



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - FAENG



HENRIQUE ALMEIDA MARTINS

**PROJETO DE CASAS POPULARES POR MEIO DA
ARQUITETURA MODULAR E ECONOMIA CIRCULAR:
UM ESTUDO SOBRE A AGÊNCIA DE HABITAÇÃO
POPULAR DO MATO GROSSO DO SUL**

P G R N

Campo Grande, MS.

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

HENRIQUE ALMEIDA MARTINS

**PROJETO DE CASAS POPULARES POR MEIO DA
ARQUITETURA MODULAR E ECONOMIA CIRCULAR:
UM ESTUDO SOBRE A AGÊNCIA DE HABITAÇÃO
POPULAR DO MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-graduação em Recursos Naturais da
Universidade Federal do Mato Grosso do
Sul como requisito parcial a obtenção do
título de Mestre em Recursos Naturais.
Área de concentração: Ciências ambientais

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos

Aprovada em: 28/11/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Meira de Vasconcelos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Orientador PGRN- UFMS
Presidente

Prof.^a Dr.^a Eliane Guaraldo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Membro Interno

Prof. Dr. Rafael Sanaiotte Pinheiro
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Membro Externo

Prof.^a Dr.^a Denize Demarche Minatti Ferreira
Universidade Federal de Santa Catarina
Membro Externo

**Campo Grande, MS.
2022**

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a toda comunidade acadêmica, aos arquitetos e urbanistas, aos engenheiros, e a todos que acreditam na educação e nas pesquisas como forma de buscar alternativas para o desenvolvimento humano.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente.

À minha esposa Anna e meu filho José Henrique.

Aos meus pais Júnior e Ligia e meus irmãos Letícia e Ricardo.

Aos meus avôs Breno e Nercy.

À minha tia Nely.

Ao meu orientador, Prof. Alexandre, por me orientar corretamente, por toda paciência, por me proporcionar crescimento acadêmico, profissional e pessoal, e por compartilhar os momentos de luta e glória na jornada do mestrado.

A CAPES pelo acesso ao Portal de Periódicos e pelo apoio com bolsa de estudos disponibilizada entre início de 2020 e início de 2021.

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil

Às colegas de profissão e de mestrado, as arquitetas e urbanistas, Ana Carolina Delphino Rodrigues e Camila Lopes Zequini Rodrigues Araujo por me ajudar direta e indiretamente e se fazer presentes no decorrer do mestrado.

Aos profissionais da UFMS, do PGRN, em especial ao Prof. Antonio Conceição Paranhos Filho e à Prof^a Eliane Guaraldo, que me acolheram no segundo semestre de 2019, quando comecei a estudar as disciplinas e me interessar pela pesquisa e pela área de Recursos Naturais.

Agradecer ao PGRN, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FAENG) da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

© 2022, Henrique Almeida Martins.

Todos os direitos reservados.

Como citar:

MARTINS, Henrique Almeida. **Projeto de casas populares por meio da arquitetura modular e economia circular: um estudo sobre a agência de habitação popular do Mato Grosso do Sul**. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.

MARTINS, Henrique Almeida.

Projeto de casas populares por meio da arquitetura modular e economia circular: um estudo sobre a agência de habitação popular do Mato Grosso do Sul. Henrique Almeida Martins, Campo Grande, 2022.

Dissertação de Mestrado – Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Orientador: Alexandre Meira de Vasconcelos

1. 2. 3.

CDU

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVO GERAL	3
1. PRIMEIRO CAPÍTULO: CONTEXTO E PERSPECTIVAS	4
1.1. INTRODUÇÃO	4
1.2. ADERÊNCIA DA PESQUISA À ÁREA DE CONCENTRAÇÃO E À LINHA DE PESQUISA.....	13
1.3. JUSTIFICATIVAS	13
2. SEGUNDO CAPÍTULO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	16
2.1. INTRODUÇÃO	16
2.2. ETAPAS DE SELEÇÃO	17
2.3. BASES DE DADOS	19
2.4. DADOS BIBLIOMÉTRICOS	21
2.5. DISCUSSÃO E ANÁLISE.....	29
3. TERCEIRO CAPÍTULO: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1. INTRODUÇÃO	38
3.2. METODOLOGIA	39
3.3. LEGISLAÇÃO EM NÍVEL FEDERAL.....	40

3.4. NORMAS TÉCNICAS APLICADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL	41
3.5. PROGRAMA DE NECESSIDADES	42
3.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de Seleção e Análise do Referencial Teórico.....	17
Figura 2 - Evolução de Produção Científica de 2010 a março de 2022	22
Figura 3 - Número de artigos por tipo de publicação.....	24
Figura 4 - Periódicos de maior destaque no portfólio bibliográfico.....	25
Figura 5 - Nuvem de palavras-chave	26
Figura 6 - Organograma dos Pilares da Sustentabilidade	27
Figura 7 - Mapa de localização dos países de origem das publicações	28
Figura 8 - Mapa do roteiro de pesquisa	39
Figura 9 - Mapa do Mato Grosso do Sul.....	44
Figura 10 - Printscreen do site da AGEHAB	45
Figura 11 - Relação de licitações públicas para construção de casas populares por ano.....	46
Figura 12 - Projeto arquitetônico de casas populares	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Filtros de Seleção de Artigos.....	21
Tabela 2 - Resultado da análise qualitativa dos artigos.....	21

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Programa de Necessidades para Projetos de Casas Populares com o uso de Arquitetura Modular por meio da Economia Circular.....	63
--	----

RESUMO

MARTINS, Henrique Almeida (2022). PROJETO DE CASAS POPULARES POR MEIO DA ARQUITETURA MODULAR E ECONOMIA CIRCULAR: UM ESTUDO SOBRE A AGÊNCIA DE HABITAÇÃO POPULAR DO MATO GROSSO DO SUL. 2022. 79 páginas. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

O conceito de Economia Circular (EC) vem ganhando espaço ao redor do mundo em diversas áreas. Na arquitetura a EC é tratada em grande parte na literatura por meio da Arquitetura Modular (AM). Esse tipo de arquitetura une outras disciplinas como às engenharias, sendo a engenharia de produção com maior destaque, sociologia, antropologia, ciências ambientais, entre outras disciplinas. A EC propõe o uso eficiente de recursos naturais, sendo que em alguns casos, estes são eliminados da cadeia produtiva. Em outros casos ocorre a valorização e a reinserção dos resíduos na cadeia produtiva original, seja em outros produtos ou processos. Na AM esses conceitos podem ser bastante explorados. Nesta dissertação são tratados estes assuntos com destaque na análise de projetos de habitação de casas populares em licitações entre os anos de 2017 e 2022 no Estado de Mato Grosso do Sul através de dados fornecidos pela AGEHAB que são validados através de um Programa de Necessidades formado por um conjunto de diretrizes para AM por meio de EC. Sobretudo a análise dos projetos tem como objetivo entender como as políticas públicas atendem a demanda de unidades habitacionais e como esses projetos possa ou não se enquadrar através da AM e EC. Esta dissertação abre discussões sobre os editais de licitações de projeto, o uso de tecnologias construtivas alternativas, custos de construção e possíveis impactos ambientais. Sobretudo a conclusão é de que através do programa de necessidades que é criado apoiado em leis e normas técnicas e federais, é possível criar projetos de AM para casas populares (habitações de interesse social) que podem atender grandes demandas em diversos locais do Brasil, não se limitando a uma única região do país. Espera-se que este trabalho possa contribuir para a academia com a literatura, para a indústria e o mercado da construção civil como um todo e para políticas públicas de interesse social.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Arquitetura Sustentável; Construção Verde; Meio Ambiente; Impactos Ambientais.

ABSTRACT

The concept of Circular Economy (CE) has been gaining ground around the world in several areas. In architecture, EC is largely treated in the literature through Modular Architecture (MA). This type of architecture unites other disciplines such as engineering, most notably production engineering, sociology, anthropology, environmental sciences, among other disciplines. CE proposes the efficient use of natural resources, and in some cases, these are eliminated from the production chain. In other cases, waste is valued and reinserted into the original production chain, whether in other products or processes. In MA these concepts can be greatly explored. In this dissertation, these issues are treated with emphasis on the analysis of housing projects for popular houses in bids between the years 2017 and 2022 in the State of Mato Grosso do Sul through data provided by AGEHAB that are validated through a Needs Program formed by a set of guidelines for MA through CE. Above all, the analysis of the projects aims to understand how public policies meet the demand for housing units and how these projects may or may not fit through MA and CE. This dissertation opens discussions about project bidding notices, the use of alternative construction technologies, construction costs and possible environmental impacts. Above all, the conclusion is that through the program of needs that is created supported by laws and technical and federal standards, it is possible to create MA projects for popular houses (social housing) that can meet great demands in different parts of Brazil, not limited to a single region of the country. It is expected that this work can contribute to the academy with literature, to the industry and the civil construction market as a whole and to public policies of social interest.

Keywords: Sustainability; Sustainable architecture; Green Construction; Environment; Environmental impacts.

INTRODUÇÃO GERAL

Para iniciar a apresentação do tema é necessário fazer uma introdução geral desta dissertação. Portanto para melhor leitura e compreensão, esta dissertação foi dividida em capítulos denominados respectivamente: PRIMEIRO CAPÍTULO: CONTEXTO E PERSPECTIVAS; SEGUNDO CAPÍTULO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA; TERCEIRO CAPÍTULO: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS; CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Tendo isso em vista, o capítulo denominado PRIMEIRO CAPÍTULO: CONTEXTO E PERSPECTIVAS, traz um panorama geral e o contexto atual a respeito do crescimento populacional e sua relação com a arquitetura e construção. Neste capítulo também são abordados temas como sustentabilidade na construção, modelos econômicos utilizados e algumas alternativas para manutenção dos recursos naturais. Com isso este capítulo finaliza com os panoramas e perspectivas futuras sobre o crescimento populacional, os modelos econômicos mais utilizados e suas conseqüências sobre desenvolvimento sustentável.

Com isso, inicia-se o SEGUNDO CAPÍTULO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA, que trata de um capítulo exclusivo para as análises bibliométricas acerca do tema central desta dissertação: Arquitetura Modular e Economia Circular. Este capítulo inicia-se com a explicação de como foi criado o portfólio bibliográfico, que serviu de base para toda a fundamentação teórica desta dissertação. Após a apresentação do fluxograma de síntese do portfólio, este capítulo traz as análises bibliométricas do mesmo com o uso do software EndNote. Com isso, as análises demonstram gráficos com dados extraídos dos artigos e seus respectivos resultados, o

que abre reflexões sobre a importância do tema e a importância sobre bibliometria em pesquisas científicas.

Logo após segue para o TERCEIRO CAPÍTULO: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, onde neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que foram utilizados para chegar à conclusão do trabalho. Portanto neste capítulo são reunidos os conteúdos teóricos extraídos dos artigos analisados dentro portfólio, o que gerou o ANEXO A, encontrado ao final desta dissertação, que serviu de Programa de Necessidades. Documento que funcionou como balizador e avaliador, para a validação na análise de projetos de casas populares encontrados nas licitações da AGEHAB MS.

Tendo isso em vista, ao final apresenta-se o capítulo CONSIDERAÇÕES FINAIS que traz considerações pertinentes à respeito das análises feitas nos projetos de licitações e suas respectivas conclusões. Este capítulo traz análises, premissas e as conclusões da validação do ANEXO A com as licitações executadas. Por fim, este capítulo traz algumas sugestões e abre questionamentos para como as licitações são feitas e o que precisam mudar para que se enquadrem no âmbito da EC e da AM.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta dissertação é analisar se os projetos de casa populares podem ser feitos por meio da AM no âmbito da EC. Para isso, é necessário criar um documento com as principais orientações para projetos de casas populares utilizando o conceito de AM por meio da EC.

Os objetivos específicos são:

- a) Utilizar o ANEXO A como parâmetro para análise de projetos de AM;
- a) Descrever e identificar os principais benefícios da EC;
- b) Formatar um Programa de Necessidades que sirva de orientações para identificar projetos de casas populares por meio da AM e EC;
- c) Identificar por meio da literatura aspectos gerais, históricos e perspectivas sobre as temáticas EC e AM;
- d) Fazer uma análise bibliométrica da literatura sobre os temas AM e EC;
- f) Identificar a existências Normas e Leis sobre Arquitetura Modular se houver.

1. PRIMEIRO CAPÍTULO: CONTEXTO E PERSPECTIVAS

Resumo: Neste capítulo é abordado o contexto histórico das temáticas EC, AM, crescimento populacional, desenvolvimento sustentável e as perspectivas atuais e futuras desses temas, contextos mundiais sobre a implementação da EC na arquitetura e na construção civil.

Palavras-chave: Arquitetura, Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável.

Abstract: In this chapter, the historical context of CE, AM, population growth, sustainable development and the current and future perspectives of these themes, world contexts on the implementation of CE in architecture and civil construction are discussed.

Keywords: Architecture, Sustainability, Sustainable Development.

1.1. INTRODUÇÃO

Para iniciar a introdução dos temas é necessário situar o contexto sobre crescimento populacional e sua projeção, as perspectivas, benefícios e conseqüências sobre os modelos econômicos, tecnologias e sistemas construtivos utilizados e as soluções e alternativas encontradas no ramo da arquitetura e construção civil. Portanto para isso é necessário saber que as edificações construídas pelo homem sejam elas em qualquer tipologia, são consideradas como os lugares onde as pessoas passam a maior parte do tempo de suas vidas. Com isso, tendo seus fins em moradia, trabalho ou lazer, cada vez mais são construídas edificações com design e sistemas construtivos diversos e inovadores para atender essas demandas de maneira sustentável. Tendo isso em vista, tem-se que a perspectiva sobre a estimativa de crescimento total da população mundial é de pelo menos 9,8 bilhões de pessoas até 2050, (UNITED NATIONS, 2018). Portanto através desses dados de crescimento espera-se que aumente também a expectativa de crescimento da construção civil, o que gera preocupações e questionamentos diversos.

Com isso, dentre eles estão alguns temas como: modelos econômicos, manutenção de recursos naturais, habitação de interesse social, arquitetura e novas tecnologias.

Perante todo esse cenário surge também a necessidade de compreender como serão comportados e projetados os novos espaços físicos em novos locais ainda não edificados e como será repensada a reutilização de espaços existentes. É importante compreender que mediante esse crescimento populacional e físico, a construção civil continuará em expansão e precisará ser repensada em sua forma de produção dos materiais que se fazem necessários para a concepção de edificações. Em virtude disso será necessário repensar o modo de extração, consumo e descarte de recursos naturais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017), pois para a produção e manufatura de produtos e materiais de construção, existe uma quantidade significativa de extração de recursos naturais (KIBERT, 2003).

Esse cenário de consumo, extração de recursos naturais levanta questionamentos a respeito de como essas edificações deveriam ser construídas, uma vez que durante muito tempo se usou, e ainda se utilizam de técnicas e tecnologias de construção convencionais e mais antigas. Tais técnicas e tecnologias como a utilização de alvenaria convencional, necessitam de materiais de construção, como tijolo, cimento e brita para a produção e construção da edificação, que provém da manufatura de matéria-prima extraída diretamente de recursos naturais. Neste mesmo ciclo também ocorre o descarte desses produtos não utilizados, ou mal utilizados, novamente no meio ambiente. Esse conceito de extrair recursos naturais para a manufatura de produtos, utilizá-los como produto manufaturado e após o uso ocorrer o descarte diretamente no meio ambiente é conhecido como Economia Linear (RASHID, 2015). Portanto a Economia Linear, como o próprio nome já diz, tem um ciclo linear e limitado, onde tem como base o conceito de “extrair, transformar, utilizar e descartar”. Esse conceito de

Economia está cada vez mais se tornando ultrapassado por terem seus efeitos e consequências uma maior extração e esgotamento dos recursos naturais que são cruciais para a sobrevivência humana. Além disso, em sua fase final, o descarte, o ciclo de Economia Linear tem como seu principal ponto negativo uma maior agressão ao meio ambiente ao realizar o descarte diretamente no meio ambiente após o uso. O que ajuda na destruição do meio ambiente, uma vez que produtos transformados, como o vidro, utilizado em janelas na construção civil, por exemplo, demora cerca de 1.000.000 (um milhão) de anos para se decompor diretamente na natureza. Estes fatores contribuem para que o ciclo de renovação dos recursos naturais seja prejudicado, sobrecarregado e demore além do esperado e necessário para sua absorção, resultando num ciclo econômico inviável e não renovável danificando a cadeia produtiva e o desenvolvimento econômico como seus principais efeitos negativos (LAVOLA, 2017).

