



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANAIANCE FAZOLI GUIDINI

DESEMPENHO TÉRMICO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DE
HABITAÇÕES TÉRREAS ISOLADAS:
SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE
EVIDÊNCIAS DE PROJETO

Londrina
2018

ANAIANCE FAZOLI GUIDINI

**DESEMPENHO TÉRMICO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DE
HABITAÇÕES TÉRREAS ISOLADAS:
SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE
EVIDÊNCIAS DE PROJETO**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM METODOLOGIA DE PROJETO, no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Ercilia Hitomi Hirota

Co-orientadora: Profa. Dra Thalita Gorban Ferreira Giglio

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Guidini, Anaiance Fazoli.

Desempenho térmico dos sistemas de cobertura de habitações térreas isoladas : uma revisão sistemática de literatura para sistematização de evidências de projeto / Anaiance Fazoli Guidini. - Londrina, 2018.
130 f.

Orientador: Ercilia Hitomi Hirota.

Coorientador: Thalita Gorban Ferreira Giglio.

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Desempenho térmico - Tese. 2. Sistema de cobertura - NBR 15575 - Tese. 3. Revisão sistemática de literatura - Tese. 4. Projeto baseado em evidências - Tese. I. Hirota, Ercilia Hitomi. II. Giglio, Thalita Gorban Ferreira. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

ANAIANCE FAZOLI GUIDINI

**DESEMPENHO TÉRMICO DOS SISTEMAS DE COBERTURA DE
HABITAÇÕES TÉRREAS ISOLADAS:
SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS
DE PROJETO**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM METODOLOGIA DE PROJETO, no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Ercilia Hitomi Hirota
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Marieli Azoia Lukiantchuki
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Ricardo Codinhoto
University of Bath – UB

Londrina, 16 de abril de 2018.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Ercília Hitomi Hirota, orientadora deste trabalho, e Prof. Dra. Thalita Gorban Ferreira Giglio, co-orientadora, pesquisadoras dedicadas e generosas em compartilhar conhecimento e experiências, por aceitarem os desafios desta pesquisa e os vivenciarem comigo. Toda a minha admiração e carinho!

Aos meus pais, Lana e Nedino, que desde cedo me ensinaram que o conhecimento é a maior conquista e liberdade que se pode ter, e me apoiaram incondicionalmente para que este projeto se concretizasse.

Ao meu irmão, Victor Hugo, pelas incontáveis horas de estudo compartilhadas lado a lado, as muitas discussões sobre a pesquisa e todo o cuidado.

Ao Rafa, por ter me apoiado desde as primeiras linhas, quando o mestrado ainda era apenas um sonho. Sua compreensão e incentivo foram fundamentais para que se tornasse realidade.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Ricardo Codinhoto e Prof^ª. Dr^ª. Marieli Azoia Lukiantchuki, pela imensurável contribuição com esta pesquisa.

Aos colegas do Sebrae/PR e clientes, por terem motivado o interesse pelo tema da pesquisa e contribuírem para meu crescimento profissional e pessoal; em especial, ao gestor e amigo Joversi Rezende, pelo apoio em todos os anos de parceria.

Aos familiares e amigos que se mostraram presentes e apoiaram a realização desse projeto.

Aos colegas do mestrado pelos momentos compartilhados, e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, que contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e para meu crescimento pessoal.

GUIDINI, Anaiance Fazoli. **Desempenho térmico dos sistemas de cobertura de habitações térreas isoladas**: uma revisão sistemática de literatura para sistematização de evidências de projeto. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

Tem-se como objetivo desta pesquisa a proposição de um artefato que auxilie na sistematização de evidências para o desenvolvimento de projetos de edificações habitacionais, visando a incorporação e atendimento dos requisitos de desempenho térmico estabelecidos pela NBR 15575 e outros regulamentos vigentes. A aprovação da Norma de Desempenho, em 2013, trouxe à cadeia da construção civil o desafio de projetar e construir habitações visando atingir a um desempenho mínimo. Considera-se que a abordagem de desenvolvimento de projetos “baseados em evidências” e “informados por pesquisas” são um caminho para o atendimento aos requisitos normativos, uma vez que estas utilizam dados de pesquisas científicas para apoiar a tomada de decisões que impactem positivamente no resultado final em projetos. O trabalho adota como método a Design Science Research e emprega como ferramenta a revisão sistemática de literatura, para identificar as publicações existentes sobre o desempenho térmico dos sistemas de cobertura em habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido. Verificou-se que os telhados frios e as coberturas verdes destacam-se como melhores opções para tal contexto, no entanto, não foi possível afirmar que atendem aos requisitos da NBR 15575. As constatações levaram a elaboração de procedimentos para condução de RSL de forma que os dados sejam sistematizados como evidências. O objetivo foi atingido, no entanto, concluiu-se que os estudos científicos geram informações para o projeto, mas a falta de padronização nos métodos aplicados e formato de apresentação dos resultados não permitem que os dados sejam tratados como evidências.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Sistema de cobertura. NBR 15575. Revisão sistemática de literatura. Projeto baseado em evidências.

