

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP INT JOSÉ ROCHA MATOS JUNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS MODULARES NA EXECUÇÃO
DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS DE ENGENHARIA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Rio de Janeiro

2021

CAP INT JOSÉ ROCHA MATOS JUNIOR

**A UTILIZAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS MODULARES NA EXECUÇÃO
DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS DE ENGENHARIA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção
do grau especialização em
Ciências Militares.

**Orientador: Cap Int Petterson Xafic
Cruz Negris**

Rio de Janeiro

2021

CAP INT JOSÉ ROCHA MATOS JUNIOR

A UTILIZAÇÃO DE CANTEIROS DE OBRAS MODULARES NA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS DE ENGENHARIA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção do
grau de especialização em
Ciências Militares.

Aprovado em ____/____/____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

DEMIAN SANTOS DE OLIVEIRA - TC (Presidente)
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Presidente

PETTERSON XAFIC CRUZ NEGRIS - Cap (Membro)
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

LEONARDO DA SILVA LIMA - Cap (Membro)
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar a chegar até aqui.

A minha família, que me incentivou nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto me dedicava à realização desta pesquisa.

Aos instrutores, pelas correções e companheirismo durante todo este período.

RESUMO

A presente pesquisa buscou responder a seguinte questão: Como a utilização de módulos pode otimizar a execução de trabalhos de engenharia na região amazônica? Para isso, teve como objetivo propor um *layout* de organização dos módulos a serem utilizados durante a execução de trabalhos de Engenharia na região amazônica a partir de uma análise referente a este uso nos setores públicos e privados de empreendimentos. A fim de atingir o objetivo do trabalho foram adotadas estratégias específicas como: apresentar um panorama referente ao uso de estruturas modulares em diferentes canteiros de obras; discutir vantagens e desvantagens relacionadas à utilização e estruturas modulares em canteiros de obras; elencar os principais serviços emergenciais de engenharia realizados na região amazônica; analisar a viabilidade legal e econômica referente ao uso de estruturas modulares na consecução de serviços emergenciais na Amazônia. Metodologicamente a pesquisa estará fundamentada nos pressupostos da revisão bibliográfica e todos os delineamentos e articulações teóricas terão como base aquilo que já consta registrado na literatura e publicado no Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES e no Banco de Teses e Dissertações Domínio Público conforme critérios estabelecidos a priori. Para análise dos dados utilizou-se a Análise de Conteúdo, que possibilitou conhecer uma série de vantagens de se utilizar estruturas modulares neste tipo de serviço, a citar: mobilidade, facilidade, versatilidade, redução de custos, sustentabilidade, resistência, durabilidade, termoacústica, dentre outras possibilidades.

Palavras-chave: Engenharia. Região Amazônica. Serviços Emergenciais. Obras Modulares.

ABSTRACT

This research sought to answer the following question: How can the use of modules optimize the execution of engineering work in the Amazon region? For this, the objective was to propose an organization layout of the modules to be used during the execution of engineering work in the Amazon region, based on an analysis regarding this use in the public and private sectors of enterprises. In order to achieve the objective of the work, specific strategies were adopted such as: to present an overview regarding the use of modular structures in different construction sites; discuss advantages and disadvantages related to the use of modular structures on construction sites; list the main emergency engineering services performed in the Amazon region; to analyze the legal and economic feasibility regarding the use of modular structures in providing emergency services in the Amazon. Methodologically, the research will be based on the assumptions of the bibliographic review and all theoretical outlines and articulations will be based on what is already registered in the literature and published in the CAPES Dissertations and Theses Catalog and in the Public Domain Theses and Dissertations Database according to criteria established by a priori. For data analysis, Content Analysis was used, which made it possible to know a series of advantages of using modular structures in this type of service, including: mobility, ease, versatility, cost reduction, sustainability, strength, durability, thermo-acoustics, among other possibilities.

Keywords: Engineering. Amazon Region. Emergency Services. Modular Works.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 PROBLEMA	8
1.1.1 Antecedentes do Problema	9
1.1.2 Formulação do Problema	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO	10
1.4 METODOLOGIA	10
1.4.1 Objeto formal de estudo	10
1.4.2 Amostra	11
1.4.3 Delineamento da pesquisa	11
1.4.4 Procedimentos para revisão da literatura	12
1.4.5 Procedimentos Metodológicos	12
1.4.6 Instrumentos	12
1.4.7 Análise dos Dados	13
1.5 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 SOBRE O USO DE TECNOLOGIA NA ENGENHARIA.....	15
2.2 SOBRE O USO DE ESTRUTURAS MODULARES NA CONSTRUÇÃO.....	17
2.3 SOBRE OS SERVIÇOS EMERGENCIAIS REALIZADOS NA REGIÃO AMAZÔNICA	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	22
3.2 ANÁLISE DOS DADOS	23
3.2.1 O USO DOS CANTEIROS MODULARES NA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS NA AMAZÔNIA	23
3.2.2 APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS NA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS	30
3.2.3 VANTAGENS DO USO DE CANTEIROS DE OBRAS MODULARES NA EXECUÇÃO DE OBRAS EMERGENCIAIS NA AMAZÔNIA	32
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	37

1. INTRODUÇÃO

A rápida e constante evolução tecnológica tem possibilitado uma verdadeira transformação em muitos aspectos do cotidiano. Santaella (2008) exemplifica que tais transformações vão desde a substituição do despertador a corda pela programação de horário nos *smartphones* até construção de carros que se movimentam de um ponto a outro da cidade sem motorista, apenas por comandos via satélite.

Tal desenvolvimento tecnológico permitiu uma fusão entre as diferentes dimensões da sociedade: computação, telecomunicação, engenharia, indústria, comércio, educação, dentre outras. Assim, esta fusão tem resultado em uma rede de relacionamento ubíqua, ou seja, uma rede que “está presente em todos os lugares e em todos os momentos, persistente, sempre disponível e atuante” (SANTAELLA *et al.*, 2013, p. 28).

Assim, percebe-se que muitas das transformações que a tecnologia tem possibilitado na vida das pessoas visam, em sua maioria, tornar suas atividades mais práticas de serem executadas com um custo cada vez menor.

No âmbito da engenharia, os autores Tulha, Carvalho e Coluci (2019) identificaram que as principais etapas dos projetos assistidas pelas ferramentas tecnológicas incluem *design*, pré-construção, construção, operação, gestão, dentre outros, em que as principais atividades beneficiadas com a tecnologia na engenharia dizem respeito à produtividade em campo, monitoramento da segurança, controle da qualidade, gestão de *design* e contrato, além da gestão de performance e documental.

Neste contexto, na engenharia de construção por exemplo, técnicas e métodos têm sido implementados a fim de tornar o processo mais ágil, barato, econômico e limpo. Um destes métodos é a utilização de estruturas modulares nos canteiros de obras, o que será o foco da presente pesquisa, cuja problemática e objetivos serão detalhados na sequência.

1.1 PROBLEMA

Existência de um efetivo óbice logístico no que diz respeito à execução de serviços de engenharia na região amazônica, podendo a tecnologia servir como

aparato benéfico para a solução deste.

1.1.1 Antecedentes do Problema

Dentre os causadores do óbice logístico na região amazônica, pode-se citar a infraestrutura de transportes de local, as legislações regionais que regulam a execução de determinadas atividades, baixos investimentos orçamentários voltados ao desenvolvimento regional, além de uma série de imprevistos ambientais característicos da região.

Isto posto, faz-se necessária a exploração de mecanismos que, de alguma maneira, otimizem o processo de execução, com foco em serviços emergenciais, na referida região.