Através dessa perspectiva e através das tendências de crescimento do mercado da construção civil surge uma preocupação de ameaça a estabilidade das economias e a integridade dos ecossistemas, e principalmente a manutenção e conservação dos recursos naturais que neles existem.

Tendo isso em vista, surgiu a necessidade de repensar o modelo Linear de Economia, para que houvesse uma renovação mais rápida dos recursos naturais e um reaproveitamento dos produtos em sua fase de descarte reinserindo-os na cadeia produtiva e de consumo. Muitas vezes reciclando certos produtos, reutilizando-os de outras formas, ou repensando o produto para um novo uso. Com isso foi de deixando o conceito de Economia Linear para trás, dando espaço para a chamada Economia Circular (EC). Esse conceito de Economia vem na contramão desse sistema e linear, se caracterizando como uma alternativa sustentável, mais inteligente, com menor agressão dos recursos naturais e do meio ambiente (BRAUNGART et al., 2003).

A adoção do conceito de Economia Circular representa uma mudança sistêmica no processo de extração, consumo e descarte. Mudança que constrói resiliência em longo-prazo, gerando oportunidades econômicas, de novos negócios, e proporcionando benefícios ambientais e sociais. O conceito de Economia Circular surgiu em 1989, pensado pelos economistas e ambientalistas britânicos David W. Pearce e R. Kerry Turner, com a publicação do livro “Economics of Natural Resources and the Environment”, publicado em 1990. O conceito ganhou força em 2012, pela publicação do primeiro relatório “Towards the circular economy”, por Ellen MacArthur Foundation.

A EC se caracteriza como uma solução em comparação ao modelo Linear de produção e consumo tradicional que gera externalidades negativas de impactos relevantes ao meio ambiente. A lógica da EC está em conciliar a conservação e manutenção do meio ambiente com o crescimento e desenvolvimento das sociedades e das economias. A EC propõe o uso eficiente de recursos naturais, sendo que em alguns casos, estes são eliminados da cadeia produtiva. Em outros casos ocorre à valorização e a reinserção dos resíduos na cadeia produtiva original, seja em outros produtos ou processos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2015).

Sendo assim, de acordo com a literatura, a EC tem suas origens principalmente na ecologia industrial, e na economia ecológica e ambiental, provinda de países desenvolvidos. Dentre os países desenvolvidos, destacam-se como principais, EUA, Japão e União Européia, onde a EC é utilizada como uma ferramenta de projetos político-ambientais e na gestão de resíduos. Esses países utilizam-se do conceito de Economia Circular para promover e separar a pressão ambiental do crescimento econômico de maneira sustentável.

Enquanto isso, no restante do mundo, sobretudo em países em desenvolvimento, a implementação de EC ainda se apresenta nos estágios iniciais e em alguns setores, principalmente com foco na reciclagem. Como é o caso do Brasil, que já se alcançam importantes resultados, com o uso de EC, por exemplo, através da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10, que organiza a forma como o país lida com o lixo, exigindo dos setores transparência no gerenciamento de seus resíduos. Assim, todos os envolvidos no ciclo produtivo se tornam responsáveis pela diminuição dos resíduos sólidos e pela adoção de práticas mais sustentáveis. Dados da CNI de 2019 revelam que, no Brasil, 76% das empresas já desenvolvem alguma iniciativa de economia circular. Práticas como reuso de água, reciclagem de materiais e logística reversa são as principais implementações no país. Segundo o Presidente da CNI, Robson Braga de Andrade, em março de 2019, “Esse é o início para a inserção do Brasil na economia de baixo carbono. Para isso, é imprescindível a ação articulada entre iniciativa privada, governo, academia e sociedade no sentido de criar novas formas de produzir e consumir”. Considerando a importância da implementação da economia circular na indústria, a CNI desenvolveu uma série de ações voltadas ao auxílio e construção deste modelo.

Já em outros setores, empresas como a Amcham Brasil e a ICC Brasil, lançaram em agosto de 2022 o “Brasil Pelo Meio Ambiente 2022 (BPMA 2022)”, uma iniciativa que busca mobilizar o setor empresarial engajado pela agenda de sustentabilidade, reunindo as melhores práticas corporativas de preservação ambiental no País. Portanto, partindo da centralidade do meio ambiente para o desenvolvimento sustentável brasileiro e para o sucesso dos negócios das empresas, o BPMA 2022 convida as empresas a apresentarem seus projetos ambientais, em áreas como redução

de emissões de gases de efeito estufa, eficiência energética, manejo e gestão de resíduos, preservação da biodiversidade, entre outras.

Tendo isso em vista o setor da construção civil vem ganhando um olhar mais atento no âmbito da sustentabilidade e da exploração e preservação dos recursos naturais, principalmente para a gestão de resíduos. O desenvolvimento de novas tecnologias, alternativas de construção mais rápidas, mais baratas e com mais qualidade, vem impondo muitas mudanças no cenário da indústria da construção civil, principalmente no que diz respeito à eficiência produtiva.

A indústria da construção civil é responsável por mais de 30% do consumo dos recursos globais, incluindo 12% de toda água doce do planeta (CBIC, 2020). Ela gera quase 40% do volume total de resíduos sólidos enquanto a produção de materiais de construção usa cerca de 10 % do fornecimento de energia global, Além de ser a maior contribuinte na emissão de gases de efeito estufa, consumindo aproximadamente 30% da energia global. O que tem preocupado os pesquisadores das mudanças climáticas, é o aumento dos resíduos que, por sua vez, aumentam a escassez de recursos. Este fato tem levado o setor da construção civil a aumentar o cuidado com os impactos ambientais e a buscar o uso de práticas sustentáveis de construção (GROSSMAN, 2013).

A arquitetura e construção civil têm um importante papel no processo de crescimento e desenvolvimento econômico do país, portanto, devido aos benefícios de desenvolvimento sustentável, se fazem necessárias a introdução de EC nos processos de arquitetura e construção, planejamento, projeto e execução. Porém quando o assunto é sistema construtivo, o sistema convencional de construção, ainda é largamente utilizado no Brasil. Sistema esse que é marcado por processos de alto custo, baixos níveis de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdício, incidência

de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental. Se compararmos o método construtivo de hoje, ao que foi usado no império romano, percebemos muitas semelhanças como, por exemplo, o uso do tijolo sobre tijolo (VENTURA, 2006).

Portanto tem se tornado presente tanto na literatura quanto praticado no setor da construção civil, novas alternativas e soluções construtivas se comparadas aos sistemas construtivos convencionais, como alvenaria convencional. Dentre elas, surge em 1980 o conceito de Arquitetura Modular (AM), que foi criado inicialmente na Europa, e amplamente difundido e muito utilizado nos Estados Unidos, Suécia, Japão e Austrália. Pesquisas relacionadas à criação de novos sistemas construtivos surgiram no Brasil a partir de 1980 (BERGAN, 2020).

A arquitetura e construção modular é o processo de construção através de módulos individuais fabricados em linhas de montagem padronizadas e apenas montados no local da edificação. Seu processo de construção é feito em campo fabril, através de maquinários que proporcionam precisão à construção dos componentes. A arquitetura e construção modular é uma metodologia otimizada de construção civil que comporta várias técnicas, permitindo processos simultâneos durante suas etapas de construção. Dentre os materiais utilizados estão presentes matérias primas como vidro, concreto, plástico, metais, entre outras. Com isso, a AM vem aumentando a eficiência, rapidez, flexibilidade e sustentabilidade das edificações. A AM une outras disciplinas como a engenharia civil com a de produção, a engenharia ambiental com a antropologia e sociologia, e também questionamentos sobre filosofia, tornando um olhar multidisciplinar para a arquitetura (CHEN, S., et al. 2020).

Essa tendência mundial é relativamente recente, e o seu objetivo é agir considerando questões sustentáveis, isto é, a minimização de desperdícios, sua melhoria

contínua, melhor qualidade, a flexibilização de produtos e a harmonia entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente (DELFANI, M. et al., 2016).

É importante ressaltar que, a arquitetura modular como o próprio nome sugere, é produzida fora do canteiro de obras, muitas vezes em indústria, de forma extremamente organizada, com diversos controles de qualidade em todas as etapas, através de um processo de produção de componentes de módulos individuais fabricados em linhas de montagem padronizadas, para que sejam facilmente transportados e apenas montados no local da edificação. Todo o processo é feito em fábricas modernas, equipadas com maquinários e softwares que proporcionam precisão à construção e minimizam erros ou futuras patologias que nas obras de sistemas convencionais existem (GUERRERO, R. 2016).

A AM alia velocidade de execução, precisão milimétrica e redução de desperdícios. Trata-se de um método de construir viável do ponto de vista técnico e econômico e pode ser aplicado em edificações de diferentes portes e tipologias. No Brasil, a AM tem a norma técnica, NBR 15.873; 2010 – que segue como um norteador para a coordenação modular para edificações, e que pode ser considerado como um dos pilares para a industrialização da arquitetura. Com isso, atualmente se tem empresas brasileiras que fabricam componentes e até edificações completas por meio da AM (ACAYABA, 2007).

Este tema continua despertando interesse no mercado da construção civil, e as ferramentas digitais disponíveis, aliadas à oferta de materiais e sistemas industrializados, são recursos que proporcionam aos arquitetos, a capacidade de explorar a AM. O desenvolvimento na academia em pesquisas e estudos sobre diretrizes de projetos de edificações produzidas por meio da AM vêm ganhando cada vez mais espaço e aumentando a interação entre arquiteto e ambiente produtivo. Com isso, têm-se

avaliado em que aspectos esta interação impacta no projeto arquitetônico e quais seus resultados sob as reduções de impactos ambientais (HALLINGER, P.; CHATPINYAKOOP, C., 2019)

Através da história, tem-se que na Alemanha pós-guerra, Walter Gropius na tentativa de atender altas demandas geradas pelos danos ocasionados pelos conflitos, industrializou a repetição na arquitetura, entretanto algumas dificuldades de conciliar forma e qualidade com agilidade encontrada naquela época. De qualquer modo já se tinha naquela época indícios de arquitetura modular, com conceitos como linha de produção, fabricação, repetição, transporte e montagem (BENÉVOLO, 2001).

Trazendo para os dias atuais, após a revolução digital e as ferramentas propostas para o setor da construção, é possível conciliar a agilidade da modularização sem comprometer o processo criativo. Para isso, é necessário investir mais tempo no ato de projetar, e de planejar as etapas da construção da edificação, assim como as etapas e os processos industriais de fabricação dos componentes e materiais utilizados dentro da mesma. Esse tempo gasto no planejamento, projeto e concepção da edificação se tornam essenciais para mitigar possíveis erros e otimizar os diversos detalhes da obra, tais como a diminuição significativa no desperdício de material, desde a compra ao descarte, afetando diretamente na extração de recursos naturais. Deste modo, como uso de softwares, como por exemplo, a plataforma BIM (Building Information Model), ocorre uma melhor gestão de obra, e um aumento na eficácia da construção civil, logo resulta numa melhor gestão financeira e de desperdício de material, tornando assim possível e executável a melhor gestão de resíduos (O'CONNOR, James, et al. 2016).

Com isso a arquitetura e construção modular permitem que ferramentas tecnológicas, como a plataforma BIM, colaborem na hora de projetar e construir com menor impacto ambiental, desde a extração ao descarte. A arquitetura e construção

modular, unidas a essas tecnologias são setores que introduzem a EC. Além disso, a introdução da EC na arquitetura e construção modular contribui para a redução do tempo de execução e melhor qualidade nos serviços, de forma que se gasta mais tempo pensando e planejando a obra, menos tempo na execução, e eliminando inconvenientes e possíveis surpresas indesejáveis, previstas no planejamento (RUPNIK, 2017).

1.2. ADERÊNCIA DA PESQUISA À ÁREA DE CONCENTRAÇÃO E À LINHA DE PESQUISA

A área do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PGRN) é a das Ciências Ambientais (área CAPES). Esta pesquisa é aderente à área de concentração de Recursos Naturais, porque apresenta um estudo sobre extração e reutilização dos recursos naturais aplicados ao ramo da arquitetura e construção civil. Deste modo, o estudo contribui para as questões relacionadas ao uso e conservação dos recursos naturais.

Com isso, este projeto também caminha com os ideais e princípios das pesquisas que envolvem o universo da linha de pesquisa em bioeconomia e sua relação com a preservação e conservação dos recursos naturais. A presente pesquisa expande e contribui os conhecimentos sobre a área, com enfoque na construção civil e no modelo de arquitetura modular. Ainda, a pesquisa apresenta estudos e análise de fontes acerca do tema e trata-se de um estudo multidisciplinar porque reúne diferentes áreas do conhecimento em conjunto para o mesmo objetivo (PHILIPPI JR., et al, 2000).

1.3. JUSTIFICATIVAS

Esta pesquisa tem justificativas desmembradas nos níveis ambiental, econômico e acadêmico. A justificativa ambiental analisará o ciclo econômico utilizado

atualmente em comparação ao sistema circular e entender se este modelo é sustentável ou não. Com isso, Hammond (1995), McDonough e Braungart (2003) e Veiga (2006) apontam que o termo “desenvolvimento sustentável” é alvo de críticas por entenderem que o desenvolvimento não pode ser por si sustentável, pois a palavra desenvolvimento tem sua origem nas ciências econômicas, indicando um crescimento infinito num ecossistema finito.

Através dessa linha de pensamento, Sachs (2002) a concebe a partir de múltiplos critérios: social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico e político. Com isso, aponta que os critérios que vêm merecendo maior atenção por parte da sociedade se referem às atividades direcionadas para a eco eficiência e para a produtividade dos recursos, como reciclagem, aproveitamento de resíduos, conservação de energia, água, e manutenção de equipamentos, infra-estruturas e edifícios visando à extensão de seu ciclo de vida. Portanto, é importante notar que essas atividades estão diretamente ligadas à indústria da construção, formando assim os principais paradigmas da Construção Sustentável.

Com isso, segundo o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA, 1999), Construção Sustentável é um sistema construtivo que visa garantir qualidade de vida às gerações atuais e futuras. Portanto, esse tipo de construção promove alterações no entorno, de forma a atender as necessidades da edificação e o uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais. Com isso, os aspectos econômicos, sociais e ambientais devem ser contemplados em qualquer projeto de edificação. Tendo isso em vista, é necessário situar que a base da sustentabilidade na Construção Civil é apoiada no Triple Bottom Line ou “3BL”, termo criado pelo acadêmico John Elkington, fundador de uma empresa de consultoria que aconselha empresas nas áreas econômica, social e ambiental. Por meio disso o novo

conceito ambiental introduzido a partir da década de 60 surge o 3BL, trouxe um problema e uma constatação: Caso os empresários e governantes não cuidassem do aspecto ambiental, as empresas ficariam carentes de matéria-prima e talvez, sem consumidores, além de contribuírem para a destruição do planeta.

Portanto a intersecção entre os pilares ambientais e econômicos resulta na viabilidade, ou seja, é possível tornar executável. Este resultado gera uma relação de interdependência entre a obtenção de retorno financeiro e o uso racional dos recursos naturais. A manutenção e preservação destes recursos são a base para garantir a sobrevivência e o benefício das futuras gerações. Outro aspecto importante é a renovação do fornecimento de matéria-prima (JOHN, E. 2005).

O equilíbrio da inter-relação das áreas dessa tríade resulta na sustentabilidade e é essencial para que o negócio perdure no tempo.

