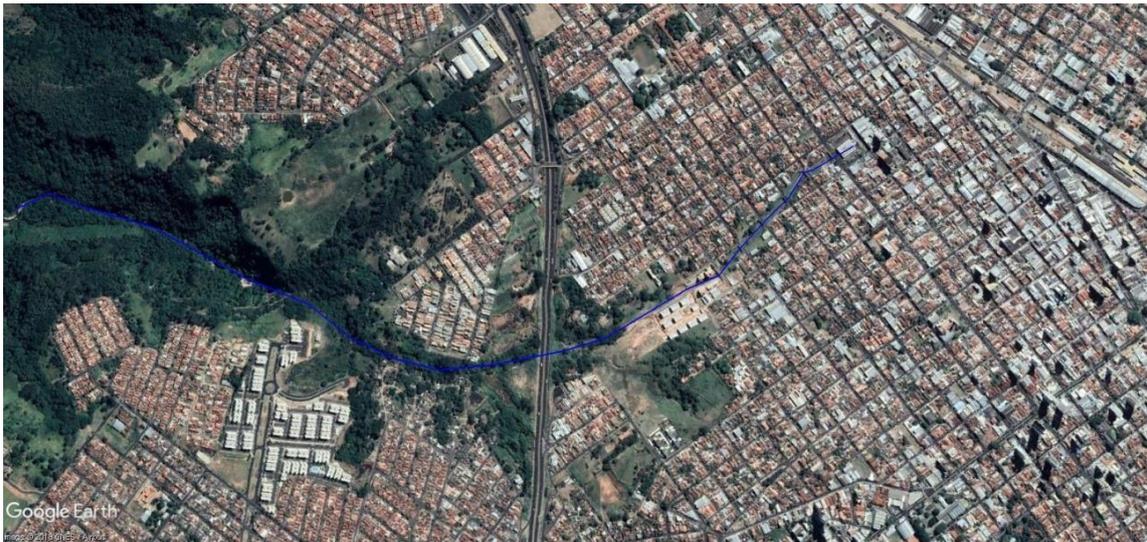
$i_{t,TR}$ – intensidade da chuva (mm/min), correspondente à duração t e ao período de retorno TR

4 POSSÍVEL APLICAÇÃO DO SISTEMA EM MARÍLIA/SP

4.1 Córrego do Pombo

O Córrego do Pombo é um córrego que nasce na cidade de Marília, cortando alguns bairros como Alto Cafezal e Argolo Ferrão. Ele percorre aproximadamente 40 km até despejar suas águas no Rio do Peixe.

Figura 6- Córrego do Pombo



Fonte: Google Earth (05 de out. De 2018)

A canalização do Córrego começa na sua nascente e termina até um determinado trecho próximo a Rodovia BR-153, sendo que a partir deste ponto ele percorre a céu aberto. Em períodos do ano que transcorre o aumento das precipitações, aumenta também a vazão da água que passa pelo Córrego do Pombo, isso interfere de forma direta nas áreas naturais ao entorno do mesmo no trecho não canalizado, o aumento da vazão faz com que ocorra uma remoção do solo e das rochas das contribuindo para a erosão da sua área de inundação. Além disso, foi verificada a presença de esgoto e lixos descartados de forma ilegal, contribuindo para sua poluição e tornando aquela água inutilizável para consumo humano.

De acordo com levantamento de campo, a estrutura da canalização do Córrego se inicia com uma galeria de 5 m de largura e 3 m de altura que ao longo do seu trajeto é reduzido para 2 m de largura e 2 m de altura e finalizada em tubos de concreto armado de 2,5 m de diâmetro. Ao longo do canal foram inseridas escadas hidráulicas devido à declividade do terreno.

A Prefeitura de Marília iniciou a construção de uma Via Expressa as adjacências do Córrego, com intuito de facilitar o trajeto dos ônibus que se deslocavam do antigo terminal rodoviário até a BR-

153, porém, os viadutos existentes que fazem a transposição do córrego não possuíam a altura adequada para a passagem dos ônibus, resultando na desativação e abandono da Via Expressa.

A seguir serão mostradas as fotos dos autores da situação atual do Córrego do Pombo:

Foto 5 – Começo da canalização do Córrego do Pombo (14 de out. de 2018)



Foto 6- Viadutos que fazem a transposição do Córrego do Pombo (14 de out. de 2018)



Foto 7 – Parte da canalização onde há escadas hidráulicas (14 de out. de 2018)



Foto 8 – Via Expressa ao longo da canalização (14 de out. de 2018)



Foto 9 – Área natural ao entorno do córrego a céu aberto (14 de out. de 2018)



Foto 10 – Trecho da canalização em tubos de concreto (14 de out. de 2018)



Foto 11 – Trecho final da canalização (14 de out. de 2018)



Foto 12 – Área de inundação poluída sofrendo processo de erosão (14 de out. de 2018)



Foto 13 – Área de inundação e estrutura da rede de esgoto sofrendo processo de erosão (14 de out. de 2018)



4.2 Área de estudo

Existe uma área permeável antes de chegar à rodovia onde o Córrego do Pombo não é canalizado que pode ser afetada com o passar dos anos. Futuramente, com a pavimentação e o crescimento populacional do local, as áreas permeáveis se tornarão impermeáveis, propiciando uma situação adequada para inundações causando inúmeros prejuízos e transtornos. Portanto, será

necessário executar sistemas de microdrenagem e macrodrenagem eficientes para evitar tais transtornos. Para fazermos uma análise para uma possível aplicação de sistemas de drenagens, precisamos demarcar a área da Bacia do Córrego que irá influenciar nas zonas de inundação. O local de estudo tem 1,7 km² de área, sendo que 0,5 km² dessa área hoje são permeáveis com previsão de ocupação.

O local de estudo para uma possível aplicação do sistema de drenagem é mostrado a seguir:

Figura 7 – Local de estudo



Fonte: Google Earth (05 de out. De 2018)

Figura 8 – Local permeável para futura ocupação



Fonte: Google Earth (05 de out. De 2018)

4.3 ESTUDO DO LOCAL PARA PÓSSIVEL UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Dados da bacia em estudo:

- Área total = 1,7 km²
- Área não construída = 0,5 km²
- Coeficiente de Runoff © = 0,70 (áreas construídas)
- Coeficiente de Runoff © = 0,20 (áreas não construídas)
- TR = 100 anos
- Comprimento total (L) = 1,05 km

Tabela 3 – Declividade de cada trecho

| Trechos | Desnível (m) | Comprimento (km) | Declividade do trecho (m/km) |
|---------|--------------|------------------|------------------------------|
| 1 | 6 | 0,104 | 57,7 |
| 2 | 12 | 0,101 | 118,8 |
| 3 | 15 | 0,103 | 145,6 |
| 4 | 21 | 0,100 | 210,0 |
| 5 | 11 | 0,103 | 106,8 |
| 6 | 5 | 0,111 | 45,0 |
| 7 | 11 | 0,140 | 79,7 |
| 8 | 23 | 0,168 | 138,6 |
| 9 | 6 | 0,120 | 50,0 |

Conforme a figura 7 e 8, área de drenagem e comprimento do curso d'água da bacia foi determinada pelo uso do Google Earth, mediante desenho de seus limites. A declividade foi calculada pelo método equivalente, pois seu leito é irregular, resultando em um $I_{eq} = 87,86$ m/km.

O Coeficiente de Runoff foi estimado com base em características da bacia e de acordo com a tabela 1 e o Período de Retorno em 100 anos.

O tempo de concentração que foi adotado de acordo com o comprimento e declividade da bacia em estudo foi de $t_c = 10,56$ min. Com isso a intensidade da chuva crítica ficará em torno de $i_{t,TR} = 4$ mm/min.

A Vazão da bacia hoje com áreas permeáveis é de $Q = 56,10$ m³/s e a Vazão para o TR = 100 anos é de $Q = 80$ m³/s, resultando em um aumento significativo de 42%.

Como a Vazão de Projeto duplicou com a futura urbanização do local de estudo, será viável adotar o sistema Sairyu no Kawa como solução, sem ter que alterar a canalização existente.

A canalização será mantida e estendida até o canal da BR-153. Para atender a vazão de projeto, foi proposto a construção de pequenos silos de concreto armado ao longo da Via Expressa interligados até um reservatório maior localizado próximo ao fim da canalização. Esses silos servem para a

captação da vazão excedente dentro da canalização. A finalidade do reservatório maior é de reservar o excesso de água que iria inundar o local de estudo, para posteriormente despejar por meio de bombas em uma nova canalização de menor dimensão com desembocamento no mesmo córrego após a BR-153.

Como o sistema adotado será subterrâneo, a Via Expressa poderá ser reformada e reutilizada somente para acesso às ruas dos bairros.

Figura 9 – Canalização existente



Figura 10 – Disposição do Sistema



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise da viabilidade de um sistema de macrodrenagem similar ao sistema Sairyu no Kawa construído no Japão, tendo em vista como objetivo evitar futuros transtornos e danos no local de estudo.

O objetivo do estudo era evitar que a área permeável antes da rodovia no arredor onde o Córrego do Pombo não é canalizado passe a ser afetada com o passar dos anos, pois futuramente, com a pavimentação e o crescimento populacional do local, as áreas permeáveis se tornarão impermeáveis, propiciando uma situação adequada para inundações causando inúmeros prejuízos e transtornos. Para tanto foi realizado um estudo de campo onde foi analisado por meio de visitas, o levantamento fotográfico e quantitativo de todo o local por onde o Córrego do Pombo passa e o seu entorno. Com as informações obtidas, foi feito um pré-dimensionamento da Vazão de Projeto com Tempo de Retorno de 100 anos, resultando em um aumento de 42% da vazão.

De acordo com os resultados alcançados, se torna viável a implantação de um sistema similar ao Sairyu no Kawa, pois além de atender a vazão remanescente sem precisar alterar a canalização presente, ele também preserva as regiões no prolongamento do córrego devido à retenção das águas excedentes no reservatório.

REFERÊNCIAS

DAEE. **Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. Impressão Oficial do estado de São Paulo. São Paulo: 2006.

FOLHA DE S.PAULO. 01/2018. **Chuvas causam deslizamentos e inundações em 14 cidades de SC**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/01/1951158-chuvas-causam-deslizamentos-e-inundacoes-em-13-cidades-de-sc.shtml>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

G1 PA. 02/2018. **Chuvas e enchentes afetam 14 municípios e deixam desabrigados do Pará**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/chuvas-e-enchentes-afetam-14-municipios-e-deixam-desabrigados-do-para.ghtml>>. Acesso em: 10 abr.2018.

GARCEZ, N. L.; ALVAREZ, A. G. **Hidrologia**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 1988.

SILVA, P. L. **Hidrologia Engenharia e Meio Ambiente**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MINC, IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades, IPT, 2007. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

THE METROPOLITAN AREA OUTER UNDERGROUND DISCHARGE CHANNEL. Disponível: <<http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/gaikaku/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

THOMAZ, PLÍNIO. **Cálculos hidrológicos hidráulicos para obras municipais**. 2002. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livro07calculo_hidrologico.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

WATANABE, M. ROBERTO. **Tietê: O Grande Vilão das Enchentes**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/rotary/tiete2.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

O EMBATE TECNOLÓGICO ENTRE O TOPÓGRAFO E VANT'S/DRONES AERONAVES NÃO TRIPULADAS

Rodrigo Pereira ¹

Diego Cavalcante de Souza ²

Agnes Silva de Araújo ³

RESUMO : A palavra tecnologia significa pesquisar e desenvolver novos métodos, técnicas e processos que viabilizarão a inovação e o desenvolvimento para humanidade. O estudo buscou como objetivo deste trabalho, analisar o uso dos VANT's/Drones aeronaves não tripuladas como uma tecnologia que vem substituindo os topógrafos na descrição de algumas áreas da construção civil. Realizando-se um estudo descritivo, através de um levantamento bibliográfico e um questionário para coleta de dados. Na caracterização técnica, todos os respondentes do questionário citaram que em sua formação acadêmica tiveram conhecimento técnico e prático da disciplina de topografia, questionados se a instituição disponibilizava instrumentos e equipamentos de ponta na área de topografia a maioria relatou que sim, sendo que dos onze três participantes já prestaram serviço na área e dois participantes prestam serviço de topografia até o momento atual. Nesse contexto, este trabalho se mostra a abordar uma comparação com novos métodos em tecnologias que podem viabilizar a realizações dos trabalhos topográficos, com VANT's/Drones de forma prática, com qualidade, rapidez, eficaz e precisão. Concluindo-se que esta mudança será inevitável perante o mercado de tecnologia, e que futuros profissionais tem o dever de se manterem atualizado no mercado tecnológico.

Palavra-Chave: Embate Tecnológico. Topografo. VANT's/Drones.

ABSTRACT: The word technology means researching and developing new methods, techniques and processes that will enable innovation and development for humanity. The objective of this study was to analyze the use of VANT's/Drones unmanned aircraft as a technology that is replacing topographers in the description of some areas of civil construction. A descriptive study was carried out, through a bibliographical survey and a questionnaire for data collection. In the technical characterization, all the respondents of the questionnaire mentioned that in their academic formation they had technical and practical knowledge of the discipline of topography, questioned if the institution provided instruments and equipment of topography in the area of topography the majority reported that yes, being of the eleven three participants have already provided service in the area and two participants provide topography service until the current moment. In this context, this work shows a comparison with new methods in technologies that can make feasible the realization of topographic works, with VANT's/Drones in a practical way, with quality, speed, efficiency and precision. Concluding that this

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: p.rodrigo_@hotmail.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: diego.dcs@hotmail.com

³ Docente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Bacharelado e Licenciatura Plena em Geografia e Mestrado em Geografia Física. e-mail: agnes.araujo@uca.edu.br

change will be inevitable before the technology market, and that future professionals have the duty to keep up to date in the technological market.

Key-words: Technological crash. Topographer. VANT's/Drones.

1 INTRODUÇÃO

Tecnologia é a aplicação do conhecimento científico às propriedades da matéria e da energia, de forma a serem desenvolvidos novos produtos e processos destinados a reduzir o esforço humano, (JUNG, 2009).

Segundo Ellul (1964), o significado da palavra “Tecnologia” vem do grego *τεχνι*, “ofício”, e *λογία*, “estudo” é um termo geral que se refere a um vasto conjunto de atividades humanas baseadas no uso racional e organizacional da engenharia e ciência.

A combinação desse termo, passado e futuro da tecnologia nos permite criar um discurso sobre a experiência e a ficção. Dependendo de como ambos são combinados, obtemos uma previsão ou uma realidade com grande possibilidade de difundir a obra da ficção. A tecnologia se alimenta dela mesma, tornando-se mais tecnologia possível, (TOFFLER, 1970).

A difusão tecnológica ocorre diretamente pelos pesquisadores, pela literatura técnico-científica, pela participação em seminários e congressos e pelo acesso a informações de pessoas ligadas a empresa ou instituição, pela compra direta de bens e serviços e por meio do licenciamento, *franchising*, co-produção ou consórcios tecnológicos e parcerias. (ROMAN & PUETT, 1983).

Partindo desta linha de pesquisa, Jung (2009) comenta que a tecnologia tem por princípio o estudo das necessidades humanas para o desenvolvimento de produtos e processos destinados às diversas atividades sócio-econômicas e culturais, considerando sempre a possibilidade de reduzir o esforço humano.

Através do avanço da tecnologia, Cruz & Mingorance (1997), lendo catálogos de instrumentos topográficos, observou as maravilhas que a tecnologia nos ofereceu a cada dia, não deixando de exaltar a admiração pelos topógrafos que através dos séculos realizaram levantamentos e medidas, com instrumentos rudimentares, chegando a resultados fantásticos e de precisão perfeita com aparelhos de alta complexidade tecnológicas.

Segundo Laussedat (1865) a palavra Topografia significa descrição de localidades. A Topografia tem efetivamente como objeto a representação detalhada do terreno, de todos os acidentes naturais que ocorrem na superfície, bem como das obras que os homens têm erigido em sua superfície, essa descrição engloba uma grande extensão do território, todo um país, isso leva a remover gradualmente os detalhes e, finalmente, a reter apenas as características gerais do solo, tais como a

localização dos centros populacionais, as montanhas, as direções dos rios, as costas e as principais feições lineares das grandes obras de construções civis.

Partindo assim de um simples projeto de engenharia civil, a elaboração mais complexa, o mesmo segue de forma adequada e precisa as informações eficiente da medição, devem ser obtidas de forma correta e confiável, com a mais eficácia possível. Neste caso não se adéqua apenas para elaboração do projeto estas informações, mas também para a execução da obra.

Reverendo os conceitos das abordagens competitivas do mercado da construção civil, estaremos explanado algumas oportunidades tão significativa e econômica neste mercado mundial; como VANT e/ou Drones, o termo *drone* é mais usual nos Estados Unidos, e está sendo aplicado para referir a veículos aéreos não tripulados que incluem normalmente a aplicação mais ativa com robótica e que apresentem maior independência em seu funcionamento, (BARCELOS, 2017). Os VANT's, iniciou-se sua área moderna especificamente nos Estados Unidos e Israel, com projetos mais acessíveis e de pequenos portes, durante a década de 1970, (LONGHITANO, 2010).

Segundo Navarro et al., 2015, a diferença entre VANT's/Drones são que, os Drones são objetos voadores de tamanho pequenos, que possuem hélices e podem ser controlados remotamente. Eles variam em modelo, tipo de funcionamento e modalidades de voo. Os Drones foram projetados, sobretudo, para o lazer, diversão, seja para tirar fotos ou apenas como hobby. Eles entram na categoria de aeromodelos. Já o Veículo Aéreo não Tripulado também é um veículo voador, similar ao Drone (estruturalmente), que pode ser controlado remotamente ou ter suas funções executadas de forma automática. Entretanto, o propósito deste equipamento diferencia-se, diferentemente do Drone, o VANT foi projetado para o uso profissional, para fins de pesquisa ou levantamento de dados. Outra diferença é que o VANT necessariamente possui uma carga útil embarcada, como por exemplo, uma câmera de filmagem, um compartimento para transporte, entre outros. Isso faz com que o VANT seja utilizado em diversas atividades empresariais e profissionais.

Shiratsuchi (2014), comenta que os VANT's/Drones foram projetados como instrumentos de defesa e ataque, porém veem deixando de ser fantasia, mas mantendo a característica de ficção científica, essas aeronaves vêm ganhando espaço na área de infraestrutura, esse mercado tão emergente que necessita de mão de obra cada vez mais rápida e qualificada.

Um dos principais desafios é colocar essa tecnologia na área de infraestrutura da construção civil, aplicando especificamente em levantamento topográfico, o presente trabalho busca desvendar se a utilização dos VANT's/Drones, aeronaves não tripuladas irão substituir os topógrafos nas atividades afins. Além de realizar a comparação entre topógrafo e VANT's/Drones que são utilizados na descrição da superfície terrestre.

O objetivo deste trabalho é analisar o uso dos VANT's/Drones, como uma tecnologia que vem substituindo os topógrafos na descrição da superfície de territórios.

Tendo como justificativa que realizações dos projetos topográficos se apresentam como uma atividade de suma importância para o mapeamento de um canteiro de obra, e considerando que um terreno pode apresentar inúmeras diferenças no aspecto físico, assim como locação, corte, aterro, compactação, localização, vegetação, etc, se tornando necessário uma abordagem mais fidedigna.

Diante disso, até que ponto o uso do VANT's/Drones se mostra como alternativa às ações que antes dependiam exclusivamente do topógrafo para realizações de levantamento e execução em um canteiro de obra, com a vantagem de ter uma tecnologia em uso operacional, além da rapidez na aquisição dos dados e na resolução dos problemas o VANT's/Drones pode ser a substituição do topógrafo em um futuro próximo.

Nesse contexto, este trabalho se mostra a abordar uma comparação em novos métodos em tecnologias que podem viabilizar a realizações dos trabalhos topográficos, de forma prática, com qualidade, rapidez, eficaz e precisão.

2 MÉTODOLOGIA

Realizou-se um levantamento bibliográfico nos principais bancos de dados online, tais como a plataforma do Google acadêmico, livros e resenhas indexadas da área de Topografia, Tecnologia e VANT's/Drones disponíveis no sistema global de redes de computadores. Os principais indexadores e palavras chaves utilizados na pesquisa foram: embate tecnológico, topografo e VANT's/Drones.

Atendendo a finalidade deste estudo, a população alvo deste trabalho foi o profissional de Engenharia Civil.

Para tentar responder objetivos formulados, optamos pela realização de um estudo descritivo. Usamos como principal instrumento de recolha de dados através de questionário, como forma de debater o desenvolvimento da tecnologia dos VANT's/DRrones x Topografo no meio da Engenharia Civil.

O questionário foi formulado contemplando a caracterização do respondente, caracterização técnica e caracterização do mercado. O mesmo foi respondido por 11 profissional engenheiro civil, sendo oito do sexo masculino e três do sexo feminino, com faixa etária entre 20 a 60 anos e 5 profissionais possuem mestrado.

No final do trabalho foi anexado um modelo do termo de consentimento livre e esclarecido e o questionário aplicado nas entrevistas, como forma de instrumento de coleta de dados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A palavra topografia, etimologicamente vem do grego *topos* = lugar, local e *grafo* = descrição, que significa a descrição minuciosa de uma localidade e geografia (do grego *Geografia*) é a ciência que tem por objeto a descrição da superfície da terra. Isso podendo ser aplicada a vários temas, a qualquer trabalho de Engenharia, Arquitetura, Urbanismo ou Paisagismo, se desenvolvendo em função do terreno sobre o qual se assenta como, por exemplo, obras viárias, núcleos habitacionais, pontes, viadutos, edifícios, aeroportos, portos, hidrografia, irrigação e drenagem, usinas hidrelétricas, telecomunicação, sistemas de água e esgoto, cadastramento e planejamento urbano e rural, etc.

Jeronymo e Pereira (2015), analisa a necessidade da informação de diversas áreas do conhecimento sobre uma análise topográfica, o conhecimento da altura de um determinado ponto em relação a um plano de referência, ou da diferença de nível entre um conjunto de pontos situados sobre uma porção da superfície terrestre. Tal fato pode ser realizado através de um aparelho de Estação Total, conforme apresenta á Figura 1, esse proporciona um levantamento, do comportamento do relevo de uma determinada área na qual se pretende desenvolver algum tipo de estudo ou projeto. Atualmente o uso de estações totais na execução de obras de Engenharia e Arquitetura, vem apresentando resultados cada vez mais satisfatórios em virtude da praticidade e rapidez que estes equipamentos proporcionam ao levantamento (DIAS *et al.*, 2010).

Figura 1 - Estação Total *Flexline TS02 Power*



Fonte: Leica (2011)

De acordo com o fabricante, Leica (2011), os modelos de Estação Total vêm com um conjunto de programas aplicativos através da tecnologia Bluetooth® e pode se conectar a qualquer coletor de

dados externo e utilizar o programa de coleta de dados que melhor se adapta ao trabalho exigido, atualmente o valor do um aparelho Estação Total Leica Ts-06 R500 Plus é de R\$33.000.

Porém, o avanço do mercado tecnológico das últimas décadas tem influenciado consideravelmente a topografia, através de um emergente crescimento das inovações da tecnologia, esse mercado vem substituir diversas ferramentas do cotidiano nosso, (SHIRATSUCHI, 2014). Exemplo de inovações tecnológicas são os VANT's/Drones, que comparados aos aparelhos de Estação Total, ambos já estão dividindo o mercado da Engenharia Civil em diversas áreas, essas aeronaves não tripuladas, vem realizando diversos trabalhos de alta tecnologia, utilizando-se de hardwares e softwares, propiciando um rápido, seguro e preciso na transferência de dados, sem contar com a presença de apenas um funcionário.

Já Cangussu e Campano Jr., (2015), enxerga nos VANT's/Drones inúmeras e diversas aplicações, porem seu total potencial ainda é desconhecido, tendo muito a ser explorado nas áreas de aplicações. Desse modo, a Figura 2 apresenta algumas áreas de aplicação dos VANT's/Drones.

Figura 2 - VANT's/Drones utilizado para mapeamento

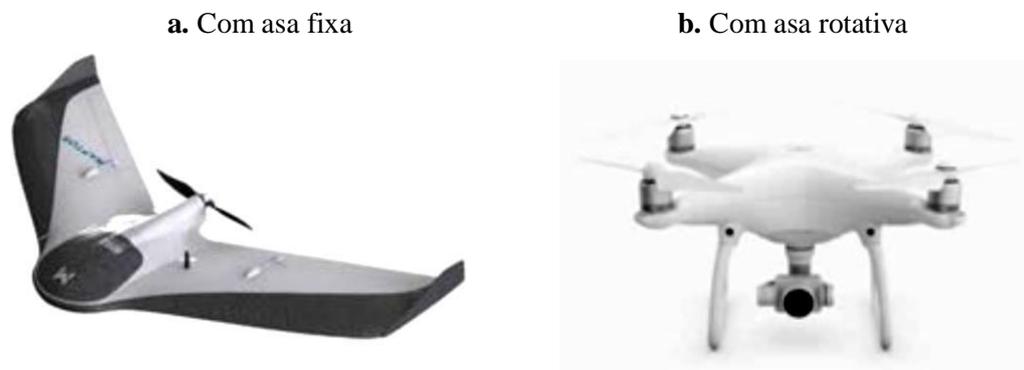


Fonte: Silva (2015)

Se tratando de estudo relacionado á engenharia civil, os trabalhos sobre VANT's/Drones são recentes e tendo como destaques, áreas de infraestrutura de transportes, manutenção de pavimentos e monitoramentos de rodovias, (THEMISTOCLEOUS *et al.*, 2014); levantamento de inspeção e monitoramento de pontes, (MORGENTHAL; HALLERMANN, 2014); monitoramento de patologia, inspeção de edificação, inspeção na área de segurança do trabalho em canteiro de obra, manuseio de equipamento adequado e logística, (ESCHMANN *et al.*, 2012; BLINN; ISSA, 2016); cálculo e medição de volume de terra através do modelo digital do terreno, (HUGENHOLTZ *et al.*, 2015).

Neste estudo de revisão bibliográfica, utilizou-se de dois modelos de VANT's/Drones, ambos com técnicas digitais de levantamento cadastral, contextualizado os sistemas de varredura e a fotogrametria digital, os VANTS's/Drones de asa fixa (Figura 3a) e asa rotativa (Figura 3b).

Figura 3: VANT's/Drones



Fonte: Adaptado por Nascimento *et. al.* (2017).

Nascimento *et. al.* (2017), ainda comenta que na construção civil, os avanços de pesquisa com VANTS's/Drones ainda é recente. No entanto, estudos demonstram crescimento da aplicação quanto a atividades de monitoramento e inspeção.

O VANT'S/Drones é uma tecnologia de aquisição de dados da fotogrametria, assim como a estação total é a tecnologia de aquisição de dados da Topografia. A fotogrametria coleta informações dos objetos remotamente, ou seja, não é necessário que ocupe o objeto de interesse, essa coleta de dados é feita de maneira remota, enquanto o Topografia utiliza o solo como meio de aquisição de dados, a Fotogrametria utiliza o espaço aéreo e ambas as ciências tem o mesmo objetivo de coletar informações georreferenciada e representar estas informações em forma de mapa, (BEZERRA *et. al.* 2017, p. 6).

Isso torna os VANT's/Drones uma ferramenta de grande utilidade em algumas funções nos canteiros de obra. Os VANT'S/DRONES podem ser a ferramenta para a substituição do topógrafo nas medições de um terreno, nas demarcações da obra, observamos que na passagem do parágrafo anterior os VANT's/Drones têm várias utilidades dentro de determinadas obras, além de um custo mais acessível se comparado a uma Estação Total, o valor de um Drone, modelo S1000's design tipo V, tem

um custo de R\$15.999,00. Porém a falta de estudos e pesquisas que comprovem uma futura substituição dos topógrafos ainda é incerta.

Herrmann (2016), comenta que embora haja expectativas sobre o crescimento econômico da indústria de construção civil dos VANT's/Drones aeronaves não tripuladas no Brasil e no mundo, um dos grandes impasse para a sua disseminação, ainda é a falta de regulamentação para seu uso comercial, suas regulamentações e as políticas que vigoram a leis atuantes, atuam como barreiras no processo de implantação VANT's/Drones aeronaves não tripuladas em canteiros de obras.

Em países que estão na vanguarda do processo regulatório do uso de aeronaves não tripulada, enxerga a importância da regulamentação diante do mercado econômico, dentre os países pioneiros destacam-se a França, o Canadá e a Austrália, no entanto os critérios de legislação e leis variam de país para país (SCHREIBER; OSTIARI, 2014).

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC (2015), agência que regulariza as leis nacionais, os critérios exigidos para a operação legal do VANT's/Drones aeronaves não tripuladas variam por classificação de aeronaves, baseando por Peso Máximo de Decolagem (PMD) e quais os tipos de operação, remotamente pilotada ou autônoma, isso de acordo com o seu propósito, comercial, corporativo e experimental, e os critérios visuais, linha de visada visual e além da linha de visada visual.

3.1 Legislação para o uso de VANT's/Drones

Atualmente muitas empresas estão utilizando o VANT's/Drones para as suas operações, tanto na parte comercial, corporativa ou executiva, porém também encontram dificuldades principalmente em relação a legislação que regulamenta o setor, tendo conhecimento que ainda não existe uma regra determinante e normas que viabilize a utilização deste VANT's/Drones dentro das empresas e nem a forma de se garantir segurança e eficácia da utilização deste equipamento (MONTEIRO, 2016).

No Brasil, a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), regulamenta e monitora as atividades de aviação comercial, que foi criada em 2005 pelo governo brasileiro pela Lei 11.182/2005 (BRASIL, 2015), a mesma criou regras específicas para as operações civis com os VANT's/Drones, definidas no documento 2.852 do dia 30 de Outubro de 2013, (ANAC, 2013)

No Brasil, existe uma portaria que regulamenta o aeromodelismo a DACNo207/STE que foi criada em 07 de abril de 1999. Bispo (2013) comenta que através desta portaria que se reescreveu as técnicas e normas para o manuseio de voos com os VANT's/Drones, tais como:

- Voar a uma certa distância de pessoas e multidões;
- Não voar em áreas densamente povoadas;
- Voar abaixo de 400 pés da superfície terrestre (cerca de 120 metros de altitude);

– Proibido voar nas proximidades de aeroportos (incluindo zonas de aproximação e decolagem de aeródromos).

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através das leituras dos catálogos de instrumentos topográficos pode-se observar as maravilhas que a tecnologia nos oferece a cada dia, não podendo deixar de sentir admiração pelos topógrafos que através dos séculos passados realizaram levantamentos e medidas, com instrumentos rudimentares, chegando a resultados fantásticos (CRUZ GONZÁLEZ, 1995).

Diante destas leituras dos catálogos cartográficas a topografia teve por finalidade em nossa esfera mundial, determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, do fundo dos mares ou do interior de minas, desconsiderando a curvatura resultante da esfericidade da Terra. Compete ainda à Topografia, a locação no terreno e projetos elaborados pelo Engenheiro Civil e Arquiteto. (DOMINGUES, 1979).

Brito & Purificação (2003), comenta que o campo da técnica e da Tecnologia responde ao interesse e à vontade do homem de transformar seu ambiente, buscando novas e melhores formas de satisfazer suas necessidades ou desejo do desenvolvimento humano. Esta atividade humana e seu produto resultante é o que chamamos de Tecnologias futuras.

Themistocleous et al., (2014), enxerga a tecnologia em estudos recentes na área de engenharia o uso do VANTS's/Drones, podendo suprir a necessidade de informações visuais e monitoramento em tempo real.