1.1.2 Formulação do Problema

Diante dessa conjuntura, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: Como a utilização de módulos pode otimizar a execução de trabalhos de engenharia na região amazônica?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor *layout* de organização dos módulos a serem utilizados durante a execução de trabalhos de Engenharia na região amazônica a partir de uma análise referente a este uso nos setores públicos e privados de empreendimentos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de delimitar e alcançar o desfecho esperado para o objetivo geral supradescrito, foram levantados objetivos específicos que conduziram à consecução do objetivo deste estudo, os quais são transcritos abaixo:

- a) Apresentar um panorama referente ao uso de estruturas modulares em diferentes canteiros de obras;
- b) Discutir vantagens e desvantagens relacionadas à utilização e estruturas modulares em canteiros de obras;
- c) Elencar os principais serviços emergenciais de engenharia realizados na região amazônica;
- d) Analisar a viabilidade legal e econômica referente ao uso de estruturas modulares na consecução de serviços emergenciais na Amazônia.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

- a) Como se dá o uso de estruturas modulares em canteiros de obras na engenharia de construção?
- b) Como a tecnologia é aplicada em engenharia de construção, especialmente no que diz respeito à execução da obra?
- c) Quais são os principais serviços emergenciais de engenharia realizados na região amazônica?
- d) É econômica e legalmente viável o uso de estruturas modulares na consecução de serviços emergenciais na região amazônica?

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Objeto formal de estudo

A presente pesquisa versa sobre a execução de trabalhos de engenharia, especialmente os emergenciais, executados na região amazônica, sendo este o objeto formal deste estudo.

Assim sendo, as variáveis independentes do estudo dizem respeito ao fenômeno em si, enquanto as variáveis dependentes estão relacionadas ao contexto sócio-político de cada uma das épocas abordadas na pesquisa.

Dada a limitação do presente estudo, a discussão foi focada em produções publicadas na última década, a partir de 2011.

1.4.2 Amostra

A amostra foi construída a partir de um levantamento bibliográfico de teses e dissertações desenvolvidas e publicadas a partir do ano de 2016.

1.4.3 Delineamento da pesquisa

Trata-se de um estudo bibliográfico cuja coleta de dados deu-se a partir da análise daquilo que consta registrado na literatura acadêmica. Miguel (2007) define a pesquisa bibliográfica como uma metodologia de estudo de natureza qualitativa que objetiva a investigação de um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um determinado contexto. Trata-se da análise de um ou mais casos que permitem um amplo e detalhado conhecimento destes (GIL, 2002; STAKE, 2016).

Tal análise busca aprofundar o conhecimento acerca de um problema, com uma visão fenomenológica, a fim de estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria relacionada ao mesmo (MATTAR, 1996).

Várias classificações podem ser dadas à pesquisa bibliográfica dependendo de seu contexto, dados utilizados, recursos utilizados, análises empreendidas, dentre outros fatores. No entanto, uma característica comum a toda e qualquer pesquisa bibliográfica é que o foco deste não está no resultado final, ou produto da pesquisa, mas sim na análise dos dados e nos caminhos para se chegar aos resultados (GIL, 2002).

Além disso, é bastante comum combinar mais de uma metodologia ao se trabalhar com levantamentos teóricos. Por sua natureza fenomenológica, a análise matemática, por exemplo, se apresenta como um aporte teórico adequado para o trabalho em estudos de casos.

Neste caso, a análise econômica, ou análise matemática, pode ser entendida como uma metodologia de pesquisa que permite, dentre outras, uma abordagem matemática de situações não essencialmente matemáticas (BASSANEZI, 2002).

Neste contexto, dada a natureza da pesquisa aqui descrita, fez-se uso de

procedimentos metodológicos relacionados à pesquisa bibliográfica vinculada à uma análise econômica da situação.

1.4.4 Procedimentos para revisão da literatura

Com o empreendimento de propor *layout* de organização dos módulos a serem utilizados durante a execução de trabalhos de engenharia na região amazônica a partir de uma análise referente a este uso nos setores públicos e privados de empreendimentos, fez-se inicialmente um levantamento das dissertações e teses defendidas nos últimos seis anos e disponíveis no Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES¹ e no Banco de Teses e Dissertações Domínio Público².

No referido levantamento foram selecionados os trabalhos que continham no título, resumo e/ou palavras-chaves os termos: “tecnologia”, “engenharia”, “estrutura modular”, “serviço emergencial” e/ou “região amazônica”.

Tais trabalhos selecionados compuseram o *corpus* de análise desta pesquisa em que, por meio da análise das considerações e resultados de cada trabalho buscou-se responder a pergunta de pesquisa proposta.

1.4.5 Procedimentos Metodológicos

Dado o objetivo da presente pesquisa, os textos científicos selecionados são todos aqueles que atendem aos critérios de busca descritos anteriormente.

É importante destacar que, na amostra selecionada, são contemplados trabalhos que estabelecem relações entre os termos e que, de alguma maneira, estejam relacionados aos objetivos específicos da presente pesquisa.

Foram excluídas as teses e dissertações que não estavam disponíveis integralmente para consultas, ou que não tenham sido desenvolvidas em língua portuguesa, ou ainda que sua publicação tenha acontecido antes do ano de 2011.

1.4.6 Instrumentos

1 Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

2 Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaPeriodicoForm.jsp>

Os instrumentos se mostram de fundamental importância para que se possa levantar dados iniciais e forneça material necessário para as análises e assim confirmar, ou não as hipóteses levantadas inicialmente. Foram utilizados os instrumentos de pesquisa análises e articulações teóricas.

As análises e articulações permitirão registrar o aspecto exterior das ações, permitindo que o pesquisador possa analisar sua intencionalidade a partir daquilo que consta no material levantado.

1.4.7 Análise dos Dados

Os dados coletados foram analisados pelo método de análise de conteúdo, que, durante a interpretação, voltou-se aos marcos teóricos da pesquisa, com intenção de se manter embasados nas perspectivas significativas do estudo, pois a relação entre os dados coletados e a fundamentação teórica é o que dá sentido à análise.

Para Bardin (2016) a análise de conteúdo designa-se:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2016, p. 47).

Para a autora, a análise de conteúdo consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, o qual as organizará em três fases, a saber: i) pré análise; ii) Exploração do material; e iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2016).

É seguindo estes procedimentos metodológicos para análise de dados que se delineou as considerações e articulações teóricas aqui apresentadas.

1.5 JUSTIFICATIVA

A atividade logística tem fundamental importância em diversos setores da sociedade, incluindo a engenharia, uma vez que envolve diretamente os custos das operações. Assim, a logística está entre as atividades que mais demandam pesquisas uma vez que a otimização de processos é uma temática de interesse geral.

Na Amazônia a exploração de apoio faz-se necessário devido à já mencionada existência de um efetivo óbice logístico no que tange aos processos de execução de serviços de engenharia nesta região, problema este que pode ser minimizado por meio de recursos tecnológicos.

Assim, a escolha desta temática dá-se por sua relevância considerando a necessidade de otimização dos processos de serviços, especialmente emergenciais, nesta região que demanda tanta atenção nos dias atuais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SOBRE O USO DE TECNOLOGIA NA ENGENHARIA

O avanço tecnológico tem tido consequências diretas e impactantes na vida das pessoas transformando, como um todo, o convívio em sociedade. Tais transformações englobam, praticamente, todas as atividades da vida cotidiana, desde a invenção de dispositivos que controlam todos os cômodos da casa à distância, até veículos automotivos que se guiam sem a necessidade de um motorista.

No âmbito da engenharia, Duarte, Alberton e Machado (2018, p. 19) destacam que, a partir do uso de recursos tecnológicos, a ideia é tornar os processos otimizados semelhantes a uma montadora de carros: a partir da conclusão do projeto, a execução dos demais processos será realizada a partir de material pré-fabricado, “que mostra um potencial de construir muito mais rápido, eficiente e barato”.