GUIDINI, Anaiance Fazoli. **Thermal performance of roof systems in insulated single-storey housing**: a systematic literature review for the systematization of project evidence. 2018. 130 p. Dissertation (Master in Architecture and Urbanism) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The objective of this research is the proposition of an artefact to assist in the systematization of evidences for the development of residential building projects, aiming at the incorporation and fulfillment of the thermal performance requirements established by NBR 15575 and other current regulations. The approval of the Performance Standard in 2013 brought to the construction chain the challenge of designing and build housing in order to achieve minimum performance. Approaches to developing "evidence-based" and "research-informed" projects are considered as a way to meet regulatory requirements, since they use scientific research data to support decision making that positively impacts the final outcome of projects. The work adopts the Design Science Research method and uses systematic literature review as a tool to identify existing publications on the thermal performance of roof systems in isolated single-storey houses in hot and humid climate regions. It was verified that cold roofs and green roofs stand out as better options for such context, however, it was not possible to affirm that they meet the requirements of NBR 15575. The findings led to the elaboration of procedures for conducting SLR in a way that data can be systematized as evidence. The objective was achieved, however, it was concluded that scientific studies inform for the project, but the lack of standardization in the applied methods and format of presentation of the results do not allow the data to be treated as evidence.

Keywords: Thermal performance. Roofing system. NBR 15575. Systematic literature review. Evidence-based design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Etapas da DSR e Delineamento do processo de pesquisa.....	19
Figura 2 –	Matriz das "opções de decisão"	26
Figura 3 –	Modelo de quatro níveis do pbe	31
Figura 4 –	Etapas da DSR	57
Figura 5 –	Delineamento do processo de pesquisa.....	59
Figura 6 –	Etapas da análise bibliométrica	64
Figura 7 –	Fluxograma do estudo exploratório (fase 1).....	75
Figura 8 –	Fluxograma da RSL.....	87
Figura 9 –	Localização dos experimentos	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Comparativo das etapas do PBE e RID.....	33
Quadro 2 –	Métodos de RSL	39
Quadro 3 –	Critérios fundamentais da DSR	57
Quadro 4 –	Protocolo de coleta de dados da bibliometria	65
Quadro 5 –	Modelo de protocolo para RSL.....	66
Quadro 6 –	Palavras-chave selecionadas	83
Quadro 7 –	Protocolo da RSL.....	85
Quadro 8 –	Ferramenta 1: critérios de avaliação da qualidade	88
Quadro 9 –	Ferramenta 2: extração dos dados gerais.....	89
Quadro 10.1 –	Critério: contexto e caracterização da pesquisa/ objeto de estudo	95
Quadro 10.2 –	Critério: método	97
Quadro 10.3 –	Critério: resultados.....	98
Quadro 10.4 –	Dados bibliométricos.....	100
Quadro 11 –	Ferramenta 3: extração dos resultados	104
Quadro 12 –	Aplicação da ferramenta 1: qualificação dos artigos	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Valores limite para a transmitância térmica da cobertura, segundo o procedimento simplificado da NBR 15575.....	51
Tabela 2	–	Critérios de avaliação de desempenho para condições de verão e inverno	51
Tabela 3	–	Termos de busca	60
Tabela 4	–	Estratégia de busca: strings.....	61
Tabela 5	–	Bases de dados selecionadas	62
Tabela 6	–	Critérios de exclusão	69
Tabela 7	–	Artigos excluídos.....	70
Tabela 8	–	Artigos incluídos	70
Tabela 9	–	Artigos incluídos por componente	71
Tabela 10	–	Bibliometria por palavras-chave no título	74
Tabela 11	–	Análise bibliométrica.....	76
Tabela 12	–	Bibliometria por periódicos	78
Tabela 13	–	Critérios de inclusão e exclusão	84
Tabela 14	–	Número de artigos incluídos e excluídos	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DSR	Design Science Research
EBD	Evidence-based design
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INFOHAB	Centro de Referência e Informação em Habitação
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
NBR	Norma Brasileira
PBE	Projeto Baseado em Evidências
PROJETEEE	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes
RID	Research-informed design
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais
START	State of the Art through Systematic Review
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
O CONTEXTO E PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
OBJETIVOS.....	18
MÉTODO E DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA	19
COMPOSIÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	21
1. O PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS (PBE)	22
1.1 A ORIGEM DO PBE: PRÁTICA BASEADA EM EVIDÊNCIAS	22
1.2 O PROCESSO DE PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS.....	23
1.3 O PROJETO <i>INFORMADO POR PESQUISAS</i>	32
1.4 PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS NO CONTEXTO HABITACIONAL	34
1.5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL).....	37
2. DESEMPENHO	44
2.1 O CONCEITO E A ABORDAGEM DE DESEMPENHO	44
2.2 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS.....	46
2.3 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA O SISTEMA DE COBERTURA DE HABITAÇÕES.....	50
3. MÉTODO DE PESQUISA.....	54
3.1 DESIGN SCIENCE	54
3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA: <i>DESIGN SCIENCE RESEARCH</i>	56
3.2.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA DSR	58
3.3 DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA	59
3.4 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	64
3.4.1 BIBLIOMETRIA.....	64
3.4.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	66