A justificativa econômica se alicerça na possibilidade de menor impacto ambiental negativo e maiores ganhos sociais sem aumento dos custos, é o que acredita Vanderley John, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a Sustentabilidade possui três vetores: ambiental, social e econômico, os quais devem ser balanceados, e somente soluções viáveis economicamente, socialmente justas e de baixo impacto ambiental podem ser consideradas. Assim, é possível fazer construção sustentável sem aumentar o custo, reduzindo o impacto ambiental de forma significativa e melhorando o desempenho social. O mercado brasileiro dispõe de muitos produtos de menor impacto ambiental e tem o mesmo custo (como, por exemplo, cimentos CPIII, que contêm até 70% de escória de alto forno) ou custam um pouco mais, como exemplo as telhas de fibrocimento sem amianto. Salienta ainda que, “por outro lado, um dos itens importantes na agenda ambiental é a redução do desperdício de materiais. Só este item pode reduzir em 3% o custo de construção típico. Ainda para o mesmo autor é possível

adotar soluções tecnológicas avançadas para reduzir mais os impactos ambientais, e estas soluções aumentam o custo da construção. Neste caso, buscam-se benefícios econômicos durante a fase de uso que compensam os investimentos na construção. O consumo de água, energia e a necessidade de manutenção são grandemente reduzidas. Assim, afirmar que construção sustentável exige edifício ‘inteligente’ com materiais caros, é limitar as soluções (KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. 2018).

2. SEGUNDO CAPÍTULO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Resumo: Este capítulo é apresentado como “Análise Bibliométrica”, pois faz uma análise de dados variados extraídos do portfólio bibliográfico. Esse portfólio bibliográfico foi utilizado como base para a produção literária dos conteúdos desta dissertação. Neste capítulo são apresentadas análises à respeito das publicações acerca dos temas abordados. Portanto neste capítulo são identificados autores, países, periódicos, evolução das publicações nos últimos 10 anos, palavras-chave mais utilizadas, entre outras análises bibliométricas encontradas e avaliadas como importantes para o tema.

Palavras-chave: Análise Bibliométrica, Periódicos, Portfólio Bibliográfico.

Abstract: This chapter is presented as “Bibliometric Analysis”, as it analyzes various data extracted from the bibliographic portfolio. This bibliographic portfolio was used as a basis for the literary production of the contents of this dissertation. In this chapter, analyzes are presented regarding the publications on the topics covered. Therefore, this chapter identifies authors, countries, journals, evolution of publications in the last 10 years, most used keywords, among other bibliometric analyzes found and evaluated as important for the theme.

Keywords: Bibliometric Analysis, Journals, Bibliographic Portfolio.

2.1. INTRODUÇÃO

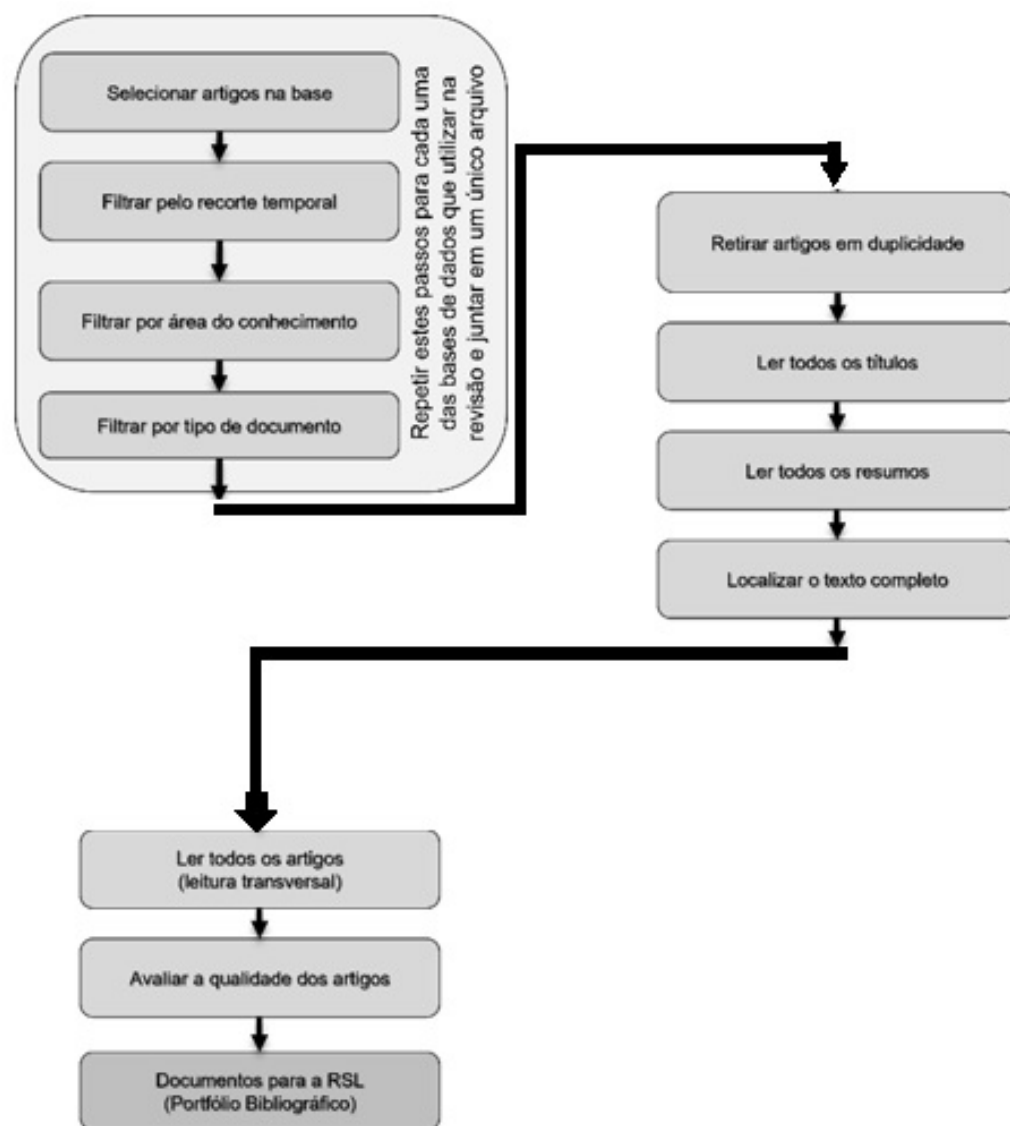
Para dar início a introdução se faz necessário a apresentação ao tema bibliometria e conceitar que este é um método de análise quantitativa para a pesquisa

científica. Com isso, os dados elaborados por meio dos estudos bibliométricos mensuram a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas. A bibliometria é um campo das áreas da biblioteconomia e da ciência da informação que aplica métodos estatísticos e matemáticos para analisar e construir indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica de determinadas disciplinas, áreas, organizações ou países.

2.2. ETAPAS DE SELEÇÃO

Para iniciar a explicação sobre as etapas de seleção, é necessário introduzir que as etapas de seleção dos textos que foram coletados e analisados, e os meios feitos, foram necessários para a consecução do resultado. O roteiro de seleção, curadoria e o processo de análise seguiram o fluxograma da Figura 1, e cada etapa será detalhada adiante.

Figura 1 - Fluxograma de Seleção e Análise do Referencial Teórico



Fonte: Autor 2022.

Portanto, após seguir esses passos, a consulta à literatura científica de artigos de periódicos indexados foi realizada para selecionar aqueles que deram suporte a esta seção de revisão. Com isso, as bases de dados Scopus e Web of Science (WoS) foram as selecionadas como fonte de artigos científicos, visto que possuem uma ampla cobertura de publicações qualificadas (ZHAO et al., 2018) e possuem rápido processo de indexação, o que aumenta a possibilidade de seleção de artigos atuais (MEHO; ROGERS, 2008). Além disso, são consideradas bases de dados bibliográficas das mais confiáveis (GOMEZ-JAUREGUI et al., 2014).

2.3.BASES DE DADOS

Após esses passos, a seleção das bases de dados também considerou o acesso livre a artigos científicos com textos completos e a possibilidade de exportação de metadados, usado para tratamento, manipulação, contagem de metadados e leitura dos artigos. Com isso, para ter acesso à esses dados é necessário formatar uma “string de busca” para indexar aos campos de pesquisa e encontrar os arquivos para formatação do portfólio. Tendo isso em vista, a String de busca, é constituída por meio de um conjunto de palavras-chave que se fazem pertinentes e mais importantes ao tema da pesquisa. Dentre elas, foram selecionadas algumas que fossem mais alinhadas à pesquisa e traduzidas para a língua inglesa americana, pois assim, teria maior alcance em publicações mundiais.

Portanto, a combinação de palavras-chave que foram traduzidas para a língua inglesa americana, formou a seguinte String de busca: (“Modular Architecture” OR “Modular Building”) AND (“Green Building*” OR “Green Construction*”) AND (“Sustainable Building*” OR “SustainableArchitecture”).

Por meio desta pesquisa, os resultados da busca inicial em cada base, foram selecionados os trabalhos das áreas do conhecimento de Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Ambientais e no formato de artigos de periódicos. Após essa fase, exportou-se os metadados para o software EndNote® e por meio da ferramenta fez-se a exclusão das duplicidades.

Na sequência foram selecionados documentos com recorte temporal de 10 anos (2010-2021) para considerar publicações mais recentes. Com isso, o tratamento dos artigos selecionados que compõem a base teórica deste trabalho tiveram uma pré-análise de cada artigo por meio da leitura dos títulos e dos resumos com critérios de relevância para o tema abordado (aderência ao tema). Após isso, na sequência, fez-se a

busca dos textos completos para que fosse possível realizar a análise do conteúdo. Nesta fase, foram excluídos os trabalhos com texto completo bloqueado ou que estivessem em inglês ou espanhol. Logo após essa fase, com a posse dos textos completos, verificou-se a relevância por meio de uma avaliação qualitativa, baseada na leitura dos conteúdos, para que se desenvolvesse uma seleção dinâmica e eficaz dos conteúdos extraídos, sem aprofundar a leitura (relevância e profundidade).

Os critérios de avaliação foram:

a) Aderência - apresenta definição dos termos “Economia Circular” e “Arquitetura Modular”;

b) Contribuição teórico-empírica - considera os resultados e a originalidade/relevância acadêmica;

c) Robustez do aporte teórico - considera a qualidade e quantidade do aporte teórico apresentado pelos autores.

Após essa etapa, a critério, se atribuiu pontuação em uma escala Likert de 1 a 3 e uma nota foi atribuída a cada artigo pela soma das pontuações dos critérios, ou seja, a pontuação de cada artigo alcança mínimo de 3 e máximo de 9. Arbitrou-se excluir os artigos que tivessem nota 1 no primeiro critério e utilizar a nota final para classificar os demais.

O total de 2485 artigos passou por filtros (Tabela 1) até obter um resultado com aderência aos objetivos da pesquisa. Estes filtros eliminam artigos indesejáveis e aperfeiçoa o processo de pesquisa para dedicar tempo desnecessário à leitura de textos que não agregam valor ao trabalho.

Tabela 1 - Filtros de Seleção de Artigos

Filtro		Nº Artigos
Artigos Brutos	<i>Scopus</i>	1927
	<i>WoS</i>	739
Artigos não Duplicados		2483
Títulos e Resumos		623
PDF		258
URL		54

Fonte: Autor 2022.

O tratamento dos artigos selecionados que compõem a base teórica deste trabalho (Tabela 2) iniciou com pré-análise dos 190 artigos com nota mínima 1 no critério de aderência. Os demais, 122 artigos, foram lidos para a construção do referencial teórico que dá suporte a esta pesquisa.

Tabela 2 - Resultado da análise qualitativa dos artigos

Etapa da seleção	Pontuação	Nº de artigos	Total
Não aderentes e eliminados	3	81	190
	4	53	
	5	56	
Portfólio Bibliográfico	4	15	122
	5	17	
	6	19	
	7	20	
	8	24	
	9	27	
TOTAL		312	

Fonte: Autor 2022.

2.4.DADOS BIBLIOMÉTRICOS

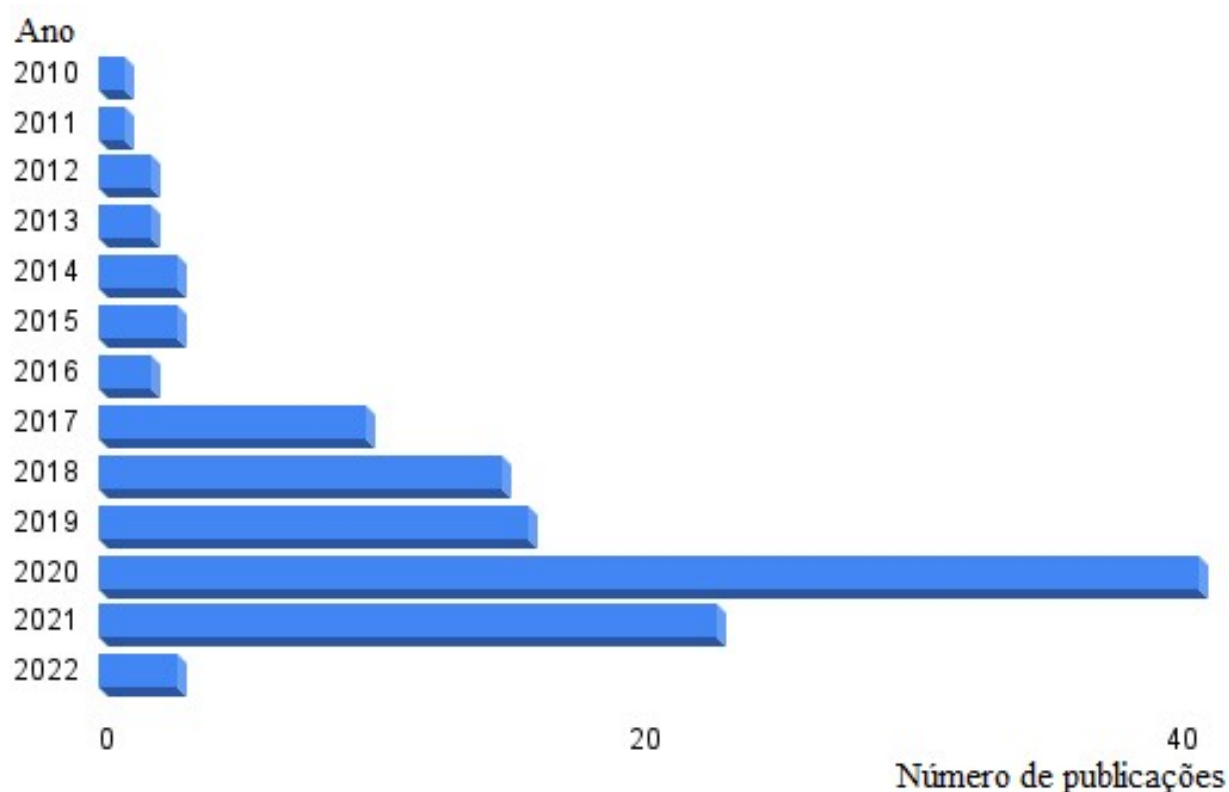
Com isso, após o seguimento desses passos, a análise bibliométrica e de conteúdo foi realizada nos 122 artigos que a partir de então serão tratados somente como portfólio bibliográfico.

O estudo bibliométrico do portfólio bibliográfico e na sequência uma análise do conteúdo dos artigos está apresentados juntamente com as inferências sobre o estado do conhecimento tomando-se por base a seleção realizada e os resultados, com identificação das lacunas e/ou oportunidades de pesquisa e as tratativas propostas.

O objetivo da análise bibliométrica é de evidenciar os autores, periódicos e palavras-chave de maior destaque no portfólio da pesquisa, entre outros elementos para compreender a influência dos autores, temas e instituições no campo estudado.

A Figura 2 apresenta a evolução das publicações ao longo dos anos e a tendência de crescimento a partir de 2010 com máximo em 2020. A aparente diminuição em 2021 foi porque a seleção do portfólio ocorreu em março daquele ano.

