

Arquétipos de edifícios comerciais: uma revisão de literatura

Commercial buildings archetypes: a literature review

*Bruna Ceccon Rodrigues(1); Roseana Bonotto Ruivo(2); Ana Carolina Badalotti Passuello(3);
Ludimila Mallmann Schmalzfuss(4)*

1 Graduada em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre/RS, Brasil.

E-mail: bruna.ceccon@ufrgs.br

2 Mestra em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas/RS, Brasil.

E-mail: roseanabonotto@gmail.com

3 Doutora em Engenharia Civil, Universitat Rovira i Virgili, Espanha.

E-mail: ana.passuello@ufrgs.br

4 Mestra em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, Pelotas/RS, Brasil.

E-mail: ludimila.engcivil@hotmail.com

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 12, n. 2, p. 73-86, julho-dezembro, 2023 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2023.v12i2.4954>

Artigo convidado do



IX Seminário Internacional de
Construções Sustentáveis

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui!/click here!](#)

Resumo

Eficiência energética é uma importante questão que deve ser levada em consideração quando se estabelecem metas para promover o desenvolvimento sustentável de grandes cidades. Inúmeras políticas mundiais buscam cumprir objetivos sustentáveis por meio da eficiência energética, como a Agenda 2030, estabelecida pela ONU. Neste sentido, uma maneira de atingir esses objetivos é requalificar edificações já existentes nos grandes centros urbanos. Para isso, a elaboração de arquétipos de edifícios se mostra uma importante ferramenta, uma vez que permite avaliar o desempenho energético e calcular oportunidades de economia de energia através de simulações computacionais. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar, através de revisão sistemática de literatura (RSL), os principais estudos relacionados ao desenvolvimento de arquétipos de edifícios, principalmente da tipologia comercial. Os estudos mais relevantes publicados de 2012 a 2023 foram selecionados através de pesquisa na base de dados Scopus. Os resultados apontaram o interesse crescente nesta temática, além de um predomínio de publicações em países do hemisfério Norte, destacando uma lacuna do conhecimento importante em relação a países de clima quente, como o Brasil. O desenvolvimento de arquétipos para edifícios comerciais compreendeu 24,5% da amostra e representou um número pequeno de publicações nos últimos dez anos, reforçando a importância de mais estudos a respeito do tema. Parâmetros relacionados a características físicas da edificação, como geometria, organização interna e percentual de abertura da fachada são geralmente consideradas no desenvolvimento destes modelos. Além disso, informações provenientes da legislação do local em estudo, sistemas de informação geográfica (GIS) e bases de dados variadas também são ferramentas amplamente utilizadas no processo. Busca-se com este trabalho fornecer uma base de conhecimento para trabalhos futuros e auxiliar pesquisadores na tomada de decisões.

Palavras-chave: Arquétipos; Edifícios comerciais; Eficiência energética; Sustentabilidade.

Abstract

Energy efficiency is an important issue that must be taken into account when setting goals to promote the sustainable development of large cities. Numerous world policies seek to meet sustainable goals through energy efficiency, such as the 2030 Agenda, established by the ONU. In this sense, one way to achieve these objectives is to reclassify existing buildings in large urban centers. For this, the elaboration of archetypes of buildings proves to be an important tool, since it allows evaluating the energy performance and calculating opportunities for energy savings through computer simulations. Thus, the objective of this work is to identify and analyze, through a systematic literature review (SLR), the main studies related to the development of archetypes of buildings, mainly the commercial typology. The most relevant studies published from 2012 to 2023 were selected through a search in the Scopus database. The results point to a growing interest in this topic, in addition to a predominance of publications in countries in the northern hemisphere, highlighting an important knowledge gap in relation to countries with a hot climate, such as Brazil. The development of archetypes for commercial buildings comprised 24.5% of the sample and represented a small number of publications in the last ten years, reinforcing the importance of further studies on the subject. Parameters related to the physical characteristics of the building, such as geometry, internal organization, and window-to-wall ratio are generally considered in the development of these models. In addition, information from the legislation of the place under study, geographic information systems (GIS), and various databases are also widely used tools in the process. This work aims to provide a knowledge base for future work and to help researchers in decision-making.

Keywords: Archetypes; Commercial buildings; Energy efficiency; Sustainability.

1 Introdução

Desempenho energético é um tema amplamente abordado quando se fala sobre sustentabilidade do ambiente construído. Existem diversos acordos mundiais que visam o desenvolvimento sustentável por meio da eficiência energética e redução do consumo de energia elétrica, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU, que definem uma agenda a ser cumprida até 2030; e as diversas políticas registradas na base de dados da Agência Internacional de Energia (IEA), como por exemplo a chamada pública Procel para eficiência energética no setor público, em vigor no Brasil desde 2021, e a proposta de diretiva pela União Europeia para melhora da performance de energia em edificações.