4.	ESTUDO EXPLORATÓRIO	68
4.1	PESQUISA BIBLIOMÉTRICA: BUSCA DE EVIDÊNCIAS	68
4.2	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PARA ESTABELEECER DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DO PROTOCOLO	76
4.3	DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	77
5.	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	82
5.1	QUESTÃO DE REVISÃO E PREPARAÇÃO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	82
5.2	A EXECUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	86
5.2.1	IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS	86
5.2.2	AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS.....	88
5.2.3	SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS: ORGANIZAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS.....	90
6.	CONCLUSÕES	110
6.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DO DESENVOLVIMENTO E VERIFICAÇÃO DO ARTEFATO.....	110
6.1.1	A SISTEMATIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS.....	110
6.1.2	PROCEDIMENTOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS.....	111
I.	PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	111
II.	COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	112
III.	EXTRAÇÃO DOS DADOS, ANÁLISE E SÍNTESE DE RESULTADOS.....	113
6.1.3	APLICACABILIDADE NO SISTEMA DE COBERTURA DE CASAS TÉRREAS	115
6.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ARTIGOS ANALISADOS	116
6.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
6.4	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	119
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE A – REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA RSL.....	129

INTRODUÇÃO

O CONTEXTO E PROBLEMA DE PESQUISA

A construção de edificações envolve processos diversos e complexos. Codinhoto (2003) e Fabrício (2009) analisam pesquisas conduzidas por diversos autores sobre o tema (CLARK; FUJIMOTO, 1991; CLARK; WHEELWRIGHT, 1993; TOLEDO, 1993; PAHL; BEITZ, 1996; ULRICH; EPPINGER, 2000; 2004; CRAWFORD; BENEDETTO, 2000; CUNHA; BUSS, 2001; ROZENFED ET AL., 2006; BACK ET AL., 2008) e afirmam que, embora haja diferentes visões sobre o processo de desenvolvimento de produtos, há consenso que este é dividido em fases. De modo geral e simplificado, inicia-se na concepção do produto, passa pelo desenvolvimento do projeto, a produção e o uso.

Os pesquisadores analisados ressaltam a importância da atividade de projeto no desenvolvimento de produtos. No entanto, para os empreendedores da construção civil nem sempre o projeto é prioridade. Muitas vezes é desenvolvido de modo fragmentado, por equipes terceirizadas, que pouco interagem e tomam decisões de forma isolada (FABRÍCIO, 2009), sem considerar que impactam enormemente o resultado final, visto que geram consequências financeiras e determinam características de um produto de vida útil longa (edificações).

Todos os projetos desenvolvidos para a construção civil deveriam contemplar, desde o início de seu planejamento e concepção, uma etapa fundamental de identificação de expectativas e necessidades dos clientes e partes interessadas (as quais podem ser empreendedores, usuários, regulamentações, entre outros), ou seja, os requisitos. Além disso, é importante gerenciá-los de modo que as prioridades sejam atendidas, transformando-as em atributos de produto (MIRON, 2002).