Figura 2 - Evolução de Produção Científica de 2010 a março de 2022



Fonte: Autor 2022.

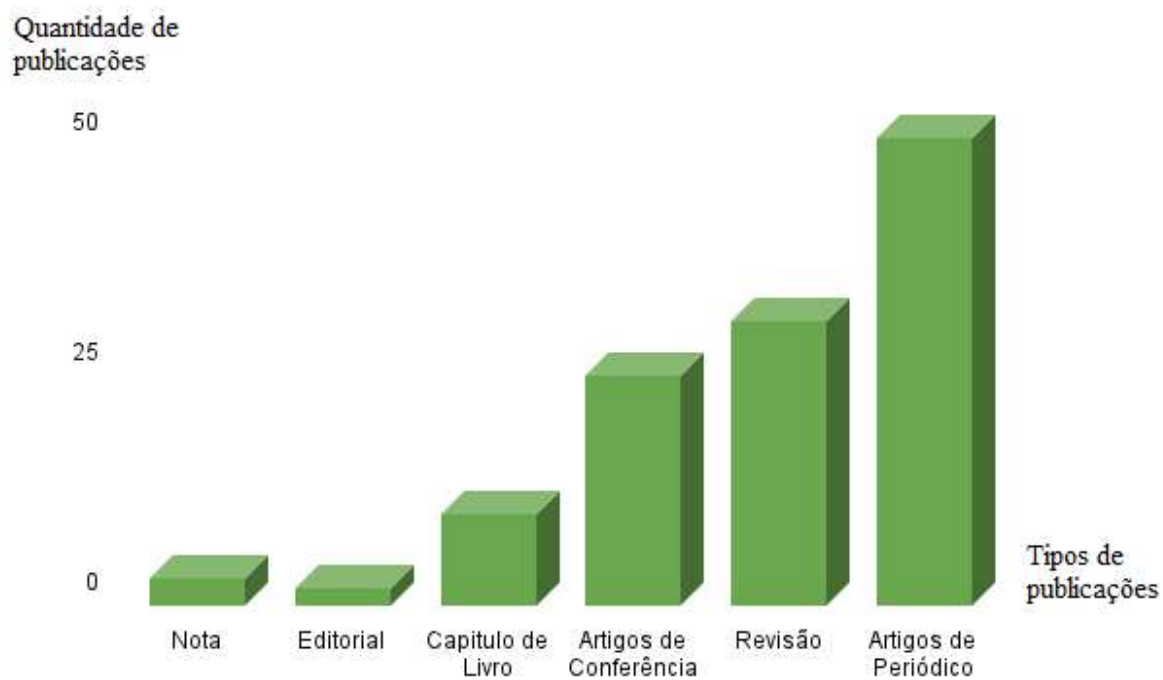
É possível prever um aumento do número de artigos publicados até o final deste ano de 2021 e nos próximos anos, sobre AM correlacionada com EC pelos seguintes motivos:

- a) EC é um tema emergente e será estudado mais aprofundado, por ser uma solução viável ao consumo e produção atual;
- b) AM está criando mais espaço no mercado da arquitetura e construção civil, gerando interesse na academia.

As publicações em periódicos são as mais escolhidas pelos autores, ultrapassando 50% das publicações identificadas neste portfólio, seguidas das revisões (Review) conforme Figura 3.

A opção por priorizar relatórios avaliados por pares reforça a importância do portfólio selecionado.

Figura 3 - Número de artigos por tipo de publicação

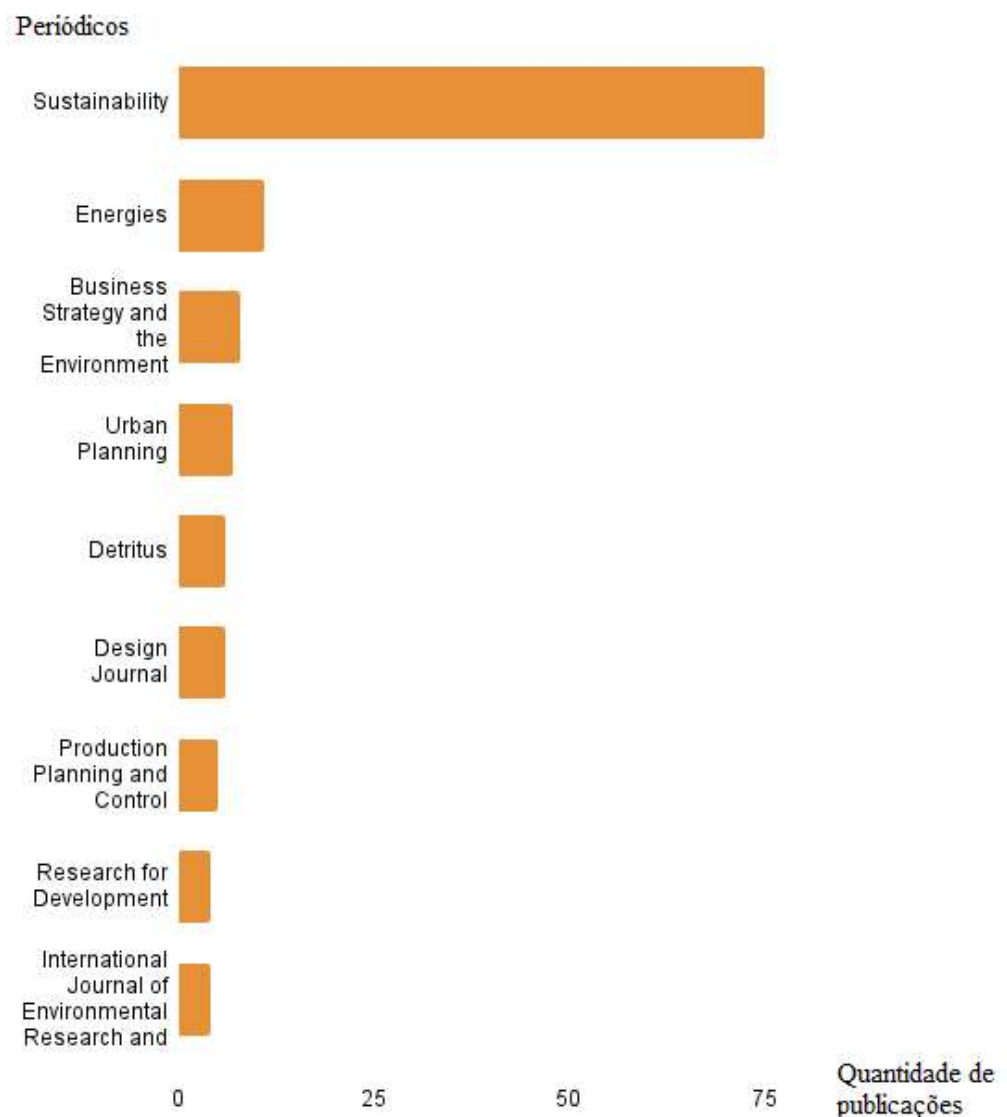


Fonte: Autor 2022.

A Figura 4 apresenta os dez periódicos de maior destaque, que totalizam 191 artigos ou 61% do total de do portfólio.

Os resultados por ano em cada um dos periódicos de maior destaque na amostra estão apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Periódicos de maior destaque no portfólio bibliográfico



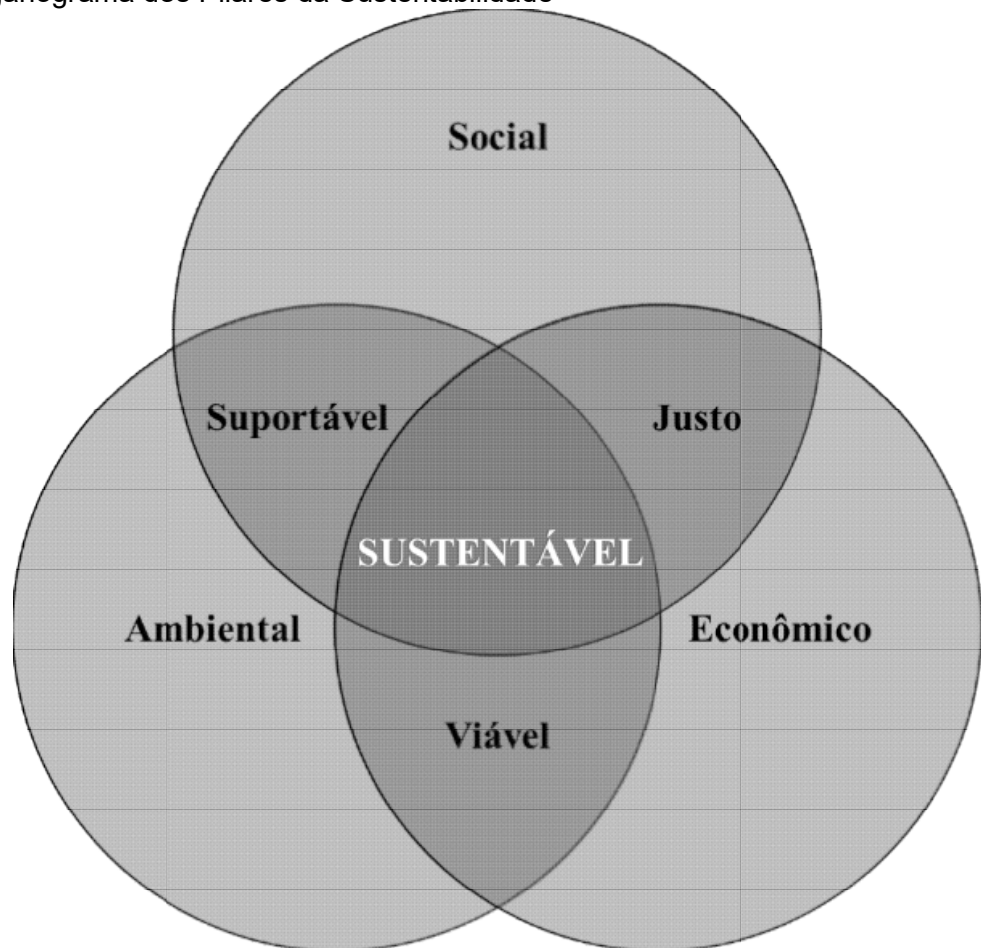
Fonte: Autor 2022.

As palavras-chave mais citadas são apresentadas na Figura 5, no qual se observa a ocorrência de sua maioria usada na busca inicial nas bases indexadas, o que de certa forma valida o processo de seleção do referencial.

A palavra-chave “Modular Architecture” não foi encontrada em nenhuma das publicações dentro deste portfólio, porém percebe-se que este termo não é utilizado para este tipo de solução construtiva.

problema e a constatação de que caso os empresários e governantes não cuidassem do aspecto ambiental, as empresas ficariam carentes de matéria-prima e talvez, sem consumidores, além de contribuírem para a destruição do planeta.

Figura 6 - Organograma dos Pilares da Sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Elkington (1999).

A intersecção entre o pilar ambiental e econômico resulta na viabilidade, ou seja, é possível tornar executável, o que gera uma relação de interdependência entre a obtenção de retorno financeiro e o uso racional dos recursos naturais. A manutenção e preservação destes recursos são a base para garantir a sobrevivência e o benefício das futuras gerações. Outro aspecto importante é a renovação do fornecimento de matéria-

2.5.DISCUSSÃO E ANÁLISE

A partir destes dados e pela análise bibliométrica feita neste portfólio se verificou que países mais desenvolvidos, com maior poder econômico e de mercado em proporções mundiais, têm maior avanço tecnológico e maiores resultados em publicações de pesquisas. Dentre eles se destacam: Suíça, EUA, Reino Unido e Alemanha, respectivamente, com maior número de publicações, como os principais países que publicam acerca desses temas na esfera mundial.

A respeito das temáticas EC e AM, ressalta-se que países como Suíça, EUA, Reino Unido e Alemanha, que tem maior número de publicações sobre o tema, também são países que durante décadas, se mantiveram no topo do desenvolvimento tecnológico e econômico.

Estes fatores podem oportunizar pesquisadores a questionarem e analisarem o que mais se pode contribuir para que países desenvolvidos, subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, possam colaborar em pesquisas nos diversos campos do conhecimento.

Além desta contribuição de pesquisas ao redor do mundo, também foi feita uma análise de dados a partir do presente portfólio e se pode constatar que as discussões acerca dos temas Sustentabilidade, AM e EC estão aumentando e se tornam mais estudados, uma vez que se nota aumento no número de publicações no mundo a respeito desses temas, levando em consideração um aumento desde 2007, com publicação, até 2020, com 191 publicações, e até março de 2021, 37 publicações.

Atualmente, no Brasil, existem empresas que fabricam essas edificações utilizando-se de projetos de AM, com módulos metálicos como componente de base para projeção. A construção modular é a combinação de um processo industrial de construção, na fabricação de módulos para constituir uma determinada edificação,

produzido em um espaço fabril, unido ao trabalho de construção em um local de instalação. Essa combinação necessita de sincronia entre trabalhos fora do local, na fabricação de unidades e o de trabalho no local, com a construção da fundação e instalação dos projetos elétricos e hidráulicos, resultando na adequação ideal do local para receber os módulos de maneira simples no sistema “Plug and Play” (MBI, 2015).

O “Plug and Play” permite que os módulos se conectem aos sistemas hidráulicos e elétricos por meio de conectores simples, tornando a instalação dos módulos um sistema otimizado, para que, ao ser desmontado para outro local, sua desinstalação ou desmontagem seja feita de maneira rápida (MOHSEN, et al. 2008).

O termo módulo está intrinsecamente ligado a unidades de medida padrão e sua repetição. Ao longo das décadas, em diversos momentos da história após a revolução industrial, arquitetos se interessaram a respeito da produção de edificações industrializadas em um ambiente de fábrica. Durante esse tempo, foi possível extrair conclusões importantes diante de experiências no processo, pela possibilidade de produzir edificações como se fossem automóveis (MANSOOREH, et al, 2012).

Atualmente, este tema continua despertando interesse no mercado da arquitetura, engenharia e construção civil no Brasil e no mundo e, com isso, as ferramentas digitais disponíveis, aliadas à oferta de materiais e sistemas industrializados, se configuram como recursos que proporcionam aos arquitetos, a capacidade de explorar as possibilidades de pré-fabricação na concepção e na execução de construções. O desenvolvimento de estudos conceituais de edificações produzidas por esse conceito de arquitetura e construção modular foi elaborado a partir de uma interação estabelecida entre arquiteto e ambiente produtivo, buscando reconhecer as capacidades tecnológicas das empresas envolvidas e avaliar quais aspectos desta

interação impacta no projeto arquitetônico, seu resultado e reduções de danos ambientais (HERMANN, et al., 2010),

Após a revolução digital, com o surgimento de novas ferramentas para o setor da construção, foi possível conciliar a agilidade da modularização sem comprometer o processo criativo. Mesmo sabendo que se investe mais tempo no ato de projetar, esse tempo gasto é essencial para o planejamento de todos os detalhes da edificação. Com isso, os resultados demonstram diminuição significativa no desperdício de material e, conseqüentemente, na compra deste. Isso resulta na diminuição da demanda de extração de recursos naturais para a produção de materiais para a construção civil (GOLPARVAR-FARD et al., 2009).

O resultado nestas construções modulares é um melhor planejamento na gestão da obra, aumentando a eficácia da construção civil desde o planejamento até a conclusão. O uso de tecnologias no início desse processo, no planejamento e na fase de projeto, proporciona redução no custo, o que impacta diretamente no consumo de materiais de construção e uma melhor eficácia na gestão de resíduos. Nota-se também uma diminuição de consumo e gastos desnecessários quando se prevê melhor planejamento. Portanto, a arquitetura e construção modular permitem que ferramentas tecnológicas colaborem na hora de projetar e construir com menor impacto ambiental, prevendo todas as etapas da construção d a extração ao descarte (WU et al., 2011).