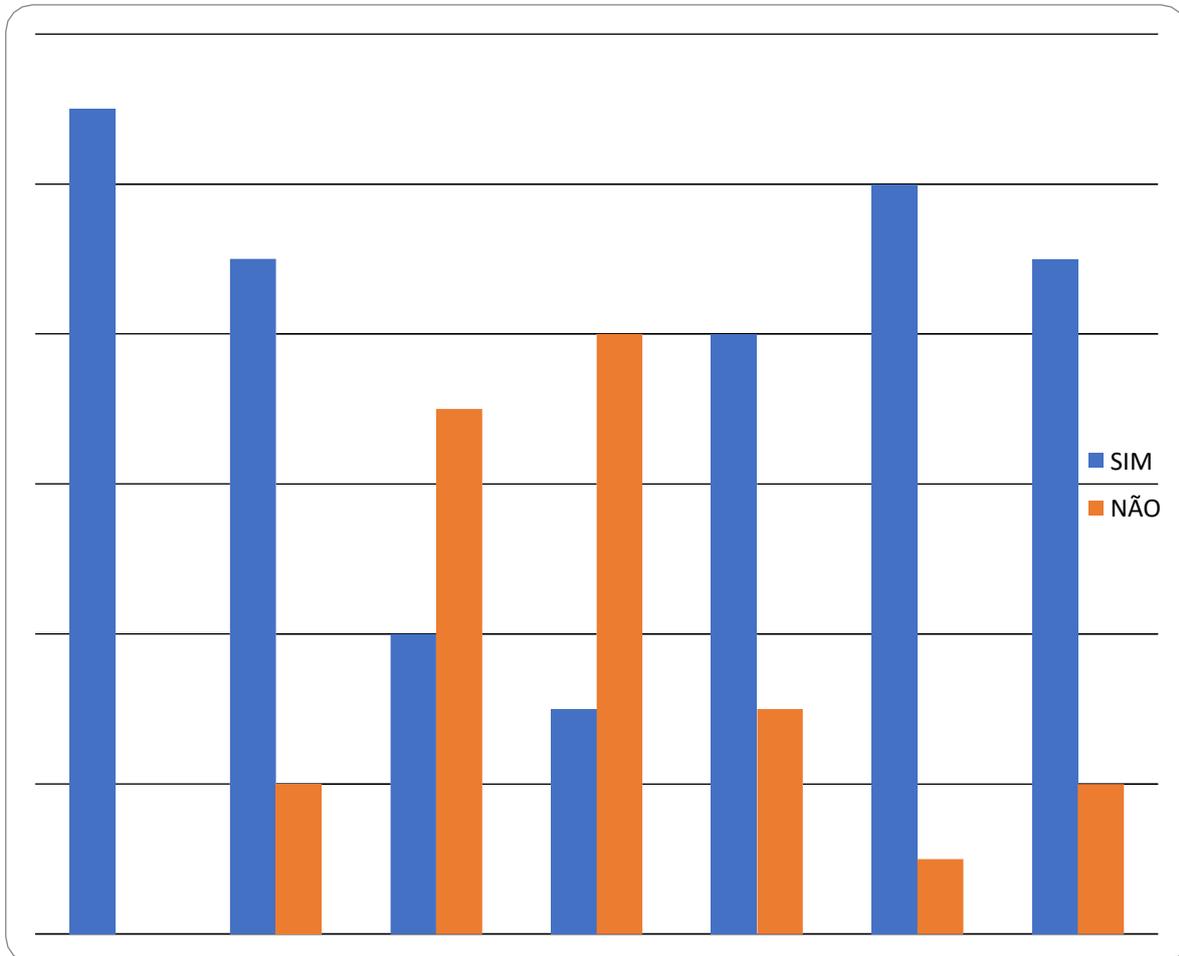
Mediante esse embate tecnológico entre topografia x VANTS's/Drones, decidimos elaborar uma pesquisa através de coleta de dados e levar essa discussão para dentro da sala de aula do curso de Engenharia Civil, levando em consideração que os futuros engenheiro estarão recebendo esse nicho do mercado tecnológico VANTS's/Drones. Essa estratégia quando explorado, pode representar o diferencial ou vantagem competitiva dentro de canteiros de obra.

Os resultados em critérios comparativos foram analisados e discutido de forma descrita abaixo, como mostra na Figura 4.

Na caracterização técnica, todos os respondentes do questionário citaram que em sua formação acadêmica tiveram conhecimento técnico e prático da disciplina de topografia, sendo que dois participantes relataram ter a disciplina por um semestre, cinco participantes por dois semestres e quatro participantes relataram ter a disciplina por mais de dois semestres. Quando os mesmos foram questionados se a instituição disponibilizava instrumentos e equipamentos de ponta na área de topografia a maioria relatou que sim e somente dois relataram que não tiveram acesso a equipamentos de ponta. A maioria dos participantes (sete entrevistados), responderam não ter participado de cursos

ou capacitações na área de topografia. Em relação á prestação de serviço na área, três participantes já prestaram serviço na área. E dois participantes prestam mais de dez serviços na área mensalmente.

Figura 4 – Resultado do questionário aplicado



É importante ressaltar que para essa pesquisa, os profissionais entrevistados tiveram durante sua formação acadêmica a matéria de topografia para término de sua conclusão do curso e que tiveram capacidade comprovada técnica e prática para desempenhar tal atividade. Porém, poucos chegaram a atuar na área de topografia. E que os resultados foram respondidos devido aos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas.

Na terceira parte do questionário foram levantados dados sobre a caracterização do mercado, como o mercado tecnológico que está cada vez mais competitivo, se eles acreditam que os VANT's/Drones podem substituir o mercado topográfico. Oito entrevistados responderam que sim, e somente três responderam não, os mesmos foram questionados em seguida se os diferentes serviços poderiam trabalhar em conjunto, sem que um possa ocupar o espaço do outro e mais uma vez a maioria disse que sim, e a última pergunta levantou a hipótese sobre a concorrência no mercado, entre as

empresas poderiam alterar a estrutura de preço aos clientes, conseqüentemente a perda do mesmo, se pode existir conflito e nove participantes responderam que sim.

Nos dias atuais, pesquisas recentes sobre VANTS's/Drones mostram além da parte do gerenciamento, a inspeção na área de segurança, pois possibilita uma observação frequente e direta, principalmente em obras que os canteiros são extensos (PORTO; KADLEC, 2018).

Deste modo, equipamento e materiais tecnológicos que estão começando a ocupar espaço na indústria da construção civil podem impactar de maneira positiva esse mercado e conseqüentemente, possibilitando uma visão ampla sobre as novas oportunidades que estão surgindo na área de engenharia.

É de grande contentamento que este trabalho possibilitou aos autores ampliar seu conhecimento sobre o mercado da construção civil, aplicações atuais e potenciais em termos de desenvolvimento tecnológico. Espera-se que o presente estudo seja de grande valor para o meio acadêmico e científico, servindo como base para futuras abordagens relacionadas a estudos.

5 CONCLUSÃO

A Construção Civil vem sendo um dos meios mais antigos e utilizados através do qual a civilização humana expressa seu desenvolvimento e sua cultura. Esse mercado vem se adaptando ao novo momento de aquecimento da tecnologia. As pesquisas descritas neste trabalho fomentam esse embate sobre VANT's/Drones e topógrafo, mostrando que apesar de um começo lento, o mercado de construção civil está se adaptando ao novo mercado tecnológico, sendo experimentado em algumas determinadas áreas da construção. Partindo desse pensamento, pode-se dizer, ainda, que a Construção Civil emerge um dos ramos de atividade de mais extrema importância para o surgimento da humanidade, sendo sua particularidade à novas tecnologias um item fundamental para o avanço socioeconômico de uma civilização.

Conclui-se que de maneira geral, os objetivos estabelecidos foram alcançados com êxito, portanto pode-se afirmar que os VANT's/Drones vão substituir os topógrafos em um futuro breve.

Começando por valores, atualmente um aparelho mais sofisticado de Estação Total da marca Leica Ts-06 R500 Plus é de R\$33.000, enquanto um Drones modelo S1000's design tipo V custa R\$15.999,00.

Neste contexto, conseguimos evidenciar as pequenas mudanças que estão ocorrendo na construção civil e expressar as futuras tecnologias que estão surgindo cada vez mais neste setor. Nesta forma, este estudo teve como objetivo principal propor um levantamento entre profissionais da área de Engenharia Civil sobre a participação de VANT's/Drones, na substituição do topógrafo, perante aos olhares dos engenheiros, essas futuras mudanças serão inevitável e irão acontecer. Porém, os autores

sugerem como continuidade deste trabalho, uma análise comparativa de pesquisas entre engenheiro civil e topógrafos, para resultados futuros.

E entende-se que muito está mudando e muito ainda vai mudar na área da construção civil, perante o mercado tecnológico. Esses profissionais tem o dever de se manterem atualizado no mercado tecnológico, para garantir a continuidade desse setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro da aviação Civil Especial** (RBAC-E nº94). Brasília, DF: 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2015/aud13/anexoI.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

BARCELOS, A. C. **O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) EM MONITORAMENTOS DE CAMPO: Aplicabilidades e Viabilidades**. TCC - Curso de Engenharia Civil, UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. MG Brasil, 2017.

BRASIL. PROJETO DE LEI N.º 16, DE 2015: **Coordenação de Comissões Permanentes - DECOM** - P_5760. Lei 11.182/2005 BRASIL: 2005. Disponível em: [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=E4A301A9BFDD4D0C45E2D06EED2C440.proposicoesWebExterno1?codteor=1637921&filename=Avulso+-PL + 16/2 015](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=E4A301A9BFDD4D0C45E2D06EED2C440.proposicoesWebExterno1?codteor=1637921&filename=Avulso+-PL+16/2+015) >. Acesso em: 29 abr. 2018.

BRASIL. PORTARIA DAC Nº 2017/STE, DE 7 DE ABRIL DE 1999: **Ministério da Aeronáutica**. Disponível em: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-1999/portaria-no-207-ste-de-07-04-1999/@@display-file/arquivo_norma_/por_t207STE.pdf. Acessado em: 29 abr. 2018.

BEZERRA, DUTRA L. A.; NETO, M.; CARVALHO, R.P. **Topografia com drones: A tecnologia a serviço da engenharia**. Faculdade Pitágoras – Fama. São Luiz, 2017. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/342808758/topografia-com-o-uso-de-drone>>. Acesso em: 22 out. 2018.

BISPO, C. C. **A utilização do veículo aéreo não tripulado nas atividades de segurança pública em Minas Gerais**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte/MG, 2013. Disponível em: <<https://www.pilotopolicial.com.br/Documentos/Artigos/TCC%20%20Cap%20Christian%20-%20122.631-5%20-%20CESP%20II-2012.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

BLINN, N.; ISSA, R.R.A. **Feasibility Assessment of Unmanned Aircraft Systems for Construction Management Applications**. In: Construction Research Congress, San Juan, p. 2593-2603, 2016.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. C. **Educação professor e novas tecnologias: em busca de uma conexão real**. Curitiba: Prottexto. 2003.

CANGUSSU, A. A. D.; CAMPANO, JR.M. **Quadricóptero: um projeto de veículo não-tripulado**. Journal of Exact Sciences, V.4, n.1. p.07-16 (Jan - Mar 2015). Disponível em: <<http://www.mastereditora.com.br/je>>. Acesso em: 22 out. 2018.

- CRUZ GONZÁLEZ, J. L. & MESA MINGORANCE, J. L. 1997. **Instrumentos Topográficos**. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, Universidad de Jaén. Disponível em: <http://www.mappinginteractivo.com/plantillaante.asp?id_articulo=839>. Acesso em: 08 jun. 2018.
- CRUZ GONZÁLEZ, J. L. **Instrumentos de Topografía. Recordando su historia**. Universidad de Jaén. - España. 1995. Tradução e ampliação: Iran Carlos Stalliviere Corrêa. Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Departamento de Geodésia – IG/UFRGS Porto Alegre-Brasil. Disponível em: <<https://rl.art.br/arquivos/1682043.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- DIAS, A. L.; SARAIVA, A. G. S.; GADELHA, A. G.; SOUZA, R. F.; GUIMARÃES, C. L. **Utilização de Estação Total para a Execução de Levantamentos Altimétricos Compatíveis com a Classe IIN da NBR 13133**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésica e Tecnologia da Geoinformação, Recife-PE, 2010. p. 001-006.
- DIAS, G. M. **Levantamento de limites do imóvel rural com uso de VANT, Eldorado do Sul – RS**. Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/114676>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- DOMINGUES, F.A. A. **Topografia e Astronomia de Posição para Engenheiros e Arquitetos**. MacGraw-Hill. São Paulo. 1979.
- ELLUL, Jacques. **The Technological Society**. New York, Vintage Books, 1964.
- ESCHMANN, C.; KUO, C. M.; KUO, C.H.; BOLLER, C. **Unmanned aircraft systems for remote building inspection and monitoring**. In: 6th European workshop on structural health monitoring. 2012.
- HERRMANN, M. **Unmanned aerial vehicles in construction: an overview of current and proposed rules**. In: Construction Research Congress, San Juan, p. 588-596, 2016.
- HORUS. **AERONAVES – Drone Mapping Solutions**. Drones profissionais para monitoramento e mapeamento aéreo. Florianópolis - SC | Piracicaba - SP Copyright © 2018 Horus Aeronaves. Disponível em: <https://drones.horusaeronaves.com/dronesmapeamentogclid=EA1aIQo C hMI o3DuKvy3gIVFQSRCh0JlwSNEAAYASAAEgJGvvD_BwE>. Acesso em: 25 set. 2018.
- HUGENHOLTZ, C.H.; WALKER, J.; BROWN, O.; MYSHAK, S. Earthwork Volumetrics with an Unmanned Aerial Vehicle and Softcopy Photogrammetry. **Journal of Surveying Engineering**, v.141, 2015.
- JERONYMO, A. C.; PEREIRA, P. B. A. **Comparação de métodos de levantamento topográfico, utilizando escâner a laser, estação total e fotogrametria terrestre**. TCC - Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba - PR Brasil, p. 19, 2015.
- JUNG, F. C., **Metodologia Científica e Tecnológica**. Módulo 5 – Tecnologia. Edição 2009. Disponível em: <<http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/mod5.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- LAUSSE DAT, Aimé, **Ouverture du cours de géométrie appliquée aux arts au conservatoire impérial des arts et métiers**. Paris, Janeiro de 1865. Traduzido por Laurent Polidori & Antonio Maria Garcia Tommaselli, BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170., sec. Comunicações/Trab. Técnicos Curitiba, v. 19, no 3, p.512-524, jul-set, 2013.
- LEICA Cyrax Cyclone versão 6.0.3 e escâner terrestre HDS3000. **Leica Geosystems HDS LLC**. Conjunto de programas e equipamentos, 2011.

LONGHITANO, G. A. **Vants para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.** 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes – Geoprocessamento) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MONTEIRO, L. R. **Otimização de um sistema de transportes de medicamentos via UAV (Drone) entre hospitais do Rio de Janeiro.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018400.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

MORGENTHAL, G.; HALLERMANN, N. Quality assessment of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) based visual inspection of structures, **Advances in Structural Engineering**, v. 17, n. 3, 2014.

NASCIMENTO, J. S.; GONÇALVES, B. B. T.; CINTRA, C. L. D., **Otimização da Segurança em Canteiros de Obras Utilizando Veículos Aéreos não Tripulados (VANTS) com Controle de Voo via Arduino Yum.** ACTA TECNOLÓGICA v.12, nº 1, 2017.

NAVARRO, J. D; GARCIA, A; RIBEIRO, G. L; SZESZ, A. J; VAZ, M. S. M. G. **Índices de vegetação para imagens capturadas por veículos aéreos não tripulados.** In: XSBIAGRO, 10., 2015. Universidade Estadual de Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2015. Disponível em: <http://eventos.uepg.br/sbiagro/2015/anais/SBIAGro2015/pdf_resumos/6/6_jorge_davi_navarro_35.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

PORTO, G. B. P.; KADLEC, T. M. M. **Mapeamento de estudos prospectivos de tecnologias na revolução 4.0: um olhar para a indústria da construção civil.** TCC - Curso de Engenharia Civil, da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Curitiba - PR Brasil, 2018.

ROMAN, D. D.; PUETT JUNIOR, J. E. **International Business and Technological Innovation.** 1. ed. New York: Elsevier Science Publishing Co., 1983.

SCHREIBER, L; OSTIARI, E. **Game of drones: do civilian applications harbour opportunities for sustainable development?** Mirova, 2014. Disponível em: <http://www.mirova.com/Content/Documents/Mirova/publications/va/studies/MIROVA_Study_Game_of_drones_EN.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018.

SILVA, C. A. **Avaliação da acurácia dos ortomosaicos e modelos digitais do terreno gerados por VANT e sua aplicação no cálculo de volume de pilhas de rejeito da pedra cariri.** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/20034>>. Acesso em: 22 out. 2018.

SHIRATSUCHI, L. S., **O Avanço dos Drones.** Revista DBO, v. 33, n. 403, p. 20-25, mai., 2014. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1003261>> Acesso em: 06 mai. 2018.

THEMISTOCLEOUS, K; NEOCLEOUS K; PILAKOUTAS, K; HADJIMITSIS, D.G. **Damage assessment using advanced non-intrusive inspection methods: Integration of Space, UAV, GPR and Field Spectroscopy.** In: International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment, 2, 2014.

TOFFLER, Alvin. **Choque do futuro.** Lisboa : Edição Livros do Brasil, 1970.

ANEXOS

ANEXO A - Termo individual de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, você poderá escolher participar ou não deste estudo. Para participar, assine ao final deste documento que está em uma via, onde deverá ser devolvida ao pesquisador (a) responsável. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma. Será garantido o sigilo ao colaborador e os dados coletados serão utilizados em publicações em revistas especializadas e em congressos das áreas afins. Em caso de dúvida você pode consultar o pesquisador responsável Rodrigo Pereira. **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA. TÍTULO DO PROJETO: O PASSADO E O FUTURO PRÓXIMO, O EMBATE TECNOLÓGICO ENTRE O TOPOGRAFIA E VANT'S/DRONES AERONAVES NÃO TRIPULADAS.**

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Rodrigo Pereira – RG: 28.907.801-5 , CPF: 190.873.218-05,
Telefone : (14) 99713-3040 / (14) 3417-4628 – Endereço: Rua. José Bonifácio, nº 1085, bloc B /apto 11, Marília – S.P – CEP: 17513-230 - PROFESSOR ORIENTADOR: Prof^a. Msa. Agnes Silva de Araújo

Nome do voluntario: _____

RG: _____

CPF: _____

ASSINATURA: _____

ANEXO B - O PASSADO E O FUTURO PRÓXIMO, O EMBATE TECNOLÓGICO ENTRE O TOPOGRAFIA E VANT'S/DRONES AERONAVES NÃO TRIPULADAS.



nº 000

Data / / 2018

Caro(a) Companheiro(a), Este questionário é parte de uma pesquisa sobre Trabalho de Conclusão de Curso e suas respostas são muito importantes para a fase exploratória!

1ª parte: Caracterização do respondente:

Sexo: Masculino () Feminino ()

Idade :menos de 20 a 25() 26 a35() 36 a 45 () 46 a 50 () acima de 50 ()

Nível Escolaridade: () Ensino Fundamental () Ensino Médio () Ensino Técnico () Ensino Tecnólogo ()

Ensino Superior () Mestrado () Doutorado

Exerce sua formação superior no momento: () Sim () Não

Trabalha em alguma empresa na área de Engenharia Civil: () Sim () Não

Se sim qual o cargo: () Proprietário () Gerente () Responsável Técnico () Ajudante

2ª parte: Caracterização Técnica:

Durante sua formação acadêmica você teve conhecimento técnico e pratico na disciplina de topografia: () Sim () Não

Tempo de atuação técnico e pratico: () 1 semestre () 2 semestre () ou mais ()

A instituição que você estudou disponibilizava instrumentos e equipamentos tecnológico de ponta na área de topografia: () Sim () Não

Se sim qual a marca e nome: _____

Você chegou participar de alguma atividade como cursos e capacitações na área de topografia: () Sim () Não

Se sim quantas vezes: _____

Já chegou prestar algum serviço mensal na área de topografia: () Sim () Não

Se sim, qual o tempo de atuação: () 1 por mês () 1 a 3 por mês () 3 a 5 por mês

() 5 a 10 por mês () acima de 10 por mês

3ª parte: Caracterização do Mercado:

O mercado tecnológico está cada vez mais competitivo, você acredita que o VANT's/Drones aeronaves não tripuladas pode substituir o mercado topográfico () Sim () Não

Se sim explique o porquê: _____

Você acredita que a integração de diferentes serviços pode trabalhar em conjunto, como:

VANT's/Drones & Topografo sem que um possa ocupar o espaço do outro: () Sim () Não

Se sim explique o porquê: _____

Você acredita que a concorrência no mercado entre as empresas pode alterar a estrutura de preços aos clientes, conseqüentemente a perda do mesmo: () Sim () Não

Considera-se que possa existir conflito, indique a razão principal: _____

Deseja receber o resultado desta pesquisa: () sim () não

e-mail: _____

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO!

A IMPORTÂNCIA DO USO DO EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO

INDIVIDUAL: fatores que intervêm no uso de equipamentos de proteção

individual nas obras da construção civil na cidade de Marília-SP

Danilo Elias Jorge do Nascimento ¹

Leonardo Lucas da Silva Paganini ²

Bruno Peres Moitinho ³

RESUMO: A construção civil é uma das áreas de atuação econômica que mais passa por incidentes de trabalho, para termos uma noção, até o dia 27 de abril de 2018 foram registrados 184.516 acidentes de trabalho, visto que, aproximadamente 653 foram mortais. Ao passar por obras na cidade de Marília depara-se com funcionários trabalhando sem a utilização dos EPIs. Dentro desta situação temos como objetivo fazer a verificação em obras de 90 m² a 300 m² para observar os requisitos de segurança. Para atingir os objetivos foram realizados levantamentos em cinco obras de médio porte na cidade de Marília e entrevistas com operários, com o auxílio de um questionário para a coleta dos dados. Com as informações obtidas pode-se concluir que o principal motivo é que 73% dos operários entrevistados não utilizam os EPIs por falta de disponibilidade. Portanto, não havendo uma fiscalização correta os responsáveis não cumprem as leis de segurança, ocasionando riscos aos trabalhadores.

Palavras-chave: Construção. Incidentes. Leis. Fiscalização. Segurança.

ABSTRACT: Civil construction is one of the areas of economic activity that most goes through work incidents, to have a notion, until April 27, 2018 were recorded 184,516 work accidents, since approximately 653 were mortal. When going through works in the city of Marília comes with employees working without the use of EPIs, inside, in this situation we aim to verify in works from 90 m² to 300 m² to observe the safety requirements. To achieve the objectives, surveys were carried out in five medium-sized works in the city of Marília and interviews with workers, with the aid of a questionnaire to collect the data. With the information obtained it can be concluded that the main reason is that 73% of the workers interviewed did not use EPIs due to lack of availability. Therefore, not having a correct inspection the responsible ones do not comply with the security laws, causing risks to the workers.

Keywords: Construction. Incidents. Laws. Oversight. Safety.

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: danilo_elias.nascimento@outlook.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: leonardo_eng_@outlook.com

³ Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica e Esp. em Engenharia de Segurança do Trabalho. e-mail: bruno.moitinho@uca.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas de atuação econômica que mais passa por incidentes de trabalho e no qual o risco de incidente é maior. Segundo a revista CIPA (2018) até o dia 27 de abril de 2018 foi registrado 184.516 acidentes de trabalho, dos quais aproximadamente 653 foram mortais.

Constantemente, percebem-se em obras da construção civil de médio porte na cidade de Marília, os funcionários trabalhando sem nenhum tipo de EPI (Equipamento de Proteção Individual), estando propícios a incidentes que podem conduzir a morte do trabalhador conforme figura 1.

Figura 1 – funcionário trabalhando sem nenhuma segurança.



Fonte: Dos autores (2018).

Uma das possibilidades mencionada na lei é o uso do equipamento de proteção individual, já que, segundo a NR-6 (Norma Regulamentadora – 6) o EPI é necessário para preservar a integridade física e a saúde do funcionário. Igualmente, a NR-18, exige as instituições a fornecerem os EPIs aos funcionários (NR-18, 2015).

Por finalidade, têm como objetivos a verificação em cinco obras de 90m² a 300m², para observar os requisitos em segurança tais como: o fornecimento dos equipamentos de proteção, as exigências em relação ao seu uso, fiscalização por parte dos órgãos responsáveis da cidade, se as construtoras estão cumprindo com as normas, relacionar a utilização dos EPIs com o grau de escolaridade dos operários, demonstrar importâncias e vantagens econômicas na utilização dos equipamentos de proteção e visitar os órgãos responsáveis pela fiscalização das obras na cidade de Marília para responder questões relacionadas a fiscalização.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Perante qualquer profissão a utilização de equipamentos de proteção e o aperfeiçoamento de pesquisas que valorizem a vida dos funcionários são indispensáveis. Existem diversas formas de preservar o funcionário, e uma das maneiras é a aplicação do equipamento de proteção individual que ajuda na preservação da vida, entretanto, deve ser utilizado quando houver incapacidade de um manejo mais eficaz que leve a extinção dos riscos de incapacidade de acidentes no local de trabalho.

Explica Cardella (2009, p. 237) que segurança “é uma variável inversamente proporcional ao risco e quanto maior o risco, menor a segurança e vice-versa e, aumentar a segurança, significa reduzir riscos”.

Sem dúvida, o cumprimento das normas de segurança do trabalho NR's e sua aplicação de forma efetiva pelos empregadores podem gerar inúmeros benefícios, em específico uma redução relevante dos custos sobre a folha de pagamento além de sua principal função que é impedir acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. Além de redução de custos por atuações aplicadas pelo MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) e previdência social, o empregador que cumpre com as normas de segurança reduz os riscos de ações indenizatórias e retroativas cujo punições podem chegar a mais de R\$ 1.000.000,00.

A instituição que avança na proteção pode impedir os incidentes de trabalho, males profissionais e, além disso, as despesas por dias encostados, prejuízos de materiais, perda dos instrumentos, perda de trabalhadores, etc.

Certamente, o investimento na segurança do trabalho é tido como sinônimo de ganhos e entusiasmo dos trabalhadores, que se sentindo reconhecidos em seus cargos, acabam produzindo de maneira segura e eficaz.

2.1 O homem e o trabalho

O trabalho vem desde o surgimento do homem, por ele as sociedades puderam se desenvolver e alcançar os níveis atuais, visto que, ele gera vários benefícios tanto pessoais como econômicos também, e por esse motivo ele é valorizado por todos da sociedade.

Ao longo da história, o homem esteve constantemente exposto a riscos, mas a partir da revolução industrial, com a invenção das máquinas a vapor, esses riscos ampliaram-se. O surgimento das máquinas em substituição ao trabalho artesanal multiplicou a produtividade no trabalho. Iniciava-se então a produção em larga escala, através do uso das novas tecnologias. As fábricas da época eram instaladas em locais improvisados, com péssimas condições de trabalho e exploração de trabalhadores (o que incluía também mulheres e crianças) em jornadas diárias de até 16 horas. O resultado disso foi um grande número de acidentes de trabalho, doenças relacionadas e muitos trabalhadores mortos ou mutilados. A partir dessa situação dramática é que

se originaram as primeiras leis e estudos relacionados à proteção, à saúde e à integridade física dos trabalhadores (FERREIRA e PEIXOTO, 2012, p. 15).

Consequentemente, a construção civil é um setor de trabalho que requer grande mão de obra, sendo assim, um setor com grandes riscos de acidentes de trabalho e que deve se atentar com relação à segurança do trabalhador.

3 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

A segurança do trabalho é que organiza a empresa, melhorando o rendimento e as características dos produtos, colaborando para aperfeiçoar as ligações humanas no trabalho.

Além disso, existem parâmetros que têm em vista diminuir os acidentes de trabalho, males ocupacionais, de proteção à integridade e a competência de trabalho do operário, porém deve ser respeitada.

De acordo, com a NR-6 uma das possibilidades reservada à proteção a suscetíveis perigos a segurança e a saúde do operário é o uso do equipamento de proteção individual.

3.1 Norma Regulamentadora – 6

De acordo com a NR-6, os EPIs devem ser fornecidos gratuitamente pelas empresas, sempre adequado aos riscos da função e em ótimo estado de conservação e funcionamento. A empresa deve exigir o uso dos EPIs durante a jornada de trabalho, realizar orientações e treinamentos sobre o uso correto. No caso de equipamentos perdidos ou danificados, é responsabilidade da empresa substituí-lo imediatamente. Na relação entre empregado – empregador é preciso que ambos tenham o conhecimento dos direitos e deveres de cada um, para proporcionar segurança e proteção no ambiente de trabalho (PROMETAL, 2018).

É do empregador a responsabilidade de prover o EPI correto e em perfeitas condições de uso. Pelo preconizado na Norma Regulamentadora nº 06, cabe ao empregador, quanto ao EPI, os seguintes itens:

- Adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- Exigir seu uso;
- Fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado guarda e conservação;
- Substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- Responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- Comunicar ao M.T.E. qualquer irregularidade observada;
- Registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

O funcionário também precisa reconhecer a importância do EPI e zelar pela própria segurança. Segundo a NR-06, esses são os deveres do empregado em relação ao EPI:

- Utilizá-lo apenas para a finalidade a que se destina;
- Responsabilizar-se pela guarda e conservação;

- Comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;
- Cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.
A organização da empresa quanto ao uso dos EPIs é fundamental, visto que, é importante que todas as ações de segurança sejam devidamente documentadas (CONNECT, 2017).

3.2 Tipos de EPIs

De acordo com a Prometal (2018), os tipos de EPIs utilizados podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador e da parte do corpo que se pretende proteger, tais como:

- Proteção da cabeça: Capacete e capuz.
- Proteção dos olhos e face: Óculos, protetor facial e máscara de solda.
- Proteção auditiva: Protetor auditivo.
- Proteção do tronco: Vestimentas de segurança que ofereçam proteção ao tronco contra riscos de origem térmica, mecânica, química, radioativa e meteorológica e umidade proveniente de operações com uso de água; e colete à prova de balas de uso permitido para vigilantes.
- Proteção respiratória: Respirador purificador de ar, respirador de adução de ar e respirador de fuga.
- Proteção dos membros superiores: Luva, creme protetor, manga, braçadeira, braçadeira e dedeira.
- Proteção dos membros inferiores: Calçado, meia, perneira e calça.
- Proteção do corpo inteiro: Macacão, conjunto e vestimenta de corpo inteiro.
- Proteção contra quedas com diferença de nível: Dispositivo trava-queda e cinturão.

Naturalmente, a fim de garantir um equipamento de proteção individual seguro, é essencial incluir a CA (Certificado de Aprovação) para certificar que se encontram de acordo com as determinações do MT (Ministério do Trabalho).

4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos no trabalho foi feito uma pesquisa de campo dos fatores que intervêm na utilização dos EPIs em 5 obras entre 90 m² a 300 m² na cidade de Marília, para poder ter uma averiguação de diversos métodos de trabalho, foram escolhidas obras com diversos processos construtivos, analisando assim possíveis riscos que os operários estão sujeitos a cada atividade.

Com permissão dos responsáveis nas obras, foram realizadas entrevistas com alguns operários utilizando um questionário elaborado em anexo para a coleta das informações necessárias.

Dos cinco canteiros de obra visitados, três deles são barracões comerciais em alvenaria estrutural e estrutura metálica e duas residências unifamiliares. No total foram entrevistados 27 trabalhadores entre mestre de obras, serventes, encanadores e carpinteiros. As visitas nos canteiros foram de extrema importância para alcançar os objetivos propostos no trabalho, com isso também podem ser acompanhadas as etapas construtivas de uma obra tais como execução da alvenaria, cortes de pisos e madeira, encanamentos, concretagem de pisos e lajes entre outros, observar métodos e artimanhas utilizados pelos operários nas obras e com isso expor os perigos que cada atividade ocasiona e comparar com o uso dos equipamentos de proteção.

Por fim, foi realizada visita aos órgãos da cidade de Marília responsáveis pela fiscalização das obras, o Sindicato dos trabalhadores nas indústrias da construção e do comércio imobiliário de Marília (SINTRACOM) e Ministério Público do Trabalho (MPT) para responderem alguns questionários em relação da fiscalização nas obras, das obrigações dos profissionais que trabalham nesse ramo e penalidades quando encontrado irregularidades.