No cenário mundial, o crescimento da demanda por energia elétrica em edificações está ultrapassando os atuais impactos positivos gerados por meio da eficiência energética (IEA, 2022), o que significa que novas medidas devem ser tomadas. Além disso, o consumo de energia para operação de edificações resultou em 30% do consumo global final de energia elétrica no ano de 2021 (IEA, 2022). Tendo isso em vista, para que os objetivos relacionados à eficiência energética sejam alcançados até 2030, estima-se que o consumo de energia por metro quadrado em edificações deva ser pelo menos 35% menor do que no ano de 2021 (IEA, 2022).

No Brasil, de acordo com a Empresa de Pesquisa Elétrica (EPE, 2023), o número de consumidores totais da rede elétrica aumentou em 2,8 milhões entre 2021 e 2022. Durante o mesmo período, o consumo de energia elétrica apenas pelo setor comercial correspondeu a 17,83% do total do país.

Uma maneira de alcançar objetivos relacionados à eficiência energética é requalificar as edificações já existentes, por meio de uma série de possíveis melhorias no envelope externo e em sistemas de iluminação, ar-condicionado e outros equipamentos. Para isso, o desenvolvimento de arquétipos, principalmente para o setor comercial, se mostra como uma ferramenta útil. Arquétipos são como “construções ideais” que, associadas a informações de edifícios existentes, permitem, através de simulações computacionais, avaliar o desempenho energético e identificar oportunidades de economia de energia (CARNIELETTO *et al.*, 2021). Estes modelos geralmente representam construções associadas a determinada região e podem ser utilizados para estimar o consumo de energia elétrica e emissões de carbono de edificações, além da possibilidade de simular cenários de *retrofit* para avaliar impactos ambientais e econômicos (BISCHOF; DUFFY, 2022). Neste sentido, um estudo realizado por Alves *et al.* (2018) apontou que a realização de *retrofit* profundo em edificações de escritório pode resultar em 28% de economia de energia em 20 anos.

De acordo com Alves, Machado e Souza (2019), no Brasil são escassos os trabalhos relacionados a modelagem energética do estoque de edifícios existentes, principalmente devido a falta de conhecimento dos padrões de consumo energético e

pela pouca disponibilidade de acesso a estes dados. Este fato reforça a importância de desenvolvimento de novos estudos nesta região. Para isso, a identificação dos principais estudos e métodos de abordagem se faz cada vez mais necessária.

Tendo em vista a possibilidade de uso de arquétipos de edificações como ferramenta fundamental para o alcance das metas de desenvolvimento sustentável, o objetivo deste estudo é, a partir de revisão sistemática de literatura, identificar e analisar os principais estudos relacionados ao desenvolvimento de arquétipos de edifícios, em especial de edifícios comerciais. Busca-se entender quais os principais parâmetros e métodos de análise utilizados, lacunas do conhecimento e os avanços alcançados, com o intuito de fornecer uma base de conhecimento para trabalhos futuros e auxiliar pesquisadores na tomada de decisões.

2 Método

Este trabalho foi desenvolvido com base em uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), cujo objetivo principal foi verificar as principais abordagens a respeito da elaboração de arquétipos de edificações, relacionados principalmente a edifícios comerciais. Para isso, foi realizada uma busca na base de dados *Scopus*, considerando as seguintes palavras-chave: “*building stock energy modeling*” OR “*building typology*” OR “*stock modeling*” OR “*representative archetypes*” OR “*archetypes building*” OR “*energy use baseline*”. Para restringir a busca foram estabelecidos como critérios de seleção trabalhos publicados em inglês entre os anos de 2012 e 2023. A quantidade total de trabalhos encontrados foi de 329. Todos os artigos que corresponderam aos critérios de seleção foram exportados para o software *Parsifal* (*parsif.al*, 2023), utilizado para gerenciamento de revisões sistemáticas, onde foram realizadas as etapas de filtragem.

A filtragem dos trabalhos ocorreu em três rodadas: i) filtragem por título; ii) filtragem por resumo; iii) análise do método. Junto a isso foram consideradas duas etapas de análise de resultados: a) arquétipos de edifícios em geral; e b) arquétipos de edifícios comerciais.

Na primeira etapa desta pesquisa foram considerados todos os trabalhos que tratassem especificamente de métodos para o desenvolvimento de arquétipos de edificações em geral, e que estivessem integrados à análise de desempenho termoenergético. Esta etapa correspondeu a 98 trabalhos que foram aceitos após as filtragens i e ii. O objetivo desta etapa foi compreender o panorama atual a respeito do tema, procurando identificar o número de publicações, principais tipologias estudadas e lacunas do conhecimento.

A segunda etapa teve como objetivo identificar os estudos a respeito de edificações comerciais. Optou-se pelo foco nesta tipologia em função do baixo número de publicações encontradas nas fases anteriores da pesquisa. Esta etapa compreende 21 trabalhos aceitos após a filtragem iii.