Sendo assim, a EC está presente na arquitetura e construção modular, na reformulação dos setores da construção ou reciclagem de materiais. Além disso, a introdução da EC na arquitetura e construção modular contribui para a redução do tempo de execução e melhor qualidade nos serviços, uma vez que é gasto mais tempo pensando e planejando a obra e menos tempo na execução, com inconvenientes e possíveis surpresas previstas no planejamento (RUPNIK, 2017).

A EC funciona como ferramenta fundamental para o desenvolvimento humano de forma sustentável e consiste em conciliar os processos de produção para atender as altas demandas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das economias, diminuindo os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, atendendo as necessidades da sociedade e do desenvolvimento econômico (BRIAN, 1997).

Ademais, propõe um equilíbrio no uso dos recursos naturais de forma eficiente, diminuindo sua extração. A partir desses conceitos, a EC traz a filosofia dos “5Rs”: reutilizando, reaproveitando, reciclando, recusando e repensando o uso de recursos naturais e, em alguns casos, eliminando-os da cadeia produtiva pela reinserção dos resíduos no ciclo produtivo original ou em outros produtos e processos resultando no não esgotamento total dos recursos naturais e tornando viável a renovação de tais recursos pelo próprio ciclo natural (GHISELLINI, CIALANI, ULGIATI, 2016).

Os efeitos negativos causados pela utilização do sistema econômico tradicional, a Economia Linear, ameaçam a estabilidade das economias mundiais e a integridade de ecossistemas naturais, essenciais para a sobrevivência humana (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

Em contraponto, a EC é vista como modelo econômico que leva ao desenvolvimento sustentável e a uma sociedade mais harmoniosa, uma vez que tem suas origens principalmente na ecologia industrial e na economia ecológica e ambiental (FENG, 2007). Existe considerável número de publicações a respeito da implementação de EC na China, país que se demonstra comprometido e atraído por esse tipo de reaproveitamento de recursos naturais, devido aos problemas ambientais, de saúde humana e social, decorrentes de seu padrão de desenvolvimento econômico de forma muito rápida e contínua (GENG, 2008).

O trunfo e objetivo de promover a EC é o de conciliar o crescimento econômico e a manutenção dos recursos naturais e do meio ambiente. No mundo, a sua implementação ainda se encontra nos estágios iniciais, principalmente com foco na reciclagem ao invés da reutilização. O setor de gestão e descarte de resíduos, que é um dos pontos que mais agredem o meio ambiente, alcançam importantes resultados com o aumento de taxas de reciclagem de resíduos nos países desenvolvidos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016).

Logo, o ramo da arquitetura e construção, com o conceito da Arquitetura Modular, concilia a teoria de EC com a construção e, torna executável, a otimização dos recursos naturais. Como o próprio nome sugere, a Arquitetura Modular (AM) é projetada a partir de módulos, que podem ou não se encaixar, diversificando a capacidade e tipologia projetual e de construção, com propriedades construtivas variadas, cujas possibilidades permitem que a edificação seja montada, desmontada e montada novamente em outro local (AL-HUSSEIN et al., 2006).

Assim, esse tipo de arquitetura faz com que o processo de construção seja produzido fora do canteiro de obras e muitas vezes em uma indústria, como na linha de produção, de maneira organizada e com controle de qualidade em todas as etapas, podendo, aumentar a qualidade da edificação, diminuir custos, aumentar a produtividade, evitar acidentes e cumprir prazos num curto tempo (TAGHADDOS et al., 2014).

A construção modular é a combinação de um processo industrial de construção, na fabricação de módulos para constituir uma determinada edificação, produzido em um espaço fabril, unido ao trabalho de construção em um local de instalação. Essa combinação necessita de uma sincronia entre os trabalhos fora do local, na fabricação de unidades e o de trabalho no local, com a construção da fundação e

instalação dos projetos elétricos e hidráulicos, resultando na adequação ideal do local para receber os módulos de maneira simples e prática no sistema conhecido como “Plug and Play” (MBI, 2015).

O “Plug and Play” é um sistema de instalação fácil e prática que permite com que os módulos se conectem aos sistemas hidráulicos e elétricos através de conectores simples, tornando a instalação dos módulos um sistema otimizado, para que, futuramente, quando for desmontada para outro local, sua desinstalação ou desmontagem seja feita de maneira rápida (MOHSEN, et al. 2008).

O termo módulo está ligado a unidades de medida padrão e sua repetição. Ao longo das décadas, em momentos da história após a revolução industrial, arquitetos se interessaram a respeito da produção de edificações industrializadas em um ambiente de fábrica. Durante esse tempo, foi possível extrair conclusões preciosas e importantes diante de diversas experiências dentro do processo, pela possibilidade de produzir edificações como automóveis (MANSOOREH, et al, 2012).

Ainda hoje, este tema continua despertando interesse no mercado da arquitetura, engenharia e construção civil no Brasil e no mundo e, com isso, as ferramentas digitais disponíveis, aliadas à oferta de materiais e sistemas industrializados, se configuram como recursos que proporcionam aos arquitetos, a capacidade de explorar as possibilidades de pré-fabricação na concepção e na execução de construções. O desenvolvimento de estudos conceituais de edificações produzidas por esse conceito de arquitetura e construção modular foi elaborado a partir de uma interação estabelecida entre arquiteto e ambiente produtivo, buscando reconhecer as capacidades tecnológicas das empresas envolvidas e avaliar em os aspectos desta interação impacta no projeto arquitetônico, seu resultado e reduções de danos ambientais (HERMANN, et al., 2010).

Na Alemanha pós-guerra, Walter Gropius, na tentativa de atender altas demandas geradas dos danos ocasionados pelos conflitos, industrializou a repetição na arquitetura. Entretanto, algumas dificuldades de conciliar forma, qualidade e agilidade foram encontradas naquela época (BENÉVOLO, 2001).

A EC está presente na arquitetura e construção modular, seja pela reformulação dos setores da construção ou da reciclagem de materiais. Além disso, a introdução da EC na arquitetura e construção modular contribui para a redução do tempo de execução e uma melhor qualidade nos serviços, uma vez que é gasto mais tempo pensando e planejando a obra e menos na execução, com inconvenientes e possíveis surpresas previstas no planejamento (RUPNIK, 2017).

O conceito de EC foi cunhado por Pearce e Turner (1990), e ganhou maior força em 2012, pela publicação do primeiro relatório Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2013) e se caracteriza como alternativa ao modelo de produção e consumo tradicional, pois concilia o meio ambiente com a sociedade e o desenvolvimento econômico, propondo o uso eficiente de recursos naturais e, em alguns casos, eliminando-os da cadeia produtiva, valorizando a reinserção dos resíduos na cadeia produtiva original ou em outros produtos ou processos (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2015).

Um dos principais efeitos da economia linear é uma maior extração e esgotamento dos recursos naturais e principalmente na agressão ao meio ambiente ao realizar o descarte após o uso, destruindo o ciclo de renovação dos recursos naturais (LAVOLA, 2017). Como contraponto, a economia linear, a EC é uma alternativa sustentável, mais inteligente e menos agressora dos recursos naturais e do meio ambiente (BRAUNGART et al., 2003).

A construção civil está entre os setores que consome mais recursos naturais e que geram passivos ambientais, pois está inserida no modelo econômico conhecido como economia linear (produção, consumo e descarte). Ela é responsável por uma quantidade significativa do consumo global de recursos naturais para a manufatura de matéria-prima (KIBERT, 2003) e, além disso, é responsável por mais de 50% do uso global de energia e mais de 35% das emissões de CO₂ (RASHID, 2015).

As edificações construídas pelo homem de qualquer tipologia, são os lugares onde as pessoas passam a maior parte do tempo de suas vidas, seja com fins de moradia, trabalho ou lazer. Contudo, há estimativa de que a população mundial chegue em 2050 a pelo menos 9,8 bilhões de pessoas, sendo que, em 2018, aproximadamente 23% da população mundial já vivia em cidades com pelo menos um milhão de habitantes (UN, 2018) e diante deste quadro, a projeção de esgotamento das reservas de insumos ameaça a estabilidade das economias e a integridade dos ecossistemas e dos recursos naturais, os quais são essenciais para a sobrevivência humana (BRAUNGART et al., 2003).

Perante esse cenário, ocorrerá o aumento da construção civil nas cidades, com o objetivo de atender a demanda de espaços construídos (EMF, 2017). Essa problemática levanta questionamentos a respeito de como essas edificações deveriam ser construídas a fim de mitigar as externalidades negativas (LAVOLA, 2017) e uma das alternativas é a arquitetura modular (AM), pois é produzida fora do canteiro de obras, muitas vezes em uma planta industrial numa linha de produção organizada, com controle de qualidade em todas as etapas (TAGHADDOS et al., 2014; RUPNIK, 2017). O termo módulo está intrinsecamente ligado a unidades de medida padrão e sua repetição. Não se trata exatamente como uma novidade, pois ao longo da história, arquitetos se interessaram a respeito da produção de edificações industrializadas em um

ambiente de fábrica e acumularam lições e experiências por meio da possibilidade de produzir edificações como se produzem automóveis. (ACAYABA, 2007).

Portanto com a expansão do mercado da construção civil, as ferramentas digitais disponíveis (softwares e hardwares), aliadas à grande oferta de materiais e sistemas industrializados (LAVOLA SUSTAINABILITY, 2017), se tornaram recursos que proporcionam aos arquitetos, a capacidade de explorar a pré-fabricação de construções (EUROPEAN COMMISSION, 2014). O desenvolvimento de estudos sobre edificações produzidas por meio da arquitetura e construção modular resulta da interação entre o arquiteto e o ambiente produtivo, buscando reconhecer as capacidades tecnológicas das empresas envolvidas e avaliar os impactos sobre o projeto arquitetônico e seus resultados, as reduções de impactos ambientais e em quais aspectos se coadunam com o conceito de EC (UNITED NATIONS, 2018.).

Tendo isso em vista, o conceito da AM, concilia a teoria de EC com a construção e, torna executável, a otimização dos recursos naturais. Como o próprio nome sugere, a AM é projetada a partir de módulos, que podem ou não se encaixar, diversificando pela capacidade e tipologia projetual e de construção, com propriedades construtivas variadas, cujas possibilidades se tornam infinitas permitindo que a edificação possa ser montada, desmontada e montada novamente em outro local (AL-HUSSEIN et al., 2006).

3. TERCEIRO CAPÍTULO: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Resumo: Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que tornaram possível a formatação de um Programa de Necessidades (ANEXO A) que foi utilizado para avaliar e analisar os projetos de casas populares contidos em licitações públicas do Estado de Mato Grosso do Sul. Essas avaliações tornaram possíveis as

conclusões que são apresentadas ao final deste capítulo assim como as anotações para o capítulo seguinte (considerações finais).

Palavras-chave: Licitação, Programa de Necessidades, Casas Populares.

Abstract: This chapter presents the methodological procedures that made it possible to format a Needs Program (ANNEX A) that was used to evaluate and analyze the popular housing projects contained in public bids in the State of Mato Grosso do Sul. These evaluations made possible the conclusions that are presented at the end of this chapter, as well as the notes for the next chapter (final considerations).

Keywords: Bidding, Needs Program, Popular Houses.

3.1.INTRODUÇÃO

Para dar início a introdução deste capítulo se faz necessário a apresentação do fluxograma (Figura 8) que gerou o ANEXO A, responsável por nortear as análises feitas sobre os projetos presentes em licitações. Neste capítulo serão apresentados os procedimentos e meios que tornaram possível a geração do ANEXO A. Com isso, neste capítulo, também é apresentados os caminhos encontrados para acesso aos projetos e às licitações. Ao final são apresentadas análises feitas por meio do ANEXO A.

Portanto, o ANEXO A, que foi responsável pela avaliação dos projetos de casas populares, foi formado através da união de Leis e Normas técnicas Federais. Com isso, foi escolhido o Estado de Mato Grosso do Sul, para ser feita essa análise, pois foi o Estado que foi encontrado acesso livre e gratuito. Alguns outros Estados careciam de informações por isso foram eliminados dessa primeira curadoria.

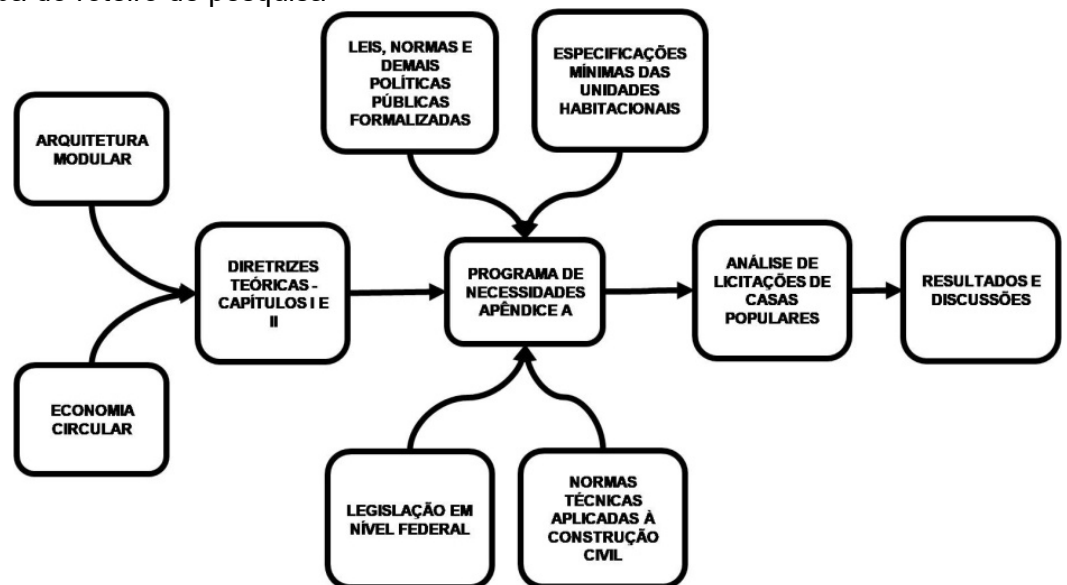
Com isso, foram escolhidas licitações que tivessem projetos de casas populares disponíveis para download com acesso gratuito. Portanto após essa pesquisa foi possível utilizar o ANEXO A para validar os projetos.

3.2.METODOLOGIA

Para iniciar a introdução da metodologia de pesquisa, é necessário apresentar o roteiro da pesquisa (Figura 8). Vale destacar que as etapas de seleção dos materiais que foram coletados e analisados e os meios que permitiram chegar ao resultado final seguiram esse roteiro de pesquisa.

O roteiro de seleção, curadoria e todo o processo de análise para projetos de casas populares por meio da AM e EC, seguiram o fluxograma onde cada etapa encontrada está descrita na Figura 8.

Figura 8 - Mapa do roteiro de pesquisa



Fonte: Autor 2022.

Para a análise dos projetos das unidades habitacionais modulares, foram selecionados 20 projetos de unidades habitacionais de 20 licitações diferentes do Estado de Mato Grosso do Sul, que continham projetos arquitetônicos destinados à moradia de famílias de baixa renda e/ou em estado de rua. Dentre as licitações estavam presentes diferentes tipos de projetos arquitetônicos e planta-baia, com diferentes configurações.

Foi criado um Programa de Necessidades (Anexo A), com o intuito de funcionar como parâmetro para a avaliação e análise de projetos modulares destinados à construção de casas populares através de arquitetura modular e economia circular. Neste programa de necessidades que estão reunidas todas as informações necessárias e requisitos mínimos para a construção de uma unidade habitacional modular que atende às necessidades básicas de uma família pequena (dois adultos e uma criança). Neste programa de necessidades teve como ponto de partida as fundamentações teóricas referentes aos Capítulos I e II e a adição de outras fontes. Após essas fundamentações teóricas foram adicionadas fontes da literatura como legislação em nível Federal, normas técnicas aplicadas à construção civil, leis, normas e demais políticas públicas formalizadas e especificações mínimas de moradia para as unidades habitacionais.

Para que os projetos de unidades habitacionais sejam aplicados aos conceitos e práticas de arquitetura e construção modular com base na economia circular, os projetos passaram por um tratamento de análise para que atendesse aos requisitos mínimos de unidades habitacionais conforme o Anexo A.