Os autores supracitados exploram uma série de soluções tecnológicas que estão revolucionando a engenharia, como os drones, que, conforme consta na literatura:

Têm o poder de chegar onde os outros maquinários não alcançam, monitorando o progresso dos serviços. Isso permite comparar as imagens captadas com o projeto original (com o auxílio de *softwares*), ajuda a aprimorar as questões de segurança e possibilita o acompanhamento da obra à distância. Tudo isso proporciona economia de tempo e dinheiro (RODRIGUES JUNIOR, 2019, p. 19).

A modelagem da informação da construção (BIM³), também é uma das soluções tecnológicas constantes na literatura e, em termos gerais, pode ser entendido como um conjunto de tecnologias que agrega todas as partes envolvidas no planejamento de um processo de engenharia, disponibilizando, de forma simultânea e instantânea, informações para todos os profissionais envolvidos em um determinado projeto, desde a equipe de produção a pessoas responsáveis pela aquisição de novos materiais (RODRIGUES JUNIOR, 2019).

3 Do inglês Building Information Modeling.

Uma outra importante aplicação da tecnologia no âmbito da engenharia diz respeito à impressa 3D. Conforme ressaltam Duarte, Alberton e Machado (2018) os ganhos com esta aplicação tecnológica são variados, a citar: a redução na quantidade de etapas para construção de determinado equipamento; uma efetiva diminuição no desperdício de materiais no canteiro de obras e a otimização do tempo destinado a um determinado projeto, além de um custo comprovadamente menor.

Os autores supracitados exemplificam a aplicação da impressão 3D no ramo da engenharia civil. Para eles, “com essa tecnologia, a empresa chinesa *WinSun New Materials* consegue construir dez casas por dia, ao custo de 5 mil dólares” (DUARTE; ALBERTON; MACHADO, 2018, p. 21).

Uma outra aplicação importante da tecnologia na engenharia diz respeito à possibilidade de desenvolvimento de práticas mais sustentáveis. De acordo com o dicionário Houaiss (2009), sustentabilidade é uma característica daquilo que é sustentável, isto é, aquilo que é passível de sustentação.

Embora vaga, conforme destacam Seabra, Taco e Dominguez (2013), o termo “sustentabilidade” tem sempre o intuito de considerar, simultaneamente, os impactos das atividades humanas numa perspectiva ambiental, de coesão social e de desenvolvimento econômico, tanto para o presente quanto para o futuro.

Ainda para os autores supracitados, a promoção do desenvolvimento sustentável pode ser considerado um dos maiores desafios deste século para todas as nações e o uso da tecnologia torna-se uma necessidade latente. Além disso, os autores destacam uma proposta do desenvolvimento sustentável que consiste em se considerar três grandes dimensões, a citar: social, econômica e ambiental (SEABRA; TACO; DOMINGUEZ, 2013).

Cada uma das dimensões, social, econômica e ambiental, está relacionada a “um sistema complexo de objetivos e interesses diferenciados e por vezes conflitantes” (SEABRA; TACO; DOMINGUEZ, 2013, p. 103). No entanto, apesar de conflitantes, a concepção de qualquer modelo de sustentabilidade deve considerar o equilíbrio entre as mesmas.

Ainda neste contexto de projetos de engenharia visando a sustentabilidade, Campos (2006) afirma que práticas e métodos que visam atingir este

desenvolvimento devem ser definidos, testados e comunicados para abrir caminho a melhorias na qualidade e otimização dos processos de engenharia.

Ainda nesta temática, Chichilnisky e Heal (1998⁴ *apud* PROSPECT, 2001) afirmam que existem duas definições características da sustentabilidade. A primeira inclui como objetivo tanto o bem-estar da sociedade atual quanto da sociedade futura, ou seja, uma prática sustentável se preocupa com ações a longo prazo. A segunda definição, por sua vez, implica diretamente na conservação dos recursos naturais e, em ambas as definições a tecnologia tem aplicabilidade comprovada.

2.2 SOBRE O USO DE ESTRUTURAS MODULARES NA CONSTRUÇÃO

As contratações de materiais, obras e serviços no Brasil são regidas no ordenamento jurídico nacional por meio das leis nº 8.666, de 1993, a chamada Lei Geral de Licitações e Contratos, pela lei nº 10.520, de 2002, conhecida como lei do pregão e pela lei nº 12.462, de 2011, denominada lei do regime diferenciado de contratações (RDC), além das legislações regionais (BRASIL, 1993; 2002; 2011).

A preocupação com a saúde sempre foi bastante presente na vida das pessoas. No entanto, atualmente, tal preocupação tem tido importância redobrada. No início do mês de março de 2020, a doença de coronavírus 2019 (COVID-19) já era confirmada em mais de 125.000 pessoas em todo o mundo (CREPALDI, 2020) e, no início do ano de 2021, este número já era superior a 40 milhões de pessoas, assim, uma série de ações tem sido tomadas pelos governos no sentido de amenizar os efeitos desta pandemia e, dentre tais ações, está, por exemplo, a possibilidade de execução de serviços emergenciais, regidos por legislações específicas (FULLER *et al.*, 2021).

Assim, considerando a natureza dos serviços emergenciais, faz-se necessários que a consecução destes seja realizada de forma otimizada e um dos fatores que impactam nisto é a logística (Souza *et al.*, 2011, p. 2).

A logística no Brasil constitui-se como um negócio de grandes proporções

4 CHICHILNISKY, Graciela; HEAL, Geoffrey. Economic returns from the biosphere. *Nature*, v. 391, n. 6668, p. 629-630, 1998.

que evoluiu muito e rapidamente nos últimos anos, passando por profundas transformações na direção de sua sofisticação (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Conforme discutem Duarte, Alberton e Machado (2018), costuma-se dizer que o problema da Região Amazônica não é de logística e sim de falta de infraestrutura para o atendimento da região, passando também pelo âmbito governamental. Ainda para os autores supracitados, o investimento na manutenção e conclusão de rodovias, além da elaboração de um plano de utilização do grande potencial hídrico existente contribui para reduzir custos e agilizar o tráfego de produtos na região.

Isto posto, tem se discutido na literatura acadêmica da área, principalmente em publicações preocupadas com a execução de serviços na região amazônica, mecanismos que, de alguma forma, possam contribuir com tais execuções superando a dificuldade relacionada à logística (AZEVEDO JUNIOR, 2017; MANTA, 2020).

Dentre tais mecanismos, um que tem recebido destaque em algumas produções é o que diz respeito à utilização de estruturas modulares em canteiros de obras. Tais estruturas consistem, basicamente, no encaixe de peças para a construção de empreendimentos, de forma geral temporários, como pequenos galpões ou tendas nos referidos canteiros (BASTOS *et al.*, 2015; NASCIMENTO, 2018; DIAS; SERRA, 2020).

De acordo com Nogueira (2016), em relação ao método tradicional, a utilização de estruturas modulares oferece uma série de benefícios e vantagens, uma vez que, conforme a mesma menciona

Por usar materiais adequados com padrões e normas de segurança, a utilização de estruturas modulares permite que os processos construtivos sejam seguros, práticos e aconteçam com um número mínimo de retrabalhos. A obra acontece garantindo a saúde e bem-estar dos colaboradores envolvidos, desde que utilizados os EPIs (Equipamentos de proteção individual) recomendados (NOGUEIRA, 2016, p. 47).

A questão da sustentabilidade também precisa ser considerada. De acordo com Bortolotto (2015), tal uso é mais vantajoso devido ao fato de ser considerado ecologicamente correto, visto que, por exemplo, todos os materiais utilizados nas estruturas podem ser reutilizados em obras futuras. Além disso, o outro sistema

utiliza produtos que degradam o meio ambiente como areia, tijolo e brita (NOGUEIRA, 2016).