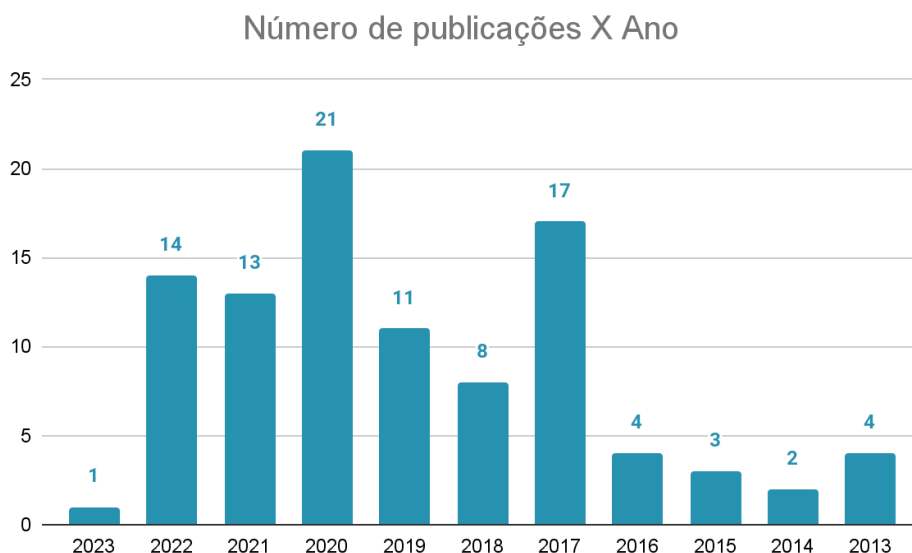
Sendo assim, partindo dos 329 artigos encontrados na base de dados de acordo com as palavras-chave de busca, foi realizada uma primeira etapa de análise a partir das filtragens por título (i) e por resumo (iii), que resultou em 98 artigos relacionados a arquétipos de edificações integrados a desempenho termoenergético. Destes, 21 trabalhos foram conservados após a filtragem de análise do método (iii), os quais tratam de arquétipos de edifícios comerciais.

3 Resultados

3.1 Panorama geral de arquétipos de edifícios

Dos 98 artigos admitidos após o processo de filtragem, foram identificadas 4 revisões de literatura e 94 publicações relacionadas ao desenvolvimento de arquétipos de edifícios, incluindo diferentes métodos e abordagens do tema. Através da Figura 1 é possível perceber um aumento no número de publicações relacionadas ao tema ao longo dos anos, o que demonstra um interesse crescente nesta temática. O ano com mais publicações foi 2020, com 21 trabalhos, enquanto o de menor foi em 2023, com apenas um. No entanto, é importante ressaltar que o ano de 2023 estava incompleto quando esta pesquisa foi realizada. Em seguida, o ano de 2014 apresentou o menor índice de publicações, com apenas dois estudos sobre o tema.

Figura 01. Número de publicações por ano

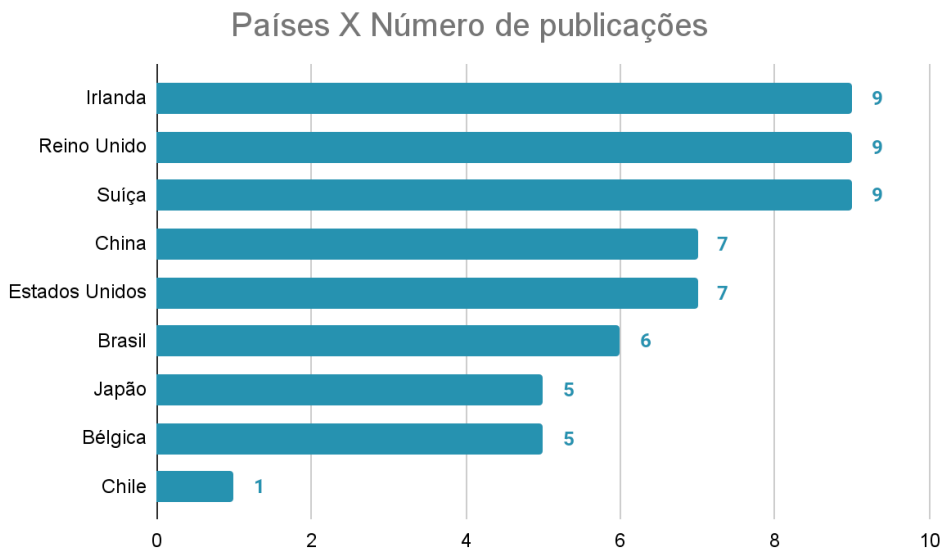


Fonte: Autoras, 2023.