5 APRESENTAÇÃO E RESULTADO DAS ANÁLISES

Neste tópico serão apresentados os dados obtidos em visita nas obras através das informações contidas nos questionários.

Conforme descrito na NR-18 os canteiros de obras precisam ter as seguintes instalações:

- Instalações sanitárias;
- Vestiário;
- Alojamentos;
- Cozinha (caso haja o preparo da refeição no local);
- Local de refeições;
- Marmiteiro;
- Área de lazer;
- Chuveiro.

Com relação às informações obtidas dos questionários e fotografias, pode-se observar que as condições das obras não estavam de acordo conforme descrito na norma em questões de higiene e organização. Os resultados foram nulos, em nenhuma das obras foi encontrada sequer uma das instalações exigidas na norma, alguns operários utilizavam cantos no fundo das obras para fazer suas necessidades, outros pediam para comércios ao lado para utilização do banheiro sanitário.

Além de que, foi observada a inexistência de um local para o armazenamento adequado das refeições e o seu aquecimento. Muitos operários levavam marmita térmica por conta de não haver local para seu aquecimento, outros aqueciam suas marmitas em latas acendendo com álcool e alguns pedaços de madeira.

Os canteiros de obras não possuíam um local de descarte adequado para seus rejeitos, uma organização dos materiais, os entulhos gerados nas obras estavam todos jogados em um canto podendo assim ocasionar acidentes de trabalho, pois continha restos de madeiras, pedaços de ferro, pregos e arames conforme mostra a figura 2, não obedecendo as exigências da norma NR 18 que relata que as madeiras retiradas de andaimes, tapumes, fôrmas e escoramentos precisam ser empilhados, depois de retirados ou rebatidos os pregos, arames e fitas de amarração.

Figura 2- Entulhos encontrados nas obras visitadas.



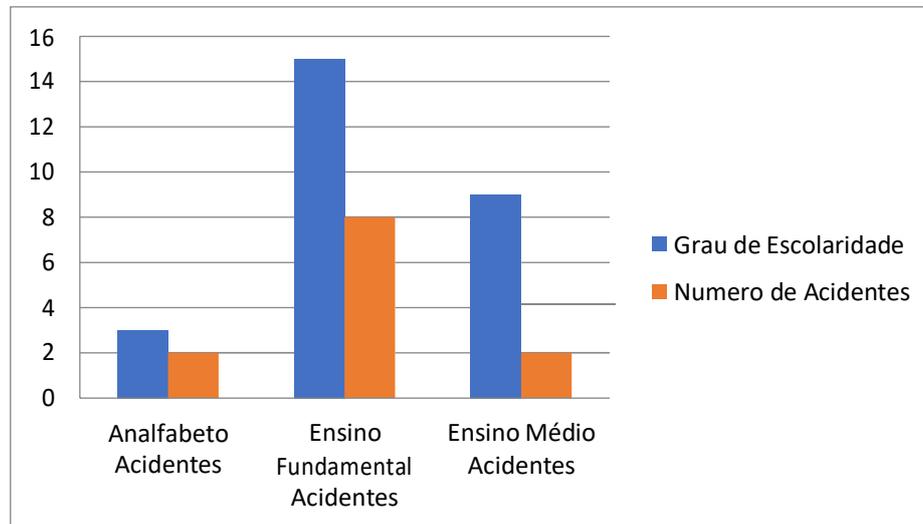
Fonte: Dos autores (2018).

5.1 Perfis dos trabalhadores

Em geral, a formação escolar dos operários é baixa, foi observado que grande parte dos trabalhadores possui mais de 40 anos de idade, muitos começaram a trabalhar cedo e não conseguiram estudar. A formação da mão de obra nesse setor se dá pelo tempo e experiência de trabalho, geralmente entram nesse setor como serventes e ao passar do tempo, com o adquirir de experiências, eles mesmos se auto intitulam como pedreiros ou mestre de obras. Nota-se com os resultados obtidos que quanto maior o grau de escolaridade, menos o índice de acidentes como mostra na figura 3. Dentre os 27

trabalhadores entrevistados, 55% já sofreram algum tipo de acidente no trabalho e atualmente nenhum se encontra afastado.

Figura 3 - Gráfico de Grau de Escolaridade e índice de acidentes dos trabalhadores.



5.2 Equipamentos de proteção encontrados nas obras visitadas e sua utilização

De acordo com a NR – 6 toda empresa é obrigada a fornecer, gratuitamente, equipamentos de proteção (EPI) apropriados aos riscos que o trabalhador poderá obter, deveram estar em perfeito estado de conservação e funcionamento e cabe ao empregado utilizar, só poderá ser usado com finalidade a que se destina e devem se responsabilizar pela sua guarda e conservação, o empregado deve comunicar o empregador caso haja alguma alteração que o deixe impróprio para o uso e cumprir com as determinações sobre o seu uso adequado determinado pelo seu empregador.

Porém a realidade é outra ao passar pela maioria das obras da cidade. A tabela 1 mostra os EPIs encontrados e o número de operários que estavam utilizando. Os EPIs que foram encontrados nas visitas eram na sua maioria Botinas de Proteção e todas foram compradas pelos próprios operários.

Tabela 1- Fatores que intervêm na utilização dos EPI'S nas obras visitadas.

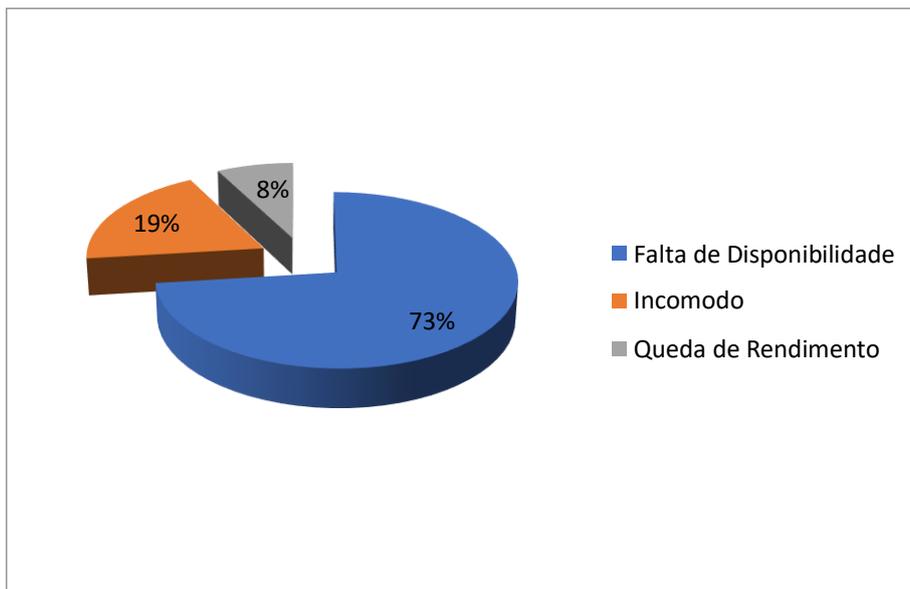
| Obras visitadas | Número de operários | EPIs encontrados | EPIs utilizados |
|-----------------|---------------------|---|----------------------------|
| Obra 1 | 8 | 5 botinas, e 1 luva vaqueta | 5 botinas |
| Obra 2 | 4 | 2 botinas | 2 botinas |
| Obra 3 | 6 | 4 botinas, 1 oculos de proteção transparente e 1 luva vaqueta | 4 botinas e 1 luva vaqueta |
| Obra 4 | 5 | 3 botinas, 1 luva (obs: proteção química) e 1 capacete | 3 botinas |
| Obra 5 | 4 | 2 botinas e 1 óculos de proteção transparente | 2 botinas |
| Total | 27 | 22 | 17 |

5.3 Fatores que intervêm na utilização dos EPIs nas obras visitadas

Conforme os resultados apresentados da pesquisa e as visitas nas obras, comprovamos que os responsáveis pelas obras não cumprem com as normas, especialmente com a NR-6, o percentual de trabalhadores utilizando os equipamentos de proteção é muito pequeno.

A figura 4 mostra os fatores que intervêm na utilização dos equipamentos de proteção nas obras pesquisadas.

Figura 4- fatores que intervêm na utilização dos EPIs nas obras pesquisadas.



Com os resultados obtidos constatou-se que o principal fator que intervêm na utilização dos EPIs nas obras visitadas é a sua falta de disponibilidade com o total de 73% dos motivos. Com base nos questionários foi verificado que nenhuma das obras foi fiscalizada por parte dos órgãos responsáveis da cidade, por esse motivo, as empresas e os empreiteiros não fornecem os equipamentos de proteção para seus trabalhadores por não ter uma fiscalização que os obriguem a isso, nenhuma segue as normas. Quem sofre com isso são os operários que podem sofrer doenças e acidentes por falta da utilização dos EPIs.

Outros motivos são 19 % incomodo e 8% queda de rendimentos que são dados pela falta de treinamento, pois alguns trabalhadores não entendem e não sabem utilizar os EPIs. Alguns dados relevantes obtidos nos questionários é que nenhuns dos operários receberam cursos de segurança no trabalho como exige a NR-18 e a NR-36, o que pode contribuir para o acontecimento de acidentes e também, a ausência do responsável técnico por elaborar e assinar o projeto que em muitas vezes não aparece ou sequer acompanham o andamento das obras.

6 VISITA AO SINTRACOM DE MARÍLIA

A entrevista ao SINTRACOM (Sindicato dos trabalhadores nas indústrias da construção e do comércio imobiliário de Marília) foi realizada para responder um dos objetivos do trabalho que é a fiscalização das obras, como a responsabilidade pela fiscalização das obras é do sindicato, entrevistamos o responsável pela fiscalização na cidade.

Ele trabalha a 4 anos nesse ramo na cidade de Marília, realiza 3 visitas por semana em obras de todos os portes e reformas consideravelmente grandes, porém, comentou que é muito raro ele realizar visitas em obras de pequeno e médio porte que vistoria com maior frequência obras de grande porte como prediais por exemplo. Ele utiliza um tipo de formulário que está em anexo para a fiscalização nas obras. Verifica os registros em carteira, se estão cumprindo com o piso salarial de acordo com circulares do sindicato, fornecimento de água potável, se os equipamentos elétricos estão devidamente aterrados, todas as instalações exigidas na NR-18, o fornecimento de EPIs entre outros itens apontados no formulário comentado em anexo.

Quando identificado o não cumprimento das normas o fiscal aponta a empresa e dá um prazo de 15 dias para que a mesma ou responsável pela obra cumpra com os requisitos da norma, depois desses 15 dias é realizada uma nova vistoria e caso o responsável não cumpra as exigências impostas a ele, acarretara em denuncia junto a gerencia regional do Ministério do Trabalho e Emprego e ainda ao Ministério Público do Trabalho.

7 MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO

Cabe ao Ministério Público do Trabalho (MPT) providenciar ações publica civil para a defesa dos direitos e interesses coletivos dos trabalhadores por meio de decisões da justiça do trabalho.

Em visita aos responsáveis pela fiscalização do ministério do trabalho foi relatado que as fiscalizações são feitas em geral por parte de denúncias dos operários ou do sindicato, essas denúncias podem ser feitas tanto nas procuradorias do ministério do trabalho do município, quanto pelo site (www.mpt.gov.br) podendo realizar denúncias anônimas.

Segundo o procurador, o não cumprimento das normas podem ocasionar uma serie de punições tanto ao empregador quanto ao empregado. A violação por parte dos empregadores reflete nas esferas administrativas ocasionando multas aplicadas pelo MTE. Nessa situação a empresa pode entrar com uma ação afirmando termo de ajuste de conduta, se comprometendo a regularizar ou abster-se das condutas irregulares, ou de forma jurídica, nesse a ação pública será acionada para obrigar a empresa ou empregador a não mais praticas as atividades tidas como ilícitas.

Ao empregado caberá seguir as ordens fornecias de segurança do trabalho, os treinamentos e utilização dos EPIs. O empregado que se recusar a utilizar os equipamentos de segurança e não seguir as instruções fornecidas pelo empregador estará sujeito a punições que podem ser de uma advertência verbal ou até mesmo demissão por justa causa.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos das 5 obras, pode-se constatar que as obras investigadas não cumprem com as normas de segurança do trabalho, um dos motivos para o acontecimento de acidentes. Além disso, um grande motivo observado foi de que 73% dos operários não utilizam os equipamentos de proteção por falta de disponibilidade nos canteiros de obras.

Entretanto, os trabalhadores que possui baixo nível de escolaridade, são os que possuem os maiores indícios de acidentes, ou seja, não obtiveram qualquer capacitação, e na maior parte das circunstancias, não reconhecem e não sabem usar alguns equipamentos de proteção individual.

Em síntese as responsabilidades, as informações são inquietantes, visto que, o dono quer economizar e emprega os responsáveis técnicos somente para a concepção da planta e não para supervisão da execução da obra, o que causa a ausência de um responsável qualificado para orientar os funcionários. Conseqüentemente, os empreiteiros não executam de acordo com as normas, pois não dispomos de uma fiscalização ativa que os exija a fazer.

Em suma, enquanto não houver um compromisso de todos quanto à proteção e a ordem nos canteiros de obras, os trabalhadores prosseguiram sofrendo com acidentes e males causados nas obras.

REFERÊNCIAS

AYRES, Dennis de Oliveira; CORRÊA, José Aldo Peixoto. **Manual de prevenção de acidentes do trabalho: aspectos técnicos e legais**. São Paulo: Atlas, 2001.

BALBO, Wellington. **O uso de EPI-Equipamento de proteção individual e a influência na produtividade da empresa**. Bauru/SP, Julho. 2011.

BRASIL. **NR-6 - EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI**. Ministério do Trabalho. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

BRASIL. **NR-18- CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Ministério do Trabalho. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR18/NR18atualizada2015.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

BRASIL. **NR-28– FISCALIZAÇÃO E PENALIDADES**. Ministério do Trabalho. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-28-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

BRASIL. **NR-36- SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM EMPRESAS DE ABATE E PROCESSAMENTO DE CARNES E DERIVADOS.** Ministério do Trabalho. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR36.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2018.

CAMPOS, José Luiz Dias, CAMPOS, Adelina Bitelli Dias, **Acidentes do trabalho**, 2ª edição, São Paulo: Editora LTR. 2001.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes.** Uma abordagem holística. São Paulo: Atlas, 2009.

CHAVES, André. **EPI: Por que seu uso é tão importante?** 2016. Disponível em: <<http://areasst.com/epi-importancia/>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

CONNECT. **Guia completo: tudo sobre equipamentos de segurança.** 2017. Disponível em: <<https://connect.online/blog/guia-completo-tudo-sobre-equipamentos-de-seguranca/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

FERREIRA, Leandro Silveira; PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do Trabalho I**. Santa Maria - RS, 2012. 151 p.

MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e medicina do trabalho.** 62. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 797 p.

PROMETAL. **OS EPIS.** 2018. Disponível em: <<https://www.prometalepis.com.br/blog/8-os-epis/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

REVISTA CIPA. **ACIDENTES DE TRABALHO JÁ CAUSARAM MORTE DE 653 PESSOAS EM 2018.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://revistacipa.com.br/acidentes-de-trabalho-ja-causaram-morte-de-653-pessoas-em-2018/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

ROSA, Roberto Alves. **Segurança do trabalho: conceito, normas regulamentadoras, responsabilidades e redução de custos.** 2016. Disponível em: <<https://mnaconsultoria.com.br/seguranca-do-trabalho-conceito-normas-regulamentadoras-responsabilidades-e-reducao-de-custos/>>. Acesso em: 03 set. 2018.

SAMPAIO, José Carlos de Arruda. **Manual de aplicação da nr-18.** São Paulo: Pini: SindusCon-SP, 1998.

VIEIRA, Sebastião Ivone. **Prática da prevenção de acidentes: ABC da segurança do trabalho.** 7 ed.-São Paulo: Atlas, 2002.

ANEXOS

ANEXO A- QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Aluno: Leonardo Lucas da Silva Paganini

Aluno: Danilo Elias Jorge do Nascimento

Perfil da obra

Tipo de Construção: _____

Classificação: _____

Condições da obra

Higiene: _____

Organização dos Materiais: _____

Atualmente possui algum trabalhador afastado por motivo de acidentes no canteiro?

Sim Não

Perfil do trabalhador

Grau de escolaridade: _____ Função: _____

Idade: _____ Tempo de experiência profissional: _____

Pesquisa com os trabalhadores

Já sobreu acidentes no trabalho? Sim Não Há quanto tempo? _____

Qual o motivo do acidente? _____ Quanto tempo ficou afastado do serviço? _____

Já recebeu algum treinamento sobre segurança no trabalho da empresa ou empregador?

Sim Não

Há quanto tempo? _____

Utiliza ou tem conhecimento de quais Equipamentos de Proteção?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Capacete | <input type="checkbox"/> Luvas/mangotes | <input type="checkbox"/> Botas/botinas |
| <input type="checkbox"/> Máscaras/respiradores | <input type="checkbox"/> Óculos | <input type="checkbox"/> Protetor facial |
| <input type="checkbox"/> Protetor auricular | <input type="checkbox"/> Avental/ombreira | <input type="checkbox"/> Cinto de segurança |
| <input type="checkbox"/> Outros _____ | | |

Atualmente faz uso de quais equipamentos de proteção individual?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Capacete | <input type="checkbox"/> Luvas/mangotes | <input type="checkbox"/> Botas/botinas |
| <input type="checkbox"/> Máscaras/respiradores | <input type="checkbox"/> Óculos | <input type="checkbox"/> Protetor facial |
| <input type="checkbox"/> Protetor auricular | <input type="checkbox"/> Avental/ombreira | <input type="checkbox"/> Cinto de segurança |
| <input type="checkbox"/> Outros _____ | | |

Quais os motivos que intervêm no uso dos EPis?

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Incômodo | <input type="checkbox"/> Queda de rendimento | <input type="checkbox"/> Falta de disponibilidade |
| <input type="checkbox"/> Não sabe utilizar <input type="checkbox"/> outros _____ | | |

Houve fiscalização na obra? Se sim qual o órgão?

ANEXO B- Formulário do Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Marília e Região – SINTRACOM



SINDICATO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO
E DO MOBILIÁRIO DE MARÍLIA E REGIÃO - SINTRACOM
Sede: Rua Benjamim Pereira de Souza, 138 - Bairro Somenzari
Breve em sede própria na Rua 15 de Novembro 2326, Bairro São Miguel
Fone: (14) 34138120

RELATÓRIO DE VISITA EFETUADA EM: ____/____/____

EMPRESA OU LOCAL DA OBRA: _____

LOCAL DA OBRA: _____ N° TRAB.: _____

CNPJ: _____ TELEFONE: _____

EMPREITEIRO: _____ N° TRAB.: _____

OS ITENS ABAIXO ASSINALADOS DEVERÃO SER PROVIDENCIADOS

- PROVIDENCIAR O REGISTRO DOS EMPREGADOS - ART. 29º DA CLT. _____
- FORNECER ALMOÇO COMPL. OU TÍQUETE OU CESTA BÁSICA - CLÁUSULA. _____
- EXIGIR DO EMPREIT. O CUMPRIMENTO DAS NORMAS DE SEG. E MEDIC. DO TRAB. _____
- CUMPRIR O PISO SALARIAL DE ACORDO C/ CIRCULARES DO SINDICATO. _____
- SERRA CIRCULAR DEVE ATENDER AS DISPOSIÇÕES DA NR 18.7.2. _____
- É OBRIGATÓRIO O FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL - NR 18.4.2.11.4. _____
- EQUIP. ELÉTRICOS DEVEM SER ELETRICAMENTE ATERRADOS - NR 18.21.16. _____
- É OBRIGATÓRIO O FORNECIMENTO GRATUITO PELO EMPREGADOR DE VESTIMENTA DE TRABALHO E SUA REPOSIÇÃO, QUANDO DANIFICADA (02 PEÇAS DE CALÇAS E CAMISAS PARA CADA TRABALHADOR) NR 18.37.3 E CLÁUSULA _____ DA CONVENÇÃO COLETIVA DE TRABALHO. _____
- É OBRIGATÓRIA A INSTALAÇÃO DE PROTEÇÃO COLETIVA ONDE HOUVER RISCO DE QUEDA DE TRABALHADORES OU PROTEÇÃO DE MATERIAIS NR 18.13.1. _____
- A EMPRESA É OBRIGADA A FORNCER GRATUITAMENTE AOS TRABALHADORES E.P.I.s (EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL) NR 18.23. _____
- NOS CANTEIROS DE OBRA É OBRIGATÓRIO LOCAL PARA REFEIÇÕES NR 18.4.2.11.1 E NR 18.4.2.11.2. _____
- DEVE HAVER NA OBRA LOCAL P/ AQUECIMENTO DE REFEIÇÕES (EQUIPAMENTO ADEQUADO E SEGURO) NR 18.4.2.11.3. _____
- PROVIDENCIAR INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DE ACORDO COM A NR 18.4.2. _____
- OS VESTIÁRIOS DEVEM SER CONFORME A NR 18.4.2.9. _____

OBSERVAÇÕES:

O NÃO ATENDIMENTO DOS ITENS ACIMA, NO PRAZO DE _____ DIAS ACARRETERÁ EM DENÚNCIA JUNTO A GERÊNCIA REGIONAL DO MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO E AINDA AO MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO.

Recebi a 1ª via em: ____/____/____

Representante do Sindicato

Nome: _____

Cargo: _____

Assinatura: _____

Representante da Empresa

Nome: _____

Cargo: _____

Assinatura: _____

Fonte: SINTRACOM de Marília (2018).

O CONCRETO DE ALTA DENSIDADE PARA BLINDAGEM DE RADIAÇÃO

Mateus Henrique Simão ⁴¹

Ausra Marão ²

RESUMO: Este trabalho visa detalhar e explicar as características e usabilidades do concreto de alta densidade na área de blindagem contra as radiações gama e X em ambientes hospitalares e nêutrons em locais com reatores nucleares. O concreto de alta densidade possui alta resistência e elevada massa específica. Esse material tem como característica em diminuir a espessura das paredes em relação ao concreto simples, sendo que o mesmo tem materiais em sua composição que tem como característica uma alta nível de densidade sendo assim conseguindo gerar um composto mais denso e com menos vazios. Também esse concreto é capaz de substituir parte de painéis de chumbo, tornando o custo inicial da obra e de manutenção menor.

Palavras – chave: Concreto de alta densidade. Radiação. Blindagem.

ABSTRACT: This work aims to detail and explain the characteristics and usability of high density concrete in the area of shielding against gamma and X radiation in hospital and neutron environments in nuclear reactors. High density concrete has high strength and high specific mass. This material has as a characteristic to decrease the thickness of the walls in relation to the simple concrete, which has materials in its composition that has as characteristic a high level of density being thus able to generate a dense compound and with less voids. Also, this concrete is able to replace part of lead panels, making the initial cost of the work and maintenance less.

Keywords: High density concrete. Radiation. Shielding.

1 INTRODUÇÃO

Com a aparição de grandes números de casos de câncer existe uma grande necessidade que haja a construção de locais que contam com um sistema de tratamento adequado para que o paciente e que tenha uma maior eficácia possível e com o menos efeitos colaterais. Os equipamentos de radioterapia e raio-X emitem uma radiação iônica em altas taxas, que se acumula no meio ambiente, sendo assim deve-se ter um sistema que as detenha.

O sistema de blindagem dessa radiação deve obedecer às normas brasileira e internacionais pois só assim que pode ter um sistema de qualidade. O concreto de alta densidade na utilização para

1 Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: mateushsimao1@gmail.com

2 Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Bacharelado e Mestrado em Física Aplicada e Doutorado em Engenharia Nuclear. e-mail: ausra.marao@uca.edu.br

essa blindagem uma característica sendo que ela se torna mais esbelto em relação ao concreto convencional. Quando faz a adição de materiais mais densos e ele acaba adquirindo a capacidade de fazer a proteção contra a radiação, sendo sua eficácia deve levar em conta sua relação de espessura, composição e o traço da massa pela a radiação emitida nos equipamentos no local.

Com a criação de novos equipamentos que emitem radiação para tratamento de doenças, geração de energia elétrica através dos reatores nucleares e ensaios para o desenvolvimento de novas tecnologias em medicina nuclear, deve-se se preocupar com a segurança das pessoas e o meio ambiente que as rodeiam gerando assim um sistema seguro e benéfico para a sociedade.

1.1 Objetivo Geral

Apresentar as características do concreto de alta densidade (concreto pesado) visando sua aplicação e seu comportamento na sua vida útil.

1.2 Objetivos específicos

- Efetuar uma pesquisa bibliográfica e obter dados e informações básicas sobre as características do concreto de alta densidade e mostrar aplicação para proteger as pessoas e o meio ambiente.
- Realizar comparações entre concreto convencional e o concreto de alta densidade, para a demonstração suas capacidades de aplicação para a blindagem.
- Levantar as informações demanda para esse material em Marília-SP.
- Fazer análise e avaliação dos dados encontrados.

1.3 Justificativa

Com o aumento em números de casos de câncer o tratamento deve ser feito com um tempo curto para que haja uma taxa de recuperação mais alta, e essa situação deve ser feita com a maior segurança possível para que não haja um malefício para os profissionais e aos pacientes com a exposição e acumulação de radiação nesse local.

2 O CONCRETO

O concreto é material construtivo amplamente disseminado. Podemos encontrá-lo em nossas casas de alvenaria, em rodovias, em pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em torres de resfriamento, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento, até em plataformas de extração petrolífera móveis. Estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de

concreto, o que dá, segundo a *Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado* (FIHP), aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos (PEDROSO, 2009, p.14).

O concreto é um material que não existe na natureza, sendo assim é um composto artificial a base de cimento, areia, compostos graúdos ou miúdos, água e ar. Há diversos tipos de tipos de classificação de concreto sendo eles os mais usuais no dia a dia o concreto convencional que não tem a função de não estrutural e estrutural. O não estrutural é utilizado em sistemas que não tem função de resistir a cargas estruturais como lastros de piso e sua característica de resistência é menor que a do concreto estrutural. O concreto estrutural tem como a função de resistir as cargas estruturais da edificação como por exemplo a utilização desse material para o enchimento de laje-piso, vigas e pilar. O cimento deve ter uma ótima qualidade pois isso é crucialmente um fator que interfere na qualidade da segurança dos indivíduos que utilizam essa estrutura. Os cimentos que não obedecem às normas da Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT) estão sujeitos a acarretar problemas como patologias, fissuras e podendo gerar até o colapso da estrutura.

2.1 Tipos de cimento

Há cerca de cinco tipos básicos de cimento e três tipos especiais, suas características de utilização são indicadas para obras em geral da construção civil, mas seus compostos geram características diferentes, sendo assim cada um dele tem um uso mais apropriado.

Há diferentes **tipos de cimento** que são produzidos no Brasil (Tabela 1). Cada um apresenta uma composição diferente de outro de forma a fornecer ao concreto uma característica diferente como maior trabalhabilidade, durabilidade, resistência, etc. O **cimento Portland** é um material pulverulento, ou seja, se apresenta em estado de pó fino, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre. Estes silicatos e aluminatos complexos, ao serem misturados com água, hidratam-se o produzem o endurecimento da massa, oferecendo elevada resistência mecânica (PEREIRA, 2018).

Tabela 1 - Tipos de cimento

| Tipos de cimento | Adições | Siglas | Normas | Recomendação de Utilização |
|---|-------------------------------------|--------------------------|--------|---|
| Cimento Portland Comum | Escória, Pozolana ou filer (até 5%) | CP I-S 32 CP I-S 40 | 5732 | É utilizado em ambientes que não há exposições desfavoráveis, como sulfatos do solo e águas subterrâneas |
| Cimento Portland | Escória (6-34%) | CP II-E 32 CP II-E 40 | 11578 | É utilizado quando há necessidade a estrutura tenha um desprendimento de calor moderadamente lento, ou seja, atacado por sulfato. |
| Composto | Pozolana (6-14%) | CP II-Z 32 | | É utilizado em obras marinha, industriais e subterrâneas. |
| | Filer (6-10%) | CP II-F 32 CP II-F 40 | | Utilizado para a elaboração de argamassa de assentamento, estruturas de concreto armado, pisos e entre outros. |
| Cimento Portland de alto forno | Escória (35-70%) | CP III 32 CP III 40 | 5735 | Pode ser utilizado em obras de grande porte e ambientes agressivos como barragens, esgotos, pistas de aeroportos e entre outros. |
| Cimento Portland Pozolânico | Pozolana (15-50%) | CP IV 32 | 5736 | É utilizado em grandes volumes de concreto devido ao se baixo calor de hidratação e obras expostas em ações de água corrente. |
| Cimento Portland de alta resistência inicial | Materiais carbonáticos (até 5%) | CP V-ARI | 5733 | É utilizado em obras tanto de pequeno a grande porte nos casos que precisem de uma alta resistência inicial para que haja uma rápida desforma dos elementos de concreto armado. |

Fonte: Adaptado por autor (ABCP, 2018)

2.2 Tipos de concreto

O concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), agregados (pedra e areia) e água. Logo após a mistura o concreto deve possuir plasticidade suficiente para as operações de manuseio, transporte e lançamento em formas, adquirindo coesão e resistência com o passar do tempo, devido às reações que se processam entre aglomerante e água. Em alguns casos são adicionados aditivos que modificam suas características físicas e químicas (ALMEIDA, 2002).

Para se obter um concreto resistente, durável, econômico e de bom aspecto, deve-se estudar: as propriedades de cada um dos materiais componentes; as propriedades e os fatores que podem alterá-

las; o proporcionamento correto e execução cuidadosa da mistura, o concreto deve ser transportado, lançados nas fôrmas e adensado corretamente; cura cuidadosa, a hidratação do cimento continua por um tempo bastante longo e é preciso que as condições ambientes favoreçam as reações que se processam. Desse modo, deve-se evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento. É o que se denomina cura do concreto; o modo de executar o controle do concreto durante a fabricação e após o endurecimento (ALMEIDA, 2002).

Tabela 2 - Tipos de concreto

| Tipos de concreto | Características |
|-------------------------------------|--|
| Concreto Convencional | Esse tipo de concreto é o mais comum em no dia a dia das obras, na utilização desse material deve se utilizar de vibradores para concreto para que haja a retirada de bolhas de ar e que surja um maior adensamento. Sua resistência varia de 5 em 5 MPa (Mega Pascal), a partir de 10 até a 40 MPa e seu teste de slump fica entre 40 a 70mm. |
| Concreto Armado | O concreto armado também é comum nas obras, sua diferença do concreto convencional é a adição da armadura, pois o concreto tem como sua característica principal a resistir as cargas de compressão e sua capacidade de resistir as cargas de tração é cerca de 5% da resistência de compressão, a adição da armadura consegue aumentar esse percentual. |
| Concreto protendido | A protensão é adição de cargas de tração na armadura quando estão fazendo as peças pré-moldados como vigas, e essa tração é feita por meio de macacos hidráulicos e cordoalhas, para quando a peça secar não comece a fissurar. |
| Concreto Estrutural Leve | Esse material é feito com agregados mais leves, para que sua massa específica seja conseqüentemente mais leve, sendo sua massa específica cerca de dois terços do que o concreto convencional. Sua vantagem é seu custo mais baixo, pouca permeabilidade. |
| Concreto de Alta resistência | Como sua definição já diz ele tem uma alta resistência inicial e possui uma resistência a mais que o concreto convencional um exemplo 125 MPa a cerca de 28 dias. |
| Concreto Pesado | Esse material é uma ótima opção para a blindagem de radiação, pois tem um ótimo custo benefício. Sua massa específica é entre cerca de 3360 kg/m ³ a 3840 kg/m ³ . |
| Concreto Alto Adensável | Esse material é como sua característica básica de ter uma alta fluidez sem que ocorra riscos de segregação. Ele pode ser lançado e adensado sem vibração. |
| Concreto de Alto Desempenho | Ele é um material mais durável e se necessário mais resistente que o concreto convencional é ideal para ser lançado. |
| Concreto Rolado | É utilizado principalmente para sub-base de pavimentação urbana. |
| Concreto Celular | É um concreto leve de massa específica e sua função principal é de paredes, divisórias, nivelamento de pisos. Para criação desse composto é adicionado uma espuma especial. |

Fonte: Adaptado por autor (ABCP, 2018)

2.3 Concreto pesado

Com o avanço tecnológico e conhecimento do sistema nuclear foram desenvolvidos vários equipamentos que gerassem um maior conforto ao ser humano, sendo eles novas tecnologias para a geração de energia como usinas nucleares, e equipamentos hospitalares como equipamentos de radioterapia e medicamentos para quimioterapia em grande parte aqueles que são consumidos no próprio país são fabricados na USP (Universidade de São Paulo).