Após essa análise feita por meio de observação e validação mediante ao Programa de Necessidades, foram coletados dados demonstrados em Resultados Finais e desses dados foram abertas algumas lacunas e oportunidades constatados em Discussões.

3.3.LEGISLAÇÃO EM NÍVEL FEDERAL

Foi consultada a legislação federal sobre casas populares para adequar o Programa de Necessidades a esta realidade, portanto foram utilizadas as especificações mínimas das unidades habitacionais, determinadas pelo Órgão Ministério das Cidades/Gabinete do Ministro, de acordo com a PORTARIA Nº660, DE 14 DE

NOVEMBRO DE (BRASIL, 2018), para a adequação ao Programa de Necessidades às especificações que sejam consoantes com as Diretrizes para Projetos Modulares (ARAÚJO, 2022).

Com isso vale ressaltar que esta pesquisa se baseou na literatura buscando em projetos arquitetônicos, tecnologias da construção e arquitetura modulares com a introdução do conceito de economia circular para analisar projetos de Unidade Habitacional Modular (UHM), que atende aos requisitos básicos e mínimos de moradia e pode ser classificado como arquitetura modular, obedecendo à legislação Federal.

3.4.NORMAS TÉCNICAS APLICADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL

Em vigor desde 2010, a ABNT NBR 15873, Norma de Coordenação Modular para Edificações, que estabelece os requisitos para o instrumento de compatibilização de elementos e componentes na construção civil por meio da coordenação de dimensões a partir de uma medida padrão, o módulo básico de 100 mm. Tal instrumento simplifica as operações da construção e em especial, estimula a fabricação versátil de componentes construtivos por agentes independentes entre si, resultando em ações em apoio e incentivo à industrialização da construção civil.

A Norma se limita ao espectro da coordenação modular, sendo aplicada em projetos de edificações de todos os tipos sob caráter organizacional ao projeto e à produção de componentes construtivos de todos os tipos e não se faz definitivo e/ou limitante para a concepção de projetos de arquitetura modular.

Esta Norma simplifica a produção de construção modular, e será utilizada como norteador para a definição dos componentes da UHM, o que favorece a produtividade e a redução de custo de obras de grande volume como as de habitações populares.

3.5.PROGRAMA DE NECESSIDADES

O Programa de Necessidades é um documento que articula arquitetos e os outros profissionais envolvidos, com os requisitos básicos e condições a serem satisfeitas, definidas pelos futuros usuários do edifício, a fim de se aproximarem das suas necessidades, exigências, desejos e expectativas, levando em consideração as atividades almejadas para tal projeto durante a elaboração do mesmo (DAMASCENO, 2019).

No processo de criação de projeto, seja ele em qualquer área de aplicação, é importante levantar em consideração as necessidades dos usuários e formular a partir destes os requisitos funcionais do produto (SUH, 1990). Em arquitetura, o processo de elaboração de projeto também se inicia com o levantamento das características e exigências dos usuários e do contexto que está envolvido.

Desta forma, o programa de necessidades é sinônimo do programa arquitetônico. Por definição, a programação arquitetônica implica em levantar, compreender e organizar as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto do edifício. Para isso, o procedimento deve lidar com dados de diferentes naturezas, obtidos em diversas fontes, e que devem estar organizados e documentados a fim de dar apoio ao processo seguinte, o projeto. O programa deve ser expresso de modo sintético, por quadros e/ou diagramas, e apoiado por uma documentação completa, reunida durante os estudos das condições que determinam os propósitos do edifício a ser projetado.

Para a elaboração de projeto de casas populares através de arquitetura modular e economia circular foram utilizados e adaptados alguns dos critérios de Diretrizes para Construções Modulares criadas por Araujo(2022), com a inclusão de itens da NBR 15873 e de Brasil (2018), resultando no conjunto de diretrizes próprios

para casas populares utilizando Arquitetura Modular por meio da Economia Circular conforme Anexo A.

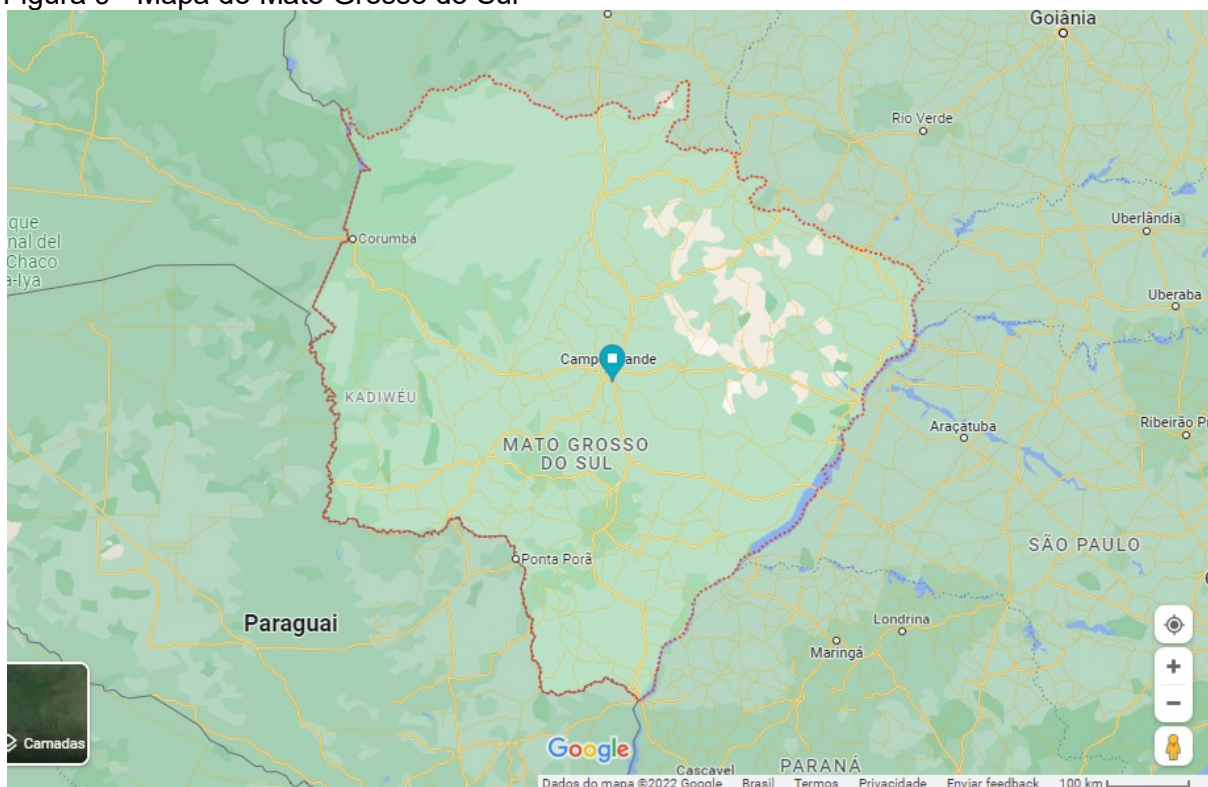
3.6.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para dar início aos resultados é importante apresentar que após a formatação do Programa de Necessidades, o mesmo foi utilizado como referência para validação dos projetos arquitetônicos para que unidades habitacionais pudessem ser validadas como AM no âmbito da EC. Portanto foram selecionadas Licitações de construção de casas populares de uma determinada região do país num determinado período de tempo. Todas essas informações serão apresentadas a seguir.

Tendo isso em vista, como a construção de casas populares é um assunto de interesse social, quem faz a administração, contratação e fiscalização é a gestão pública, portanto foram escolhidas Licitações, pois este é o meio que trata do conjunto de procedimentos administrativos (feitos pela administração pública) de compras e/ou serviços contratados pelos governos Federal, Estadual ou Municipal, ou seja, todos os entes federativos.

Portanto, para o tratamento de dados de licitações foi escolhidos o Estados de Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 9).

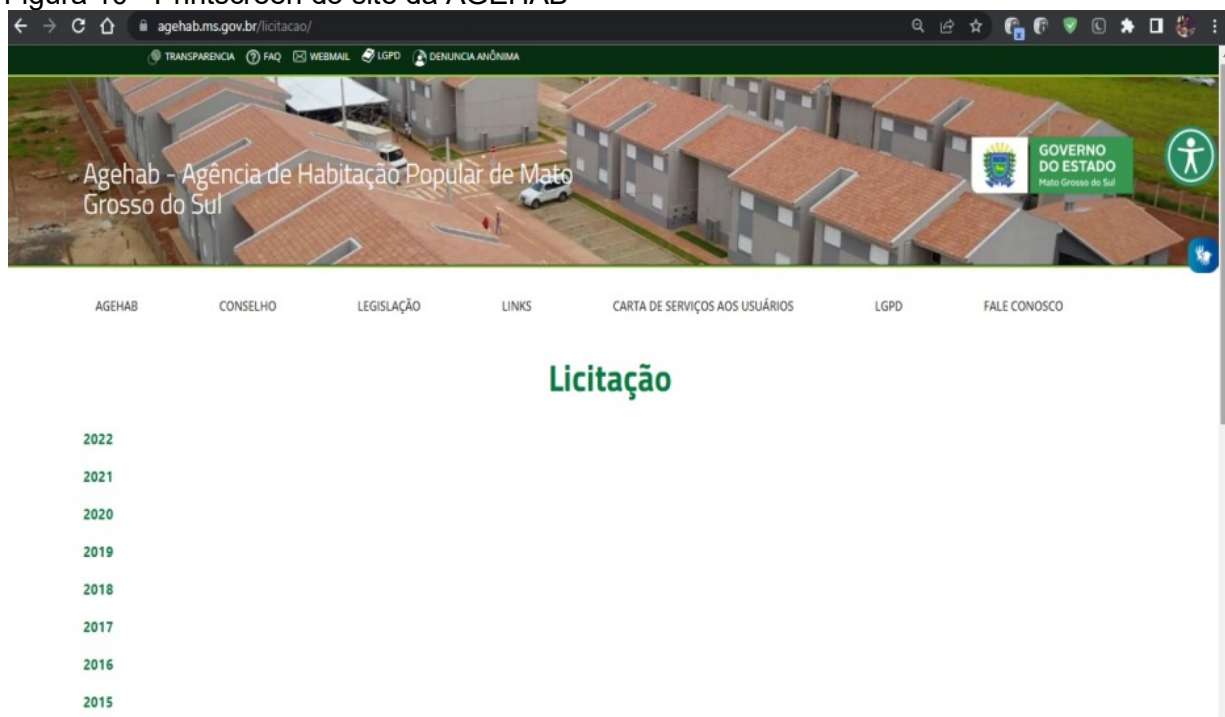
Figura 9 - Mapa do Mato Grosso do Sul



Fonte: Autor 2022.

Com isso foram escolhidas licitações que tivesse acesso gratuito e disponível para download, do Estado de MS. Portanto foi consultado dentro do acervo digital da AGEHAB – Agência de Habitação Popular de Mato Grosso do Sul através do site, <https://www.agehab.ms.gov.br/licitacao/> na sessão Licitação (Figura10).

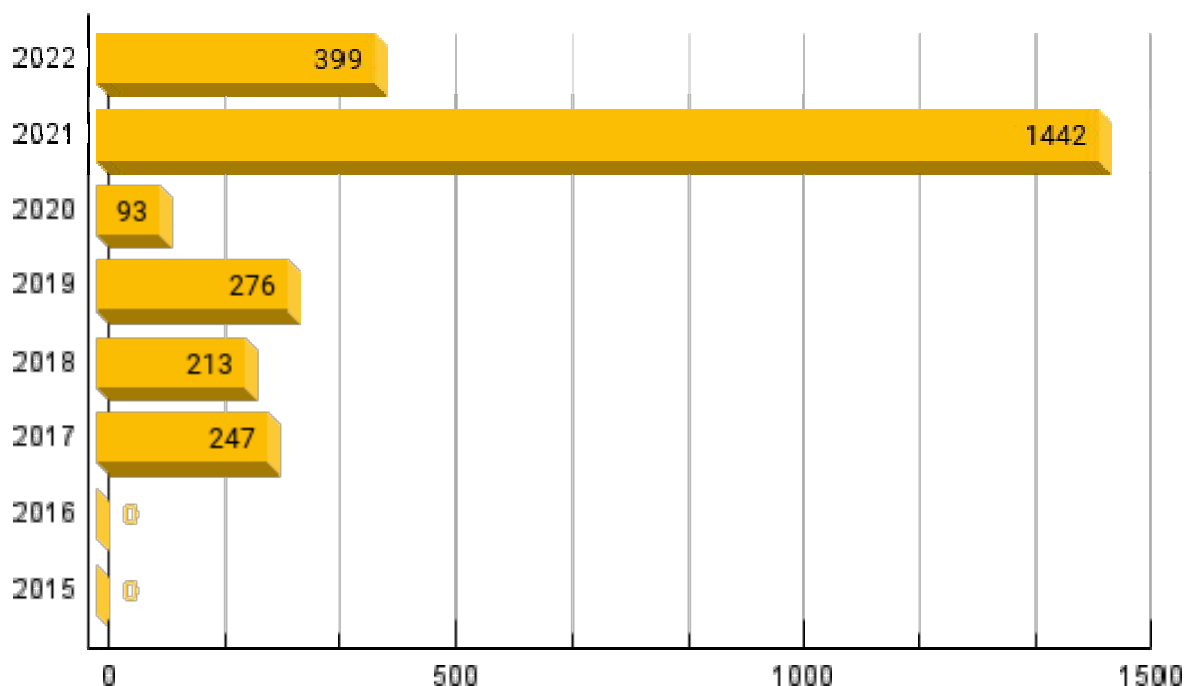
Figura 10 - Printscreen do site da AGEHAB



Fonte: Autor 2022.

Por meio dessa pesquisa no site da AGEHAB foram encontrados registros dentre os anos de 2015 há 2022, onde foram contabilizadas cerca de 2670 unidades habitacionais em licitações conforme Figura 11.

Figura 11 - Relação de licitações públicas para construção de casas populares por ano



Fonte: Autor 2022.

Com isso, foram encontradas através desta pesquisa registros de documentos de licitação, como cronograma de obras, tomada de preços, projeto arquitetônico, projeto hidrossanitário, entre outros documentos, que serviram de objeto de análise para a validação do Programa de Necessidades (Anexo A).

Portanto, a primeira análise a ser feita é sobre o grande número de habitações no ano de 2021, mesmo sendo ainda um ano registrado por pandemia.

Foi possível constatar também através desta pesquisa que o ano de 2020, ano de pandemia, forneceu apenas 93 registros online e por isso teve um número reduzido, pois a documentação foi feita através de registro físico em CD's conforme informou em edital, cujo acesso não estava disponível no site da AGEHAB.

Por meio dessa análise de registros fornecidos pelo site da AGEHAB foi possível constatar que não há registro de licitações entre os anos de 2015 e 2016.

Também não há registros de anos anteriores. Com isso esses anos foram constatados com 0 habitações e 0 licitações pois careciam de registro de projetos arquitetônicos constando assim falta de informações necessárias.

Após essa primeira análise sobre os registros e quantidades de habitações foi iniciada a análise de projetos de casas populares por meio de AM e EC com base no Programa de Necessidades - Anexo A.

Com isso foi feita a análise sobre o número de casas produzidas para validar que elas podem ser fabricadas numa linha de produção. Levando em consideração a diretriz “O Projeto deve permitir a execução de mais de uma unidade ao mesmo tempo viabilizando tempo e custo” contida no Anexo A, está licitação se enquadra como AM e EC, devido ao número considerável de unidades a serem produzidas. Dentre as licitações foi registrada como sendo o menor número de construção de casas um total de 10 unidades habitacionais conforme “Processo nº: 57/500.257/2019, realizado em 23/03/2022”, no município de Corguinho/MS, e o maior número de construção de casas sob um total de 190 unidades habitacionais conforme “Processo nº: 57/006.830/2021, realizado em 09/12/2021”, no município de Dourados/MS. Portanto as casas podem ser produzidas por meio de linha de produção desde 10 a 190 unidades.