Entre os estudos selecionados, foi possível perceber, como ilustrado na Figura 2, que os países com maior número de publicações estão concentrados na Europa, principalmente Irlanda, Reino Unido, Suíça e Bélgica; na América do Norte, principalmente Estados Unidos; e na Ásia, China e Japão. Em países do hemisfério Sul

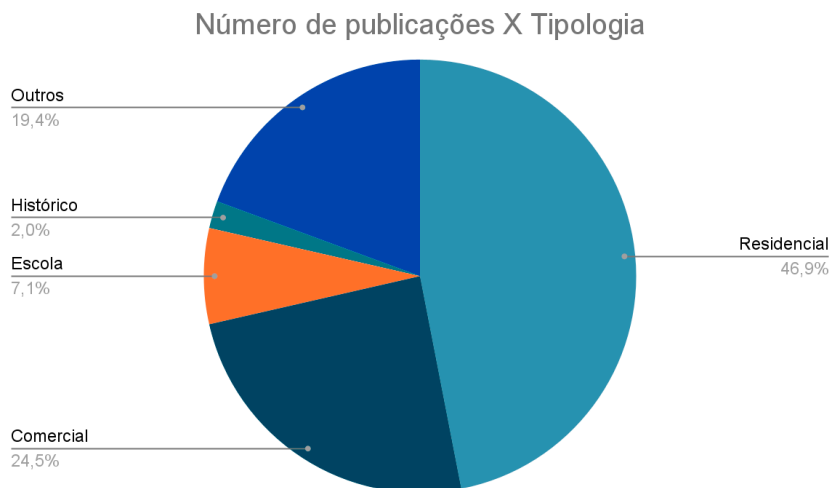
os estudos se mostraram limitados, representando apenas 7,14% da amostra. Desses, o país com maior número de publicações é o Brasil, com seis estudos.

Figura 02. Número de publicações por país



Fonte: Autoras, 2023.

No que diz respeito à tipologia das edificações, identificou-se um predomínio da tipologia residencial, para o qual foram encontrados 46 trabalhos (46,9% da amostra), seguida da comercial, com 24 trabalhos (24,5%) e escolas, com sete (7,14%). Estes dados estão ilustrados na Figura 3. Os resultados deste estudo permitiram identificar lacunas do conhecimento a respeito de arquétipos para edifícios comerciais, que apesar de ser a segunda tipologia mais estudada, atrás apenas da residencial, contemplou uma pequena quantidade de publicações nos últimos dez anos. Estes resultados estão em consonância com os encontrados por Carnieletto *et al.* (2021), que identificaram que a maioria dos estudos de caso analisados concentram-se em edificações residenciais, e apenas 3% em edificações de escritório. O pequeno número de trabalhos relacionados a edifícios não residenciais pode estar relacionado à complexidade desta tipologia, pois enquanto a residencial se mostra bastante homogênea, a comercial apresenta ampla variabilidade, sendo composta por diversos usos e morfologias (BISCHOF; DUFFY, 2022).

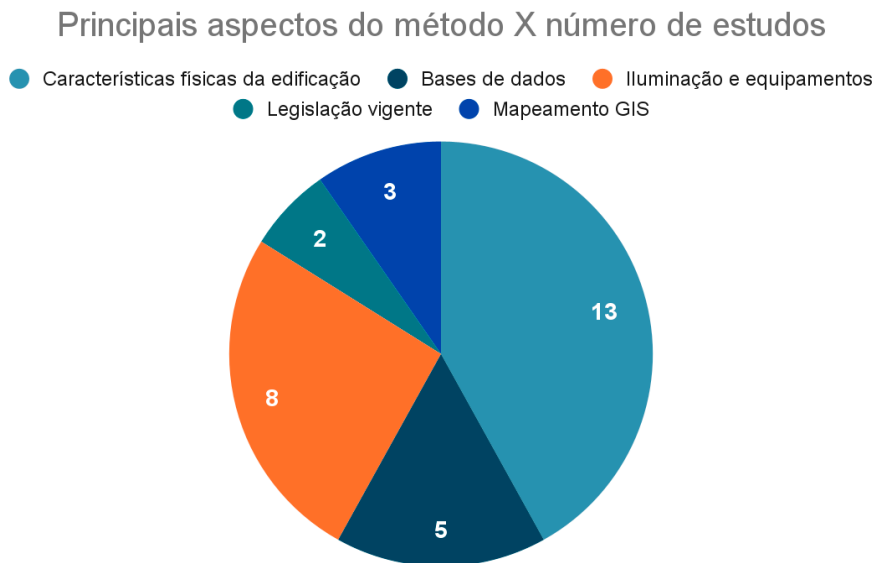
Figura 03. Número de publicações por tipologia analisada

Fonte: Autoras, 2023.