Para o atendimento às normas nacionais e internacionais, as instalações e os procedimentos devem ser planejados, realizados e projetados para que os indivíduos ocupacionalmente expostos e os indivíduos do público tomem as mais baixas possíveis doses dentro dos limites estabelecidos (ALBUQUERQUE, 2014).

O concreto classificado como pesado é um material que possui em sua composição agregados oriundos de minérios de ferro, bário e boro, responsáveis pelo aumento da massa específica. Esses componentes oferecem à mistura boas características mecânicas e de durabilidade, e além de capacidade de proteção contra a passagem de raios-X, gama, e radiação de nêutrons (NACACCHE; SIMÃO, 2013)

2.4 Propriedades químicas e físicas do concreto pesado

A escolha e a definição das matérias-primas a serem utilizadas para a produção de concretos de elevada massa específica têm grande influência sobre o comportamento do concreto quando submetido às radiações gama e X. É de suma importância que o profissional que definirá o traço de concreto conheça as características químicas e físicas das matérias-primas utilizadas, pois o desempenho do concreto frente às radiações depende das características químicas e físicas dos componentes utilizados. A combinação dessas características dará a massa específica e o número atômico efetivo do composto.

Convém lembrar que, conforme mencionado anteriormente, os componentes a serem utilizados para o preparo de concretos devem atender às normas técnicas existentes. Concretos são produzidos com a utilização de matérias-primas locais, isto é, preferencialmente disponíveis na região onde serão preparados, em virtude do grande impacto que o frete tem sobre o preço final da matéria-prima. Para a produção de concretos de elevada massa específica é de suma importância que se utilizem agregados de elevada massa específica, porém estes agregados geralmente são minérios de ferro (Figura 1), e não estão disponíveis em todas as regiões do país.

Características como granulometria e forma dos agregados são fatores que devem ser bem avaliados, pois interferem na composição dos preços e no desempenho do concreto.

Figura 1 – Concreto pesado



Fonte: Cimento Mauá (2018)

2.5 Uso do concreto pesado

São normalmente empregados em barragens onde é importante o peso para diminuição de suas dimensões, também é normalmente usados para blindagem biológica nas usinas nucleares, nas unidades médicas e nas instalações de testes de pesquisa atômica. Outros materiais podem ser utilizados com esta finalidade, mas o concreto é normalmente o mais econômico e tem muitas outras vantagens.

Dentre elas estão:

- Custos inferiores sobre outros materiais para blindagens radioativas.
- Facilidade de execução.
- Redução das espessuras de blindagens.

Paredes maciças de concreto convencional são usadas com a finalidade de blindagem. Entretanto, onde o espaço útil é limitado, a redução da espessura de blindagem é obtida pelo uso de concreto pesado.

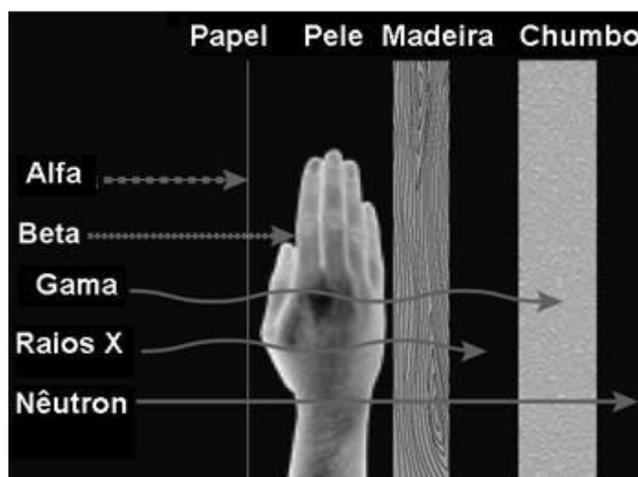
A resistência é um importante fator na dosagem de concretos pesados. Em paredes maciças de blindagem, o concreto desenvolve resistência à compressão de 14 MPa.

Para concreto estrutural, a resistência é da ordem de 20 a 35 MPa. Os agregados graúdos mais comuns utilizados para a confecção dos concretos pesados são barita, magnetita e hematita.

3 TIPOS DE RADIAÇÕES

Segundo Fogaça (2018) existe vários tipos de radiação. E dependendo das emissões radioativas elas possuem diferentes poderes de penetração e, conseqüentemente, diferentes efeitos nos seres vivos (Figura 2).

Figura 2 - Potência de penetração das radiações



Fonte: Fogaça (2018)

3.1 Radiação alfa (α)

As partículas alfas são o resultado de emissões de núcleos instáveis que tenham um elevado nível de massa atômica, sendo exemplo urânio e tório. Sua potência de penetração baixa taxa de penetração e uma taxa de ionização alta. Os danos causados pela grande exposição à radiação alfa são danos na mucosa que protege sistemas gastrointestinal e sistema respiratório e nas células dos tecidos adjacentes.

3.2 Radiação betta (β)

A taxa de penetração dessas partículas pequena e depende de sua energia, para a pele humana sua penetração e de apenas alguns milímetros, podendo ser utilizadas para alguns determinados procedimentos na superfície da pele.

3.3 Radiação gama (γ)

Essa determinada radiação é provida da emissão do núcleo atômico que contenha um excesso de energia. Essa radiação tem um grande poder de penetração dependendo da intensidade pode atravessar grandes espessuras.

3.4 Raio-X

Os Raios X são produzidos por tubos de Raio X, que é feito de um filamento que produz elétrons por emissão termiônica até um alvo metálico onde colidem e uma pequena parte de energia se torna ondas eletromagnéticas que é denominada por Raio X.

3.5 Radiação de nêutrons

Essa radiação ionizante é que é resultado da emissão de neutros por núcleos de átomos radioativos e essas emissões é associada com a fissão nuclear. Essa fissão é a divisão do átomo com muitos prótons e nêutrons em átomos menores, esse processo libera energia e dois ou três nêutrons.

3.6 Aplicação de radiação

Branquiterapia: É uma radioterapia específica que visa determinados tumores e em locais determinados com maior precisão. A sua utilização é proveniente da utilização de radiações como a gama de baixa e média energia. A sua principal vantagem é o menor dano aos tecidos que circundam as células cancerígenas

Mamografia: A imagem que se obtém através de um feixe de raio x com baixa energia, que são produzidos através tubos especiais, após a mama ser comprimida entre duas placas.

Radioterapia: É a utilização de raios x, radiação gama ou feixe de elétrons que o tratamento de tumores, para a eliminação de células cancerígenas e impedindo o crescimento. Esse tratamento é feito com a aplicação de doses com um alto nível de concentração de radiação programadas rigorosamente, afim de com objetivo atingir as células cancerígenas sem causar muitos danos aos tecidos que estão perto.

Tomografia: A concepção da obtenção da imagem de tomografia é a realização de um ligamento de um tubo de raio x com um filme fotográfico que gira entorno de um braço gira entorno de um ponto, que está localizado ao paralelo da partícula.

4 COMPARATIVO ENTRE CONCRETO CONVENCIONAL E O CONCRETO PESADO

O estudo de comparativo foi realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie por Veronica Kaba Naccache e Simão Prizskulnik e publicado no Prêmio OAS/MACKENZIE inovação, produtividade e empreendedorismo na construção civil.

O experimento consiste em corpos de provas e placas de cerca 50 x 50 cm², o corpo de prova A: Concreto com granalha de aço, com espessura 20, 30, 50 mm, o corpo de prova H: Concreto com hematita, com espessura 20, 30, 50 mm, corpo de prova E: Concreto com hematita, com espessura 20,

30, 50 mm Corpo de prova C: Concreto com agregado comum (granítico), com espessura 10, 20, 30, 50 mm, são submetidos a raio-x industrial com fatores de tensão de 60 KV, 80 KV, 100 KV, 120 KV, 140 KV e 150 KV e com isso coletar os resultados e expô-los, e o resultante é exibido em K/K0 (valor de penetração). Esses materiais foram feitos com cimento CP V-ARI e CP II-E-32, água proveniente do laboratório, brita, aditivo, granalha de aço e areia de hematita.

Tabela 3 – Composição e característica do concreto

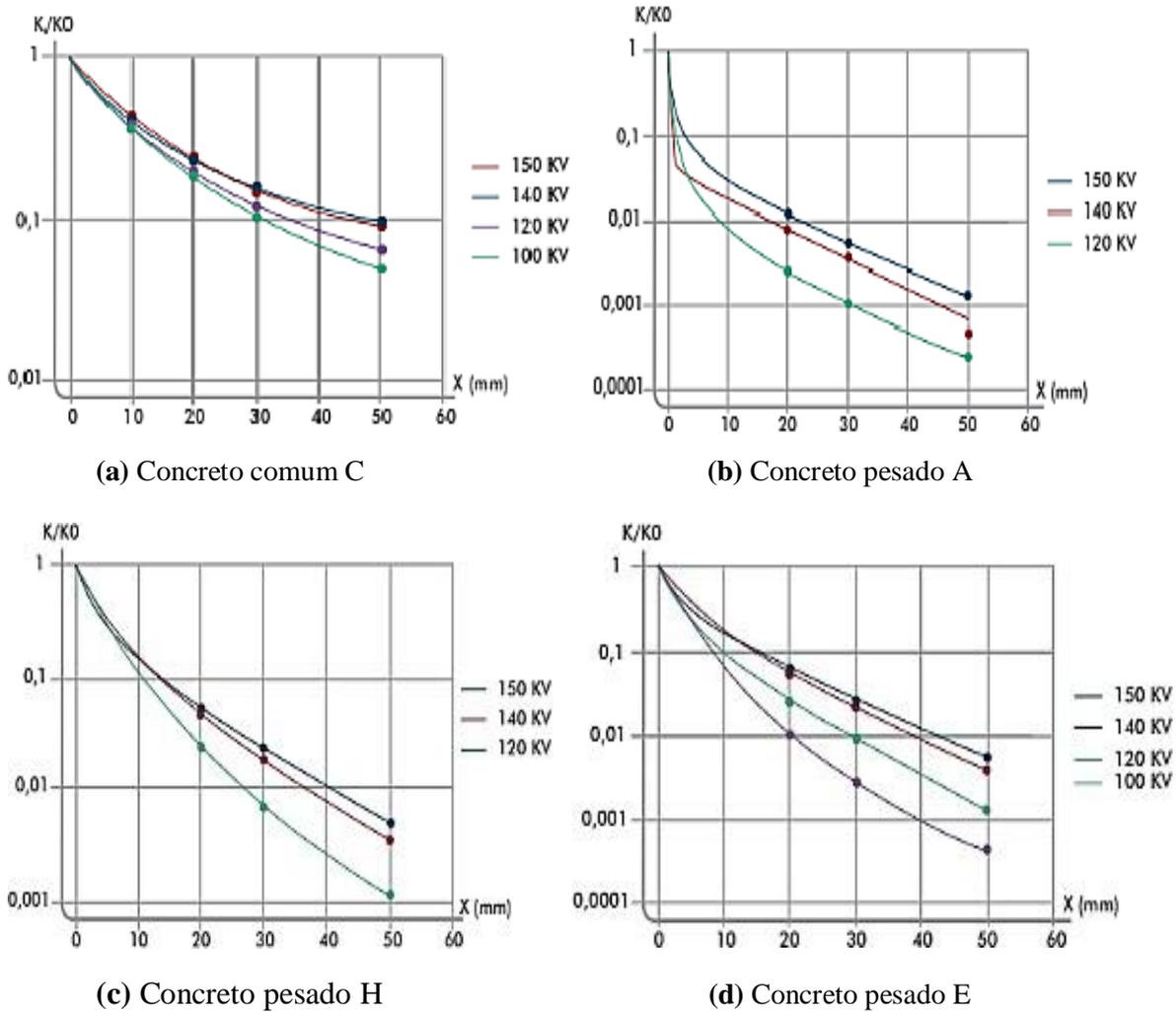
| Registros | Concreto C | Concreto A | Concreto H | Concreto E |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Traço em massa | 1:5 | 1:8,7 | 1:9 | 1:9 |
| Cimento (kg) | 2 | 14,5 | 17,50 | 5 |
| Granalha de aço (Kg) | - | 126 | - | - |
| Areia quartzosa rosa (Kg) | 4 | - | - | - |
| Brita granítica | 6 | - | - | - |
| Hematita Miúda (a)(Kg) | - | - | 131,25 | 20 |
| Hematita grúda | - | - | 26,25 | 25 |
| Água (L) | 1 | 5,66 | 13 | 5,4 |
| Relação água/Cimento | 0,5 | 0,39 | 0,74 | 0,68 |
| Aditivo (Kg) | 0,012 | 0,139 | 0,35 | 0,03 |
| Abatimento (Slump)(mm) | 115 | >200 | 5 | 40 |
| H = (x/(l+m)) * 100 (%) | 8,33 | 4,0 | 7,40 | 6,8 |
| As = ((l+a)/(l+m)) * 100 (%) | 50 | 100 | 85 | 50 |
| Massa específica (Kg/m³) | 2,336 | 4,561 | 3,360 | 3,753 |
| Consumo de cimento (Kg/m³) | 359 | 452 | 312,80 | 351 |
| Data de moldagem | 2013 | 2013 | 2013 | 2013 |

Fonte: NACACCHE; SIMÃO (2009)

O resultado do concreto comum mostra quanto maior a espessura maior é a eficiência na blindagem, mas nos resultados o valor do K/K0 foi o menor resultado, pois seu agregados tem massa específica cerca de 2 Ton/m³ a 2,8 Ton/m³.

Os dois concretos pesado com hematita, conseguiu se observar quanto maior a espessura da blindagem maior resultado se apresenta. Os dois materiais as resultantes foram bem parecidas, pois são os mesmos componentes sendo o que muda é a proporção deles na mistura. O valor do K/K0 apresentou valores baixos assim apresentando um bom desempenho, mas abaixo do congresso pesado com granalha de aço.

Figura 3 – Curva de transmissão correspondente à atenuação.



Fonte: NACACCHE; SIMÃO (2009)

O material com granalha de aço foi a melhor eficiência da blindagem e quando maior sua espessura mais eficiente, e o coeficiente do K/K_0 é o menor valor entre os corpos de prova.

5 PROCEDIMENTO BÁSICO PARA O CÁLCULO DO DIMENSIONAMENTO DA BLINDAGEM

A espessura de blindagem é definida a partir desde um análise minuciosa da emissão de energia de radiação que há naquele local, o tempo de exposição que haverá dentro da sala e também que tipo de ocupação vizinha, pois se for em um hospital pode haver uma UTI ao lado e esse fator vai ter uma diferente para que haja um maior fator de segurança. Assim primeiramente deve se ter um projeto arquitetônico que está de acordo com os arquitetos e os engenheiros, depois verificar quais são os equipamentos que haverão nesse local e qual suas capacidades de emissão de radiação segundo seus fabricantes. Um ponto crítico é em relação é de ser um projeto de baixo custo, se apenas uma sala é o

suficiente para atender a demanda desse local, e também segundo Albuquerque (2014) em sua tese ele menciona o custo apenas de produção desse material em média de \$ 1.769,35 reais o m³. Um exemplo sendo o PET-CT (Acrônimo de tomografia por emissão de positrões – Tomografia computadorizada) quando é finalizado o memorial de cálculo deve ser enviados a a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Deve-se saber se os equipamentos vão se movimentar, pois quando há movimentação o feixe muda de radiação acerta diferentes locais da sala. Há outros passos para que haja um sistema completo, assim gerando um local seguro.

6 ESTUDO DE DEMANDA E OFERTA DO CONCRETO PESADO NO MUNICÍPIO

MARÍLIA-SP

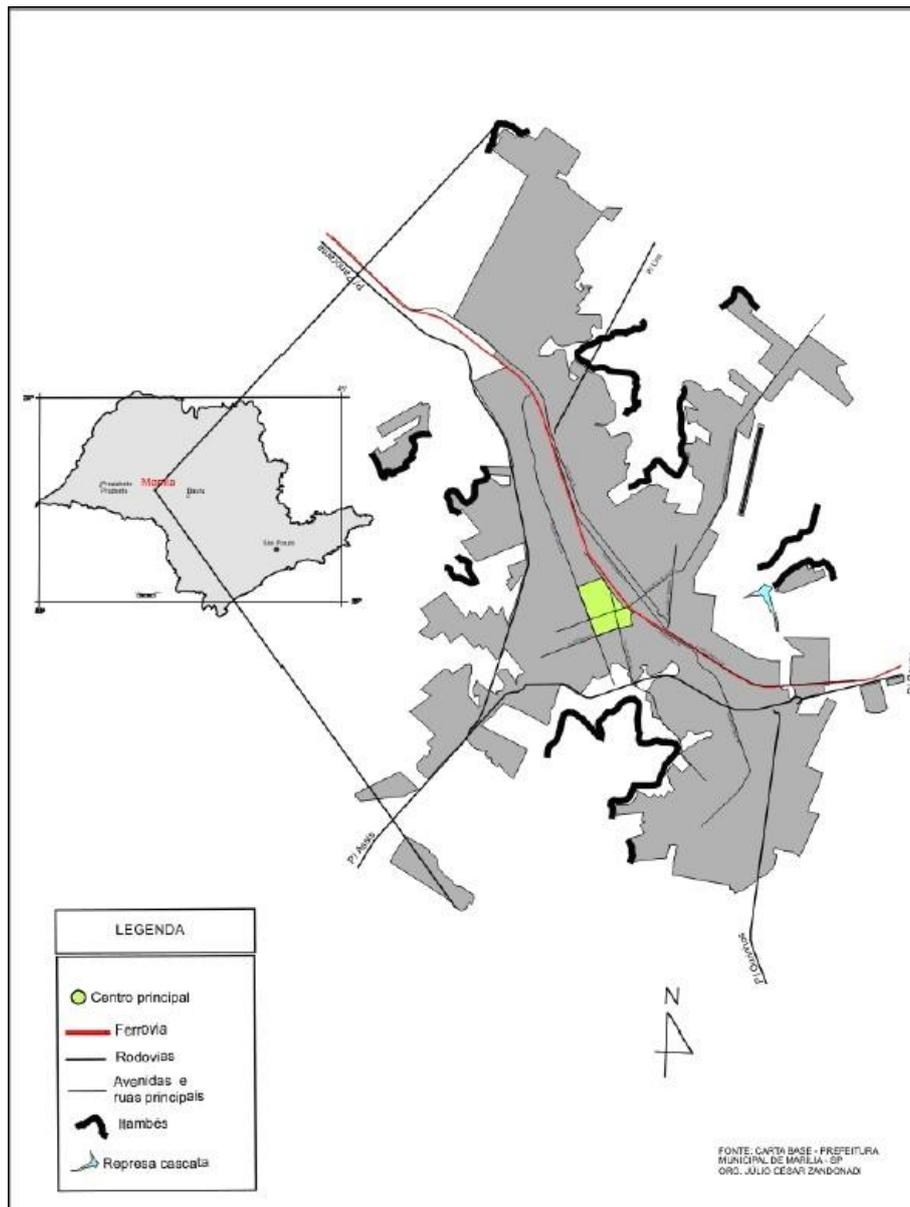
Foi realizado uma pesquisa na internet sobre quais empresas que oferecem o concreto pesado na cidade de Marília-SP, mas não foi encontrado. A maior concentração de empresas fica na cidade de São Paulo. Apenas algumas empresas oferecem o concreto pesado no interior de São Paulo sendo ela a mais próxima de Marília fica em Rio Claro – SP. A demanda é baixa e Marília pois só há oito unidades poderiam utilizar esse material.

6.2 Área do estudo

Marília situa-se na região Centro-Oeste Paulista, na parte mais ocidental da Serra de Agudos, a 49° 56' 46" de longitude e 23° 13' 10" de latitude sul. Fica distante da Capital do Estado 443 km por rodovia; 529 km por ferrovia e 376 km em linha reta. O município é servido por duas rodovias estaduais e uma federal – a Comandante João Ribeiro de Barros (SP-294), Dona Leonor Mendes de Barros (SP-333), e a Transbrasiliana (BR-153) (PREFEITURA DE MARÍLIA, 2018).

Com acordo da Prefeitura de Marília (2018) o município possui 5 hospitais e é servida por inúmeras clínicas, laboratórios e lojas de produtos hospitalares. Conta com 34 USFs (Unidades de Saúde da Família), 12 UBSs (Unidades Básicas de Saúde), 1 Policlínica e 2 PAs (Pronto Atendimento). O município conta ainda com serviços diferenciados como o CAPS (Centro de Atenção Psicossocial), tratamento de obesidade infantil pelo CAOIM (Centro de Atendimento à Obesidade de Marília), 1 Clínica de Fisioterapia, que funciona na antiga estação ferroviária, 1 CEO (Centro de Especialidades Odontológicas) e 1 Clínica de Fonoaudiologia.

Figura 4 - Localização da cidade de Marília-SP

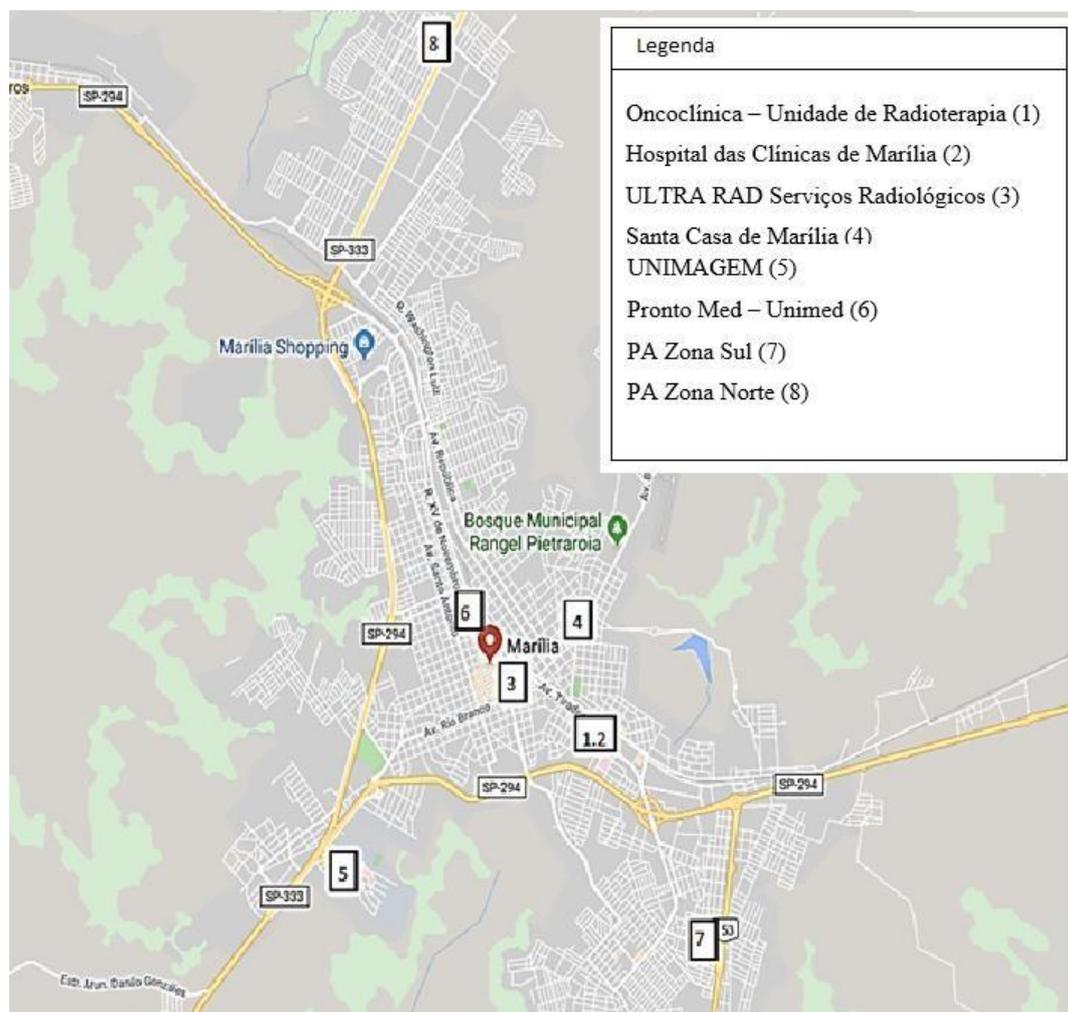


Fonte: Prefeitura de Marília (2018)

6.3 Verificação se há público alvo em Marília-SP

Durante estudo, na cidade Marília, foram identificados locais com vários equipamentos para aplicação da radiação ionizante. Os locais foram averiguados através da internet, sendo os recursos utilizados do *Facebook*, *Google Maps*, *Google Street View*, Sites das próprias empresas privada e empresas pública. Depois que foram coletadas essas informações foi redigido uma tabela 4 que informa os locais, foi também adaptado um mapa (Figura 5) do *Google View* colocando os locais aonde se encontram esses equipamentos esses equipamentos.

Figura 5 - Locais com equipamentos para aplicação da radiação ionizante em Marília.



Fonte: Google Maps (2018) Adaptado por autor

Tabela 4 – Locais com equipamentos para aplicação da radiação ionizante em Marília.

| Aplicação | Local |
|--------------------------------|---|
| Máquina de radioterapia | Oncoclínica – Unidade de Radioterapia (1) Hospital das Clínicas de Marília (2) ULTRA RAD Serviços Radiológicos (3) Santa Casa de Marília (4) |
| Máquina de tomografia | Hospital das Clínicas de Marília (2) ULTRA RAD Serviços Radiológicos (3) UNIMAGEM (5) |
| Máquina de Raio-X | Hospital das Clínicas de Marília (2) ULTRA RAD Serviços Radiológicos (3) Santa Casa de Marília (4) UNIMAGEM (5) Pronto Med – Unimed (6) PA Zona Sul (7) PA Zona Norte (8) |

6.4 Oferta do concreto pesado

O estudo da oferta foi realizado em pesquisas no *Google*, e os resultados foram obtidos através dos próprios sites que as empresas disponibilizam, apenas uma empresa informa quais agregados utilizam, a GEROMIX, JOFEGE, ENGEMIX e CONCREMIX utilizam agregados provenientes de minério de ferro. Com essas informações foi produzida a tabela 5, sendo ela informando o nome da empresa, o local aonde essas empresas residem e a distância até em Marília baseado na rota do *Google Maps*.

Tabela 5 – Empresas do pesado

| Nomes Empresas | Cidade mais próxima de Marília | Distância de Marília (Km) |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|
| GEROMIX | Rio Claro -SP | 286,6 |
| JOFEGE | Piracicaba - SP | 290,2 |
| ENGEMIX | São Paulo - SP | 441 |
| CONCREMIX | São Paulo - SP | 432 |

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O concreto de alta densidade tem grande importância pois ele proporciona um sistema com menores espessuras em relação ao concreto convencional assim deixando a estrutura mais esbelta e maior segurança para as pessoas e o meio ambiente, uma desvantagem e na hora de aplicação, pois se não haja uma rápida aplicação os agregados mais pesados vão para baixo a sim perdendo parte de sua característica de blindagem, outras desvantagem é a disponibilidade pois não é qualquer concreteira que tem esse material e o custo de produção é alto desde de a disponibilidade na região das matérias primas até a alta carga tributária do Brasil, uma solução para baratear é a implantação de uma livre concorrência e diminuir os impostos em um valor consistente que não haja um prejuízo da arrecadação dos estados sendo assim realizar um valor baseado na Curva de Lafer.

A demanda do concreto pesado é baixa na cidade Marília, pois a cidade em questão tem um porte médio com cerca de 237.130 habitantes e também um fator é o alto custo do material, e não há disponibilidade na cidade de locais que realização essa venda do concreto pesado. Comprar esse material de longas distâncias fica inviável pois seus agregados são muito densos com o tempo ele começam a decantar e o concreto perde suas características básicas, e a tentativa de realização na obra fica inviável tem que fazer uma quantidade levada ao mesmo tempo para que não acabe decantando

esses agregados, o mais viável é realizar um projeto com que a esse local com radiação não prejudique as cargas nas estruturas e seja seguro para o exterior, assim minimizando esse problema.

REFERÊNCIAS

ABCP. **Quais são os tipos de cimento Portland?** Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/perguntas-frequentes/quais-sao-os-tipos-de-cimento-portland/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

ALBULQUERQUE, Sérgio Medeiros de. **Estudo para o desenvolvimento caracterização de concreto de massa específica elevada para a proteção às radiações GAMA e X.** ano 2014. 156 páginas. Tese parte de requisitos para obtenção de título de Doutor em Ciências da área de Tecnologia Nuclear.

ALMEIDA, L. C. **Concreto.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002, p. 03. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2012.

CIMENTO MAUÁ. **O que é concreto Pesado? Veja suas características e aplicações.** Disponível em: <<https://cimentomaua.com.br/blog/o-que-e-concreto-pesado-veja-suas-caracteristicas-e-aplicacoes/>>. Acessado em: 10 jun 2018.

CONCREMIX. **Concreto Pesado.** Disponível em: <<http://www.concremix.com.br/concreto-pesado.html>> . Acessado em: 03 nov 2018

ENGEMIX. **Home.** Disponível: <<http://www.engemix.com.br/>>. Acessado em: 03 nov 2018

FIOCRUZ. **Radiação.** Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html>. Acessado em: 23 out 2018.

FOGAÇA, Jenifer Rocha Vargas. **Radiações alfa, beta e gamma.** 2018. Disponível em: <<https://alunosonline.uol.com.br/quimica/radiacoes-alfa-beta-gama.html>> . Acessado em: 10 jun 2018.

GEROMIX. **Concreto Pesado.** Disponível em: <<http://www.geromix.com.br/produtos-e-servicos/concreto-pesado/>>. Acessado em: 03 nov 2018.

JOFEGE. **Concreto.** Disponível em: <<http://www.jofege.com.br/concreto/>>. Acessado em: 03 nov 2018.

MAPA DA OBRA. **Concreto de alto desempenho e de alta resistência: conheça as diferenças.** Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/inovacao/concretos-de-alto-desempenho-e-de-alta-resistencia-conheca-as-diferencas/>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

NATACCACHE, Veronica Kaba; SIMÃO, Prizskulnik. **Concreto pesado para blindagem de radiação.** In: Prêmio OAS/MACKENZIE Inovação, Produtividade e Empreendedorismo na Construção Civil 2013. Disponível em: <<http://www.oas.com/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A81A39347B82D950147CC04750D60AB>>. Acessado 22 out. 2018

PEDROSO, Fabio Luis. **Concreto: As origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem.** In: CONCRETO & CONSTRUÇÕES. 2009. Ed. 53. Páginas 14 à 19.

PEREIRA, Caio. **Tipos de cimentos: Características e especificações.** Escola Engenharia. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-cimento/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

PEREIRA, Caio. **Tipos concretos utilizados na construção civil.** Escola Engenharia. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-concreto/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

PREFEITURA DE MARÍLIA. **Dados de Marília.** 2018. Disponível em: <<http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/marilia/dados-de-marilia/>>. Acesso em: 05 oct. 2018.

TÉCHNE. **Salas Blindadas.** Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/176/artigo285901-1.aspx>>. Acesso em: 05 oct. 2018.