Com isso, foi feita outra validação quanto aos aspectos técnicos do projeto arquitetônico de casas populares. Portanto foi utilizado o “Processo nº: 57/500.146/2020, Execução das obras de construção de 34 (trinta e quatro) unidades habitacionais, com área unitária de 42,56 m², nos seguintes locais: Loteamento Jardim Primavera I – Quadra 51: Lotes 01 ao 20; Residencial Padial Urel – Quadra 45: Lotes 20 ao 33, no município de Ponta Porã/MS.” cujo projeto arquitetônico (figura 14) foi utilizado como modelo.

Figura 12 - Projeto arquitetônico de casas populares

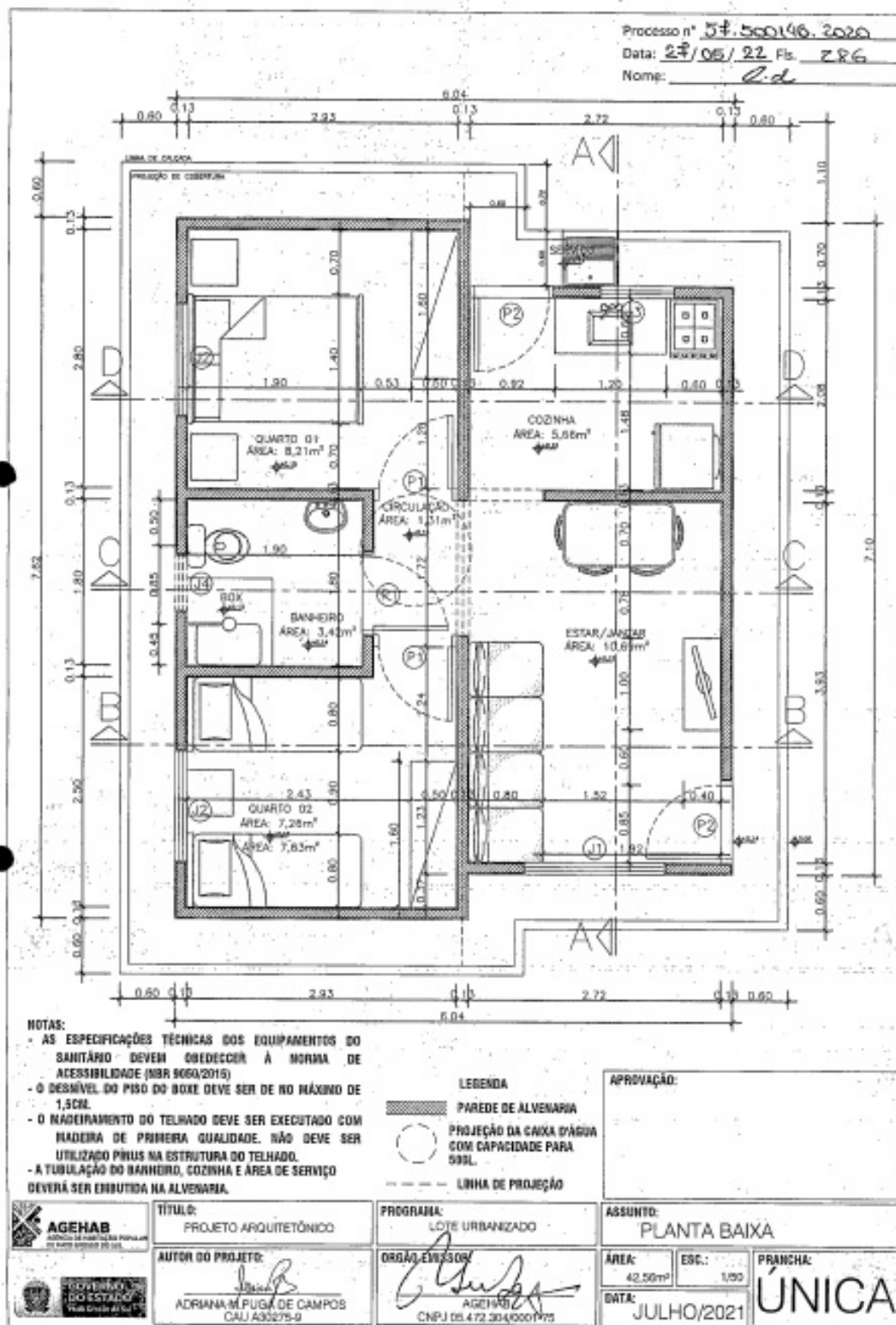


Figura 14 - Projeto arquitetônico de casas populares

Fonte: AGEHAB-MS 2022.

Com isso, após a análise de cada projeto dentro do acervo eletrônico da AGEHAB, foi possível constatar que os projetos apresentaram um padrão entre 42,00m² e 43,00m² aproximadamente, pois seguem as Leis Federais e Municipais de casas populares determinadas o que leva a validar as diretrizes determinadas quanto à quantidade mínima de ambientes e as dimensões mínimas de construção total, número de ambientes e suas respectivas dimensões mínimas. Portanto os projetos de casas populares atendem às exigências mínimas sobre quantidade de ambientes determinadas em Lei sobre casas populares

De acordo com a legenda e as especificações nos arquivos encontrados, foi possível validar as diretrizes sobre as dimensões de acessibilidade dos equipamentos do sanitário, pois atendem a tal Norma (NBR 9050/2015).

Os posicionamentos das instalações das esquadrias permitiram validar a diretriz do Programa sobre conforto ambiental, trazendo ventilação cruzada, mantendo a unidade em boa temperatura, o que também valida a diretrizes sobre Economia Circular em otimizar a construção e não se fazer necessário o uso de ar-condicionado, uma das estratégias para conforto ambiental.

Os projetos de casas populares se enquadram nas diretrizes que determinam que possam ser construídas de diferentes sistemas construtivos, pois respeita as diretrizes de modularidade em suas dimensões, design e formato de projeto.

Os projetos também permitem a construção de casas populares em todo o país não se limitando à uma só região pois tem seu sistema de fundação apoiado por radier. O que permite a construção em todo o tipo de terreno uma vez que foi preparado para receber a unidade.

A partir de uma planta otimizada como a que foi utilizada como modelo, é possível verificar a possibilidade de expansão da unidade futuramente caso necessário.

As dimensões de cada ambiente e da casa validam a diretrizes quanto à ser passível de sistema construtivo modular, permitindo assim a montagem, desmontagem e transporte. Essa validação, automaticamente também valida quanto à circularidade do projeto e da construção, uma vez que a unidade inteira pode ser reaproveitada eliminando assim a geração de resíduos e a extração de novos recursos naturais.

Uma vez que as dimensões das unidades se enquadram na diretriz sobre modularidade, também permitem que as unidades sejam fabricadas, numa linha de montagem, num espaço fabril, longe do terreno, atendendo aos princípios básicos de arquitetura modular e de Economia Circular. O que também valida a diretriz sobre técnicas de gerenciamento sustentável de obra.

O projeto arquitetônico utilizado como modelo permite que as casas populares se enquadrem nas diretrizes que determinam que possam ser construídas de diferentes sistemas construtivos, pois permitem variadas soluções construtivas.

Portanto através da análise feita em licitações de projetos de casas populares foi possível identificar o atendimento à um conjunto de diretrizes conforme indicadas como mínimos necessários para Projetos de Casas Populares por meio de AM e EC. Os projetos de casas populares por atenderem às diretrizes de modularidade também atenderam às diretrizes de economia circular ao permitirem diversos tipos de materiais e componentes. Sendo assim, abre a discussão para que sistemas mais antigos, como alvenaria convencional, sejam adequados às boas práticas de economia circular, como o gerenciamento sustentável, gerenciamento de etapas da obra numa linha

produção, como a gestão de resíduos, gerenciamento de materiais, por exemplo, e mitigar possíveis danos e impactos ambientais.

Com isso chega-se à conclusão de que as licitações para construção de casas populares atendem e podem ser classificadas como Unidades Habitacionais Modulares, pois não há uma limitação ou restrição quanto ao sistema construtivo, os projetos atendem às normas básicas de moradia digna, os projetos atendem às diretrizes modulares e permitem serem fabricados, transportados, montados e desmontados.

Portanto, as licitações para construção de casas populares vêm a favor das políticas públicas com o objetivo de atender as altas demandas de famílias em situação de rua. Com a construção de casas populares por meio da AM e EC, essas demandas podem ser atendidas de maneira mais rápida. O grande desafio das empresas e construtoras ganhadoras dos pregões é de conciliar componentes circulares para a construção das unidades, pois as suas tecnologias e seus sistemas construtivos ainda têm um alto custo. O que leva a esse tipo de construção ser mais utilizada para arquiteturas de alto padrão. Com isso levanta-se questionamentos sobre um conhecimento mais aprofundado desses componentes e suas formas de montagem e desmontagem, produção e transporte.

Com isso, é possível observar também que por serem volumes altos de casas (no mínimo dezenas), estas permitem ser produzidas através de uma linha de produção, o que otimiza ainda mais o tempo de conclusão dando liberdade para que mais licitações fossem executadas, gerando mais empregos e mais moradia. Com isso foi encontrado uma lacuna sobre a modularidade no âmbito de espaço de terreno vs casas construídas, uma vez que as casas populares são construídas umas ao lado das outras o que pode ser um impeditivo para as possíveis ampliações futuras, limitando o aspecto modular da construção e planejamento

A princípio os projetos foram feitos para serem executados em alvenaria convencional e/ou em madeira, o que entra como arquitetura modular, porém não como Economia Circular, uma vez que a madeira provém da extração direta do desmatamento. Por outro lado, poderia se pensar em desmatamento programado, onde as árvores que são utilizadas para a fabricação de casas, provêm de reflorestamento. Uma solução que poderia se enquadrar no âmbito de custo, o que é exigido dentro das licitações quanto ao custo de obra. Mas por outro lado, o projeto aceita outros sistemas que poderiam coadunar com a EC, como o uso de metais reintroduzidos na cadeia produtiva, desde que atendam as Leis, Normas e aos editais de licitações. O que pode ser um desafio para a construção dos projetos de casas populares por meio da arquitetura modular e economia circular são sobre o limite orçamentário para a execução e construção dessas casas, porém isso não impeditivo uma vez que nos editais já prevê a possibilidade de construção por meio de casas modulares em madeira. Portanto nos próprios editais de casas populares já existe uma brecha para a inserção de arquitetura modular e economia circular. O que pode ser um desafio para a construção dos projetos de casas populares por meio da arquitetura modular e economia circular são sobre o limite orçamentário para a execução e construção dessas casas, porém isso não impeditivo uma vez que nos editais já prevê a possibilidade de construção por meio de casas modulares em madeira. Portanto nos próprios editais de casas populares já existe uma brecha para a inserção de arquitetura modular e economia circular. É importante ressaltar que as políticas públicas não preveem a circularidade da construção, cabendo à empresa responsável pela construção decidir se atende ou não a essas estratégias. O que leva à crítica que futuramente possa ter essas exigências em licitações, e às empresas que forem executar as unidades habitacionais possa inserir a

AM e EC, uma vez que os resultados são em benefício do meio ambiente e dos recursos naturais.

Os projetos não se limitam a apenas um tipo de formato e configuração, podendo as unidades ter diversas formas e design e expandir tanto no plano horizontal quanto no vertical, sendo que a partir do terceiro andar é necessário elevador. Para a elaboração do projeto arquitetônico não há limitações quanto à criatividade do arquiteto ou até mesmo à capacidade de otimização dos espaços internos e externos das edificações.

Os projetos atendem às questões e requisitos mínimos de conforto ambiental, portanto a unidade em si, não necessita de adaptações extras. Porém vale ressaltar que a adoção de estratégias de conforto ambiental na adaptação e preparação do terreno pode ser feitas, como o aproveitamento da topografia e arborização do terreno, por exemplo. Portanto para que a construção de casas populares por meio de licitações públicas comece a utilizar AM e EC, é provável que nessas licitações sejam exigidos os pré-requisitos mínimos de modularidade e circularidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para iniciar este capítulo que finaliza esta dissertação, é necessário apresentar que a construção civil no Brasil, ainda se utiliza, em sua grande maioria, das práticas exploratórias de mão de obra humana acompanhadas de materiais de grande impacto ambiental como são as construções feitas em alvenaria convencional. Esse sistema construtivo (alvenaria convencional) ainda é utilizado em licitações para construção de casas populares. Com isso, é importante que se tenha um olhar mais

atencioso para o meio ambiente e entender que a inserção da economia circular é necessária não só para o presente, mas para o futuro da humanidade.

Tendo isso em vista, fica o questionamento para como as autoridades públicas vêm tratando a construção de casas populares para pessoas mais carentes. A academia e empresas que se preocupam com o meio ambiente estão cada vez mais ganhando força e espaço no mercado para tornar possíveis as construções modulares unidas à economia circular, e com isso fica o questionamento para que as licitações públicas se utilizem desse tipo de arquitetura e desse modelo econômico para beneficiar ainda mais as pessoas carentes e atender as altas demandas de moradia de interesse social.

Com isso, esta dissertação conclui que dentro dos editais de licitações deveriam existir parágrafos para que possa haver a possibilidade de inserção de sistemas construtivos modulares. Com isso, se faz necessário também a fiscalização para que atendam as diretrizes de EC.

Após as análises das licitações foi possível verificar que os sistemas construtivos permitidos se limitam à alvenaria convencional e casas de madeira. O que fogem totalmente do âmbito da EC.

Ao analisar os projetos de casas populares foi possível constatar que todos os projetos atendem os pré-requisitos de modularidade, portanto os projetos se enquadram como AM. Porém, para que a construção seja modular, é necessário alterar os modelos dos editais de licitação para que exijam que as construções sejam com componentes que se enquadrem na EC e para que as casas sejam construídas em módulos.

Portanto para que isso ocorra também é necessário que exclua dentro dos editais, a opção “alvenaria convencional ou casas em madeira”, pois isso limita e exclui o uso de AM e EC.

A temática da necessidade de construção de unidades habitacionais para famílias carentes e em estado de rua é um fato no Brasil que precisa de uma atenção não só da academia, mas das autoridades políticas e públicas. Porém para que isso ocorra de forma sustentável, é necessário que sejam feitas alterações nos editais de licitações para construção de casas populares. Com isso a utilização do Anexo A, pode servir como norteador não só para as construções, mas também para a formatação dos editais de licitação.

Portanto com isso, espero contribuir tanto para a academia quanto para empresas que buscam atender essas demandas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HUSSEIN, M.; NIAZ M.A.; YU H.; KIM H. Integrating 3D visualization and simulation for tower crane operations on construction sites. *Automation in Construction*, Vol. 15, No. 5, p. 554-562. 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C-780: standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry. Philadelphia, 1991.

ARAUJO, Camila Lopes Zequini Rodrigues. Diretrizes para projetos de arquitetura modular sob a perspectiva da Economia Circular. 2022. 104p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6461: blocos cerâmicos para alvenaria: verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983a. NBR 7211: agregado para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 1983b.

BARROS, M. M. B., Metodologia Para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios. São Paulo, 1996. 410 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BENEVOLO, Leonardo. História da arquitetura moderna. São Paulo: Perspectiva, 2001.

BERGAN, B. Italian Architects Designed Life-Saving Solution to House More COVID-19 Patients. *Interesting Engineering*, [s. l.], 27 maio 2020.

BLEDZIK, A. K. et al. A Comparison of Compounding Process and Wood Type For Wood Fibre-pp Composites. *CompositesPart A: applied Science and Manufacturing*, v. 36, p. 789-797, 2005.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. Applying the principles engineering of green cradle-to-cradle design. *Environmental Science and Technology*, p. 434-441. 2003.

CAMARGO, B. V., & Justo, A. M. (2013). IRAMUTEQ: Um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em Psicologia*, 21, 513-518.