3.2 Arquétipos de edifícios comerciais

Na Tabela 1 é apresentada uma síntese dos principais estudos relacionados ao desenvolvimento de arquétipos de edificações comerciais. Através dela, é possível identificar que dos 21 artigos selecionados, 13 (SOARES GERALDI *et al.*, 2022; PERWEZ *et al.*, 2022; YAMAGUCHI *et al.*, 2022; CARNIELETTO *et al.*, 2021; BIANCHI *et al.*, 2020; ZHENG YU; YIHUA, 2020; KIM *et al.*, 2019; ELHARIDI; TUOHY; TEAMAH, 2018; ELHARIDI, 2017; KIMURA *et al.*, 2017; GARCÍA Kerdan *et al.*, 2015; MATA; SASIC KALAGASIDIS; JOHNSSON, 2014; KOROLIJA, 2013) levaram em consideração as características físicas da edificação no processo de elaboração de arquétipos, o que demonstra a importância da obtenção destes dados, uma vez que informações como o percentual de abertura da fachada (PAF) e formato da edificação apresentam influência direta nos resultados de desempenho termoenergético. Outros cinco estudos (TAM NGUYEN *et al.*, 2019; YAMAGUCHI *et al.*, 2022; SOARES GERALDI *et al.*, 2022; GARCÍA Kerdan *et al.*, 2015; MATA; SASIC KALAGASIDIS; JOHNSSON, 2014) fizeram uso de bases de dados, como dados governamentais, censo estatístico, dados meteorológicos, registro de empresas e organizações públicas; e dois (ALVES, 2017, 2018) utilizaram a legislação vigente no local do estudo, como por exemplo leis de uso do solo e código de obras. Oito trabalhos (SOARES GERALDI *et al.*, 2022; ZHENG YU; YIHUA, 2020; KIM *et al.*, 2019; ELHARIDI; TUOHY; TEAMAH, 2018; ELHARIDI, 2017; KIMURA, 2017, MATA; SASIC KALAGASIDIS; JOHNSSON, 2014; KOROLIJA, 2013) utilizaram, em conjunto com outros dados, a análise dos sistemas de iluminação e equipamentos da edificação, indicando uma análise mais detalhada, relacionada a definição de um perfil específico de consumo de energia. Estes dados estão ilustrados na Figura 4.

Figura 04. Principais aspectos do método X número de estudos



Fonte: Autoras, 2023.

Dentre os artigos selecionados, três foram realizados no Brasil (SOARES GERALDI *et al.*, 2022; ALVES, 2017, 2018). Destes, dois (ALVES *et al.*, 2017, 2018) avaliaram especificamente edifícios de escritórios, localizados na região Sudeste, e um (SOARES GERALDI *et al.*, 2022) avaliou o consumo de energia de todo o setor não-residencial do país. Neste último foi utilizada base de dados como ponto de partida para o desenvolvimento do modelo representativo, tendo em vista a grande dimensão da área de estudo. Esta base de dados foi estabelecida através de uma pesquisa detalhada, realizada por empresa contratada para tal, com uma amostra que contemplou cerca de 10 mil edificações, as quais foram agrupadas por tipologia. A partir disso foram extraídas as informações necessárias, que foram analisadas, organizadas e cruzadas com outros dados, como por exemplo dados do balanço energético brasileiro. Após foi realizada análise estatística para obtenção de resultados. Não foram encontradas outras pesquisas na América do Sul, corroborando a importância da realização de maiores estudos nesta região. O Brasil é o maior país em extensão territorial do hemisfério Sul, dessa forma, o aumento da aplicação de estratégias de eficiência energética é fundamental para o alcance de metas de sustentabilidade. Além disso, percebe-se uma ausência de estudos publicados nos demais países do hemisfério Sul, o que sugere uma lacuna de conhecimento em relação ao tema associado a países de clima quente.

Ao longo da revisão, foram identificadas diferentes classificações para os métodos aplicados nos estudos. Alguns autores (BISCHOF; DUFFY, 2022; BIANCHI *et al.*, 2020; ALVES *et al.*, 2017) classificam em abordagem *bottom-up* (de baixo para cima) e *top-down* (de cima para baixo). Bischof; Duffy (2022) definiram a abordagem *bottom-up* como uma abordagem mais detalhada e específica, com a inserção de dados ao nível

de equipamentos e sistemas do edifício. Já a abordagem *top-down* considera o estoque como um único consumidor final, constituindo uma análise mais geral, fazendo uso de mapas e indicadores macroeconômicos. Além disso, foi identificada também uma classificação quanto à maneira de obtenção de dados. Abordagens *data-science* tem como principais ferramentas bases de dados diversas, que podem ser desde dados geográficos até dados governamentais e climáticos. Já as abordagens classificadas como *engineering* são baseadas na engenharia e na física da edificação, considerando dinâmica de fluidos, transferência de calor, termodinâmica e fluxos de ar (BISCHOF; DUFFY, 2022).