ESCRITÓRIO DE GERENCIAMENTO DE PROJETO: uma análise sobre o nível de maturidade nas construtoras em Marília-SP

Daniele da Silva Aoyama ¹

Julio Luiz Seabra de Barros ²

Carlos Francisco Bitencourt Jorge ³

Alessandro Tieghi de Sene ⁴

RESUMO: Atualmente o Gerenciamento de Projetos é uma das disciplinas mais importantes para o universo corporativo, pois busca alcançar os objetivos estratégicos de forma satisfatória e eficiente, através da implantação das melhores práticas em projetos, programas e portfólios, além de constituir um fator primordial na obtenção de diferenciais competitivos. Diversas organizações reconhecem os benefícios do gerenciamento de projetos e os incorporam nas suas atividades. Uma das formas é a adoção de um PMO - Project Management Office ou Escritório de Gerenciamento dos Projetos. O mesmo pode se configurar de diferentes formas na estrutura organizacional da empresa, de acordo com as necessidades e à autoridade a ele designado. Dessa forma o presente artigo utilizará a abordagem qualitativa e quantitativa, através de revisão bibliográfica e de dados extraídos de pesquisa realizada em construtoras estabelecidas na cidade de Marília-SP, a fim de definir, de acordo com a metodologia adotada no decorrer do desenvolvimento, o grau de conhecimento e maturidade em gerenciamento de projetos das mesmas. Por fim, o trabalho tem como objetivo apresentar parâmetros que facilitem a adoção de um PMO que se adapte às necessidades e aos requisitos do setor da construção civil local.

Palavras-chave: Gerenciamento. Projetos. PMO. Maturidade.

ABSTRACT: Currently, project management is one of the most important disciplines for the corporate universe, as it seeks to achieve strategic objectives in a satisfactory and efficient way, through the implementation of best practices in projects, programs and portfolios, becoming a prime factor in obtaining advantages in an extremely fierce market. Several organizations recognize the benefits of project management and incorporate them into their activities, one of the ways is by adopting a PMO - Project Management Office. The same can present itself in many ways at the organizational structure of the company, and it depends of those needs and authority assigned. In this way, the present article will use the qualitative and quantitative approach, through bibliographical review and data extracted from research carried out in construction's companies established in Marília, city of São Paulo, in order to define, according to the methodology adopted in the development, the

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. e-mail: d.aoyama@hotmail.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. e-mail: julioseabra@live.com

³ Docente dos Cursos Administração e Ciências Contábeis; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. Graduação em Administração de Empresas, Mestre e Doutor em Ciência da Informação. e-mail: carlos.jorge@uca.edu.br

⁴ Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Catolica Paulista – Marília – SP. Graduação em Engenharia Civil, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. e-mail: alessandro.sene@grupoats.com.br

degree of knowledge in project management of the same, as well as maturity, and finally to present parameters that facilitate the adoption of a PMO that adapts to the needs and requirements of the local construction sector.

Keywords: Management. Project. PMO. Maturity.

1 INTRODUÇÃO

Gerenciamento de Projetos é uma das atividades mais presentes dentro da área de construção civil, e de certa forma está presente em praticamente todos os empreendimentos e obras do setor, já que nos mesmos é imputado ao responsável fazer a gestão, de forma total ou parcial, dentro das áreas de conhecimento que fazem parte da disciplina, sendo elas, de acordo com o PMI – Project Management Institute (2018): integração, escopos, cronogramas, custos, qualidade, recursos, comunicações, riscos, aquisições, e partes interessadas. Porém, mesmo sendo uma atividade muito presente no dia a dia do setor da construção civil, é possível dizer que o desempenho em maturidade é muitas vezes abaixo do ideal; maturidade esta, que se caracteriza pela utilização das boas práticas de gerenciamento de projetos, reunidas por grandes instituições como: PMI, IPMA (International Project Management Association), OGC (Office of Government Commerce), além de outras relevantes instituições e metodologias difundidas no cenário mundial.

Portanto, tem-se que a abordagem do gerenciamento de projetos é fator primordial para a organização e resultados de uma empresa, pois de acordo com estudo feito pelo próprio PMI (2018), no Brasil cerca de 12,2% dos recursos, destinados à projetos, são desperdiçados pelo baixo desempenho destes, o que afeta de forma significativa os resultados apresentados pelas organizações, sendo preocupante para o setor da construção civil, pois trata-se de um ramo que tem uma forte atuação no mercado e movimentação da economia, e que abrange e integra muitas organizações, cada vez mais complexas e ágeis com introdução de novas tecnologias, sendo necessário uma maior assertividade e otimização de projetos que possibilitem acompanhar o ritmo desse mercado cada vez mais acirrado.

Ao passo em que se torna interesse das empresas do setor melhorar seus resultados, além de aprimorarem a cultura e o conhecimento organizacional, torna-se oportuno a implantação de uma metodologia de gerenciamento de projetos, que seja adequada às características e necessidades da organização, e com ela a possibilidade de aderir a um PMO, que dará suporte a todos os projetos desenvolvidos. Tal atitude permite alavancar o crescimento e a eficiência das empresas.

As responsabilidades e atribuições, assim como o modo de atuação do PMO pode mudar de acordo com as características da empresa, assim como sua estrutura organizacional e nível de maturidade.

A parametrização para a adoção de PMO mais apropriado, ao formato de gerenciamento de projetos característico de empresas construtoras, permite a visualização e análise crítica da organização e sugere um apoio ao seu plano estratégico na busca pelos resultados empresariais esperados. A longo prazo, estes resultados promoverão o desenvolvimento de gestão de projetos na área da construção civil e, conseqüente crescimento para a empresa e para o mercado.

2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

De acordo com o Guia PMBOK – Project Management Body of Knowledge (2017, p.4) projeto “[...] é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” e que “Elementos repetitivos podem estar presentes em algumas atividades e entregas de projeto. Esta repetição não altera as características fundamentais e exclusivas do trabalho do projeto”.

Um projeto envolve integração e interação, desta forma cabe compreender que o projeto e trabalho operacional são coisas diferentes trabalhando em conjunto; enquanto os projetos são definidos como singular e temporário, ou seja, é único e possui um fim. O trabalho operacional é tratado como algo contínuo e repetitivo, pois quando se alcança o objetivo, o trabalho operacional não se encerra e está sempre envolvido em novos projetos, assim esta combinação deve ser gerenciada através de planejamento, treinamentos, procedimentos e técnicas de aplicação.

Todos os conhecimentos de projeto possuem características comuns como:

- O aprendizado por meio dos erros, ou gestão do conhecimento, que interferem no sucesso final e são utilizados como prevenção em novos projetos.
- A temporariedade de projeto, que é um fator que está diretamente ligado ao custo e a qualidade, devendo se basear em prazos definidos de forma eficiente e ágil, acompanhando o resultado.
- Singularidade de projetos, não sendo possível ter a compatibilização total de um projeto antigo e um novo, devido às suas características únicas, os projetos são analisados individualmente, aplicando-se novas formas de melhoria que tende a evolução contínua.

O andamento de um projeto é conduzido através de um progresso, no qual se controlam as informações que os cercam, estruturando o desenvolvimento das etapas em um fluxo linear até o alcance do objetivo, normalmente baseadas em um sistema de gerenciamento de projetos predefinidos.

Gerenciamento de projetos é definido de acordo com o Guia PMBOK (2017, p.10) como:

“[...] é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas as atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos [...] é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto. O gerenciamento de projetos permite que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente.”

Assim, este deve ser conduzido por um profissional piloto que é o gerente de projetos, o qual estará focado em identificar as necessidades do projeto, estabelecer os objetivos, atender as expectativas de todos os interessados, e que esteja de acordo e em equilíbrio com o escopo, custo e o tempo, definidos pela teoria da tripla restrição.

O gerenciamento de projetos busca estruturar de forma clara e objetiva os processos entre as áreas de conhecimento, de maneira a integrá-las e buscar um mesmo objetivo.

3 PMO - PROJECT MANAGEMENT OFFICE

O PMO traduzido como Escritório de Gerenciamento de Projetos, é um órgão ou entidade organizacional que se comporta como um departamento e visa suportar o desenvolvimento do gerenciamento de projeto dentro de uma organização, podendo se apresentar com várias funções, de acordo com a necessidade da empresa, maturidade organizacional, quantidade de projetos, programas e portfólios e atuar de acordo com a posição e o grau de autoridade que será designada a ele dentro de uma organização.

De acordo com Guia PMBOK (2017, p.708), PMO é “uma estrutura de gerenciamento, dentro de uma organização, que padroniza os processos de governança relacionados com o projeto e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas e técnicas”.

Kendall e Rolling (2003) define que o PMO atua como um centro de excelência no qual une e coordena os objetivos estratégicos do negócio com os seus resultados por meio do gerenciamento do portfólio organizacional, programa e projetos.

Menezes (2006, apud VALLE, 2010, p.71) acrescenta também que “o PMO é um organismo interno ou externo às organizações que apoia os processos de Gerenciamento de Projetos ou gerencia diretamente os projetos sob sua responsabilidade”.

Em relação à definição de nome, ainda não há um consenso entre as organizações, podendo, de acordo com artigo publicado por Hobbs e Aubry (2008), ser chamado de formas diferentes, sendo dentre eles o mais comum “escritório de gerenciamento de projetos” com 59%, seguido de “escritório de gerenciamentos de programas” com 12% e “escritório de apoio ao projeto com 7%. Os outros 22% possuem uma variedade de nomes diferentes.

De acordo com que foi conceituado por Valle (1997), o PMO busca aplicar, onde é necessário, o uso de metodologia que estabeleça procedimentos para identificação, banco de dados, análise, coleta de informações e distribuição, relatórios de resultados, orientações documentais, gerenciamento de riscos, aquisições, qualidade e de todas as demais áreas pertencentes ao gerenciamento de projetos. Além disso, o PMO pode designar autoridade aos gerentes de projetos, assim como gerir os recursos compartilhados por diversos projetos, e desta forma controlar a gestão dos projetos como um todo.

O PMO pode buscar, portanto: a padronização de metodologias e ferramentas, ou seja, todos os gerentes de projetos trabalharão da mesma forma e com as mesmas ferramentas; a definição de quais indicadores de monitoramento de projetos que serão utilizados; a determinação dos profissionais que darão o suporte e os que farão o acompanhamento do gerente de projetos; criação de uma auditoria que verificará se estão sendo utilizados adequadamente as ferramentas, as metodologias e padrões definidos; a seleção dos profissionais especializados que gerenciam projetos mais críticos; e as boas práticas, que são atividades ou atitudes que deram certo e serão repetidos e aquelas que não deram certo e serão descartadas. O escritório de projetos promove, portanto, o ganho em escala, em produtividade e formação de uma equipe que trabalha de uma mesma forma.

3.1 Sistema de Gerenciamento de Projetos

Cabe ao PMO a definição do sistema de gerenciamento de projetos que será utilizado na organização, sendo o mesmo adaptado às necessidades, influências e cultura da mesma.

De acordo com Valle (2010, p.86) “o Sistema de Gerenciamento de Projetos é o conjunto de ferramentas, técnicas, metodologias, recursos e procedimentos usados para gerenciar um projeto (...) que são consolidados e combinados para formar um todo funcional e unificado”.

O Guia PMBOK (2008), caracteriza como uma das funções do PMO gerir o Sistema de Gerenciamento de Projetos e garantir sua consistência em sua aplicação, assim como nos demais projetos em realização.

3.2 O PMO na Estrutura Organizacional

O PMO pode ser implantado em uma organização independente da sua estrutura organizacional, podendo ser em desde uma estrutura matricial, onde encontra mais força, como até mesmo em uma estrutura funcional mais fechada, pois seu método de trabalho, assim como suas designações, pode variar de acordo com as necessidades e o ambiente onde está inserido, já que “a função de um PMO em uma organização pode variar de uma assessoria, limitada à recomendação de políticas e procedimentos específicos sobre projetos individuais, até uma concessão formal de autoridade pela gerência executiva” (VALLE, 2010, p.85), dependendo da tipologia adotada.

3.3 Tipologias do PMO

Em meio a tantas variáveis que podem existir dentro de uma organização, é de suma importância a correta definição das atribuições dadas ao PMO, assim como o correto posicionamento do mesmo dentro do organograma corporativo, pois de acordo com Valle (2010, p.37), “o correto posicionamento no organograma oferece condições dos escritórios de gerenciamento de projetos

coletarem informações dos diversos projetos adequadamente, especialmente no caso de PMO estratégicos, para controle de projetos.”.

De acordo com Valle (2010, p. 39):

O Escritório de Projeto Estratégico opera em nível apropriado para facilitar a identificação, seleção, priorização, aprovação e gerenciamento de projetos que são do interesse corporativo. Isso assegura que a metodologia de gerenciamento de projeto seja aplicada para as necessidades da organização inteira, não apenas um departamento ou unidade de negócios.

O PMO pode operar no nível estratégico, tático, operacional ou até mesmo em todos os níveis (CRAWFORD, 2002), podendo atuar desde apenas um mecanismo com função de report e suporte, como até mesmo de forma estratégica atuando na definição de portfólios de projetos alinhado com a alta administração.

O escritório de gerenciamento de projetos pode ser responsável por diversas funções, sendo assim, comumente podem ser associados a algumas funções mais específicas como, por exemplo, a implementação de metodologias de gerenciamento de projetos padronizada, porém são muitas as atribuições que podem ser imputadas sobre ele, podendo chegar a 27 funções, de acordo com Hobbs e Aubry (2005).

Sendo assim, o conceito para o escritório de gerenciamento de projetos é decorrente da tipologia escolhida, que se correlaciona com funções atribuídas, autoridade e posicionamento do mesmo dentro da estrutura organizacional, assim como sua maturidade, conforme será visto em capítulo posterior.

Os PMOs podem então ser classificados em 3 modelos, como proposto por diversos autores da área (VALLE, 2010; CASEY e PECK, 2001; DINSMORE, 1999; RAD, 2001), sendo eles:

Modelo 1 - Escritório de Suporte aos Projetos ou Escritório de Controle de Projetos - Esse modelo mais básico de PMO tem como objeto fornecer suporte para a aplicação das melhores práticas, técnicas, ferramentas, tecnologias e softwares para gerenciamento de projetos, além de dar suporte aos gerentes de projetos no gerenciamento de recursos.

Modelo 2 - Escritório de Programa de Gerenciamento ou Unidade de Projetos - O modelo possui posição intermediária e tem como funções a definição de diretrizes e padrões, estabelecendo uma metodologia padrão, além de prover ferramentas, técnicas, softwares, disseminar as boas práticas e acompanhar os resultados. Seu foco está em programas, integrando múltiplos projetos de tamanhos variados.

Modelo 3 - Escritório Estratégico de Projetos ou Diretoria de Projetos - O terceiro modelo tem nível mais alto dentre os outros modelos e é responsável por identificar e priorizar os projetos, sempre alinhado com o plano estratégico organizacional. Seu foco está na gestão do portfólio de projetos.

Valle (2010) ainda defende um quarto modelo de PMO chamado de “Híbrido”, que consiste na combinação de 2 ou mais modelos.

3.4 Benefícios do PMO

Conforme citam Menezes (2012), Lipper (2003) e Beard (2003), o impacto positivo do PMO, como um todo, geram benefícios diretos para a organização e podem colaborar com o projeto na redução de custos e desperdícios, no fornecimento de uma melhor coordenação, mudança estabilizada, repetibilidade e sinergia organizacional, proveniência de melhores práticas a fim de maximizar o sucesso deste e oferecer abordagens contínuas de melhoria de processos, colaborando com projetos bem-sucedidos.

No que se refere aos gerentes de projetos os autores Menezes (2012) e Lipper (2003) sugerem que as agregações do escritório com as informações dos pontos críticos de cada projeto e no suporte necessário, melhoram seus desempenhos na obtenção de melhores resultados, por terem mais segurança na sua capacidade de fornecer um alto nível de qualidade em gerenciamento de projetos.

De forma simplificada pode-se listar como benefícios que serão percebidos, à medida que o PMO é implementado de acordo com alguns autores (CHOMA e BORGES, 2007; SILVEIRA, 2006; ANGELIM, 2007; MENEZES, 2012), os seguintes itens:

- Reconhecimento Global;
 - Melhoria da satisfação do cliente - redução de retrabalho e melhor alinhamento de expectativas;
 - Melhora no nível de competitividade da empresa no mercado devido ao aumento na taxa de sucesso de seus projetos.
- Melhoria da rentabilidade;
 - Diminuição do ciclo de vida necessário ao lançamento de produtos;
 - Aumento do retorno sobre investimento - escolha adequada de projetos e redução dos prazos;
 - Melhor resposta às grandes oscilações do mercado, pois a empresa fica preparada para responder em períodos de alta e de baixa demanda.
- Equipes de projeto produtivas;
 - Melhoria na qualidade do produto/serviço entregue;
 - Desenvolvimento constante da equipe, levando à melhoria contínua;
 - Motivação no ambiente de trabalho que reduz interferências que atrapalham o projeto.
- Melhoria organizacional;

- Conexão das estratégias do corpo executivo aos portfólios de projetos atuais e futuros;
- Padronização em processos de avaliação de resultados - comparação consistente de desempenho entre projetos;
- Maior segurança da empresa em fornecer propostas para projetos de maior risco (prazos curtos ou baixo valor do contrato);
- Aumento do acerto na previsibilidade da entrega do projeto - cronograma e orçamento;
- Facilidade no planejamento de ações que introduz inovações e os cambio necessário.
- Mudança cultural para Gestão de Projetos;
 - Criação de mecanismos que aumenta a participação das pessoas na implantação de projetos.
- Profissionalismo do pessoal em Gestão de Projetos;
 - Melhoria na comunicação interna e externa, com a redução de conflitos;
 - Seleção de profissionais competentes;
 - Informações importantes que permite a maior visibilidade da análise crítica, com base em elementos relevantes aos executivos nas tomadas de decisões e alcance de metas;
 - Suporte aos gerentes de projetos e consequente obtenção de melhores resultados destes;
 - Ressalva os conhecimentos da organização para elaboração de ativos de processos organizacionais e está comprometido na captura de ideias para que melhores projetos sejam conduzidos.
- Ferramentas e técnicas de Gerenciamento de Projetos Previsíveis e Reutilizáveis;
 - Implantação de softwares para o monitoramento e controle;
 - Disseminação das melhores práticas.

4 MATURIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Uma análise intrínseca sugere que o alcance do objetivo das organizações e consequente sucesso devem-se ao cumprimento do objetivo estratégico e da adaptação às mudanças externas, por isso neste contexto “[...] as empresas vêm investindo na melhoria de seus processos de gerenciamento de projetos como parte do planejamento estratégico para melhorar a efetividade organizacional.” (RODRIGUES; JÚNIOR; CSILLAG, 2006, p. 274).

Para Kerzner (2003), a excelência em gerenciamento de projetos é alcançada se a organização atingir um alto grau de maturidade. Assim, é possível associar melhores desempenhos com altos níveis de maturidade em gestão de projetos, sendo essa maturidade proporcional ao desenvolvimento de níveis mais elevados de capacidade de gestão (MICHAELIS, 2013).

Com a implantação de métodos e práticas em gerenciamento de projetos o nível de maturidade cresce como efeito direto (PRADO, 2010), aumentando a efetividade organizacional. Ao avaliar a maturidade é possível “[...] identificar os tempos (gaps), pontos fracos, pontos fortes e tomar medidas importantes, visando à melhoria contínua da sua cultura organizacional” (OLIVEIRA, 2014, p.4). Portanto, o grau de maturidade pode ser conferido através dos modelos de maturidade que são diversos e, no ramo de Gerenciamento de Projetos temos como de maior destaque: Project Management Maturity Model (PMMM), Capability Maturity Model (CMM), Organizational Project Management Maturity Model (OPM3) e Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos (MMGP).

Durante a década de 1990 é que surgiram os modelos de maturidade em gestão de projetos com propostas de medir o estágio atual e melhorar a habilidade na execução dos processos integrantes do gerenciamento de projetos, em outras palavras pontuando algumas sugestões a serem alcançadas no progresso do amadurecimento. Teixeira (2008) define um modelo de maturidade como sendo uma estrutura conceitual, composta por processos bem estabelecidos, através do qual uma organização desenvolve-se de modo sistêmico a fim de atingir um estado futuro desejado. Dentre os modelos existentes citados anteriormente será aplicado no desenvolvimento deste artigo o MMGP.

5 METODOLOGIA

Esta pesquisa é considerada de natureza descritiva, pois busca levantar dados relativos ao nível de conhecimento e grau de maturidade em gestão de projetos das Construtoras na cidade de Marília, numa tentativa de propor parâmetros de implementação de um Escritório de Projetos para as mesmas. Optou-se desta forma por uma abordagem qualitativa com base nas referências bibliográficas sobre o assunto e quantitativa com a coleta de dados em formato de questionário.

O questionário aplicado é um modelo já existente de avaliação de maturidade da MMGP que foi criado pelo brasileiro Darci Prado em 1999 e 2002. O instrumento de avaliação consiste em duas partes, sendo que a primeira se refere ao meio setorial e a segunda o meio corporativo. O intuito é identificar o estágio de maturidade em Gerenciamento de Projetos e traçar um plano estratégico evolutivo a fim de implantar um PMO.

A avaliação é feita através de um questionário com 5 sessões de perguntas, no qual a primeira refere-se aos dados da empresa e as restantes perguntas para a avaliação da maturidade. As questões

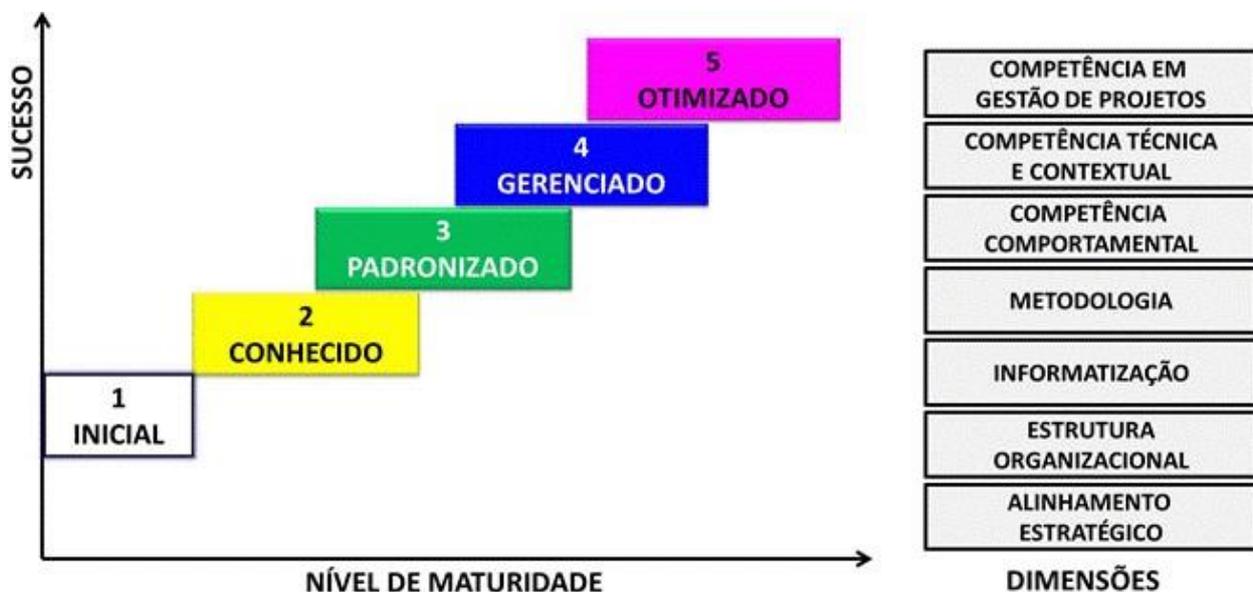
são de caráter imparcial, sendo possível a aplicação em qualquer tipo de organização e/ou diferentes departamentos de uma mesma empresa.

Os critérios da análise são baseados nos cinco níveis do modelo CMM e cada nível se relacionam com mais seis dimensões.

Conforme a Figura 1, os níveis conhecidos são: Inicial ou Embrionário; Processos Conhecidos (Linguagem comum); Processos Padronizados; Processos Gerenciados; e Processos Otimizados.

As dimensões são: Competência técnica (Conhecimento em gestão de projetos); Uso de metodologia; Uso da informatização; Estrutura organizacional; Competência comportamental (Relacionamentos humanos); Alinhamento com os negócios da organização (Alinhamento estratégico).

Figura 1 – Níveis e dimensões do modelo MMGP.



Fonte: Prado (2016).

A Figura 2 exemplifica como as dimensões são correlacionadas para a construção da gestão de projetos.

Figura 2 – Correlação entre as dimensões na construção da gestão de projetos



Fonte: Prado (2016).

De acordo com Prado (2008) a cada nível há diferenças no pico de maturidade, assim as dimensões de maturidade dentro de cada nível têm variações quanto a sua intensidade. A Tabela 1 mostra como estão vinculados os níveis e as dimensões.

Tabela 1 – Os relacionamentos entre as dimensões da maturidade e os níveis de maturidade

| Dimensões da Maturidade | Níveis de Maturidade | | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|--------------|
| | 1 Inicial | 2 Conhecido | 3 Padronizado | 4 Gerenciado | 5 Otimizado |
| 1. Conhecimento | Dispersos | Básicos | Básicos | Avançados | Avançados |
| 2. Metodologia | Não há | Tentativas isoladas | Implantado e padronizado | Melhorada | Estabilizado |
| 3. Informatização | Tentativas isoladas | Tentativas isoladas | Implantado | Melhorada | Estabilizado |
| 4. Estrutura Organizacional | Não há | Não há | Implantado | Melhorada | Estabilizado |
| 5. Relacionamentos humanos | Boa vontade | Algum avanço | Algum avanço | Avanço substancial | Maduros |
| 6. Alinhamento com estratégias | Não há | Não há | Não há | Alinhado | Alinhados |

Fonte: Adaptado de Prado (2008)

Os resultados obtidos através do questionário vão de uma escala de 1 a 5, onde 1 significa ausência de prática em Gerenciamento de Projetos e 5 demonstra níveis máximos de prática, ou seja,

todas as práticas são existentes na organização. Contudo, o resultado deve ser capaz o suficiente de permitir o traçado do plano de crescimento da organização em Gerenciamento de Projetos (PRADO, 2010).

A pesquisa contou com a participação de quatro construtoras que atualmente estão estabelecidas na cidade de Marília, nos quais todos intencionalmente prestam serviços de gerenciamento e construção de empreendimentos residenciais.

O questionário foi aplicado no setor de obras de cada empresa, contando com a participação de funcionários no nível tático e/ou estratégico como: gerentes, coordenadores e diretores. A opção por aplicar os questionários a estes profissionais deve-se ao fato de estarem ligados diretamente com o gerenciamento dos projetos.

Vale ressaltar que a pesquisa explora a particularidade deste grupo de empresas e, portanto, não podem ser generalizadas para todo o universo das construtoras. Outro ponto é que se pode ter interpretações e entendimentos diferentes por parte dos participantes quando do não conhecimento sobre o assunto, gerenciamento de projetos.

Para a análise dos dados coletados foram feitas tabulações, no qual pode-se avaliar, compreender e comparar os cenários das construtoras no que se refere ao conhecimento e maturidade em gerenciamento de projetos, e sendo possível, portanto propor a introdução de parâmetros de um PMO adequado a este nível.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

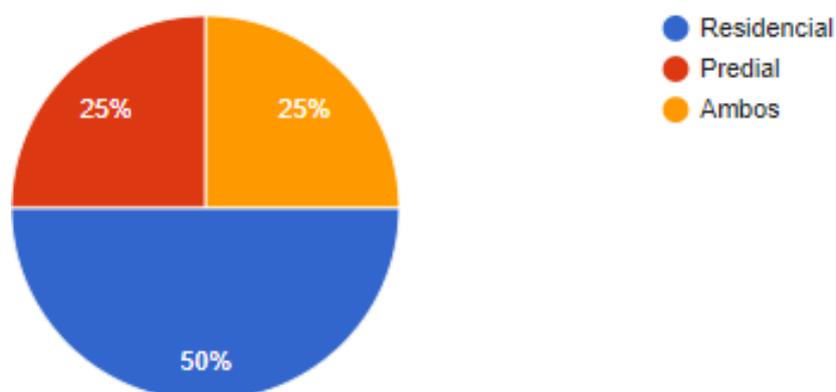
A partir dos dados obtidos na pesquisa, inicialmente serão analisadas as informações sobre as características do objeto de estudo como aspecto geral para possível correlação com o tema de maneira mais concisa.

A coleta de dados foi realizada entre o período de setembro e outubro de 2018 na cidade de Marília-SP, no qual foi enviado às construtoras via e-mail o link para acesso ao questionário. Após a computação dos dados, foi gerado resultados e dado um *feedback* aos respondentes.

6.1 Características das Empresas Respondentes

Das construtoras que receberam o questionário, 50% atuam em construções de unidades habitacionais, 25% em construção de prédios residenciais e o restante (25%) atuam em ambos os ramos, conforme Gráfico 1.

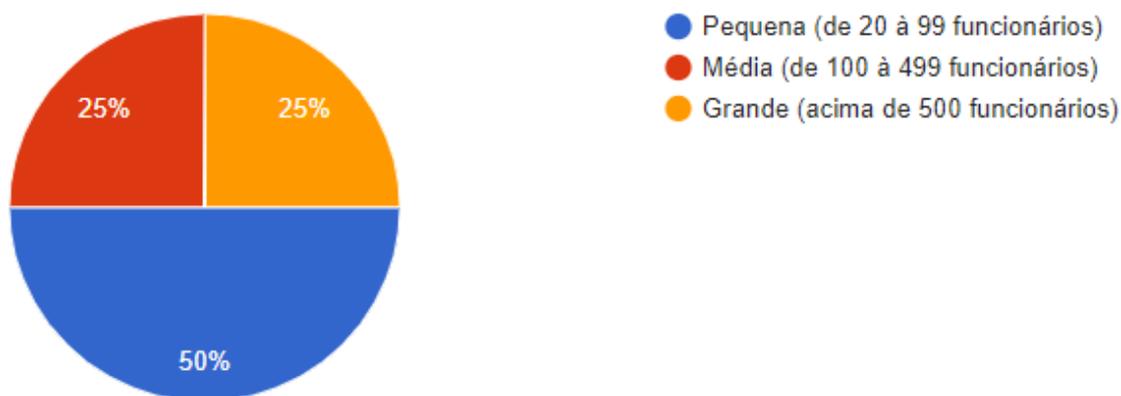
Gráfico 1 - Tipologia das construções



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Quanto ao porte das empresas de acordo com o Gráfico 2, 50% são de pequeno porte com quadro pessoal de 20 a 99 funcionários, 25% de médio porte e quadro de 100 a 499 funcionários e outros 25% de grande porte com mais de 500 funcionários.

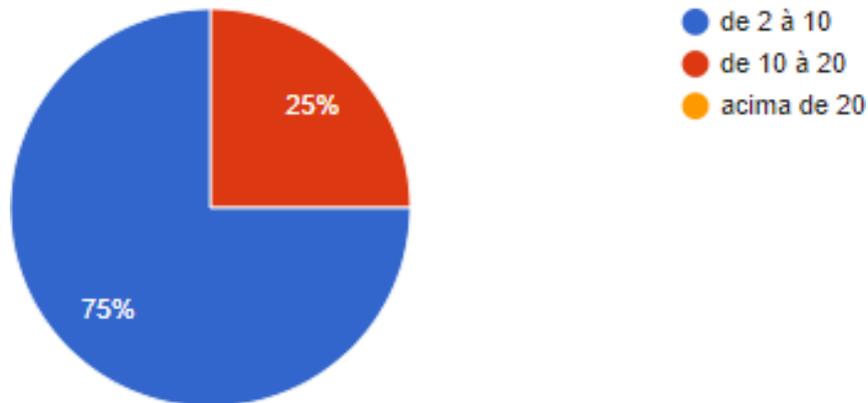
Gráfico 2 – Porte da empresa



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Dos projetos em andamento conforme Gráfico 3, 75% das empresas respondentes têm de 2 a 10 projetos e outros 25%, de 10 a 20 projetos.