Ao se considerar a utilização de estruturas modulares em canteiros de obras, há de se levar em conta ainda o não desperdício de materiais resultantes no decorrer de toda a obra o que impactará no custo final (NOGUEIRA, 2016, p. 48).

No método de construção tradicional, por exemplo, para se fazer a uma colocação de canos e eletrodutos faz-se necessário a quebra de paredes, gerando desperdício de material, uma vez que toda a parte quebrada precisará ser refeita após a passagem da tubulação ou eletrodutos (MANTA, 2020).

Ainda sobre desperdício, na grande maioria das vezes, a construção pelo método tradicional, gera um canteiro de obras com muita sujeira e que, por isso, demanda uma grande manutenção de limpeza, diferentemente do método que utiliza estruturas modulares que resulta em um canteiro limpo e organizado (DUARTE; ALBERTON; MACHADO, 2018).

É necessário considerar ainda, os custos posteriores advindos do método de construção utilizado. Um exemplo de tais custos é a termoacústica do local. Sobre assunto, Bortolotto (2015, p. 93) afirma que

Dependendo do material utilizado no tipo de estrutura modular escolhido, é possível garantir grande eficiência na redução de ruídos e na qualidade da temperatura interna do ambiente montado. Dessa forma, fica mais fácil controlar aqueles materiais que não podem entrar em contato com a umidade ou fazer uma reunião sem a interrupção de barulhos externos que são recorrentes em obras (BORTOLOTTI, 2015, p. 93).

O trabalho realizado por Ribeiro (2020, p. 17) corrobora com a vantagem sobre a redução de custos afirmando ser “um ótimo benefício para as construtoras que utilizam as estruturas modulares no canteiro de obras”. Conforme destacam Mohsen *et al.* (2008), além de não ser necessário lançar mão de profissionais especializados, o número de trabalhadores necessários para a montagem acaba sendo mínimo.

A durabilidade também é um aspecto que deve ser levando em conta na análise da vantajosidade do uso de estruturas modulares em canteiros de obras. Devido aos materiais utilizados, tais estruturas são mais resistentes aos efeitos causados pelo sol e pela chuva sofrendo pouco impacto devido às intempéries

(BALDAUF, 2004; LEE; HYUN, 2019).

A partir das citações supramencionadas, é possível inferir que, as estruturas modulares são simples e não exigem grandes esforços para serem instaladas.

Com isso, um dos aspectos positivos deste tipo de estrutura nos canteiros de obra é a sua facilidade de instalação, sendo este, conforme destacam Santos (2020) e Pan e Hen (2020) um ponto bastante atraente para aqueles que buscam por agilidade na obra.

2.3 SOBRE OS SERVIÇOS EMERGENCIAIS REALIZADOS NA REGIÃO AMAZÔNICA

A região amazônica, ou Amazônia Legal, corresponde cerca de 58% do território brasileiro e compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhã (região Oeste), Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (MANTA, 2020).

Atualmente, estima-se que vivem na região cerca de 21 milhões de brasileiros e que, apesar da riqueza e grandiosidade da região, “[...] esta constitui uma população com significativa parcela excluída das condições mínimas de bem estar econômico e social” (GARNELO; SOUSA; SILVA, 2017, p. 44).

A afirmação dos autores supracitados é corroborada pelos indicadores sociais e de serviços públicos oferecidos à região quando comparados com as demais localidades brasileiras. Garnelo, Sousa e Silva (2017, p. 45) afirmam que

[...] Na região Amazônica, apenas 35% da população recebe esgoto sanitário, 68% tem abastecimento de água e 59% conta com a coleta de lixo, apresentando, apenas, 7% do total de telefones disponíveis no país, o que denota uma real e efetiva desigualdade para com esta população em relação ao povo brasileiro. (GARNELO; SOUSA; SILVA, 2017, p.93)

Isto posto, denota-se a importância de atendimento à região amazônica principalmente no que diz respeito à serviços resultantes de situações de emergência ou calamidades públicas, ou seja, resultados de eventos adversos, como desastres, ambientais ou não, que podem acarretar danos variados, relacionados ao meio ambiente, aspectos humanos, econômicos e sociais (POLETTTO, 2013).

Desta forma, ao abordarmos os serviços emergenciais, faz-se necessário, então, entender que são duas, as principais situações das quais estes serviços far-se-ão necessários, a saber: a situação de emergência e o estado de calamidade pública.

As diferenças entre a situação de emergência e o estado de calamidade pública são descritas no Manual para a Decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública (BRASIL, 2007), publicação assinada pelo Ministério da Integração Nacional, órgão este que tem como objetivo a formulação e condução da política de desenvolvimento nacional integrada. Vale ressaltar que atualmente, este Ministério foi fundido ao Ministério das Cidades dando origem ao Ministério do Desenvolvimento Regional (POLETTTO, 2013).

De acordo com a publicação, situação de emergência pode ser entendida como o reconhecimento legal do poder público de uma situação considerada anormal, isto é, provocada por desastres, causando danos superáveis (suportáveis) pela comunidade afetada (BRASIL, 2007). Assim, fica-se evidente “que quando o dano causado pelo desastre é superável, sem muitas dificuldades, o município deve decretar Situação de Emergência” (POLETTTO, 2013, p. 6).

Por outro lado, e de maneira análoga, a calamidade pública é entendida, de acordo com o Manual para a Decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública Brasil (2007), como o reconhecimento legal pelo poder público “de situação anormal, provocada por desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes” (POLETTTO, 2013, p. 7).

Neste sentido, quando a solução do dano causado pelo desastre demandar mais recursos, quaisquer que seja (humano, financeiro, material), o município deve decretar Estado de Calamidade Publica (BRASIL, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Para a presente pesquisa, foram considerados, apenas as publicações acadêmicas dos últimos cinco anos (de 2016 à 2021) e que estejam disponíveis para consulta nos portais CAPES⁵ e Domínio Público⁶.

Dado o objetivo deste trabalho, inicialmente foi efetuado um levantamento das publicações que abordaram como temática a utilização de canteiros modulares na execução de serviços emergenciais na região amazônica.

Como resultado deste primeiro levantamento, foram selecionados 8 trabalhos (sendo 6 dissertações e 2 teses) foram desenvolvidas em 8 instituições de Ensino Superior e em 05 áreas de conhecimento diferentes, conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Áreas de avaliação da CAPES em que foram desenvolvidas pesquisas acadêmicas cuja temática foi o atendimento o uso de canteiros de obras modulares na execução de serviços na Amazônia

Número	Área do Conhecimento	Quantidade de Pesquisas Desenvolvidas	Percentual com relação ao total de pesquisas
1	ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL	3	37,5%
2	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	2	25%
3	ENGENHARIA MECÂNICA	1	12,5%
4	ARQUITETURA E URBANISMO	1	12,5%
5	ENGENHARIA ELÉTRICA	1	12,5%
	TOTAL	8	100%

Fonte: O autor (2021).

Conforme consta na Tabela 1, é restrita a quantidade de pesquisas que abordam a questão do uso de canteiros modulares na execução de serviços emergenciais na região amazônica. Constam na Tabela 2, os 8 trabalhos selecionados.