Tendo isso em vista, pode-se perceber que a maior diferença entre as diversas abordagens é quanto a escala de análise. Diversos estudos (MATA; SASIC KALAGASIDIS; JOHNSON, 2014; COSTOLA; MELO; JACOB, 2017; TAM NGUYEN *et al.*, 2019) elaboraram arquétipos de edifícios para um estoque inteiro, abrangendo um número considerável de edificações, já outros (BIANCHI *et al.*, 2020; KIM *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2017) modelaram arquétipos para uma área mais restrita. Sendo assim, observou-se que, em análises de áreas mais extensas, como países, cidades ou distritos, as ferramentas mais utilizadas envolvem bases de dados, como legislação, dados governamentais ou de instituições. Outra ferramenta bastante usada é o mapeamento GIS (*geographic information system*). Em análises de áreas menores são avaliados aspectos mais específicos da edificação, como sistemas de ar-condicionado e iluminação, escala de ocupação e características físicas do envelope.

Dessa forma, o método escolhido para elaboração de arquétipos pode depender do tamanho da área em estudo. Avaliações em grande escala permitem estimar o desempenho energético de áreas mais extensas e abrangentes, mas não fornecem dados detalhados referentes a edificações que compõem este estoque. Análises em menor escala permitem avaliar o consumo de energia de áreas mais restritas, levando em consideração aspectos mais específicos, como sistemas de iluminação e climatização e ocupação da edificação.

Nesse sentido, Alves *et al.* (2017) realizou um estudo para elaboração de arquétipos por meio de dados extraídos da legislação vigente no local estudado, como legislação de uso do solo e código de obras. Após, foi conduzido um estudo de campo detalhado, que incluiu visitas *in loco* às edificações escolhidas a partir da análise dos dados obtidos na etapa anterior. A avaliação *in loco* das edificações permitiu a obtenção de características mais específicas, como sistemas de iluminação e de ar-condicionado, orientação solar, percentual de abertura da fachada e estratégias de controle solar. A partir destas informações, foram estabelecidas classes nas quais os modelos com características em comum foram agrupados, permitindo com isso a elaboração dos arquétipos. O resultado foi que, por meio desse processo, foi possível estimar a intensidade de uso de energia (EUI) de edifícios de escritórios existentes. Já Yamaguchi *et al.* (2022) realizou em seu estudo uma abordagem em área mais abrangente,

que levou em consideração as características básicas dos edifícios, além de dados urbanísticos e estatísticos. A análise se deu através de um modelo estatístico, elaborado a partir de um edifício base, com características representativas de edificações comerciais. Este modelo possibilitou uma análise que considera a probabilidade de escolha de diferentes sistemas para a edificação, principalmente de ar-condicionado. O estoque, devido sua grande extensão, foi segmentado em prefeituras e regiões geográficas, o que resultou em um protótipo de modelo de demanda energética para cada região. O resultado foi uma modelagem mais ampla, abrangendo todo o estoque de edifícios do país estudado.

Também há a possibilidade de realizar uma abordagem conjunta, que permite a integração entre ambas as formas de obtenção de dados, mas pode ser mais complexa e trabalhosa. Perwez *et al.* (2022) apresentou em seu estudo uma abordagem híbrida em multi-escala, utilizando como base informações específicas das edificações, como dados socioespaciais, equipamentos e ano de construção, mas levando em consideração também o contexto adjacente, geometria e tipologia, utilizando ferramentas de sistema de informação geográfica (GIS). As informações obtidas foram cruzadas e agregadas através de análise estatística. Assim, o resultado foi uma avaliação da eficiência energética e consumo de energia do estoque a nível nacional e urbano, capaz de proporcionar um melhor entendimento do modelo acerca do uso final da energia, uma vez que considera também informações específicas das edificações. Este tipo de abordagem facilita a consideração de aspectos técnicos e físicos e permite incluir a variação da composição do estoque, tornando sua representação também mais precisa (PERWEZ *et al.*, 2022).

Tabela 1. Síntese dos principais estudos relacionados ao desenvolvimento de arquétipos de edifícios comerciais

Autor(es)	Principais aspectos do método	Local	Periódico
(SOARES GERALDI <i>et al.</i> , 2022)	Base de dados; características físicas da edificação; sistemas	Brasil	<i>Energy and Buildings</i>
(PERWEZ <i>et al.</i> , 2022)	Mapeamento GIS; características físicas da edificação	Japão	<i>Applied Energy</i>
(YAMAGUCHI <i>et al.</i> , 2022)	Características físicas da edificação; base de dados	Japão	<i>Applied Energy</i>
(BISCHOF; DUFFY, 2022)	Revisão sistemática	-	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>
(CARNIELETTO <i>et al.</i> , 2021)	Mapeamento GIS; características físicas da edificação; modelo de ocupação	Itália	<i>Building and Environment</i>
(RISH; REMMEN; MÜLLER, 2021)	Calibração Bayesiana	Alemanha	<i>Energy and Buildings</i>