Gráfico 3 – Projetos em andamento

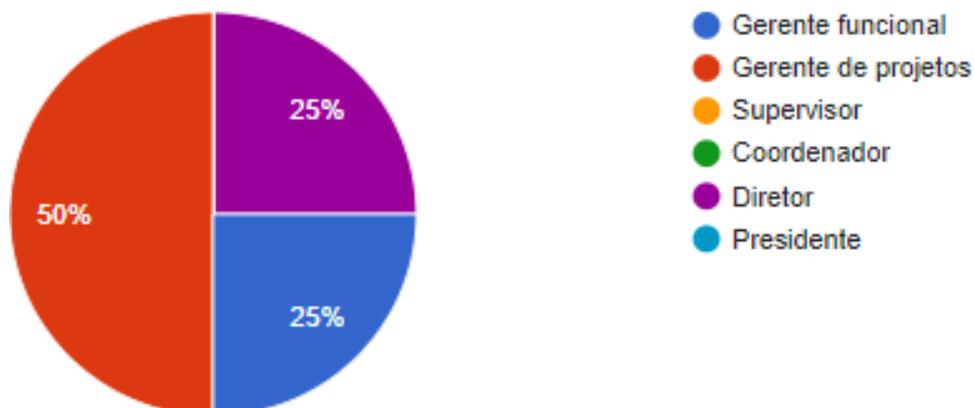


Fonte: Desenvolvido pelos autores

As construtoras utilizam como estrutura organizacional o modelo funcional que é bem peculiar por ser o mais utilizado e conhecido pelas organizações, e como metodologia de gestão estas utilizam programas de gestão em qualidade, sendo que isto já é esperado, por ser uma exigência dos órgãos governamentais para a participação em programas de moradias.

Dos 4 participantes de acordo com o Gráfico 4, 50% atuam em cargos estratégicos e os outros 50% em cargos táticos, sendo o setor de competência voltado a gestão de obras.

Gráfico 4 – Cargos dos respondentes

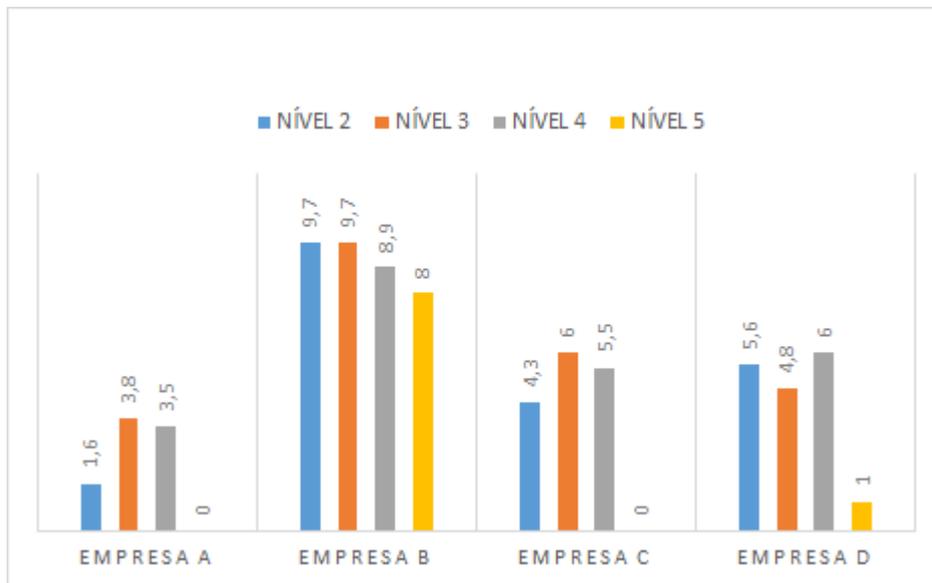


Fonte: Desenvolvido pelos autores

6.2 Análise da Maturidade em Gerenciamento de Projetos

Obtidas as respostas dos questionários e feitas às tabulações pertinentes, o Gráfico 5 apresenta a pontuação de cada empresa em uma escala de 0 a 10, por aderência aos níveis de maturidade.

Gráfico 5 – Notas por nível de cada empresa.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Conforme analisado no Gráfico 5, o nível 5, designado como otimizado, em todos os casos desta amostra é o de menor pontuação, comparando-se com os demais níveis. Isso sugere que as dimensões neste nível são mais difíceis de alcançar e que a melhoria no desempenho deste é reflexo de uma melhor pontuação nos níveis menores.

Através das respostas do questionário foi constatado a não pontuação em duas das perguntas no nível otimizado que se referiam a: certificação PMP, IPMA ou equivalente para os gerentes de projetos do setor, no qual as empresas ainda não atingiram a quantidade adequada e necessária e em relação ao alinhamento dos projetos executados no setor com os negócios da organização, ainda não possuíam um alinhamento de 100%.

Em relação à pergunta sobre a existência de um PMO, foi verificado que há uma relação proporcional com os níveis constatados nos resultados finais da avaliação de maturidade de cada organização. A empresa que não possui PMO se enquadra no nível 1, as que possuem PMO, com atuação restrita a pouco projetos se enquadraram no nível 2 e a que possui PMO que abrange todos os projetos importantes da organização e possui forte envolvimento com o planejamento e acompanhamento deste se enquadra no nível 4, mostrando que a existência de um PMO e o seu forte envolvimento impacta diretamente no nível de maturidade em projetos.

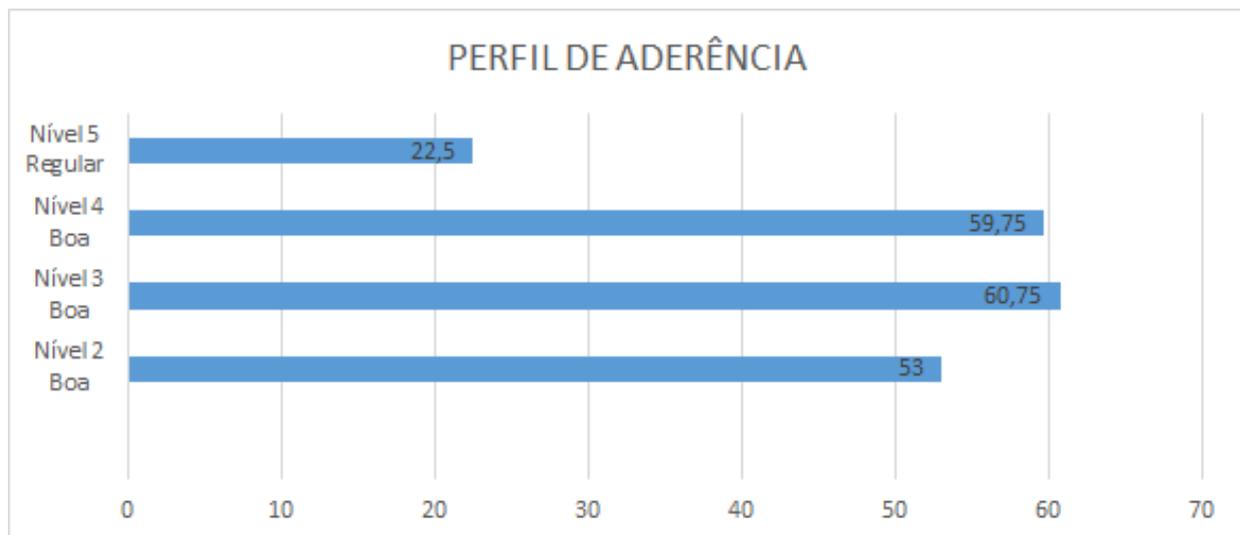
Sobre a aderência aos níveis, esta reflete o quão bem a organização preenche os requisitos de cada nível quanto ao nível de maturidade (Prado, 2010). O Gráfico 6 mostra os níveis de aderência média aos níveis do modelo MMGP da pesquisa que é classificada conforme Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Status de aderência

| | |
|----------------|---------|
| Até 20 pontos | Fraca |
| Até 40 pontos | Regular |
| Até 70 pontos | Boa |
| Até 90 pontos | Ótima |
| Até 100 pontos | Total |

Fonte: Adaptado Prado (2010)

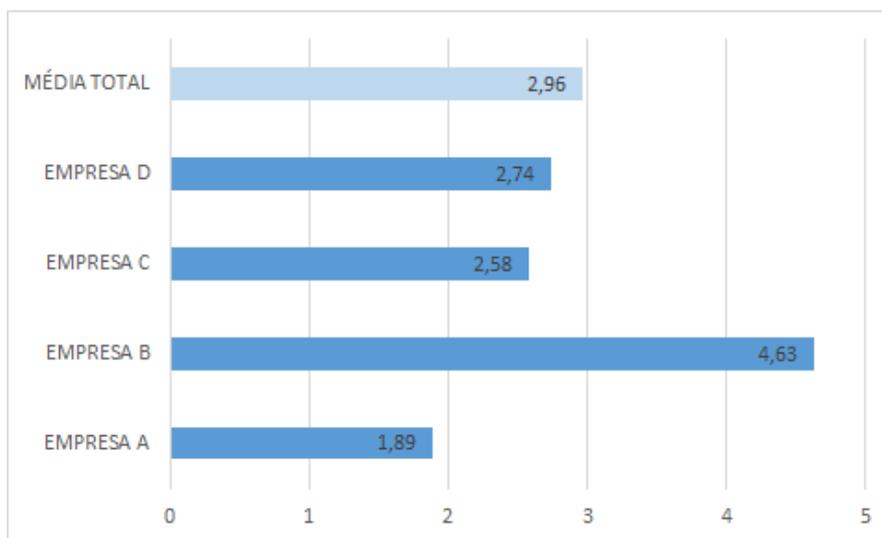
Gráfico 6 – Perfil de aderência aos Níveis de Gerenciamento de Projetos.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

O setor em estudo apresenta status regular para o nível 5 (otimizado), com 22,5 pontos e boa para os níveis 2 (conhecido), 3 (padronizado) e 4 (gerenciado), com 53, 60,75 e 59,75, respectivamente. De acordo com o Gráfico 6, podemos afirmar que a amostra tem maior aderência ao nível 3 (padronizado) pela maior pontuação, estando o nível 4 muito próximo. Conforme determinado em pesquisa de Prado e Oliveira (2018, p.17) no que diz respeito à pontuação em aderência “... o ideal seria estarem acima de 70%...” isso significa que em nenhum dos níveis a aderência ideal foi atingida.

Gráfico 7 – Média final da avaliação por empresa.



Fonte: Desenvolvido pelos autores

O Gráfico 7 demonstra os resultados individuais das empresas participantes da pesquisa e o valor geral da avaliação da maturidade. Esse valor geral ficou com 2,96 pontos, posicionando a amostra estudada no nível 2 - CONHECIDO, próximo a alcançar o nível 3 - PADRONIZADO, que seria para valores acima de 3 pontos.

Nesse nível, CONHECIDO, suas principais características são a de que houve um esforço na criação de uma linguagem comum sobre o assunto alinhada com as tendências mundiais; adequada ao tipo de organização e que respeita a cultura gerencial existente; inicia-se uma tentativa no desenvolvimento da gestão de projetos, que apesar de serem isoladas e desarticuladas, favorecem o planejamento e o controle de alguns projetos com o uso introdutório de ferramentas para sequenciamento de atividades. Em relação aos pontos a serem melhorados, a falta de uma plataforma padronização e da estruturação do gerenciamento de projetos, como um todo, geram atrasos nos prazos; overrun (erros em custos); mudanças de escopo no decorrer do projeto; improdutividade; não atendimento global dos indicadores de eficiência; insatisfação do cliente e cada profissional trabalhando a seu modo (OLIVEIRA, 2014; PRADO, 2010; COSTA e RAMOS, 2013).

6.3 Confrontamento de Dados com Outras Pesquisas

Os resultados obtidos através das pesquisas nos fornecem um direcionamento em relação ao atual nível de maturidade em gerenciamento de projetos na cidade de Marília. Ao compararmos o resultado obtido com os resultados nacionais de empresas do setor da construção, que de acordo com o relatório de Prado e Oliveira (2018), obtiveram 2,83 em 2017, temos um valor muito próximo, já que o resultado da amostra foi de 2,96, demonstrando uma leve melhora em relação aos valores gerais do

país, porém se enquadrando no mesmo nível de maturidade. Isso demonstra que mesmo estando com um índice regular, ainda há muito que melhorar para chegar a índices de alto desempenho.

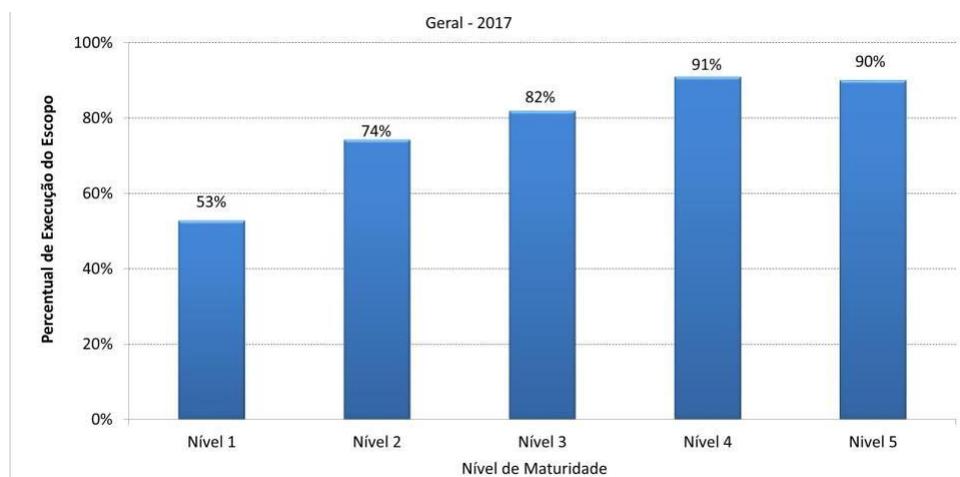
Tabela 3 – Indicadores de Desempenho em Projetos

| CATEGORIA ARCHIBALD | # Respondentes | Percentual | Maturidade | Sucesso total | Sucesso Parcial | Fracasso | Atraso | Estouro de Custos | Execução do Escopo |
|--|----------------|------------|------------|---------------|-----------------|----------|--------|-------------------|--------------------|
| Defesa, Segurança e Aeroespacial | 8 | 2,7% | 3,44 | 58,1% | 27,5% | 14,4% | 42% | 16% | 68% |
| Mudanças Organizacionais e/ou Melhoria de Resultados | 75 | 24,9% | 2,41 | 47,4% | 30,8% | 21,8% | 22% | 9% | 67% |
| Sistemas de Comunicações (voz, dados e imagem) | 8 | 2,7% | 2,58 | 71,0% | 20,0% | 9,0% | 51% | 16% | 83% |
| Design (projetos de engenharia, arquitetura, etc) | 17 | 5,6% | 2,61 | 55,6% | 32,2% | 12,2% | 21% | 15% | 69% |
| Construção & Montagem | 64 | 21,3% | 2,83 | 55,1% | 34,2% | 10,7% | 18% | 12% | 84% |

Fonte: Prado e Oliveira (2018)

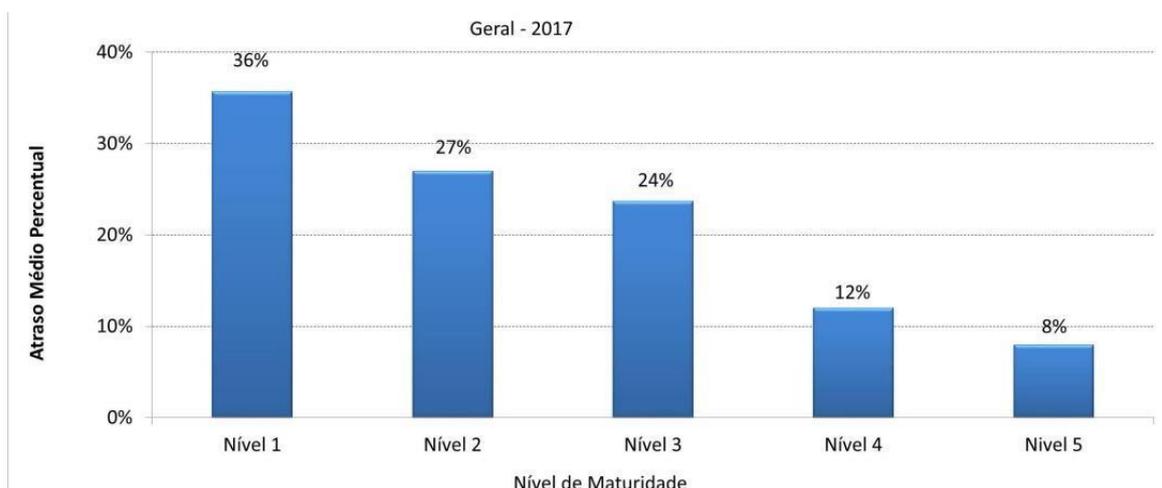
Conforme relatório global gerado pelo site maturityresearch.com, onde são realizadas anualmente pesquisas relacionadas à maturidade em gerenciamento de projetos, destinados a empresas em todo o Brasil, obtemos os Gráficos 8,9 e 10 abaixo, que indicam a relação entre os níveis de maturidade com a execução do escopo, atraso médio e estouro médio de custos, estes que são indicadores importantes relacionados ao sucesso do projeto.

Gráfico 8 - Nível de Maturidade x Percentual de Execução do Escopo



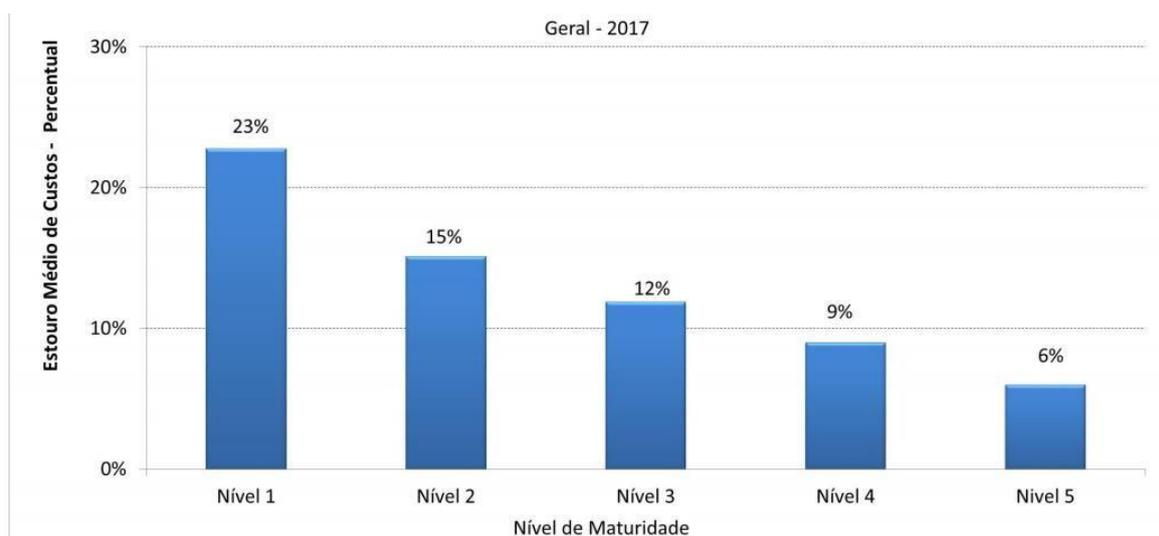
Fonte: Prado e Oliveira (2018)

Gráfico 9 - Nível de Maturidade x Percentual Médio de Atraso



Fonte: Prado e Oliveira (2018)

Gráfico 10 - Nível de Maturidade x Percentual de Estouro Médio de Custos



Fonte: Prado e Oliveira (2018)

Segundo os Gráficos 8, 9 e 10 retirados do relatório de Prado e Oliveira (2018), no setor de construção brasileiro, os índices médios de cumprimento de escopo, atraso médio e estouro de custos em 2017, foram respectivamente, 84%, 18%, 12%, com um grau de maturidade nível 2.

Através da análise destes gráficos, podemos visualizar a interdependência entre o nível de maturidade e os resultados obtidos ao final dos projetos realizados, já que esta maturidade impacta diretamente nos números finais, mostrando a importância de se estabelecer estratégias para alcançar níveis mais altos.

No caso do setor na cidade de Marília, onde a maturidade se enquadra no nível 2, existe uma grande oportunidade para melhorias e conseqüentemente resultados mais satisfatórios, já que em média, a redução de atraso em projetos deste nível em relação a níveis de alto desempenho, como 4 e 5, pode chegar a 19 pontos percentuais e com um estouro de custo de até 9 pontos percentuais a menos. Isso significa em geral, que empresas de nível 5 obtiveram em 2017, cerca de 70% menos atrasos e 60% menos estouros de custos em relação a empresas que se enquadraram no nível 2.

7 CONCLUSÃO

Com isso conclui-se que o setor avaliado está com o nível de maturidade bem próximo ao de empresas do mesmo ramo de atividade e também da média geral de empresas de todos os setores no Brasil, que foi de 2,59, conforme pesquisa de Prado e Oliveira (2018) no site MPCM.

De modo genérico tem-se que a amostra está localizada no nível 2 (conhecido) e conforme designado pelo autor do modelo neste nível, normalmente, existem alguns pontos negativos que ainda não foram solucionados como: atrasos em cronograma, improdutividade, a falta de padronização em alguns modelos, overrun (erros em custos); mudanças de escopo no decorrer do projeto; não atendimento global dos indicadores de eficiência; e insatisfação do cliente. A partir desta análise crítica é possível ajustar o traçado do plano de crescimento da organização em Gerenciamento de Projetos para buscar a melhoria em seus processos e alinhar estas necessidades a designação de um PMO adequado, que deverá alavancar esta maturidade e alcançar os objetivos estratégicos de forma mais eficiente.

Com isso, os requisitos essenciais mais apropriados para um PMO de sucesso, neste caso, são a princípio atingidos com o apoio da alta administração, assim como do reconhecimento de seu valor dentro da organização. Quanto à designação deste e suas responsabilidades, pode-se dizer que deve-se adotar o modelo mais apropriado para o perfil de cada organização, levando em consideração suas atividades e estrutura organizacional, tendo como algumas de suas funções a aplicação do uso de metodologia que estabeleça procedimentos para identificação, banco de dados, análise, coleta de informações e distribuição, relatórios de resultados, orientações documentais e criação de planos de carreira para os gestores de projetos. Porém como já citado acima, a definição das responsabilidades depende e varia muito de empresa para empresa e não podem ser consideradas como fórmulas de sucesso devido à grande flexibilidade do PMO.

A implantação do PMO deve ser encarada como um projeto dentro da organização, para tanto, faz se necessário à iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, podendo possuir duas abordagens diferentes de implantação, sendo a top down, onde um profissional atua como um consultor externo e implanta um método já definido para toda a organização, desta forma tende a ser

mais rápido e mais econômico; e a bottom up que conhece a cultura da organização e capta os conhecimentos de cada profissional que podem ser colaborativos, e a partir disso gerenciar os padrões que se baseiam na cultura e em padrões da própria empresa, por isso uma abordagem mais lenta e demorada, porém com um nível de aceitação muito maior.

Portanto, podemos concluir que a maturidade é um fator crítico para obtenção de melhores resultados em cumprimento de escopo, diminuição de atrasos e custos, pois quanto maior a maturidade em gerenciamento de projetos, melhores são os resultados gerais e que a adoção de um PMO é um fator importante na indução de maturidade em gerenciamento de projeto, conforme levantado através da pesquisa e revisão bibliográfica, podendo através de estratégias, alcançar níveis maiores, e em consequência gerar melhoras expressivas nos resultados de projetos e das organizações como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIM, É. S. Á. **Proposta de uma metodologia para implementação do PMO seguindo conceitos do PMBOK**. 2007, 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista de Desenvolvimento de Sistemas para Web) - Centro de Tecnologia - Departamento de Informática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007. Disponível em: <<http://www.especializacaoemweb.uem.br/site/files/tcc/2006/Erika%20Samara%20Alvares%20Angelim%20-%20Proposta%20de%20uma%20metodologia%20para%20implementacao%20de%20PMO%20segundo%20conceitos%20do%20PMOBOK.pdf>> Acesso em: 10 set. 2018.

BEARD, M. **The dynamics in the development of a project management office (PMO)**. In: PMI® Global Congress, 2003, Baltimore. Anais... Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2003. Disponível em: <<https://www.pmi.org/learning/library/critical-element-development-pmo-7698>> Acesso em: 10 set. 2018.

CASEY, W.; PECK, W. **Choosing the right PMO setup**. PM Network, Illions, p.40-47, Feb. 2001. Centro de Informática. Anais... Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/9050382/>> Acesso em: 30 ago. 2018.

CHOMA, A. A.; BORGES, Thais. S. T. (2007). **Garantindo resultados na construção civil através da gestão de projetos**. In: PMI® Global Congress, 2007, Latin America, Cancún, Mexico. Anais... Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2007. Disponível em: <<https://www.pmi.org/learning/library/practicing-project-management-civil-construction-projects-7165>> Acesso em: 10 set. 2018.

COSTA, S. R. R.; RAMOS, A. F. B. **Modelo de maturidade em gerenciamento de projeto: um estudo de caso aplicado a projetos de petróleo e energia**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, vol. 8, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/V8N3A2/V8N3A2>> Acesso em: 05 out. 2018.

CRAWFORD, J. K. **The Strategic Project Office: a Guide to Improving Organizational Performance**. Boca Raton, USA, CRC Press, 2002.

DICIONÁRIO MICHAELIS. São Paulo: Melhoramentos, 2013.

DINSMORE, P. C. **Transformando estratégias empresariais em resultados através da gerência de projetos.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

HOBBS, J. B.; AUBRY, M. **A realistic portrait of PMOs: the results of an empirical investigation.** Paper presented at PMI® Global Congress 2005 - North America, Toronto, Ontario, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2005.

HOBBS, J. B.; AUBRY, M. **An empirically grounded search for a typology of Project management offices.** Project Management Journal, vol. 39, jan. p.69-82. 2008.

KENDALL, G. I.; ROLLINS, S. C. **Advanced Project Portfolio Management and the PMO: Multiplying ROI at Warp Speed.** 1.ed. Boca Raton: J. Ross Publishing, 2003. 448p.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling.** 8 ed. New York: John Wiley & Sons, 2003. 912p.

LIPPER, S.. **An effective approach to establish a program management office (PMO).** In: PMI® Global Congress, 2003, Baltimore. Anais... Newtown Square: Project Management Institute, 2003. 20-23. Disponível em: <<https://www.pmi.org/learning/library/effective-approach-establish-pmo-goals-implementing-7673>> Acesso em: 10 set. 2018.

MENEZES, L. C. M. **Benefícios do PMO.** In: BARCAUI, André. **PMO: Escritório de Projeto, Programas e Portfólio na prática.** Rio de Janeiro: Brasport, 2012. p. 158-179.

OLIVEIRA, J. P. N. **Avaliação do nível de maturidade em gerenciamento de projetos no setor de engenharia de projetos de um estaleiro de grande porte no nordeste brasileiro.** Revista de Gestão e Projetos – GeP, vol. 5, n. 3. Set/dez. 2014. Disponível em: <<http://www.revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/257> > Acesso em: 30 ago. 2018.

PMI- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK - Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.** PMI. 6 ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017. 762 p.

PMI- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK - Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.** 4. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2008. 337 p. Disponível em: <<https://tarcioaldas.files.wordpress.com/2010/04/pmbok-4c2aa-edicao.pdf> > Acesso em: 11 jun. 2018.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **\$1 Million Wasted Every 20 Seconds By Organizations Around the World.** Fev. 2018. Disponível em: <<https://www.pmi.org/about/press-media/press-releases/2018-pulse-of-the-profession-survey>>. Acesso em: 10 set. 2018.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **O que é Gerenciamento de Projetos?** Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2018. Disponível em: <<https://brasil.pmi.org/brazil/AboutUS/WhatIsProjectManagement.aspx>>. Acesso em: 10 set. 2018.

PRADO, D. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos.** Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços, 2008. 205p.

PRADO, D. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos**. 2 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2010.

PRADO, D. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos**. 3 ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2016.126p.

PRADO, D.; OLIVEIRA, W. A. **Pesquisa de Maturidade Brasil 2017: “Relatório Geral”**. Fev. 2018. Disponível em: <<http://www.maturityresearch.com/novosite/2017/download/RelatorioMaturidade2017-Parte-A-Indicadores-V2.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2018. Global-

RAD, P. F. **Is your organization a candidate for project management office (PMO)?** AACE International Transactions, Morgantown, 2001. p. PM71.

RODRIGUES, I.; RABECHINI JR, R.; CSILLAG, M. **Os Escritórios de Projetos como Indutores de Maturidade em Gestão de Projetos**. Revista de Administração - RAUSP, São Paulo, v. 41, n. 3, jul/set. 2006. p. 273-287. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2234/223417413005.pdf>> Acesso em 30 ago. 2018.

SILVEIRA, A. **Escritório de Projetos, sua empresa está pronta?** TenStep You Can Manage. fev. 2006. Disponível em: <<http://www.tenstep.com.br/br/Newsletter/PMOSuaEmpresaEstaPronto.htm>> Acesso em: 10 set. 2018.

TEIXEIRA, J. G. A. **Modelos de Maturidade em Gestão de Projetos**. In: Seminário de Processo e Qualidade de Software, 2008, Universidade Federal de Pernambuco. CIn - Centro de Informática. Anais... Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/9050382/>> Acesso em: 30 ago. 2018.

VALLE, J. Â. S. **Communications and Information Technology – CIT – as a competitive weapon in Project Management**, Proceeding of the 28th, 1997, Chicago. Seminars & Symposium. Anais... Chicago: PMI – Project Management Institute – Global Congress, 1997.

VALLE, J. Â. S. **Identificação e Análise de Fatores Relevantes Para a Implantação de Escritórios de Gerenciamento de Projetos de Construção Civil pelo Conceito do Project Management Office**. 2010. 124 f. Tese (Doutorado em área da Tecnologia da Construção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

PROPOSTA DE NÚCLEO HABITACIONAL EXECUTADO EM CONTAINERS

Flavio Rocha Muniz ¹

Igor Viana Golim ²

Guilherme Sasson Goldberg ³

RESUMO: O trabalho presente analisa os benefícios de execução de um bairro planejado em containers devido à necessidade de moradia e a atual situação pela qual nosso país enfrenta, percebemos então que a economia proporcionada pela execução em container traria benefícios para todos os envolvidos, seja o consumidor final e até mesmo a construtora/incorporadora. Apresentando algumas vantagens trazidas pelo uso do container, como por exemplo, a mão-de-obra, pelo fato do container ser pré-fabricado não há necessidade da execução de estrutura etc., cálculos estruturais também serão reduzidos pelo fato do container ser padronizado com especificações de resistência, dimensões entre outras. Com isso buscar o desenvolvimento sustentável para o país e para a população de classe baixa.

Palavras-chave: Container. Habitação. Execução. Casas.

ABSTRACT: The present paper analyzes the benefits of executing a planned neighborhood in containers due to the need for housing and the current situation facing our country, we realized then that the economy provided by container execution would bring benefits to all involved, whether it is the final consumer and even the developer/incorporator. We will present some advantages brought by the use of the container, for example, the labor force, because the container is prefabricated there is no need for the execution of structure etc., structural calculations will also be reduced by the fact that the container is standardized with resistance specifications, dimensions and others. With this we seek the sustainable development for the country and for the population of low class.

Keywords: Container. Housing. Execution. Houses.

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: flaviomuniz94@gmail.com

² Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: igorvxu@hotmail.com

³ Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Bacharelado em Engenharia Civil e MBA em Gestão de Negócios Imobiliários na Construção Civil. e-mail: Guilherme.goldberg@uca.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional do Brasil traz alguns problemas que precisam ser solucionados por engenheiros e arquitetos que buscam o desenvolvimento sustentável da nação. Há alguns anos o container começou a ser empregado na construção civil, indo além do transporte marítimo pelo qual foi pensado e cada vez mais tem se tornado comum vê-los em construções como bares, restaurantes e até mesmo casas em container.