⁵ Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

⁶ Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaPeriodicoForm.jsp>

TABELA 2: Trabalhos selecionados para o *corpus* de análise desta pesquisa

Autor(es)	Título	Categoria	Ano
Jose Augusto Gomes Neto	Painel modular intertravado de matriz cimentícia com reforço estrutural de bambusa vulgaris	Dissertação	2017
Paulo Roberto Moreira Monteiro	Produtividade da mão de obra na execução de instalações prediais hidráulicas e sanitárias	Dissertação	2017
Nestor Fabian Ayala	Envolvimento de fornecedores de serviços em empresas de produto visando o desenvolvimento da servitização	Tese	2017
Paulo Cezar de Azevedo Junior	Rede logística de gás natural para abastecimento de embarcações na amazônia brasileira	Dissertação	2017
Joao Baptista Dias Moreira	Otimização topológica multiescala aplicada a problemas dinâmicos	Dissertação	2018
Veronica Leite	Alguns aspectos ligados à cantaria usada em edificações soteropolitanas	Tese	2018
Janaina Carli de Freitas	Proposta de dimensionamento de terminais modulares de contêineres dedicados à cabotagem no Brasil	Dissertação	2019
Rafael Costa Manta	Diretrizes para o trabalho seguro em construções modulares na fase de montagem	Dissertação	2020

Fonte: Autoria própria (2021).

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

3.2.1 O USO DOS CANTEIROS MODULARES NA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS NA AMAZÔNIA

De forma bastante sintética, a utilização de canteiros de obras modulares faz parte de um método construtivo que, geralmente, usa perfis de aço galvanizado chumbados na sustentação como base estrutural da obra. Como o aço é mais leve que tijolo e cimento, a fundação é mais simples exigindo, assim, menos recursos produtivos (GOMES NETO, 2017).

De acordo com Freitas (2019), a utilização de canteiros de obras modulares oferece uma série de vantagens. Destaca-se, por exemplo, o

tempo de conclusão da obra, que chega a ser até 60% mais rápido que alvenaria (LEITE, 2018).

Monteiro (2017) esclarece que o uso de canteiros modulares faz parte de um processo, denominado na engenharia civil, de construção a seco. Este método compreende vários sistemas construtivos, como *Light WoodFrame* (LWF), *Light Steel Frame* (LSF) e *Drywall*. Como já citado, a principal característica desse sistema é o uso de uma estrutura de perfis leves de aço (*steel frame*), de madeira (*wood frame*), ou de gesso acartonado (*drywall*) contraventadas com placas estruturais OSB, que unidas funcionam em conjunto, proporcionando rigidez, forma e sustentação à edificação (AYALA, 2017).

Ainda segundo a Ayala (2017), a utilização desse sistema a seco é indicada para a construção de edificações de pequeno ou médio porte, de até cinco pavimentos e, principalmente, para serviços que são emergentes.

Todos os sistemas de construção a seco são compostos por subsistemas, que correspondem a conjuntos de elementos e cumprem uma ou mais funções técnicas: subsistema de fundação, subsistema de piso, subsistema de vedação, subsistema de cobertura, subsistema de instalações elétricas e hidrossanitárias (MANTA, 2020).

Vale ressaltar que, neste método, o subsistema de vedação é formado por paredes compostas por materiais com função estrutural, de isolamento térmico-acústico, de vedação e acabamentos. As paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis, definidos de acordo com sua função, elencado por Moreira (2018, p. 49) como:

(a) estruturais (ou autoportantes, quando compõem a estrutura, suportando as cargas da edificação, e podem ser tanto internos quanto externos); (b) não estruturais (funcionam apenas como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem ter função estrutural) (MOREIRA, 2018, p. 49).

Os painéis têm, ainda, a função de distribuir uniformemente as cargas e encaminha-las até o solo. Estes são compostos por grande quantidade de perfis muito leves denominados montantes, guias superiores e inferiores, além das placas de fechamento interno e externo (MANTA, 2020).

Os montantes e as guias, geralmente, são definidos por seções transversais padrão. Contudo, para edificações que necessitam de um isolamento térmico maior, o dimensionamento dos montantes depende mais da espessura do isolamento térmico do que dos requisitos estruturais. A espessura final da parede irá depender da seção dos montantes e da sua composição de camadas (placas) (LEITE, 2018).

Os painéis fornecem espaços internos necessários para a passagem das instalações (água, eletricidade, telefone). Dessa forma, os conduítes e tubulações são embutidos nos painéis ou no forro e seguem, preferencialmente, paralelos aos montantes. Esses conduítes podem ser previamente instalados em fábrica durante a produção dos painéis (MONTEIRO, 2017).

O sistema de construção a seco revela-se uma alternativa tecnológica bastante promissora para a racionalização do processo de construção, especialmente no caso de empreendimentos de habitações de interesse social (LEITE, 2018).

Por se tratar de um sistema construtivo industrializado, os subsistemas que compõem a edificação podem ser pré-fabricados e montados por equipes especializadas em sequências definidas para a execução na obra, e de forma independente, o que permite maior rapidez na etapa de produção de um empreendimento (MANTA, 2020).

Atualmente, no Brasil, os sistemas de construção a seco se encontram em fase de implantação e adaptação pelas construtoras do país e a produção de habitações nesse sistema construtivo ainda é baixa (AYALA, 2017; AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Contudo, empresas brasileiras instaladas no sul do país têm demonstrado interesse na construção de habitações neste método e conquistaram a obtenção de financiamentos imobiliários junto à Caixa Econômica Federal para implantação desse sistema no país. Paralelamente, o setor técnico acadêmico e industrial madeireiro também têm realizado esforços para divulgação e implantação desse sistema (MONTEIRO, 2017).

A utilização de um sistema construtivo a seco requer que os projetos considerem como será o processo de montagem da edificação. Uma vez que

sistemas industrializados são incompatíveis com improvisações em canteiro de obras, que podem acarretar prejuízos na produtividade, na qualidade, e no desempenho das construções, é fundamental que as etapas de projeto do produto sejam desenvolvidas em acordo com as implicações construtivas durante o processo de produção (FREITAS, 2019).

Vale ressaltar que a construção *drywall*, por exemplo, por ser industrializada, possibilita alcançar níveis mínimos de perdas de material. No entanto, a racionalização depende do planejamento, que deve possibilitar a utilização dos materiais de forma a garantir o melhor aproveitamento, uma vez que se trata de componentes de alto valor agregado (FREITAS, 2019; MANTA, 2020).

Neste contexto, na definição dos painéis de vedação do sistema, deve haver a preocupação em reduzir a perda de placas OSB e de revestimento (gesso acartonado e cimentícia), além de manter uma baixa variação de painéis a serem produzidos em fábrica, especialmente quando considerada a produção em massa (GOMES NETO, 2017).

Assim, a possibilidade de racionalização, especialmente a redução de prazo, é maior conforme aumenta a quantidade de etapas do processo de produção que são transferidas do canteiro para a fábrica. Dessa forma, as atividades no canteiro podem ser reduzidas à execução do posicionamento dos painéis e de suas ligações (AYALA, 2017; AZEVEDO JUNIOR, 2017).

A utilização de kits industrializados para as instalações elétricas e hidráulicas pode gerar uma maior economia na produção de edificações padronizadas em *drywall*, uma vez que seguem a industrialização da produção. Os *kits* de instalações podem ser embutidos previamente nos painéis de parede durante o processo produtivo em fábrica, o que reduz as atividades realizadas no canteiro de obras (MANTA, 2020).

O *kit* de instalações hidráulicas é composto de cavalete com as tubulações rígidas de esgoto que ficam embutidas nas paredes. Para as instalações elétricas, o kit é composto pelo quadro elétrico e conjunto de fios com comprimento pré definidos em projeto (MANTA, 2020).

Conforme descrito anteriormente, existem sistemas de instalações especialmente projetados para construções a seco. No caso das instalações

hidráulicas, o sistema PEX (polietileno reticulado), por exemplo, apresenta maior flexibilidade, facilidade e velocidade de instalação, e se adapta melhor às construções industrializadas. Esse sistema é composto por tubos flexíveis, que reduzem a necessidade de peças extras (conexões) para realizar mudanças de direção (MOREIRA, 2018; LEITE, 2018).