Autor(es)	Principais aspectos do método	Local	Periódico
(BIANCHI <i>et al.</i> , 2020)	Características físicas da edificação; modelo de ocupação	Estados Unidos	<i>Applied Energy</i>
(ZHENGYU; YIHUA, 2020)	Características físicas da edificação; sistemas; clima	China	<i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i>
(TAM NGUYEN <i>et al.</i> , 2019)	Mapeamento GIS; base de dados	França	<i>Journal of Physics: Conference Series</i>
(KIM <i>et al.</i> 2019)	Características físicas da edificação; sistemas	Japão	<i>Energy and Buildings</i>
(REMMEN; SCHÄFER; MÜLLER, 2019)	Calibração Bayesiana	Alemanha	<i>Building Simulation Conference Proceedings</i>
(ALVES <i>et al.</i> , 2018)	Legislação; pesquisa de campo; simulações EnergyPlus	Brasil	<i>Energy and Buildings</i>
(ELHARIDI; TUOHY; TEAMAH, 2018)	Características físicas da edificação; sistemas; modelo de ocupação	Egito	<i>Energy and Buildings</i>
(YAMAGUCHI; MIYACHI; SHIMODA, 2017)	Sistemas de ar-condicionado	Japão	<i>Energy and Buildings</i>
(ALVES <i>et al.</i> , 2017)	Legislação; pesquisa de campo; simulações EnergyPlus	Brasil	<i>Energy and Buildings</i>
(ELHARIDI <i>et al.</i> , 2017)	Características físicas da edificação; sistemas; modelo de ocupação	Egito	<i>Energy and Buildings</i>
(COSTOLA; MELO; JACOB, 2017)	Algoritmo	Reino Unido	<i>Building Simulation Conference Proceedings</i>
(KIMURA <i>et al.</i> , 2017)	Características físicas da edificação; sistemas; modelo de ocupação	Japão	<i>Building Simulation Conference Proceedings</i>
(GARCÍA Kerdan <i>et al.</i> ; 2015)	Características físicas da edificação; base de dados	México	<i>Energy Policy</i>
(MATA; SASIC KALAGASIDIS; JOHNSON, 2014)	Características físicas da edificação; base de dados; sistemas	União Europeia	<i>Building and Environment</i>
(KOROLIJA <i>et al.</i> , 2013)	Características físicas da edificação; sistema de iluminação; simulações EnergyPlus	Reino Unido	<i>Energy and Buildings</i>

Fonte: Autoras, 2023.

4 Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido com base em uma revisão sistemática de literatura e teve como objetivo identificar e analisar os principais estudos, métodos, lacunas e avanços do conhecimento utilizados no desenvolvimento de arquétipos de edificações, especialmente comerciais. Buscou-se identificar os principais autores, tipos de abordagem e informações utilizadas no processo de elaboração de arquétipos, além de destacar resultados de maior relevância, com o intuito de formar uma base para trabalhos futuros.

Os resultados desta pesquisa demonstram o número crescente de publicações a respeito do tema ao longo dos anos. Estes dados indicam a relevância do tema no cenário mundial, já que a elaboração de arquétipos pode ser considerada uma ferramenta útil para avaliar o consumo de energia em edificações ou estoque de edifícios, podendo ser utilizada também na identificação de oportunidades de melhoria da eficiência energética.

Considerando a amostra analisada, a tipologia residencial foi a mais estudada, compreendendo 46,9% dos estudos encontrados. A tipologia de escritórios, apesar de ser a segunda mais estudada, contemplou uma pequena quantidade de estudos nos últimos dez anos. Além disso, países da Europa e da Ásia concentram o maior número de publicações, revelando uma ausência importante de publicações em países do hemisfério sul, sugerindo uma lacuna do conhecimento a respeito do tema em países de clima quente, como o Brasil.

A partir da análise das metodologias desenvolvidas nos estudos foi possível identificar que as características físicas da edificação são parâmetros relevantes que devem ser levados em consideração no processo de elaboração de arquétipos, uma vez que impactam diretamente na eficiência energética. As ferramentas mais utilizadas no processo são legislação vigente no local do estudo, sistema de informações geográficas (GIS) e bases de dados diversas, como censo e dados governamentais. Além disso, foi possível compreender que a escolha da abordagem para o desenvolvimento de arquétipos pode ser feita conforme a escala da análise que se quer realizar. Análises realizadas em áreas mais extensas levam em conta informações mais generalizadas, enquanto as realizadas em áreas mais restritas consideram informações mais específicas.

Por fim, este trabalho sintetizou e analisou as contribuições mais recentes a respeito de arquétipos de edifícios, sobretudo comerciais, permitindo estabelecer uma visão ampla a respeito do tema. Espera-se que este estudo possa contribuir com trabalhos futuros e auxiliar projetistas na tomada de decisões, na busca por edificações mais sustentáveis e eficientes energeticamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio e financiamento para a realização desta pesquisa. A participação de R. Ruivo é promovida pela CAPES através de bolsa de pesquisa número 88887.750734/2022-00. A participação de A. Passuello é promovida pelo CNPq através de bolsa de pesquisa número 310208/2021-1.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - IEA (2022), *Buildings*, IEA, Paris. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/buildings>. Acesso em: 29 maio 2023.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - IEA (2022), *Policies, Procel Public call - Energy Efficiency in Public sector*. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/14363-procel-public-call-energy-efficiency-in-public-sector>. Acesso em: 29 maio 2023.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - IEA (2022), *Policies, EU Directive proposal for the Energy performance of buildings*. Disponível em: <https://www.iea.org/policies/14820-eu-directive-proposal-for-the-energy-performance-of-buildings>. Acesso em: 29 maio 2023.