O container não necessariamente precisa ser utilizado apenas enquanto novo, ele também pode ser recondicionado do uso do transporte, mesmo após seu prazo de validade para transporte de carga expirar (10 anos), e assim trazer um benefício ainda maior quando relacionado ao meio ambiente que nos cerca.

Esse tipo de edificação vem ganhando espaço nos dias de hoje, a busca por novas ideias e diferenças acaba impulsionando a variedade do mercado da construção civil seja ela destinada a classe alta, média ou baixa.

Analisaremos então a viabilidade do uso do container em uma habitação nos moldes do programa Minha Casa Minha Vida realizada pela Caixa considerado de classe baixa. Assim serão demonstradas suas vantagens, desvantagens e o porquê de se usar o container.

Baseados na região de Marília, São Paulo, percebe-se o quanto a população necessita de uma habitação própria. Vemos, por exemplo, na cidade que duas grandes construtoras, MENIN e PACAEMBU estão desenvolvendo próximo ao distrito Padre Nobrega dois grandes núcleos habitacionais, são eles Residencial Montana e Vida Nova Maracá. O somatório de residências a serem entregues pelas duas empresas ultrapassa duas mil (2000) unidades de habitação divididas em módulos que levam cerca de dezoito (18) meses para serem entregues cada um deles, a obra toda já possui cerca de dois (2) anos com casas no valor de cem mil reais (R\$100.000,00 preço de repasse para o cliente final), de acordo com informações encontradas nos sites das respectivas empresas. O questionamento que fazemos é: se essas residências fossem executadas em containers, qual seria o custo final para a incorporadora e para o consumidor?

A idealização desse trabalho consiste em demonstrar as benfeitorias obtidas com o uso do container e até mesmo o seu reuso quando disponível.

A diminuição do custo final dessas obras aqueceria o mercado da construção gerando ainda mais obras. Um dos fatos é a diminuição do tempo de execução antes planejado em alvenaria estrutural, por exemplo, outro fato, seria o aumento do poder de compra da população, tendo em vista a também diminuição do custo.

A construção civil é o principal fator para se determinar o desenvolvimento de um país, a mudança de cultura e pensamento da população, aliada ao uso do container na habitação, poderia aquecer nosso mercado gerando renda e empregos para todos os envolvidos, assim além de um desenvolvimento sustentável e uma melhora no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) poderia diminuir a recessão que vem arruinando nossa economia.

Visando esse ponto de investimento governamental e a abertura para novos sistemas construtivos no Programas de Aceleração de Crescimento (PAC) temos um padrão de planta de construção e um modelo para seguir e comparar estudando assim a viabilidade da utilização do container.

Figura 1 – Planta Casa Maracá



Fonte: Construtora Pacaembu (2018)

2 O CONTAINER

Em 1937 surgiram os primeiros containers, mais precisamente em Nova York, Estados Unidos, desenvolvido por Malcom Mc Lean dono de uma empresa de transportes. Com o interesse de transportar mercadorias de forma mais rápida e segura, ele deu início ao processo de utilização das

grandes caixas metálicas, essas que, futuramente passariam por um processo de adequação e padronização nas medidas que conhecemos hoje (ABREU; RODRIGUES, 2016).

Vale destacar que existem diversos modelos de containers disponíveis na indústria, os quais variam em relação à forma, ao tamanho e à resistência. Os mais comumente utilizados na arquitetura são os da categoria Dry de 20 e 40 pés, ambos com portas nas duas laterais. As dimensões externas do container Dry Standard de 20 pés são: 2,438 metros de largura; 6,06 metros de comprimento; e 2,59 metros de altura; suportando até 22,10 toneladas. O container de 40 pés possui as mesmas dimensões de largura e altura do mencionado anteriormente, diferenciando-se na medida de comprimento, tendo 12,92 metros e sendo projetado para suportar uma carga de até 27,30 toneladas. Os modelos Dry High Cube de 40 pés, também muito utilizados, possuem as medidas de 2,44 metros de largura, 2,79 metros de altura e 12 metros de comprimento (OCCHI; ALMEIDA, 2016).

A grande maioria dos estudos relacionados ao assunto busca basicamente o mesmo objetivo e seguem quase sempre os mesmos princípios que é mostrar o quão viável é a reutilização do container. A evolução vem sendo constante nas construções e adaptações são necessárias para fins de conforto, segurança e velocidade de execução com interesse de garantia de habitação.

A utilização de containers na construção civil é uma alternativa que vem sendo difundida e bem aceita pela sociedade. Nos Estados Unidos há, historicamente, tradição de utilização de outros materiais desde a Segunda Guerra Mundial, devido principalmente à necessidade de construção rápida diante das destruições ocasionadas pelo conflito. No Brasil, ainda é novidade habitar com qualidade em antigos recipientes de carga, entretanto, a ideia vem se difundindo devido à qualidade de projetos baseados neste material que está relacionado ao baixo custo e à sustentabilidade, bem como ao desenvolvimento de projetos desta natureza por importantes profissionais do meio (OCCHI; ALMEIDA, 2016).

Apesar do foco do presente artigo está localizado em uma cidade do interior do estado, é válido notar que cidades portuárias estão saturadas de containers que são empilhados, muitas empresas e até mesmo as cidades não sabiam tratar de maneira correta o descarte de tais materiais, como já mencionado no trabalho o reuso do container gera uma sobrevida econômica para as empresas proprietárias dos mesmos.

As políticas destinadas à habitação popular ainda não têm sido suficientes para superar a carência habitacional e atendimento das especificidades da população de baixa renda; Ainda seguindo essa analogia, evidenciam-se, os inúmeros benefícios sociais e ambientais decorrentes do reuso de contêiner marítimo para o desenvolvimento de habitações. A utilização de contêiner marítimo para fins de habitação popular induz a benefícios de ordem social e ambiental (ABREU; RODRIGUES, 2016).

Na construção civil atual, devemos sempre pensar em longo prazo e analisar maneiras de proporcionar bem-estar em longo prazo para consumidores do produto final, que nesse caso, é a edificação. Um projeto que não foi pensado para ser sustentável desde o início, dificilmente conseguirá

atingir, simultaneamente, padrões mínimos de habitabilidade e baixo impacto ambiental, e possivelmente dependerá de fontes não renováveis de energia para prover conforto aos usuários (AGUIRRE; BRITO CORREA, 2008).

Figura 2 – Fachada casa container



Fonte: Casa container 30 m², Up Construtora Containers (2018)

2.1 A demanda por moradia

Do ano de 2007 até a atualidade o Governo Federal investiu pontualmente nos setores de habitação, esse aquecimento deu-se pela implantação do Programa de Aceleração e Crescimento (PAC). Com isso o setor de infraestrutura teve como principal objetivo o favorecimento de execução de obras públicas no setor de saneamento, transporte, energia, recursos hídricos com o interesse de impulsionar o setor econômico do país.

No contexto habitacional, o país retomou a prática da construção de Habitações de Interesse Social (HIS)(que já era adotada nos programas para a população mais carente desde o extinto Banco Nacional da Habitação- BNH). Um dos principais promotores das HIS no Brasil tem sido o Programa “Minha Casa, Minha Vida” (MCMV) lançado em 2009 pelo Governo Federal no contexto do PAC, e que já entregou cerca de dois milhões de moradias para a população de baixa renda (LIMA e SILVA, 2016).

Embora o MCMV tenha sido uma medida importante na intenção de implantar políticas públicas que garantam o direito à moradia, o programa apresenta uma série de deficiências, entre as quais podemos citar a baixa qualidade arquitetônica das habitações “oferecidas” à população, que é baseada em uma produção padronizada e em larga escala de tipologias habitacionais com o mesmo programa arquitetônico (sala, cozinha, banheiro e dois dormitórios), fora das realidades locais, com má inserção no espaço urbano e isolada da cidade. Além disso, essas habitações não são

sustentáveis, visto que as características físicas dos terrenos e suas condições bioclimáticas não são levadas em consideração. Essas carências demonstram existir um déficit qualitativo no MCMV (LIMA e SILVA, 2016).

Para (LIMA e SILVA, 2016) “Sabe-se que sem habitação de qualidade é impossível ter-se uma vida digna. Um país só consegue se desenvolver quando sua população reside em moradias de qualidade, visto que a habitação interfere em outras áreas da vida do homem, por exemplo, a saúde. Pessoas que residem em casas com pouca iluminação ou ventilação natural tendem a sofrer mais com doenças relacionadas à falta desses atributos”.

Com isso, espera-se possibilitar que esses novos sistemas construtivos ganhem mais espaço e abrangência no cenário nacional, de forma a gerar mais empregos para a população brasileira, e contribuir para o desenvolvimento socioespacial e socioeconômico do Brasil (LIMA e SILVA, 2016).

Segundo (OCCHI E ALMEIDA, 2016) “Fica claro que a maior problemática acerca da aceitação da população em relação às casas container baseia-se na falta de conhecimento do produto final. Para que se possa mudar esse cenário, é de grande importância que os profissionais da área apresentem da melhor forma possível às qualidades e vantagens dos projetos residências com containers”.

3 COMPARATIVO BÁSICO DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Para a avaliação de custos serão utilizados os parâmetros estabelecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, também será utilizado a TCPO (Tabela de Composição de Custos de Obra) e lojas de grande porte como referências e alguns dados de preços fornecidos pela empresa Casa Container Marília. Para avaliação da execução iremos relacionar um checklist objetivo e simplificado entre os métodos convencionais de alvenaria e o uso do container.

Basicamente uma residência em alvenaria tem as seguintes etapas, não necessariamente seguindo essa ordem:

- Terreno: Terraplanagem, limpeza, etc.
- Projetos e documentações: Projetos arquitetônicos, estruturais, instalações, etc. e documentações para aprovação.
- Fundação.
- Estrutura: Podendo ser alvenaria ou convencional.
- Fechamento.
- Instalações hidráulicas e elétricas.
- Acabamento.

Já uma residência executada em container tem as seguintes etapas, e como na alvenaria não são necessariamente nessa ordem:

- Aquisição do container.
- Revestimentos termoacústicos quando houver necessidade.
- Terreno: Terraplanagem, limpeza, etc.
- Projetos e documentações: Projetos arquitetônicos, instalações, etc. e documentações para aprovação.
- Fundação.
- Fechamento quando necessário.
- Instalações hidráulicas e elétricas.
- Acabamento.

Pode-se notar que basicamente seguem o mesmo processo como algumas pequenas diferenças, a principal delas é a não necessidade de se executar o projeto de estrutura, dá-se o fato de que o container já compõe a estrutura da obra. Isso diminui consideravelmente o valor da obra e principalmente o tempo, que segundo Benjamin Franklin (1706-1790) é dinheiro.

Iremos avaliar o custo em metros quadrados (m²) dos dois métodos, alguns pontos de importante destaque que devem ser levados em conta nessa comparação são principalmente a não consideração do preço do terreno e a infraestrutura que deve ser prevista em um bairro ou quaisquer obras de grande porte, isso se deve ao fato de que o uso do container não teria influência no custo nesses quesitos porque são iguais tanto para um bairro com casas de alvenaria ou em container.

Quanto à fundação necessária para o container, para Robinson; Swindells (2012) é importante que o container não tenha contato direto com o solo, para que a umidade não o danifique.

Como muitos edifícios celulares, edifícios em container usam a estrutura em “frame” para transferir cargas de apoio dos módulos para áreas de plano mais aberto. No caso de colapso do módulo ou o seu suporte, os recipientes estão ligados horizontalmente, de modo que o peso das unidades pode ser realizado por unidades adjacentes (ROBINSON; SWINDELLS, 2012, p. 66).

Abaixo serão apresentadas algumas vantagens e desvantagens do uso do container na construção civil.

Desvantagens:

- Limitação de dimensões e modularidade;
- Necessidade de aplicação de proteções térmicas e acústicas quando necessário;
- Custo alto de frete dependendo do local;
- Mão de obra especializada;

- Pré-conceito cultural quanto ao uso de meios construtivos alternativos;
- Relação custo/benefício pode não ser tão vantajosa dependendo da localidade à ser empregado container (distância para transporte e clima da região).

Vantagens:

- Ambientalmente vantajoso, pois se pode reutilizar um material em aço que antes seria descartado na natureza e demoraria mais de 100 (cem) anos para se decompor;
- Execução mais rápida;
- Canteiro de obra mais limpo;
- Relação custo/benefício dependendo da localidade à ser empregado container (distância para transporte e clima da região).

4 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE RESIDÊNCIA

A proposta a ser apresentada trata-se de um conjunto habitacional constituído de residências de 45,809 m² de área construída inseridas em lotes de 160 m², terreno de 8x20 m, com T.O. (Taxa de Ocupação) igual a 28,63% e um C.A. (Coeficiente de Aproveitamento) igual 0,2863.

O processo construtivo adotado é o uso do container como habitações unifamiliar, serão utilizados dois containers, sendo um de 40 pés e um de 20 pés, para o orçamento apresentado no tópico anterior foi utilizado o modelo High Cube, mas podendo ser alterado para qualquer outro modelo, como o Dry Standard, o que diminuiria ainda mais o custo, porém com redução da altura do pé direito, diminuindo assim o conforto que também é importante.

Figura 3 – Vista externa fachada casa container



Figura 4 – Vista externa acesso casa container



As instalações prediais adotadas tanto elétricas como hidráulicas seguem os padrões convencionais de residências executadas em alvenaria.

Seguem imagens da planta baixa e renderizações feitas pelos autores com o auxílio do programa Autodesk REVIT para uma casa modelo já decorada como forma de demonstrar o conforto que pode ser oferecido pelo container, a planta se encontra anexada ao artigo.

O projeto foi inteiramente pensado para aproveitar bem as áreas tanto interna quanto externa de forma que passe ao cliente e consumidor uma sensação de conforto, suprimindo assim a falta de espaço por se tratar de um terreno teoricamente pequeno.

Figura 5 – Vista interna *living*



Figura 6 – Vista interna banheiro



Figura 7 – Vista interna quarto



A planta é constituída de 45,809 m² conforme descrita anteriormente é composta por um *Living* (Sala de jantar, Cozinha, Sala TV e Circulação) com área de 26,78 m², Banheiro com 2,8 m², Quarto com 7,76 m² e Área de serviço externa com 2,80 m² de área coberta.

Outro ponto de interesse para o consumidor final é a flexibilidade de alteração de projeto conforme seja necessário, podendo inclusive acrescentar módulos de ambientes que desejarem, como por exemplo, um quarto ou uma área de lazer já que tem fácil instalação e manutenção.

Figura 8 – Vista externa área de serviço



5 COMPARATIVO DE CUSTOS

Os comparativos serão baseados conforme descrito anteriormente utilizando como base a SINAPI, TCPO entre outras, enquanto as tabelas foram feitas pelos autores com o auxílio do software Microsoft Excel a fim de demonstrar em números a viabilidade do modelo construtivo.

Valores apresentados com o prefixo * contemplam médias analisadas e não valor exato de algum produto. Vale frisar que esses valores são válidos para a presente data do artigo e em um período que o país passa por uma recessão econômica o que pode afetar significativamente os valores dos materiais e serviços, ainda assim conseguimos números expressivos na comparação.

Podemos ver uma economia em torno de aproximadamente 12%, porém não conseguimos mensurar possíveis descontos em relação ao frete e ao valor do container devido à grande quantidade que seria necessária para realização do empreendimento, essa economia também foi comprovada por outros pesquisadores como Milaneze (2012) e Aguirre (2008), em geral os estudos que abordam esse tema comprovam uma economia em torno de 20% podendo chegar à 30%. Utilizando esses dados, podemos pensar em um bairro construído dessa forma trazendo uma economia desse porte no seu valor final.

Tabela 1 – Casa de alvenaria

| ORÇAMENTO ALVENARIA | | | | | |
|---------------------|---|---------|------------|----------------|---------------|
| ITEM | SERVIÇOS | UNIDADE | QUANTIDADE | VALOR UNITÁRIO | VALOR TOTAL |
| 1 | SERVIÇOS PRELIMINARES | | | | |
| 1.1 | *Projeto completo | Un | 1 | R\$ 2.500,00 | R\$ 2.500,00 |
| 2 | INFRAESTRUTURA | | | | |
| 2.1 | Locação com gabaritos | m² | 43 | R\$ 3,60 | R\$ 154,80 |
| 2.2 | Fundações superficiais (radier 20 MPA, H=0,25m) | m² | 16,1575 | R\$ 375,00 | R\$ 6.059,06 |
| 3 | SUPERESTRUTURA | | | | |
| 3.1 | Concreto armado incluindo forma (Concreto fck 20 MPA - CA 50) | m³ | 3,99 | R\$ 1.492,00 | R\$ 5.953,08 |
| 3.2 | Laje forro | m² | 3,8 | R\$ 47,00 | R\$ 178,60 |
| 4 | PAREDES | | | | |
| 4.1 | Alvenaria de tijolo furado | m² | 110 | R\$ 89,00 | R\$ 9.790,00 |
| 4.2 | Vergas e contravergas | m | 17,5 | R\$ 44,50 | R\$ 778,75 |
| 5 | ESQUADRIAS | | | | |
| 5.1 | Porta de madeira completa | Un | 1 | R\$ 555,00 | R\$ 555,00 |
| 5.2 | Porta de madeira dupla completa | Un | 1 | R\$ 610,00 | R\$ 610,00 |
| 5.3 | Janela de alumínio 4 folhas | Un | 1 | R\$ 899,00 | R\$ 899,00 |
| 5.4 | Janela de alumínio 6 folhas | Un | 1 | R\$ 1.099,00 | R\$ 1.099,00 |
| 5.5 | Vitro Maxim-Ar | Un | 1 | R\$ 279,00 | R\$ 279,00 |
| 5.6 | Janela de correr 4 folhas | Un | 1 | R\$ 589,00 | R\$ 589,00 |
| 5.7 | Porta de alumínio | Un | 1 | R\$ 439,00 | R\$ 439,00 |
| 6 | COBERTURA | | | | |
| 6.1 | Estrutura metálica cobertura telhado | m² | 40,876 | R\$ 32,00 | R\$ 1.308,03 |
| 6.2 | Telhas sanduíches | m² | 40,876 | R\$ 73,00 | R\$ 2.983,95 |
| 6.3 | Calhas | m | 32,4 | R\$ 29,00 | R\$ 939,60 |
| 7 | IMPERMEABILIZAÇÃO | | | | |
| 7.1 | Áreas molhadas (banheiro) | m² | 26,731 | R\$ 40,00 | R\$ 1.069,24 |
| 8 | REVESTIMENTOS INTERNOS | | | | |
| 8.1 | Chapisco (traço 1:3) preparo mecânico | m² | 109,67 | R\$ 3,35 | R\$ 367,39 |
| 8.2 | Emboço (traço 1:2:8) preparo mecânico | m² | 109,67 | R\$ 18,00 | R\$ 1.974,06 |
| 8.3 | Reboco (traço 1:2:8) | m² | 109,67 | R\$ 22,00 | R\$ 2.412,74 |
| 8.4 | Cerâmica | m² | 23,3542 | R\$ 10,99 | R\$ 256,66 |
| 8.5 | Rejunte | m² | 23,3542 | R\$ 2,50 | R\$ 58,39 |
| 9 | REVESTIMENTOS EXTERNOS | | | | |
| 9.1 | Chapisco (traço 1:3) preparo mecânico | m² | 109,67 | R\$ 3,35 | R\$ 367,39 |
| 9.2 | Reboco (traço 1:2:8) preparo mecânico | m² | 109,67 | R\$ 22,00 | R\$ 2.412,74 |
| 10 | PINTURA | | | | |
| 10.1 | Emassamento (massa PVA aplicado em paredes internas) | m² | 97,556 | R\$ 3,50 | R\$ 341,45 |
| 10.2 | Pintura interna (látex PVA aplicado em duas demãos) | m² | 97,556 | R\$ 7,50 | R\$ 731,67 |
| 10.3 | Pintura externa (acrílica aplicado em duas demãos) | m² | 109,67 | R\$ 9,50 | R\$ 1.041,87 |
| 10.4 | Pintura sobre madeira (verniz poliuretano em duas demãos) | m² | 9,81 | R\$ 15,90 | R\$ 155,98 |
| 10.5 | Selador acrílico em paredes externas | m² | 109,67 | R\$ 3,60 | R\$ 394,81 |
| 11 | PISOS | | | | |
| 11.1 | Contrapiso | m² | 43 | R\$ 42,50 | R\$ 1.827,50 |
| 11.2 | Cerâmica | m² | 43 | R\$ 38,00 | R\$ 1.634,00 |
| 11.3 | Calçamento externo | m² | 21,64 | R\$ 28,00 | R\$ 605,92 |
| 11.4 | Rejunte | m² | 43 | R\$ 2,50 | R\$ 107,50 |
| 12 | ACABAMENTOS | | | | |
| 12.1 | Rodopés | m | 38,41 | R\$ 12,00 | R\$ 460,92 |
| 12.2 | Soleiras | m | 3,15 | R\$ 18,00 | R\$ 56,70 |
| 13 | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS | | | | |
| 13.1 | Despesa para instalações elétricas | Vb | 10% | R\$ 6.653,93 | R\$ 6.653,93 |
| 14 | INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS | | | | |
| 14.1 | Despesa para instalações hidráulicas | Vb | 8% | R\$ 5.323,15 | R\$ 5.323,15 |
| 15 | LOUÇAS E METAIS | | | | |
| 15.1 | Vaso sanitário | Un | 1 | R\$ 370,00 | R\$ 370,00 |
| 15.2 | Lavatório | Un | 1 | R\$ 230,00 | R\$ 230,00 |
| 15.3 | Pia de cozinha | Un | 1 | R\$ 450,00 | R\$ 450,00 |
| 15.4 | Tanque | Un | 1 | R\$ 185,00 | R\$ 185,00 |
| 15.5 | Torneiras | Vb | 3 | R\$ 35,00 | R\$ 105,00 |
| 15.6 | Acessórios | Vb | 1 | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 |
| 16 | COMPLEMENTOS | | | | |
| 16.1 | Limpeza final | Vb | 1 | R\$ 180,00 | R\$ 180,00 |
| 17 | OUTROS SERVIÇOS | | | | |
| 17.1 | Ligações e habite-se | Vb | 1 | R\$ 1.500,00 | R\$ 1.500,00 |
| VT | VALOR TOTAL | | | | R\$ 66.539,34 |

Tabela 2 – Casa de container

| ORÇAMENTO CONTAINER | | | | | |
|--|--|---------|------------|----------------|----------------------|
| ITEM | SERVIÇOS | UNIDADE | QUANTIDADE | VALOR UNITÁRIO | VALOR TOTAL |
| 1 SERVIÇOS PRELIMINARES | | | | | |
| 1.1 | *Projeto completo | Un | 1 | R\$ 1.700,00 | R\$ 1.700,00 |
| 1.2 | *Container high cube 40 pés | Un | 1 | R\$ 5.000,00 | R\$ 5.000,00 |
| 1.3 | *Container high cube 20 pés | Un | 1 | R\$ 3.000,00 | R\$ 3.000,00 |
| 1.4 | *Frete | Vb | 1 | R\$ 2.000,00 | R\$ 2.000,00 |
| 1.5 | *Serralheria | Vb | 1 | R\$ 4.500,00 | R\$ 4.500,00 |
| 1.6 | *Munck | Vb | 1 | R\$ 500,00 | R\$ 500,00 |
| 1.7 | *Pintura externa | Vb | 1 | R\$ 1.500,00 | R\$ 1.500,00 |
| 2 INFRAESTRUTURA | | | | | |
| 2.1 | Locação com gabaritos | m² | 43 | R\$ 3,60 | R\$ 154,80 |
| 2.2 | Fundações superficiais (radier 20 MPA, H=0,15m) | m² | 9,6945 | R\$ 375,00 | R\$ 3.635,44 |
| 3 ESQUADRIAS | | | | | |
| 3.1 | Porta de madeira completa | Un | 1 | R\$ 555,00 | R\$ 555,00 |
| 3.2 | Porta de madeira dupla completa | Un | 1 | R\$ 610,00 | R\$ 610,00 |
| 3.3 | Janela de alumínio 4 folhas | Un | 1 | R\$ 899,00 | R\$ 899,00 |
| 3.4 | Janela de alumínio 6 folhas | Un | 1 | R\$ 1.099,00 | R\$ 1.099,00 |
| 3.5 | Vitro Maxim-Ar | Un | 1 | R\$ 279,00 | R\$ 279,00 |
| 3.6 | Janela de correr 4 folhas | Un | 1 | R\$ 589,00 | R\$ 589,00 |
| 3.7 | Porta de alumínio | Un | 1 | R\$ 439,00 | R\$ 439,00 |
| 4 COBERTURA | | | | | |
| 4.1 | Estrutura metálica cobertura telhado | m² | 40,876 | R\$ 32,00 | R\$ 1.308,03 |
| 4.2 | Telhas sanduíches | m² | 40,876 | R\$ 73,00 | R\$ 2.983,95 |
| 4.3 | Calhas | m | 32,4 | R\$ 29,00 | R\$ 939,60 |
| 5 REVESTIMENTOS INTERNOS | | | | | |
| 5.1 | Lã de vidro (isolamento térmico acústico) | m² | 97,556 | R\$ 55,00 | R\$ 5.365,58 |
| 6 PINTURA | | | | | |
| 6.1 | Emassamento (massa PVA aplicado em paredes internas) | m² | 97,556 | R\$ 3,50 | R\$ 341,45 |
| 6.2 | Pintura interna (látex PVA aplicado em duas demãos) | m² | 97,556 | R\$ 7,50 | R\$ 731,67 |
| 7 PISOS | | | | | |
| 7.1 | Contrapiso | m² | 43 | R\$ 42,50 | R\$ 1.827,50 |
| 7.2 | Cerâmica | m² | 43 | R\$ 38,00 | R\$ 1.634,00 |
| 7.3 | Calçamento externo | m² | 21,64 | R\$ 28,00 | R\$ 605,92 |
| 7.4 | Rejunte | m² | 43 | R\$ 2,50 | R\$ 107,50 |
| 8 ACABAMENTOS | | | | | |
| 8.1 | *Gesso acartonado standard | m² | 125 | R\$ 6,00 | R\$ 750,00 |
| 8.2 | *Gesso acartonado (RU) | m² | 37,68 | R\$ 51,00 | R\$ 1.921,68 |
| 9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS | | | | | |
| 9.1 | Despesa para instalações elétricas | Vb | 10% | R\$ 5.871,54 | R\$ 5.871,54 |
| 10 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS | | | | | |
| 10.1 | Despesa para instalações hidráulicas | Vb | 8% | R\$ 4.697,23 | R\$ 4.697,23 |
| 11 LOUÇAS E METAIS | | | | | |
| 11.1 | Vaso sanitário | Un | 1 | R\$ 370,00 | R\$ 370,00 |
| 11.2 | Lavatório | Un | 1 | R\$ 230,00 | R\$ 230,00 |
| 11.3 | Pia de cozinha | Un | 1 | R\$ 450,00 | R\$ 450,00 |
| 11.4 | Tanque | Un | 1 | R\$ 185,00 | R\$ 185,00 |
| 11.5 | Tomeiras | Vb | 3 | R\$ 35,00 | R\$ 105,00 |
| 11.6 | Acessórios | Vb | 1 | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 |
| 12 COMPLEMENTOS | | | | | |
| 12.1 | Limpeza final | Vb | 1 | R\$ 180,00 | R\$ 180,00 |
| 13 OUTROS SERVIÇOS | | | | | |
| 13.1 | Ligações e habite-se | Vb | 1 | R\$ 1.500,00 | R\$ 1.500,00 |
| VT | VALOR TOTAL | | | | R\$ 58.715,40 |

6 CONCLUSÃO

Países em geral de terceiro mundo carecem de moradias para sua população, enquanto os estadunidenses vivem para alcançar o “sonho americano” nós brasileiros sonhamos com a casa própria. E a viabilidade do uso do container para habitação seria algo que tornaria esse sonho mais real para muitos.

A utilização do container se prova muito eficiente em vários campos analisados, esse método construtivo se mostra muito sustentável, pois o container marítimo pode ser reutilizado para moradia e a quantidade de resíduos e perdas seria reduzida consideravelmente diminuindo também o tempo de execução das obras, tendo como principal característica sua viabilidade econômica.

Um ponto a ser levado em consideração é a cultura e o ambiente vivenciado no Brasil, apesar da localização do trabalho estar na região de Marília, podemos estender esse estudo para qualquer outra localidade do Brasil sofrendo poucas alterações em relação ao projeto inicial devido à grande diversidade de climas presentes no país, porém culturalmente somos adversos a qualquer tipo de nova tecnologia, especificamente no âmbito da construção, métodos construtivos e novos materiais demoram para ganhar espaço mesmo oferecendo grandes vantagens, o brasileiro então precisaria ser convencido de que o uso do container para habitação possui inúmeras vantagens e benefícios tanto para aquele que constrói quanto para aquele que irá morar, a partir do momento que o houver a conscientização e disponibilidade de informações, seja através de programas governamentais ou empresas particulares o uso do container expandirá.

REFERÊNCIAS

ABREU, Diego Araújo; RODRIGUES, Lucas Tiveron. **Viabilidade do reuso de contêiner marítimo para habitação**. Centro Universitário de Adamantina - UNIFAI. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0Bw4JdGN5km6WVG9kd2daUVhrTlk/view>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

AGUIRRE, Lina de Moraes; et al. **Habitando o container**. Centro Politécnico da UCPEL. Disponível em: <<https://www.usp.br/nutau/CD/68.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário – elaboração. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

CASA CONTAINER MARILIA. Disponível em: <<https://www.homify.com.br/profissionais/1791237/casa-container-marilia-arquitetura-em-container>>. Acesso em: 25 out. 2018

CONSTRUTORA PACAEMBU. Disponível em: <<http://pacaembu.com/apacaembuconstrutora>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

CONSTRUTORA MENIN. Disponível em: <<http://www.menin.com.br/montana/>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p. ISBN 978-85-22458233.

LIMA, Luiz Felipe; SILVA, José Wilson de Jesus. **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal, por casas containers: uma medida possível**. Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA, 2016. Disponível em: <<http://publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/download/1547/1190>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

OCCHI, Tailene; ALMEIDA, Caliane Christie Oliveira de. **Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS**. Revista de Arquitetura IMED, 5(1): 16-27, jan./jun. 2016. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/download/1282/858>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

ANEXOS

ANEXO A – Representação gráfica da planta desenvolvida.



CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, ARMAZENAMENTO E USO PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM RESIDÊNCIAS

Yann Anderson Tedesco Aguilar ¹

Ana Patricia Aranha de Castro ²

RESUMO: A água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida. As técnicas de aproveitamento de água da chuva são soluções sustentáveis que contribuem para o uso racional da água, assim proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. Este trabalho tem por finalidade apresentar um sistema de captação de água da chuva em residências, formas de armazenamento desta água e maneiras de como utilizá-la para fins que não prejudique a saúde humana. Este estudo também mostrou que o custo de investimento desse sistema talvez não propicie uma economia mensal relevante para uma residência unifamiliar de médio e alto padrão, em um curto período de tempo, contudo, demonstra ao leitor que o sistema é válido e viável até mesmo para uma pequena residência, bem como fornece meios de promover um ambiente ecologicamente sustentável para futuras gerações.

Palavras-chave: Captação de Água Pluvial. Armazenamento. Cisterna. Reaproveitamento de Água.

ABSTRACT: Water is a limited and indispensable natural resource for life. The techniques of rainwater harvesting are sustainable solutions that contribute to the rational use of water, thus providing the conservation of water resources for future generations. This work aims to present a rainwater harvesting system in residences, ways of storing this water and ways of how to use it for purposes that do not harm human health. This study will also show that the cost of investing in this system may not provide a relevant monthly savings for a single-family dwelling of medium and high socioeconomic standard, in a short period of time, however, it demonstrates to the reader that the system is valid and viable until for a small residence, and provide means to promote an ecologically sustainable environment for future generations.