No projeto de instalações hidráulicas para uma edificação a seco é recomendada a utilização de bacias sanitárias com caixa acoplada, que são alimentadas por pontos comuns de água fria (MANTA, 2020). Segundo os autores supracitados, a utilização de descargas convencionais nesse sistema pode causar vibrações significativas na estrutura.

Sobre os métodos construtivos utilizados no sistema de construção a seco, estes variam de acordo com o projeto e a empresa construtora. A construção pode, por exemplo, se dar mediante o método *stick*, método por painéis ou, ainda método modular (AYALA, 2020).

No método *stick*, todas as etapas de produção são realizadas no local da obra, desde a montagem da estrutura com perfis até a fixação das placas e passagem das instalações (GOMES NETO, 2017).

No método de painéis, a produção de paredes, lajes e coberturas é realizada em fábrica, para montagem posterior no local da obra. Já o método modular corresponde a unidades completamente pré-fabricadas e entregues no local da obra com todos os acabamentos e instalações (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Com relação à legislação que versa o método de construção a seco, é necessário destacar que esta é a mesma do método de construção convencional, ou seja, em alvenaria, o que se altera entre os métodos são as normas técnicas a serem seguidas (LEITE, 2018).

A contratação de sistemas industrializados, por exemplo devem abranger minimamente os requisitos das respectivas normas técnicas e as legislações aplicáveis especificamente a esse tipo de sistema (MANTA, 2020).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui normas específicas para construções industrializadas, além de outras normas prescritivas referentes aos materiais e componentes utilizados nessa prática. A adequação a essas normas é de extrema importância, já que garantem uma

maior uniformidade dos produtos comercializados e o desempenho mínimo desejado. (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

É importante destacar que, conforme discute Freitas (2019), não é possível encontrar na literatura, trabalhos de cunho científico que discutam soluções de projeto do produto que atendam as boas práticas de execução em termos de desempenho da edificação e que, ao mesmo tempo, sejam voltadas à redução das perdas de materiais que compõem os painéis.

Da análise dos trabalhos selecionados para o *corpus* é possível inferir que, um dos motivos que leva a utilização de canteiros de obras modulares na execução de serviços emergenciais na Amazônia é a economia e a sustentabilidade, conforme metas determinadas pelos órgãos competentes.

A erradicação da pobreza no mundo é uma meta discutida pela Organização das Nações Unidas (ONU) há muitas décadas. No Brasil, a própria Constituição da República Federativa de 1988, deixa bastante claro o início de uma corrida na busca de estratégias de enfrentamento da pobreza no país, conforme consta no item III do Art. 3º, onde: “Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil: III – erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais”.

Sobras limpas podem ser conceituado como os materiais que são produzidos, mas não distribuídos de forma adequada, cujas quantidades indevidas são caracterizadas, conforme explicam Ayala (2017) como uma forma de desperdício que, de acordo com Houaiss (2009) é definida como uma perda, ou seja, um uso sem proveito.

Freitas (2019) explica que a quantidade elevada de sobra limpa se deve, em grande parte, à falta de padronização na elaboração destes. Neste contexto, o autor destaca que

As requisições são feitas pelos profissionais que estipulam a quantidade da matéria prima a ser utilizada. Possivelmente, se todos os custos fossem considerados, seriam superiores, uma vez que o tempo despendido para o preparo dos materiais é proporcional à quantidade de preparações realizadas, ou seja, um número maior de porções, pode gerar uma elevação no tempo para o pré preparo e preparo dos materiais (FREITAS, 2019).

Ainda sobre o desperdício, vale mencionar que o Brasil figura entre os

campeões mundiais em desperdício, incluindo a construção civil. Segundo o relatório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2019), o Brasil é um dos 10 países que mais descartam materiais de construção no mundo. De acordo com o mesmo documento, 14 milhões de toneladas de resíduos (sobras limpas) são anualmente descartadas em território nacional.

A partir do que consta na literatura, fica evidente que, independente do objetivo pretendido com o uso da Internet das Coisas, a inteligência artificial e a interoperabilidade, isto é, a capacidade que um sistema tem de se comunicar, abertamente, com outros sistemas, são características essenciais desta tecnologia para sua aplicabilidade no contexto da fiscalização ambiental.

A comunicação e o sensoriamento são as tecnologias, relacionadas à IoT⁷, mais utilizada no que tange à tecnologia ambiental (FREITAS, 2019). De maneira geral, percebe-se, na literatura, a proposição de um modelo de referência de atos relacionados ao meio ambiente ou ainda buscam um monitoramento em tempo real e com riqueza de detalhes de diferentes aspectos ambientais, como distribuição de água em regiões desprovidas deste bem natural, oceanografia, umidade ambiental, produção alimentícia, distribuição de renda, dentre vários outros aspectos (LEITE, 2018).

Além disso, é possível perceber que a implementação da IoT no processo de monitoramento de resíduos visa a coleta de informações precisas com o intuito de se tomar decisões assertivas a respeito de situações relacionadas à matéria, além de possibilitar alguns mecanismos que auxiliem na superação de problemas como o desperdício (FREITAS, 2019).

Um exemplo deste tipo de mecanismo, é a criação de *startups* que criam produtos e soluções inovadoras no setor de alimentação, seja para a promoção de uma alimentação mais saudável, seja para combater o desperdício, escopo desta discussão (MANTA, 2020).

De acordo com Moreira (2018, p. 47) “[...] a *startup* oferece tecnologia própria para gerenciar a logística do processo; um dos grandes desafios do redirecionamento de materiais, uma vez que o transporte exige cuidado e rapidez”.

Uma outra utilização da tecnologia a favor do combate ao desperdício de

⁷ *Internet of things* (internet das coisas)

sobras limpas é a *startup* “Obra Imperfeita” que intuíta combater o descarte de materiais exclusivamente por características estéticas, tudo gerenciado por meio da tecnologia (MOREIRA, 2018).

No que tange, especificamente, aos serviços emergenciais, é importante destacar que estes serviços fazem parte de estratégias dos órgãos governamentais no sentido de dar conta das necessidades atuais da região amazônica.

Dado o escopo do presente trabalho, faz-se necessário uma análise eficiente de dados os quais serão compreendidos sob o aspecto da relação entre custo e benefício, uma vez que sua possível aceitação poderá servir de ferramenta para defesa de unidades públicas possuidoras de características estratégicas.

Sobre isso, Leite (2018, p. 17) ressalta que

Eficiência é uma relação entre custos e benefícios, entre entradas e saídas, ou seja, a relação entre o que é conseguido e o que pode ser conseguido. Significa fazer corretamente as coisas e enfatizar os meios pelos quais elas são executadas. Relaciona-se com os meios, isto é, com os métodos utilizados (LEITE, 2018, p. 17).

No entanto, é importante ressaltar que o investimento de um artefato eficiente não garante a sua efetividade. Neste sentido, o levantamento de dados precisos de um oponente, o leva a obtenção de vantagem na montagem do planejamento a nível operacional.

Além disso, o uso de canteiros de obras modulares na execução de serviços emergenciais na Amazônia, relaciona-se, conforme já abordado, à aplicações tecnológicas para a execução de serviços desta natureza.

3.2.2 APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS NA EXECUÇÃO DE SERVIÇOS EMERGENCIAIS

O avanço tecnológico da área de robótica e aviação trouxe consigo inovações, como o uso de Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANTs) para diversos propósitos, sendo essa uma realidade do século XXI.

Embora inicialmente o intuito fosse usá-los com propósitos militares, a

grande demanda o tornou um objeto popular na área civil, podendo as aplicações para o mercado de VANTs chegar a 127 bilhões de dólares, para áreas como agricultura, segurança, transporte, infraestrutura, telecomunicações e entretenimento (MONTEIRO, 2019).