ALVES, T. *et al.* Assessing the energy saving potential of an existing high-rise office building stock. *Energy and Buildings*, v. 173, p. 547-561, 2018.

ALVES, T. *et al.* A methodology for estimating office building energy use baselines by means of land use legislation and reference buildings. *Energy and Buildings*, v. 143, p. 100-113, 2017.

ALVES, T; MACHADO, L; SOUZA, R. The importance of urban parameters in energy archetype modeling. *Rev. UFMG*, Belo Horizonte, v. 26, p. 82-107, 2019.

BIANCHI, C. *et al.* Modeling occupancy-driven building loads for large and diversified building stocks through the use of parametric schedules. *Applied Energy*, v. 276, n. 115470, 2020.

BISCHOF, J; DUFFY, A. Life-cycle assessment of non-domestic building stocks: A meta-analysis of current modelling methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 153, n. 111743, 2022.

CARNIELETTO, L *et al.* Italian prototype building models for urban scale building performance simulation. *Building and Environment*, v. 192, n. 107590, 2021.

COSTOLA, D; MELO, A. P; JACOB, L. Development of energy simulation models from smart meter data using inverse modelling and genetic algorithms. *Building Simulation Conference Proceedings*, v. 1, p. 485-493, 2017.

ELHARIDI, A.M. *et al.* Energy and indoor environmental performance of typical Egyptian offices: Survey, baseline model and uncertainties. *Energy and Buildings*, v. 135, p. 367-384, 2017.

ELHARIDI, A. M; TUOHY, P.G; TEAMAH, M.A. Energy and indoor environmental performance of typical Egyptian offices: Survey, baseline model and uncertainties. *Energy and Buildings*, v. 158, p. 431-452, 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ELÉTRICA - (EPE, 2023). Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica> Acesso em: 9 maio 2023.

GARCÍA KERDAN, I. *et al.* Modelling the energy and exergy utilisation of the Mexican non-domestic sector: A study by climatic regions. *Energy Policy*, v. 77, p. 191-206, 2015.

KIM, B. *et al.* Urban building energy modeling considering the heterogeneity of HVAC system stock: A case study on Japanese office building stock. *Energy and Buildings*, v. 199, p. 547-561, 2019.

KIMURA, S. *et al.* Urban scale energy demand modelling of commercial building stock considering the variety of hvac system configuration. *Building Simulation Conference Proceedings*, v. 5, p. 2293-2301, 2017.

KOROLIJA, I. *et al.* UK office buildings archetypal model as methodological approach in development of regression models for predicting building energy consumption from heating and cooling demands. *Energy and Buildings*, v. 60, p. 152-162, 2013.

MATA, É; SASIC KALAGASIDIS, A; JOHNSON, F. Building-stock aggregation through archetype buildings: France, Germany, Spain and the UK. *Building and Environment*, v. 81, p. 270-282, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 19 abr. 2023.

PERWEZ, U. *et al.* Multi-scale GIS-synthetic hybrid approach for the development of commercial building stock energy model. *Applied Energy*, v. 323, n. 119536, 2022.

REMMEN, P; SCHÄFER, J; MÜLLER, D. Refinement of dynamic non-residential building archetypes using measurement data and Bayesian calibration. *Building Simulation Conference Proceedings*, v. 7, p. 4682-4689, 2019.

RISH, S; REMMEN, P; MÜLLER, D. Influence of data acquisition on the Bayesian calibration of urban building energy models. *Energy and Buildings*, v. 230, n. 110512, 2021.

SOARES GERALDI, M. *et al.* Assessment of the energy consumption in non-residential building sector in Brazil. *Energy and Buildings*, v. 273, n. 112371, 2022.

TAM NGUYEN, H. *et al.* Tertiary building stock modeling: Area determination by fusion of different datasets. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1343, n. 012017, 2019.

YAMAGUCHI, Y. *et al.* Building stock energy modeling considering building system composition and long-term change for climate change mitigation of commercial building stocks. *Applied Energy*, v. 306, n. 117907, 2022.

YAMAGUCHI, Y; MIYACHI, Y; SHIMODA, Y. Stock modelling of HVAC systems in Japanese commercial building sector using logistic regression. *Energy and Buildings*, v. 152, p. 458-471, 2017.

ZHENGYU, F; YIHUA, Z. Numerical Investigation of key design parameters impact on energy consumption of commercial complex distributed atrium in cold area of China. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 531, n. 012024, 2020.