CASTRO, J. L. D. C. et al. Representações sociais do VIH/SIDA para adolescentes: Uma abordagem estrutural. *Análise Psicológica*, v. 37, n. 1, p. 15-27, 2019.

CBIC. Sistema construtivo modular industrializado. Disponível em: <https://cbic.org.br>. Acesso em 12 de abril de 2020.

CHEN, S.; ZHANG, Z.; YANG, J.; WANG, J.; ZHAI, X.; BARNIGHAUSEN, T.; WANG, C. Fangcang shelter hospitals: a novel concept for responding to public health emergencies. *Health Policy, China*, 2 abr. 2020.

DAMASCENO, N.P. A importância do programa de necessidade (briefing) antes do desenvolvimento do projeto arquitetônico. *Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia* - Ano 10, Edição nº 17 Vol. 01 Julho/2019.

DELFANI, Mohsen et al. Towards designing modular of industrialized building systems. *JurnalTeknologi*, v. 78, n. 5, 2016.

EUROPEAN COMMISSION, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards a Circular Economy: a Zero Waste Programme for Europe. p. 398. Bruxelas, 2014.

ELKINGTON, John. Triple bottom-line reporting: Looking for balance. *Australian CPA*, v. 69, p. 18-21, 1999.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy 1: economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes, 2012.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Cities in the Circular Economy: An Initial Exploration. Cowes, 2017.

EU. European Green Deal - Actions being taken by the EU | European Commission. Retrieved May 21, 2021.

EMF. Ellen MacArthur Foundation. Towards the circular economy. Journal of Industrial Ecology, v. 2, n. 1, p. 23-44, 2013.

FENG Zhijun, YAN Nai-ling, Putting a circular economy into practice in China Sustain. Sci., 2 (2007), pp. 95-101.

FISKEL, J. Design for environment: a guide for sustainable product development (2nded.). McGrawHill, New York, 2009.

GHISELLINI, P., CIALANI, C., & ULGIATI, S.A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production. 2016.

GOLPARVAR-FARD, M.; PEÑA-MORA, F.; ARBOLEDA C.A.; LEE S.H. Visualization of construction progress monitoring with 4D simulation model overlaid on time-lapsed photographs. Journal of Computing in Civil Engineering, p. 391–404. 2009.

GOMEZ-JAUREGUI, Valentin et al. Information management and improvement of citation indices. International Journal of Information Management, v. 34, n. 2, p. 257-271, 2014.

GROSSMAN, Dave. GEO-5 para o Setor de Negócios: Impactos de um Meio Ambiente em Mudança sobre o Setor corporativo. PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2013.

GUERRERO, R. E. L. Escolhas sustentáveis em sistemas de vedação: construção de uma métrica de avaliação relativa. 2016. 202 p. Dissertação (Mestrado em Arquitura e

Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo PPGAU, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2016.

HALLINGER, P.; CHATPINYAKOOP, C. A bibliometric review gives research in higher education for sustainable development, 1998-2018. Sustainability, v.11, n. 8, p. 2401. 2019.

HERMANN, U.R.; HENDI, A.; OLEARCZYK, J.; AL-HUSSEIN, M. An Integrated System to Select, Position, and Simulate Mobile Cranes for Complex Industrial Projects, Construction Research Congress, Canadá. p. 267–276. 2010.

KIBERT, C.J. Deconstruction: The start of a sustainable materials strategy for the built environment. Ind. Environ. 26, 84–88, 2003.

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. Circular economy: the concept and its limitations. Ecological economics, v. 143, p. 37-46, 2018.

LAVELLE, J. A. Acrylic Latex-Modified Portland Cement. ACI Materials Journal, Detroit, v. 6, n. 1, p. 41-48, jan/feb. 1988.

LAVOLA SUSTAINABILITY. ¿Estamos preparados para implementar la economía circular? Barcelona, España. 2017.

MANSOOREH MOGHADAM, MOHAMED AL-HUSSEIN, SAAD AL-JIBOURI, and AVI TELYAS, Canadian Journal of Civil Engineering Volume 39, Number 9, September 2012

MEHO, Lokman I.; ROGERS, Yvonne. Citation counting, citation ranking, and h-index of human-computer interaction researchers: a comparison of Scopus and Web of Science. Journal of the American Society for Information Science and Technology, v. 59, n. 11, p. 1711-1726, 2008.

MBI (Modular Building Institute). 2015. Introduction to commercial modular construction. 1st ed. Bedford, VA: Bison Printing.

MOHSEN, O.M., KNYTL, P.J., ABDULAAL, B., OLEARCZYK, J., and AL-HUSSEIN, M. 2008. Simulation of modular building construction, Winter Simulation Conference, Austin, TX, USA. pp. 2471–2478.

MORAES, A. A. D. S. et al. O olhar de alunas de escola pública sobre o preservativo feminino. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 40, 2019.

NATIVIDADE & CAMARGO, B. V. (2012). Elementos da representação social da AIDS agrupados em dimensões: Uma técnica estrutural. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 28, 193-196.

O’CONNOR, James T.; O’BRIEN, William J.; CHOI, Jin Ouk. Industrial project execution planning: Modularization versus stick-built. *Practice periodical on structural design and construction*, v. 21, n. 1, p. 04015014, 2016.

PEARCE, David William; TURNER, R. Kerry; TURNER, R. Kerry. *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press, 1990.

PINHEIRO, M. D. “Ambiente e Construção Sustentável”. Instituto do Ambiente. Amadora, 2006

RAPOPORT, A. Environmental Cognition in Cross-Cultural Perspective. In: MOORE, G. T.; GOLLEDGE, R. G. (Eds.). *Environmental Knowing*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson and Ross, 1976. p. 220-234.

PORTARIA Nº 660, DE 14 DE NOVEMBRO DE 2018, DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, publicado em 16/11/2018, Edição: 220, Seção: 1, Página: 105, pelo Ministério das Cidades/Gabinete do Ministro.

RASHID, A.F.A.; YUSOFF, S. A review of life cycle assessment method for building industry. *Renew. Sustain. Rev.* 2015, 45, 244–248

ROAF, S. “Ecohouse: A Casa Ambientalmente Sustentável”. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROCHA, F. M. D.; MELO, A. B.; SILVA, E. P.; Torres, S. M. Pré-moldado (bloco EVAi) para alvenaria intertravada: projeto, produção, desempenho e simulação de uso em habitação social. *REVISTA ELETRÔNICA: AMBIENTE CONSTRUÍDO*, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 47-60, abr./jun. 2013.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M.; PEREIRA, S. W., “Avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil”. In: SATTER, Miguel Aloysio; RUTTKAY, Fernando Oscar (Eds), *Construção e Meio Ambiente*. Porto Alegre, ANTAC, 2006, *Coletânea Habitare*, v7, cap.4, p.97.

SUH, N. P. *The Principles of Design*. Nova York: Oxford University Press, 1990. 418 p.

TAGHADDOS, H., U. HERMANN, S. ABOURIZK, and Y. MOHAMED. 2014. “Simulation based multiagent approach for scheduling modular construction.” *J. Comput. Civ. Eng.* 28 (2): 263–274.

TERIBELE, A., & SALVADOR, G. P. (2021). Estudo compositivo com blocos retangulares e trapezoidais no sistema modular volumétrico. *Gestão & Tecnologia De Projetos*, 16(1), 80-95. <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i1.159612>

UNITED NATIONS. *The World’s Cities in 2018 - Data Booklet* (ST/ESA/SER.A/417); United Nations: New York, NY, USA, 2018; p. 34.

UNITED NATIONS. *UN World Population Prospects The 2017 Revision*; United Nations: New York, NY, USA, 2017; Volume 136.

VENTURA, A. Reflexão sobre conceitos de produção modular e arquitetura. *PosFAUUSP*, [S. l.], n. 20, p. 170-185, 2006.

WACHELKE J., & WOLTER, R. (2011). Critérios de construção e relato da análise prototípica para representações sociais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27, 521-526.

WU, D., LIN, Y., WANG, X., GAO, S. 2011. Algorithm of crane selection for heavy lifts. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 25(1): 57–65.

Y. GENG, B. DOBERSTEIN, Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, 15 (2008), pp. 231-239.

ZHAO, Xianbo et al. A bibliometric review of green building research 2000–2016.

Architectural Science Review, v. 62, n. 1, p. 74-88, 2019.

ANEXOS

ANEXO 1 - Programa de Necessidades para Projetos de Casas Populares com o uso de Arquitetura Modular por meio da Economia Circular

PROGRAMA DE NECESSIDADES
A área da UH deve ser suficiente para atender o programa mínimo da UH e as exigências de mobiliário para cada cômodo, a seguir definidas, respeitadas as seguintes áreas úteis mínimas: a) Casas: 36,00 m ² , se área de serviço for externa, ou 38,00 m ² , se a área de serviços for interna. b) Apartamentos / Casas Sobrepostas: 39,00 m ² .
Sala + 1 dormitório casal + 1 dormitório para duas pessoas + cozinha + área de serviço + banheiro. Estas especificações não estabelecem área mínima de cômodos, deixando aos projetistas a competência de formatar os ambientes da habitação segundo o mobiliário previsto.
Quantidade mínima de móveis: 1 cama (1,40 m x 1,90 m); 1 criado-mudo (0,50 m x 0,50 m); e 1 guarda-roupa (1,60 m x 0,50 m). Circulação mínima entre mobiliário e/ou paredes de 0,50 m.
Quantidade mínima de móveis: 2 camas (0,90 m x 1,90 m); 1 criado-mudo (0,50 m x 0,50 m); e 1 guarda-roupa (1,50 m x 0,50 m). Circulação mínima entre as camas de 0,80 m. Demais circulações, mínimo 0,50 m.
Largura mínima da cozinha: 1,80 m. Quantidade mínima: pia (1,20 m x 0,50 m); fogão (0,55 m x 0,60 m); e geladeira (0,70 m x 0,70 m). Previsão para armário sob a pia e gabinete.
Largura mínima sala de estar/refeições: 2,40 m. Quantidade mínima de móveis: sofás com número de assentos igual ao número de leitos; mesa para 4 pessoas; e Estante/Armário TV.
Largura mínima do banheiro: 1,50 m. Quantidade mínima: 1 lavatório sem coluna, 1 vaso sanitário com caixa de descarga acoplada, 1 box com ponto para chuveiro - (0,90 m x 0,95 m) com previsão para instalação de barras de apoio e de banco articulado, desnível máx. 15 mm; Assegurar a área para transferência ao vaso sanitário e ao box.
Quantidade mínima: 1 tanque (0,52 m x 0,53 m) e 1 máquina (0,60 m x 0,65 m). Prever espaço e garantia de acesso frontal para tanque e máquina de lavar.
Espaço livre de obstáculos em frente às portas de no mínimo 1,20 m. Nos banheiros, deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 360° (D= 1,50 m) . Nos demais cômodos, deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 180° (1,20 m x 1,50 m), livre de obstáculos, conforme definido pela ABNT NBR 9050.
Pé-direito mínimo de 2,50 m, admitindo-se 2,30 m no banheiro.
A unidade habitacional deverá ser projetada de forma a possibilitar a sua futura ampliação sem prejuízo das condições de iluminação e ventilação natural dos cômodos pré-existentes.
Vagas de estacionamento conforme definido na legislação municipal.
Calçada em concreto com largura mínima de 0,50 m. Nas áreas de serviço externas, deverá ser prevista calçada com largura mínima de 1,20 m e comprimento mínimo de 2,00 m na região do tanque e máquina de lavar.
Para edificação acima de dois pavimentos, deve ser previsto e indicado na planta o espaço destinado ao elevador e informado no manual do proprietário. O espaço deve permitir a execução e instalação futura do elevador. Não é necessária nenhuma obra física para este fim, exceto a execução da sua fundação, que deverá ser projetada e executada caso o espaço previsto para a futura instalação do elevador esteja no interior da edificação. Além disso, a estrutura deverá ser projetada e executada para suportar as cargas de instalação e operação do equipamento.
Ventilação cruzada: Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 garantia de ventilação cruzada em unidades unifamiliares - escoamento de ar entre pelo menos duas fachadas diferentes,

PROGRAMA DE NECESSIDADES
opostas ou adjacentes. Recomendada em unidades multifamiliares. Ventilação Noturna: Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 garantia de ventilação noturna com segurança em ambientes de longa permanência - dormitórios e sala - de unidades uni e multifamiliares.
Projeto deve permitir reformas, alterações e ampliações no envoltório do edifício.
O projeto deve ordenar os componentes pela expectativa de vida deles para viabilizar manutenção e desmontagem por etapas
O Projeto de permitir a execução de mais de uma unidade ao mesmo tempo viabilizando tempo e custo
Quantidade mínima de móveis: 2 camas (0,90 m x 1,90 m); 1 criado-mudo (0,50 m x 0,50 m); e 1 guarda-roupa (1,50 m x 0,50 m). Circulação mínima entre as camas de 0,80 m. Demais circulações, mínimo 0,50 m.
O projeto deve oferecer possibilidade de montagem/desmontagem.
Deve haver dentro do projeto a possibilidade de gerenciamento e compatibilização de projetos e de diferentes serviços envolvidos de forma a otimizar o tempo e o custo
O projeto deve considerar a reutilização de materiais, componentes ou módulos em pelo menos uma das etapas.
O projeto deve considerar a reciclagem de materiais, componentes ou módulos em pelo menos uma das etapas.
O projeto deve prever quantidade exata de materiais.
Deve haver o planejamento e a gestão da geração de resíduos que não forem reutilizados dentro do canteiro de obras e que forem destinados à descarte por completo
Deve haver o preparo do terreno previamente à instalação e construção das UHM
Deve haver o planejamento das técnicas construtivas, dos recursos humanos e das máquinas necessárias pré, durante e pós-obra.
O projeto deve considerar as dimensões e sombreamento das aberturas para conforto térmico de acordo com o que é estipulado no ANEXO I.
O projeto deve permitir que a estrutura seja independente.
O projeto modular deve ter dimensões compatíveis com padrões existentes de cada material empregado com as dimensões e produtos disponíveis no mercado
O projeto deve prever possibilidade de estruturas, unidades e produtos pré-fabricados, minimizando ao máximo a produção de componentes in loco
O projeto deve prever a utilização de materiais inseridos no sistema construtivo que permita a eliminação ou redução de geração de resíduos.
Deve haver o acompanhamento da construção sob as instruções dos profissionais ora arquitetos e engenheiros
Deve haver a conscientização dos clientes sobre a utilização de materiais ecológicos, elementos resistentes e não tóxicos.
Deve haver a orientação aos clientes sobre o impacto positivo da diminuição de geração de resíduos, os seus benefícios e a economia de investimento.
O projeto deve utilizar o conceito de flexibilidade: a capacidade de o material ser instalado e desinstalado em outro local com condições de solo semelhantes.
Observar a orientação solar e fatores bioclimáticos do local de implantação para a concepção e orientação de instalação de janelas, coberturas e ventilação cruzada.
O projeto deve ser adaptável e modular às necessidades do usuário.
O projeto deve prever o uso e dimensionamento de materiais leves que facilitem o manuseio e transporte para locais futuros.

PROGRAMA DE NECESSIDADES
O projeto deve ser adaptável e desmontável, com possibilidade do sistema se adequar a condições físicas mais elaboradas.
O projeto deve considerar o conforto térmico, acústico e de iluminação natural e artificial na sua elaboração.
O projeto deve prever o acesso a todas as áreas do edifício que se fazem necessário a manutenção quando for preciso.
O projeto deve permitir a possibilidade de montagem/desmontagem de componentes/módulos de forma independente possibilitando a sua expansão.
O projeto pode permitir a construção de várias unidades ao mesmo tempo através de uma linha de produção
O projeto deve conter uma planta baixa e um modelo com perspectivas em 3D, detalhado e de fácil compreensão.
O projeto deve considerar a avaliação pós-ocupação.
O projeto deve permitir a construção por meio de diversos sistemas construtivos não se limitando a um tipo apenas, permitindo diversas alternativas estruturais.
O projeto deve considerar a desconstrução e reconstrução em outro terreno.

Fonte: Autor 2022.