Para garantir uma aplicabilidade eficaz desses veículos e mesmo a proteção contra os mesmos, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que possibilitem a criação de técnicas de controle atrativas, capazes de incrementar sistemas pré existentes e, assim, melhorar a performance de suas funções, beneficiando a ciência e a sociedade (AYALA, 2017).

O drone ou veículo aéreo remotamente manipulado consiste em aeronaves que não possuem passageiros ou pilotos à bordo, ou seja, são operados por pilotos em terra, por meio do uso de controles remotos, seja por computadores ou por serem pré-programados para a realização de missões (GOMES NETO, 2017).

Assim, as aeronaves possuem vários tipos de modelos e tamanhos, de modo que podem ter estruturas similares às de aviões e helicópteros comerciais com asa fixa, hélices ou os dois. Além disso, quanto ao tamanho, este pode variar desde poucos centímetros até vários metros de comprimento, o que amplia suas possíveis aplicabilidades: os menores, por exemplo, podem carregar pequenas câmeras, enquanto os maiores podem, até mesmo, transportar objetos (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Neste ponto, faz-se necessário abordar a diferença entre um DRONE e um VANT. O primeiro é apenas um nome genérico, utilizado para designar todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de propósito profissional, recreativo, militar ou comercial (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Por outro lado, o VANT é a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo, para definir como toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo e de caráter não recreativo.

A aquisição de drones, de última geração, por pessoas comuns, vem aumentando em grandes proporções devido seu baixo custo em relação ao que este advento tecnológico possa oferecer (MANTA, 2020). O que antes era realizado por aeronave de alto custo operacional, hoje é facilmente operacionalizado por drones, tais como: filmagem de eventos, elevação cartográfica, entrega de órgãos humanos, entrega ilícita de drogas em presídios,

supressão de alvos militares e etc (AZEVEDO JUNIOR, 2017).

Todo este arcabouço tecnológico de um drone, pode somar em grande vantagem sobre o levantamento de informações de um ponto estrategicamente reconhecido, como exemplo o DCTA, instituição científica e tecnológica do Comando da Aeronáutica a qual agrega outras 13 Unidades com vistas a tecnologia e inovação (MONTEIRO, 2017).

De acordo com o relatório The Drones Report, da revista norte-americana Business Insider Intelligence (*apud* MONTEIRO, 2017), o uso de drones deve crescer uma taxa composta anual de 19% até 2020, enquanto para fins militares somente 5%.

A China, por exemplo, em 2015, recebeu investimentos de 500 milhões de dólares Já a França teve um crescimento de 1000% neste mercado nos últimos cinco anos, obtendo fundos de investimento de aproximadamente 13 milhões de euros. Outros países, como Rússia, Reino Unido, Israel e Japão, também possuem grandes investimentos na área e tal ampliação deste uso tem tornado latente a necessidade da preservação da segurança contra invasões aéreas não tripuladas, conforme é discutido na sequência (AYALA, 2017).

Como já citado, é fato que, atualmente, a sociedade brasileira seja, quase que em sua totalidade, circundada por ferramentas tecnológicas que são atualizadas periodicamente. Assim, dada a complexidade da sociedade atual, faz necessário que os indivíduos acompanhem tais transformações a fim de estarem aptos a atuar na mesma.

3.2.3 VANTAGENS DO USO DE CANTEIROS DE OBRAS MODULARES NA EXECUÇÃO DE OBRAS EMERGENCIAIS NA AMAZÔNIA

Conforme já citado, o uso de estruturas modulares tem, evidentemente, ganhado espaço no setor da construção civil, por uma série de razões. Freitas (2019), por exemplo, afirma que, com as diversas vantagens que o uso deste tipo de canteiro dispõe para quem opta por ela, fica quase impossível não implementá-la nos canteiros atuais.

Na literatura, a mobilidade dessas estruturas é uma vantagem bastante evidente. Isto pois, como a estrutura modular é construída por meio de peças que

se encaixam e que, por isso, podem ser facilmente transportadas para os locais em que serão instaladas de acordo com a necessidade da obra (MANTA, 2020). Além disso, conforme também discutido anteriormente, isto permite que, após a finalização dos serviços da obra ser concluída, estas estruturas podem ser levadas para serem reutilizadas em outros lugares e para diferentes fins (AYALA, 2017).

A possibilidade de empilhamentos desses canteiros também está relacionada à sua mobilidade, uma vez que, além de conservar a sua qualidade e integridade, esta possibilidade permite a liberação de espaço para outras atividades que precisam ser executadas no lugar em que o canteiro estava instalado (MOREIRA, 2018).

A facilidade de instalação também é uma das vantagens constantes na literatura. Essas estruturas modulares “são simples e não exigem grandes esforços para serem instaladas” (MANTA, 2020, p. 42). Isto faz com que o uso de tais estruturas seja um opção bastante atraente para executores que desejam mais agilidade para suas obras. Isto pois, “aquele quebra-quebra ou mão de obra especializada já não são mais necessários. Basta posicionar as peças e parafusá-las e a estrutura já estará pronta para ser utilizada no seu canteiro de obra” (MANTA, 2020, p. 19).

A versatilidade também é uma das vantagens mais listadas na literatura. Isso deve-se à sua fácil adaptação para os mais variados ambientes o que traz bastantes benefícios para quem opta por utilizar a estrutura modular. Conforme destaca Azevedo Junior (2017, p. 19)

Isso possibilita que a estrutura seja utilizada no canteiro de obras e, posteriormente, usá-la como escritório para atender os futuros clientes e interessados em adquirir o empreendimento que está sendo construído, por exemplo (AZEVEDO JUNIOR, 2017, p. 19).

Outra vantagem é a redução de custos da obra para as construtoras que utilizam as estruturas modulares em seus canteiros de obras, uma vez que, além de não exigir a demanda de mão de obra especializada para a sua instalação, a quantidade de profissionais necessária para execução da montagem é bastante reduzida, além da não necessidade de utilização de materiais de construção. O fato de a instalação da estrutura ser rápida, também torna a obra mais rápida e

mais barata. (MANTA, 2020)

A sustentabilidade é outro aspecto já mencionado sendo, isto porque, como não há a necessidade de utilizar materiais de construção que geram resíduos prejudiciais ao meio ambiente, como por exemplo, o tijolo e a argamassa, e pelo fato de as estruturas poderem ser utilizadas em outras obras, as estruturas modulares são sustentáveis. (MANTA, 2020)

Segundo Manta (2020, p. 19):

A sustentabilidade é, inclusive, um ponto muito importante a ser levantado, já que uma das grandes preocupações nos dias atuais é reduzir os resíduos gerados nas obras (MANTA, 2020, p.19).

Algumas estruturas modulares podem ser feitas a partir de materiais galvanizados, torna a resistência, uma importante característica das estruturas modulares (FREITAS, 2019). O autor ainda destaca que

As estruturas modulares suportam os efeitos causados pelo sol e pela chuva, sofrendo pouco impacto devido às intempéries. Sendo assim, com os devidos cuidados e as manutenções feitas em dia, é possível garantir que a estrutura dure bastante tempo no canteiro de obra (FREITAS, 2019, p. 22).

Por fim, a termoacústica também é uma vantagem para o uso de canteiros modulares nas obras, pois, a depender do material utilizado no tipo de estrutura modular escolhido, é possível garantir alta eficiência na redução de ruídos e na qualidade da temperatura interna do ambiente montado (FREITAS, 2019).