Keywords: Rainwater Harvesting. Storage. Cistern. Reuse of Water.

1 INTRODUÇÃO

A água sempre foi, e ainda é, um recurso indispensável para a existência da vida humana, bem como para seu desenvolvimento em sociedade, contudo, o mundo contemporâneo tem presenciado

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. e-mail: yann786@hotmail.com

² Docente dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Faculdade Católica Paulista – Marília – SP. Graduação em Engenharia Civil e Mestrado em Engenharia Civil. e-mail: ana.castro@uca.edu.br

diversas crises hídricas, inclusive no Brasil onde estão os maiores aquíferos do mundo como, por exemplo, o Sistema Aquífero Grande Amazônia - SAGA. É por essa razão que encontrar meios de torná-la renovável deve ser a maior preocupação de toda sociedade, nacional e internacional (LAGES, 2016).

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos (água doce) decorre do aumento do consumo e do uso inconsciente da água, em especial nas residências brasileiras. Embora a água tenha uma capacidade de renovação cíclica, a reposição natural não é o bastante para suprir o consumo excessivo, gerando crises hídricas em todo o país, podendo ocorrer, ainda, estiagem e secas de diversos rios. Esse quadro é conhecido como estresse hídrico e é característico de várias partes do mundo, incluindo o Brasil.

Segundo estudos da Universidade da Água – UNIÁGUA, a superfície terrestre é composta de 2/3 de água, cujo volume total é estimado em cerca de 1,35 milhão de quilômetros cúbicos, dos quais 97,5% desse volume são de água salgada (oceanos e mares). Por outro lado, somente a pequena porção de 2,5% do volume de água terrestre é composta de água doce, que é a água usada no dia a dia das pessoas, indústrias, agricultura e animais. Dessa pequena parcela de água doce, estudos mostram que somente 0,007% são de acesso fácil, enquanto o restante está normalmente em galerias subterrâneas de difícil acesso (UNIÁGUA, 2006).

Ainda que se possa encontrar água doce em grande quantidade no planeta, suprir a demanda de consumo está se tornando um obstáculo em função do acelerado crescimento populacional. De acordo com relatórios da Organização das Nações Unidas - ONU, a atual população mundial é estimada em aproximadamente 6,5 bilhões de pessoas, sendo que a estimativa populacional para 2050 é de nove bilhões de pessoas, o que sobrecarregará ainda mais os sistemas de abastecimento de água (ONU, 2006).

Pode-se dizer que algumas das principais causas para a elevação do consumo de água são: crescimento populacional, desenvolvimento econômico e aumento da produção em economias periféricas ou emergentes, consumo exagerado e inconsciente, aumento das atividades produtivas, elevação do consumo de produtos que utilizam muita água na sua produção. Nesse sentido, gestão da demanda, reciclagem e reuso são práticas de relevante importância para os dias atuais.

Dessa forma, é possível suprir a demanda de água de grande parte da população para uso não potável por meio de métodos e sistemas alternativos e modernos de captação, armazenamento e reaproveitamento de águas pluviais (de chuvas), que tem sido usado em países como Alemanha, República de Singapura, Japão, entre outros. A água coletada da chuva pode ser utilizada para diversos fins, tais como: irrigação de plantas e jardins, lavagem de roupas, veículos, calçadas, descargas de vasos sanitários, entre outros (WEIERBACHER, 2008).

O objetivo geral deste trabalho é apresentar uma forma de captação de águas pluviais por meio de telhado e calhas levando esta água até um sistema de armazenamento. Esta água será aproveitada para fins não potáveis e, desta maneira, será apresentada a economia em consumo de água para uma residência unifamiliar, aquela formada por uma única família.

Os objetivos específicos são: calcular e apresentar volume de água para metragem quadrada, calcular e apresentar o volume ideal do reservatório cisterna, calcular e apresentar a bomba de recalque ideal para este caso, apresentar meios de uso da água captada e armazenada, apresentar consumo médio de uso de água não potável para uma residência unifamiliar, formada por até 4 (quatro) habitantes, apresentar economia de água após funcionamento do sistema.

2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Na elaboração de um projeto residencial comum, normalmente, o aproveitamento de águas pluviais não é tido com muita importância para parcela de arquitetos e engenheiros, já que se preocupam em simplificar o máximo possível, enquanto os proprietários de residências estão focados em gastar menos ou em terminar a obra o quanto antes. Apesar do custo de um sistema para captação de recursos hídricos constituir um fator decisivo a se levar em conta na construção de uma casa, muitas vezes a falta de investimentos em meios de captação de águas pluviais para reuso no dia a dia decorre da falta de informações sobre seus benefícios ou até mesmo por falta de consciência de que, um dia, a água esgotará.

O conhecimento destes sistemas de captação, armazenamento e uso econômico da água acaba por romper o paradigma de que tal sistema não é viável e que não funciona, portanto, o indicado é procurar um profissional que entenda desse sistema e, assim, conscientizar de que é um investimento útil e necessário para o futuro da humanidade.

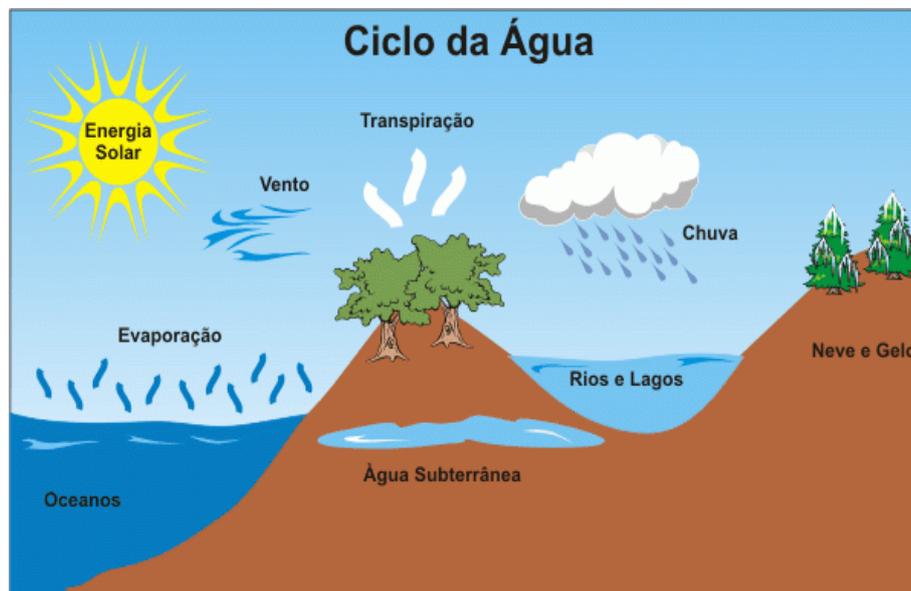
3 RECURSOS HÍDRICOS

A água é uma das substâncias mais abundantes que existe, em circunstâncias normais, nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso) na natureza. A coexistência destes três estados implica na existência de um fenômeno conhecido como ciclo hidrológico, que significa em transferências contínuas de água de um estado para outro em um ciclo fechado, passando do globo terrestre para a atmosfera. Para uma melhor compreensão desse fenômeno, vide a ilustração da Figura 1.

Pela Figura 1 é possível observar que o ciclo hidrológico consiste na transferência da água terrestre para a atmosfera por meio da evaporação de rios, lagos e oceanos, por transpiração de plantas e animais e por sublimação com a evaporação direta de geleiras. Uma vez na atmosfera sob a forma de vapor, a água retorna à superfície terrestre por meio do estado líquido (precipitação de chuvas) ou

sólido (neve e gelo) (WEIERBACHER, 2008).

Figura 1 – Ciclo Hidrológico.



Fonte: Administrador (2018)

3.1 Consumo de Água

A questão do racionamento e o consumo responsável de água tem sido um dos principais temas de campanhas de conscientização na atualidade. Essas ações justificam-se pelo elevado desperdício e consumo que vem ocorrendo há anos, bem como pela redução do volume dos principais rios, como foi o caso do Rio São Francisco, o maior rio brasileiro que corta os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais.

Segundo a Agência Nacional de Águas, no ano de 2003, o Brasil possuía uma demanda total de 2.178 m³/s, dos quais 56% da água eram utilizados para irrigação na agricultura, 21% era utilizado para fins urbanos, 12% para a indústria, 6% no consumo rural e 6% para a dessedentação de animais – locais onde os animais mitigam a sede (ANA, 2017).

Já em 2017, a ANA informou que o Brasil retirava, em média, 2.057,8 m³/s dos rios, córregos, lagoas, lagos e reservatórios, sendo que 46,2% eram utilizados para irrigação. Já a vazão média de consumo naquele ano foi de 1.081,3 m³/s, sendo que, deste total, 67,2% eram consumidos pela irrigação (ANA, 2017).

Apesar de existir diversos tipos de consumo de água, o presente trabalho restringir-se-á ao consumo doméstico, como passa a expor.

O consumo doméstico residencial poder chegar a constituir a maior parte do consumo total em áreas urbanas como, por exemplo, na região metropolitana de São Paulo e em Vitória/ES. Na região

metropolitana paulista, estima-se que o consumo de água residencial chega a 84,4% do consumo total urbano. Já em Vitória, o consumo residencial corresponde aproximadamente 85% do total daquela localidade (PROSAB, 2006).

A ONU formulou um plano internacional de atuação, denominado Agenda 21, para que todos os países promovam programas de inclusão social, a sustentabilidade rural e urbana, a preservação dos recursos naturais e minerais e a ética política para o planejamento rumo ao desenvolvimento sustentável.

De acordo com a Agenda 21, para medir o consumo da água em áreas urbanas é utilizado o índice de “consumo diário per capita”, expresso em litros por habitante por dia (L/hab.dia). A Agenda 21 possuía como meta de fornecimento de água tratada para 2005 o consumo diário per capita de 40 litros, enquanto o Banco Mundial e a Organização Mundial da Saúde – OMS tinha como proposta o suprimento mínimo de 20 a 40 litros/pessoa.dia (ONU, 2008).

Gleick (1999), por sua vez, considerando os consumos mínimos para usos diversos, sugere que a quantidade mínima per capita seja de 50 litros/pessoa.dia.

Contudo, a realidade brasileira tem mostrado valores muito acima das propostas de consumo mínimo. Pesquisas apontaram que o consumo *per capita* de água dos brasileiros, em grande parte de cidades de pequeno e médio porte, encontra-se em torno de 80 litros/pessoa.dia (BRASIL, 2004). Em algumas regiões como a Sudeste, por exemplo, o consumo per capita chega a oscilar com médias entre 150 e 200 litros/pessoa.dia (SNIS, 2005).

Veja a Tabela 1 indicando a estimativa de consumo mensal de água em litros de uma residência unifamiliar constituída por 4 habitantes.

Tabela 1 – Tabela de Consumo Mensal.

| CONSUMO | CÁLCULO | RESULTADO |
|---------------------|---|---------------------|
| Vaso sanitário | (04 pessoas) x (05 descargas) x (9 litros) x (1,08 vazamento) x (30 dias) | 5832 litros |
| Área de jardim | (200m ²) x (2 litros/dia/m ²) x (12 vezes/mês) | 4800 litros |
| Lavagem de carro | (01 carro) x (04 vezes/mês) x (150 litros/lavagem) | 600 litros |
| Mangueira de jardim | (50 litros/dia) x (supondo 10 dias) | 600 litros |
| TOTAL | | 11732 litros |

Fonte: Gleick, 1999, apud PROSAB, 2006.

Na etapa de filtragem, por sua vez, a água que vem dos tubos de queda passa por um filtro onde é freada no compartimento superior, entrando depois nos vãos entre as lâminas da cascata. É nessas lâminas onde ocorre a limpeza preliminar, tendo em vista que os objetos e resíduos sólidos de maior tamanho deslizam sobre elas e são desviados para a rede pluvial.

Na sequência, a água passa por uma tela, normalmente feita de malha com 0,26 mm que existe sob a cascata, local onde o material mais fino fica retido e então acaba sendo conduzido à rede pluvial.

Por fim, a água limpa e filtrada é conduzida para armazenamento, conforme ilustra a Figura 3 (BERTOLO, 2006).

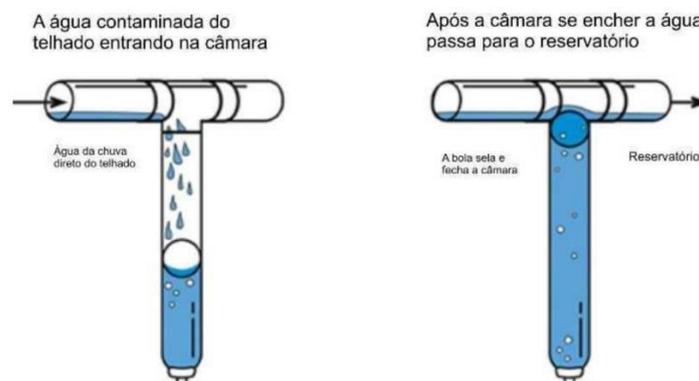
Figura 3 – Filtro para água captada.



Fonte: AQUESOL (2018).

Além do filtro comum ilustrado na Figura 3, existe, ainda, outro dispositivo que pode ser utilizado tanto para complementar o processo de filtragem, ou até substituí-lo, chamado de *first-flush*. Esse sistema *first-flush* serve para rejeitar as primeiras águas provenientes do telhado, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Sistema *first-flush*.



Fonte: RAINHARVEST (2018)

Bertolo (2006) elucida que, nesse sistema *first-flush*:

[...] as primeiras águas são temporariamente armazenadas num pequeno reservatório, que depois de cheio transborda para a verdadeira alimentação do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais. Entretanto, o dispositivo vai-se autoesvaziando através de um orifício de pequeno diâmetro [...] O armazenamento da água deve ser feito por uma cisterna enterrada, para que a água não sofra influência da luz e do calor, retardando a ação das bactérias.

Para o armazenamento da água coletada da chuva, pode ser utilizada uma cisterna fabricada em polietileno com alta resistência, conforme demonstra a Figura 5, ou ainda de fibra de vidro, na qual deve ser instalada dentro de outra caixa feita em alvenaria, com o objetivo de suportar as pressões do solo (ACQUA SAVE, 2008).

Figura 5 – Cisterna de Polietileno.



Fonte: ACQUA SAVE (2018).

Para evitar que a água remexa a sedimentação no fundo da cisterna, é necessário a instalação de um freio d'água no fundo da mesma, de modo a retirar toda a pressão da água no momento em que ela entra no reservatório. Já para retirar as impurezas da superfície da água e bloquear os cheiros vindos da galeria pluvial, é recomendado o uso de um sifão ladrão, que também serve como extravasor caso a quantidade de água captada exceda a capacidade do reservatório.

Por fim, a distribuição da água pode ser feita através de uma bomba de recalque, ou até mesmo por meio de um pressurizador, dependendo do tipo de utilização. Se a opção for usar um pressurizador, é recomendada sua instalação abaixo do nível da água da cisterna para que a água seja levada para os pontos de consumo, contudo, sua utilização fica limitada apenas para o nível térreo da residência. O mais comum é a utilização de uma bomba para recalque que tem a capacidade de levar a água para um reservatório específico para águas pluviais, a um nível pouco abaixo da caixa de água potável, e de lá poderá ser distribuída para toda a residência com canalização independente.

Se ocorrer a falta de água da chuva, como nos períodos de seca, é recomendada a instalação de uma válvula solenoide que vai conectada ao reservatório de água potável, assim, com o auxílio de uma chave boia elétrica, o sistema é abastecido com água potável, sem faltar água para usos como torneiras de jardins, descargas etc. (ACQUA SAVE, 2008).

5 DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento mostrado abaixo é referente a um estudo de caso realizado em uma residência localizada no bairro Santa Gertrudes, na cidade de Marília, no estado de São Paulo, como mostra a Figura 6 e no Anexo 1 (ultima pagina) o projeto do telheiro.

Figura 6 – Terreno do Estudo.



Fonte: Google Maps (2018)

Na Figura 7 foi esboçada a residência estudada com as dimensões de sua fachada.

Figura 7 – Fachada.



Fonte: Acervo do autor

5.1 Dimensionamento das Calhas

Equação utilizada para cálculo da Vazão de Projeto foi de acordo com os parâmetros estabelecidos no Projeto da NBR 10.844/89 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

$$Q = \frac{(C \cdot i \cdot A)}{60}$$

Q – Vazão (l/min);

C – Coeficiente de Run-Off;

I – Intensidade Pluviométrica (mm/h);

A – Área de Contribuição (m²).

Equação da Área para Superfícies Inclinadas:

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot b$$

a – largura;

b – comprimento;

h – altura de inclinação.

Na Figura 8 as calhas que foram instaladas na residência estudada.

Figura 8 – Calhas



Fonte: Acervo do autor

Na Tabela 2 é apresentada a na qual foram calculados por planilha excel as calhas no formato quadrado, os condutores verticais (TAP) e condutores horizontais (RH), tendo como base a NBR 10.844/89.

Tabela 2 - Dimensionamentos das Calhas

| Dimensionamentos | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| Calhas | | | | | | |
| | Calha 1 | Calha 2 | Calha 3 | Calha 4 | Calha 5 | Calha 6 |
| Área de contribuição (m ²) | 57,37 | 13,12 | 26,42 | 27,37 | 5,01 | 4,97 |
| Vazão (l/min) | 143,425 | 32,8 | 66,05 | 68,425 | 12,525 | 12,425 |
| Intensidade Pluviométrica (mm/h) | 0,50% | 0,50% | 0,50% | 0,50% | 0,50% | 0,50% |
| Diâmetro (mm) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Redes Verticais | | | | | | |
| | Coluna 1 | Coluna 2 | Coluna 3 | | | |
| Área de contribuição (m ²) | 57,37 | 13,12 | 134,26 | | | |
| Vazão (l/min) | 143,425 | 32,8 | 335,65 | | | |
| Diâmetro (mm) | 75 | 75 | 100 | | | |
| Redes Horizontais | | | | | | |
| | Coluna 1 | Coluna 2 | | | | |
| Área de contribuição (m ²) | 4,97 | 134,26 | | | | |
| Vazão (l/min) | 12,425 | 335,65 | | | | |
| Intensidade Pluviométrica (mm/h) | 1% | 1% | | | | |
| Diâmetro (mm) | 100 | 100 | | | | |

Fonte: Acervo do autor (2018)

Nas Figuras 9 e 10 das redes verticais de águas pluviais.

Figura 9 - Condutores Verticais.



Fonte: Acervo do autor

Figura 10 - Condutores quadrados.



Fonte: Acervo do autor.

5.2 Dimensionamento da Cisterna

Os dados referentes a chuva média mensal são decorrentes a média de 30 anos de chuvas na região de Marília.

Tabela 3 - Dimensionamentos da Cisterna

| Meses | Chuva Média Mensal | Demanda Mensal | Área de Captação | Volume de Chuva Mensal | Diferença entre o Volume da Demanda e Volume de Chuva | Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos |
|--------------|--------------------|----------------|------------------|------------------------|---|---|
| Janeiro | 314 | 4 | 134,26 | 34 | -30 | 0 |
| Fevereiro | 185 | 4 | 134,26 | 20 | -16 | 0 |
| Março | 117 | 4 | 134,26 | 13 | -9 | 0 |
| Abril | 62 | 4 | 134,26 | 7 | -3 | 0 |
| Mai | 55 | 4 | 134,26 | 6 | -2 | 0 |
| Junho | 33 | 4 | 134,26 | 4 | 0 | 1 |
| Julho | 53 | 4 | 134,26 | 6 | -2 | 1 |
| Agosto | 31 | 4 | 134,26 | 3 | 1 | 2 |
| Setembro | 64 | 4 | 134,26 | 7 | -3 | 0 |
| Outubro | 112 | 4 | 134,26 | 12 | -8 | 0 |
| Novembro | 111 | 4 | 134,26 | 12 | -8 | 0 |
| Dezembro | 181 | 4 | 134,26 | 19 | -15 | 0 |
| TOTAL | 1318 | 48 | | 142 | Volume = | 2 M³ |

Coeficiente de Runoff (CR) = 0,8

Fonte: SILVA (2015)

O volume mínimo para a cisterna é de 2 m³ para residências comuns de até 150 m² de área de

captação. Porém foi utilizado para uso e cálculo de viabilidade, um reservatório de 3 m³.

6 VIABILIDADE

A Tabela 4 foi elaborada uma planilha orçamentária com todos os valores reais de produtos comprados para o sistema de captação e aproveitamento da água da chuva.

Tabela 4 – Planilha Orçamentária

| Planilha Orçamentária | | | | | |
|-----------------------|---|-------|-----|-------------|--------------------|
| FORNECEDOR | PEÇAS | QNT. | UN. | PREÇO UNIT. | PREÇO TOTAL |
| Mercado Livre | Caixa D'água de Polietileno Fortlev 3000 Litros | 1 | UNI | R\$1.359,90 | R\$1.359,90 |
| Mercado Livre | Bomba D'água Periférica 1/2 CV MATSUYAMA - 503657 | 1 | UNI | R\$89,90 | R\$89,90 |
| Scartezine | Chapa Galvanizada corte 50cm | 20,35 | MT | R\$10,86 | R\$221,00 |
| Scartezine | Chapa Galvanizada corte 75cm | 14,7 | MT | R\$19,05 | R\$280,04 |
| Scartezine | Condutor Vertical 75mm | 8 | MT | R\$7,65 | R\$61,20 |
| Scartezine | Condutor Vertical 100mm | 4 | MT | R\$11,47 | R\$45,88 |
| Marcelo Calhas | Mão de Obra | 4 | DIA | R\$300,00 | R\$1.200,00 |
| TOTAL | | | | | R\$3.257,92 |

Fonte: Acervo do autor (2018)

Na Tabela 4, pode-se considerar que apenas a caixa e bomba d'água foram necessários para o armazenamento e utilização da água da chuva, pois os demais itens já seriam utilizados na construção da captação da água do telheiro da residência. Esta água captada possivelmente seria jogada na rede pluvial, como em outras casas.

Estima-se que em residências, uma pessoa em média consuma 4 m³ de água/mês (TOMAZ, 2009). Como está sendo analisado neste trabalho uma residência com 4 pessoas, o consumo da mesma será de 16 m³/mês.

Sabendo que a tarifa de cobrança do Departamento de Água e Esgoto de Marília (DAEM) seja de R\$ 20,71 (14,44 + 1,70 + 4,57) entre 16 a 30m³ por mês, a intenção deste trabalho é reduzir a conta e o consumo de água.

Neste estudo foi possível verificar uma economia no consumo de água de até 4m³/mês, pois conforme o consumo mensal dos itens da Tabela 1 (área de jardim, lavagem de carro e mangueira de

jardim), totaliza um consumo de 4000 litros por mês. Sendo:

- Área de Jardim: $150 \text{ m}^2 \times 2 \text{ litros/dia/m}^2 \times 10 \text{ dias/mês} = 3000 \text{ litros}$.
- Lavagem de Carro: $1 \text{ carro} \times 4 \text{ vezes/mês} \times 150 \text{ litros/lavagem} = 600 \text{ litros}$.
- Mangueira de Jardim: $50 \text{ litros/dia} \text{ supondo } 8 \text{ dias} = 400 \text{ litros}$.

Assim foi possível utilizar a cisterna com capacidade de armazenar 3 m^3 de água para os fins não potáveis citados acima, gerando uma economia monetária de R\$ 4,57 por mês, o que representa 22% do total, sendo que o consumo cobrado foi de até 5 m^3 , gerando uma tarifa mínima de R\$ 14,44 reais.

A Tabela 5 representa a viabilidade do projeto estudado de acordo com os valores de investimentos, economia na conta de água e quantidade de meses que representa.

Tabela 5 – Planilha de Viabilidade

| Planilha de Viabilidade | |
|----------------------------------|---------------------|
| Peças | Valor Aproximado |
| Caixa D'agua 3000 litros | R\$ 1.360,00 |
| Bomba D'agua 1/2 cavalo | R\$ 90,00 |
| Total | R\$ 1.450,00 |
| Valor Aproximado do Investimento | R\$ 1.450,00 |
| Valor Economizado de Água/Mês | R\$ 4,57 |
| Quantidade de Meses para ROI | 318 |
| Quantidade de Anos para ROI | 26 anos e 5 Meses |

Fonte: Acervo do autor

Fazendo uma análise de investimento por economia gerada representa 26 anos e 05 meses para ter um retorno sobre o que foi investido (ROI).

7 CONCLUSÃO

Um dos principais objetivos deste trabalho foi analisar se o projeto de captação de água de chuva, da residência unifamiliar citada no início, seria viável para fins não potáveis. Foi possível concluir que em termos de valor econômico, este projeto não tem relevância para famílias de baixo, médio e alto padrão, as quais não se preocupariam em economizar apenas R\$ 4,57 por mês com água. Economicamente analisando um investimento em longo prazo, estima-se que um retorno adequado sobre o investimento seja de no máximo 36 meses.

Porém é expressiva a quantidade de água que pode ser economizada nesta residência, principalmente se analisada em 12 meses, ou seja, a cada ano é possível economizar 48 mil litros de

água. Se fosse contabilizada esta quantidade de água economizada em todas as residências da cidade e em longo prazo, com certeza seria um número extremamente maior. Para finalizar, este trabalho deixa claro que, independente da quantia em valor economizado, o mais importante é conscientizar os leitores que toda iniciativa de economizar água é uma maneira excelente de ter água no futuro, bem como promover um ambiente ecologicamente sustentável para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Instalações prediais de águas pluviais – procedimento, NBR 10.844/89.** Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4510>>. Acesso em: 18 set. 2018.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Informação e documentação – apresentação de citações em documentos, NBR 10.520/02.** Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2074>>. Acesso em: 18 set. 2018.

ACQUA SAVE. **Aproveitamento da água de chuva.** Disponível em: <<http://www.acquasave.com.br>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica.** Brasília, 04 dezembro 2017. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>>. Acesso em: 02 set. 2018.

AQUESOL. **Indústria de Aquecimento Solar.** Disponível em: <<http://www.aquesol.com>>. Acesso em: 26 set. 2018.

BERTOLO, E. **Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2006.

BRASIL. **Pesquisa nacional por amostra de domicílio.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 25 v., Rio de Janeiro. 2004. 120 p.

COLLECT RAINWATER. **Equipamento “first flush”.** Disponível em: <<http://www.reuk.co.uk/Collect-Rainwater.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

DAEM – Departamento de Água e Esgoto de Marília. **Tabela de tarifa de consumo de água pelo Departamento de Água e Esgoto de Marília.** Disponível em: <<http://www.daem.com.br/portal/taxas-de-consumo>>. Acesso em: 11 set. 2018.

ECOCASA. **Soluções residenciais individuais e coletivas. Sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva.** Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

FRANCESCHINI, A. T. de L.. **Sistema Residencial De Aproveitamento Da Água De Chuva Para Fins Não Potáveis Em Votorantim: Avaliação De Parâmetros De Qualidade E Eficiência.** 2009. 50 f. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento Ambiental) – Universidade de Sorocaba, 2009. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/23Andrea.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2018.

GLEICK, P.. **The human right to water**. Water Policy, v. 1, 1999. Disponível em: <<http://pacinst.org/publication/human-right-to-water-1996/>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

LAGES, A. da S. **Sistema aquífero grande Amazônia: um estudo sobre a composição química das águas das cidades de Itacoatira e Manacapuru-AM**. 2016. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5476>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

ONU. **Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <<http://www.onu-brasil.org.br>>. Acessado em 17 set. 2018.

PROSAB, **Uso Racional da Água em Edificações** / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006.

RAINHARVEST. **Rainharvest System**. Disponível em: <<http://www.rainharvest.com/shop/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

ROCHA, A.L. et MONTENEGRO, M.H.F. **Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro**. In Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público, São Paulo, 28 a 30 de outubro de 1986. São Paulo, IPT, 1987, pp. 289-315.

SILVA, J. **Dimensionamento de reservatório de água da chuva pelo método de Rippl**. 22 setembro 2015. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/dimensionamento-de-reservatorio-de-agua-da-chuva-pelo-metodo-de-ripppl/>>. Acesso em: 16 set. 2018.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2004**. (2005). Brasília, MCIDADES. SNSA, 434p: mapas, tabelas.

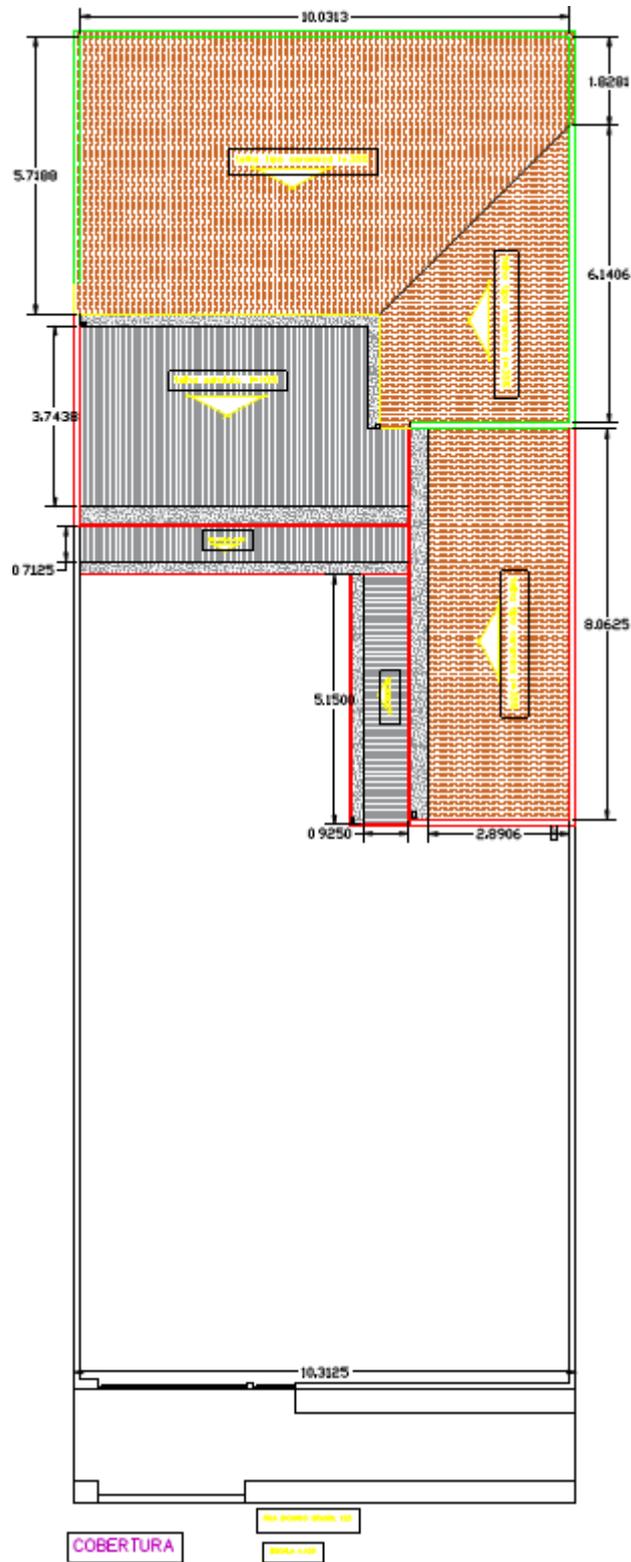
TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 24 dezembro 2009. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2003.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2018.

UNIÁGUA. **Universidade da água. Água no Planeta**. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em: 17 set. 2018.

WEIERBACHER, L. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira Bento Móveis de Alvorada – RS**. 2008. 69 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Luterana do Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07leonardo.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

ANEXO

ANEXO A – Telheiro da residência em estudo.



Revista EDUCA - Revista Multidisciplinar da Faculdade
Católica Paulista
Av. Cristo Rei, 305 Marília/SP
14 3422 1815 | revista@uca.edu.br