Posto isto, a utilização de canteiros de obras modulares na execução de serviços emergenciais na Amazônia se apresenta como uma opção bastante válida, tendo em vista, conforme discutido anteriormente, o seu baixo custo de implementação, celeridade na montagem, sustentabilidade do material, termoacústica, dentre outros.

Além disso, as montagens e desmontagens de forma repetitiva, refletem de maneira direta nos preços das obras, sendo assim, o uso de mecanismos que permitam uma execução mais rápida, o que é necessário em um serviço emergencial, torna-se, conseqüentemente, uma possibilidade que garante o cumprimento de princípios legais como a economicidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de propor *layout* de organização dos módulos a serem utilizados durante a execução de trabalhos de Engenharia na região amazônica a partir de uma análise referente a este uso nos setores públicos e privados de empreendimentos, a presente pesquisa, buscou analisar produções acadêmicas relacionadas à esta temática.

Para isso, seguindo pressupostos metodológicos defendidos pela pesquisa qualitativa, de cunho descritivo bibliográfica, por meio de um levantamento bibliográfico, foram selecionados oito trabalhos acadêmicos, dentre teses e dissertações, que abordaram o uso de canteiros de obras modulares na execução de serviços emergenciais na região amazônica.

A partir do levantamento bibliográfico, foi possível verificar uma série de vantagens em se utilizar estruturas modulares nos serviços de engenharia, a citar: mobilidade, facilidade, versatilidade, redução de custos, sustentabilidade, resistência, durabilidade, termo acústica, dentre outras possibilidades.

Vale ressaltar que o setor da construção civil, especialmente no Brasil, possui uma alta defasagem no que se refere à eficiência e tempo. Moreira (2018) destaca que, de forma geral, obras tradicionais de empreendimentos levam cerca de dois anos para serem concluídas, consumindo tempo e, muitas vezes, orçamentos de forma desnecessária.

A literatura mostra que tal realidade pode ser alterada por meio da inserção de processos construtivos alternativos nos canteiros de obras, como por exemplo, processos que envolvam inovações tecnológicas, uma vez que esta possibilita processo de construção mais ágeis, mais eficientes, mais sustentáveis e mais baratos.

Desta forma, a partir do levantamento realizado permitiu-se concluir que o uso de canteiros modulares corresponde a uma importante alternativa para o mercado da construção civil. Isto porque este tipo de estrutura permite a otimização de recursos físicos e financeiros, contribuindo diretamente com a parte orçamentária, uma vez que um menor prazo de entrega garante uma

ocupação e um retorno financeiro melhor, tornando a construção uma ótima forma de investimento, possibilitando, ainda, uma execução mais ágil dos serviços necessários.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AYALA, N. F. **Envolvimento de fornecedores de serviços em empresas de produto visando o desenvolvimento da servitização.** Tese, 2017.

AZEVEDO JUNIOR, P. C. **Rede logística de gás natural para abastecimento de embarcações na amazônia brasileira.** Dissertação, 2017.

BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil,** 2004.

BASTOS, R. *et al.* **Da coordenação modular à construção modular:** estudos de caso, 2015.

BORTOLOTTI, A. L. K. **Análise de Viabilidade Econômica do Método Light Steel Framing para Construção de Habitações no Município de Santa Maria-RS.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Civil Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2015.

BRASIL. **Lei nº 8666, de 21.06.1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências, 1993.

BRASIL. **Lei nº 10.520, de 17.07.2002.** Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual para a Decretação de Situação de Emergência ou de Estado de Calamidade Pública.** Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007.

CAMPOS, V. B. G. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 2, n. 99-106, p. 4, 2006.

CREPALDI, M. A. *et al.* Terminalidade, morte e luto na pandemia de COVID-19: demandas psicológicas emergentes e implicações práticas. *In: Estudos de*

Psicologia, 2020.

DIAS, C. M.; SERRA, S. M. B. **Instalações provisórias pré-fabricadas para canteiros de obras**, 2020.

DUARTE, G. W.; ALBERTON, J.; MACHADO, J. P. Estudos em Engenharia e Tecnologia: processos e desenvolvimento. **Estudos em Engenharia e Tecnologia: Processos e Desenvolvimento**, v. 1, n. 2, 2018.

FREITAS, J. C. **Proposta de dimensionamento de terminais modulares de contêineres dedicados à cabotagem no Brasil**. Dissertação, 2019.

FULLER, J. A. *et al.* Mitigation policies and COVID-19 - associated mortality - 37 European countries, January 23 - June 30, 2020. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 70, n. 2, p. 58, 2021.

GARNELO, L.; SOUSA, A. B. L.; SILVA, C. O. Regionalização em Saúde no Amazonas: avanços e desafios. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 1225-1234, 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

GOMES NETO, J. A. **Painel modular intertravado de matriz cimentícia com reforço estrutural de bambusa vulgaris**. Dissertação, 2017.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2009.

LEE, J.; HYUN, H. Multiple modular building construction project scheduling using genetic algorithms. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 145, n. 1, 2019.

LEITE, V. **Alguns aspectos ligados à cantaria usada em edificações soteropolitanas**. Tese, 2018.

MANTA, R. C. **Diretrizes para o trabalho seguro em construções modulares na fase de montagem**. Dissertação, 2020.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento**. São Paulo: Atlas, 1996.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MOHSEN, O. M.; *et al.* Simulation of modular building construction. *In: Winter Simulation Conference - IEEE*, 2008, p. 2471-2478.

MONTEIRO, P. R. M. **Produtividade da mão de obra na execução de instalações prediais hidráulicas e sanitárias**. Dissertação, 2017.

MOREIRA, J. B. D. **Otimização topológica multiescala aplicada a problemas dinâmicos**. Dissertação, 2018.

NASCIMENTO, Á. M.; *et al.* Tijolo modular de solo-cimento como material na construção. **Revista InterScientia**, v. 6, n. 1, p. 187-202, 2018.

NOGUEIRA, C. F. B. **Diretrizes de Projeto para a Redução de Perdas na Produção em Massa de Painéis de Vedação Pré-fabricados em Sistemas de Construção a Seco**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Guarduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. Paraná, 2016.

PAN, W.; HON, C. K. Briefing: Modular integrated construction for high-rise buildings. *In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*. Thomas Telford Ltd, 2020. p. 64-68.

POLETTO, D. B. **Amazônia Emergencial Pessoa Jurídica: um estudo de caso sobre a aplicação deste recurso no município de Cacoal no ano de 2012**. 2013. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis). Fundação Universidade Federal de Rondônia. Cacoal, RO, 2013.

PROSPECTS. **Task 11 report: Proposal for objectives and indicators in urban land use and transport planning for sustainability**, 2001.

RIBEIRO, L. F. **EMM: estruturas modulares móveis**. Biblioteca Unb, 2017.

RODRIGUES JUNIOR, A. S. *et al.* Uma experiência na utilização de uma aeronave remotamente pilotada para apoio ao ensino e projetos de engenharia civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16936-16949, 2019.

SANTAELLA, L. **A teoria geral dos signos**: como as linguagens significam as coisas. 2. reimpr. da 1. ed. Cengage Learning, São Paulo, 2008.

SANTAELLA, L.; *et al.* Desvelando a internet das coisas. *In*: **Revista GEMInIS**, v. 4, n. 2, p. 19-32, 2013.

SANTOS, K. M. Next Módulo: Fábrica de Construção Modular Industrializada Off-Site em Light Steel Frame (LSF) na cidade de Tubarão. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, 2020.

SEABRA, L. O.; TACO, P. W. G.; DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano**, v. 35, p. 2^o, 2013.

SOUZA, P. A. R.; *et al.* O serviço de logística de distribuição do interior do Amazonas. **Revista Eletrônica de Administração (Online)**, v. 10, n. 2, edição 19, jul-dez, 2011.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Penso Editora, 2016.