Uma significativa fonte de requisitos para o projeto são especificações estabelecidas nas diversas regulamentações técnicas, que atualmente abrangem toda a cadeia da construção civil, desde o projeto, execução de obras, até o fornecimento de materiais e componentes; como as NBRs e as diretrizes do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), para sistemas inovadores ou convencionais.

Essa importância foi reforçada com a aprovação da Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575:2013), vigente desde 19 de julho de 2013, a qual estabelece os requisitos mínimos de desempenho que devem ser atendidos pelos sistemas da edificação e engloba, além dos requisitos próprios, os determinados por normas técnicas relacionadas pré-existentes.

Ela estabelece como responsabilidade dos projetistas determinar a vida útil de projeto¹ (VUP) e especificar os materiais e sistemas adequados para serem utilizados como solução de projeto. No entanto, por não ser uma norma prescritiva, os projetistas encontram dificuldades em assegurar a especificação correta (MIRANDA, 2014; OKAMOTO; MELHADO, 2014; CASTRO; LOURA, 2015; COTTA; ANDERY, 2016).

Okamoto e Melhado (2014) ressaltam que as construtoras precisam alterar o modo de planejar e projetar os empreendimentos, comprar insumos e contratar os fornecedores que executam e realizam manutenção das obras para atender aos requisitos da Norma. Castro e Loura (2015, p. 8) afirmam que é necessário estabelecer *“uma estrutura mais abrangente de suporte à tomada de decisão durante o desenvolvimento dos projetos”*, buscando maior clareza nas informações e melhor definição das estratégias para transformação dos processos.

Por um lado, pesquisadores (LORENZI, 2013; SILVA; GHISI, 2014; CONCEIÇÃO; LEITE, 2016; CECHINEL; HACKENBERG; TONDO, 2016) e entidades de pesquisa, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT-SP) e Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC-PR), entre outras (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017), têm se dedicado a realizar ensaios de desempenho de sistemas, convencionais ou inovadores, para verificar o atendimento aos requisitos da Norma; e encontrar alternativas tecnológicas adequadas. No entanto, não é comum que os profissionais (projetistas de arquitetura ou engenharia) tenham o hábito de buscar tais dados, principalmente provenientes de pesquisa

¹ Na NBR 15575-1 (2013, p. 10) VUP é definido como *“Período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção”*.

científicas, para aplicar no desenvolvimento dos projetos de edificações (MARTIN, 2014).

Como consequência, observa-se um entrave, que configura o problema desta pesquisa: é necessário **identificar, durante o processo de projeto, soluções que atendam ao desempenho mínimo exigido pela NBR 15575**, mas os projetistas não estão preparados para buscar e analisar dados demandados pelas exigências normativas em vigor.

Um dos motivos deste fenômeno é que o processo de projeto ainda está bastante vinculado às experiências práticas e conhecimentos tácitos dos projetistas. Poucos profissionais acessam bases de dados para coletar informações que possam ser usadas no projeto, medem o desempenho das edificações que projetam e avaliam se suas premissas foram realmente alcançadas (HAMILTON, WATKINS, 2009; LIMA, 2014).

Por essa razão, entende-se que é necessário aprimorar a forma de projetar, e o trabalho colaborativo e multidisciplinar envolvendo toda a cadeia da construção civil, partindo de processos fundamentados, é necessário para que se projete visando o desempenho (COTTA; ANDERY, 2016). Nesse sentido, o *Evidence-Based Design (EBD)*, ou *Projeto Baseado em Evidências (PBE)*, nomenclatura que será adotada neste trabalho, se apresenta como uma abordagem alternativa a ser analisada, no qual são buscadas e ponderadas as melhores evidências práticas e de pesquisa para cada problema, para então tomar decisões no desenvolvimento do projeto que garantam os melhores resultados para o cliente (HAMILTON, 2012).

Lima (2014) analisa a visão de vários autores sobre o conceito de evidência, sob óticas diferentes (ACHINSTEIN, 1978; 2001; JOHNSON; DUBERLEY, 2000; DRAKE ET AL., 2004; GOLDMAN, 2006; KELLY, 2006; 2008; DIFATE, 2007; HARPER, 2010; MILLER, 2010; CODINHOTO, 2013), para defini-la como

O conhecimento derivado de uma variedade de fontes que são obtidas através de um processo confiável e que é disponibilizado sob um formato objetivo para justificar uma crença. Características fundamentais: conhecimento, confiabilidade, notoriedade, objetividade. (LIMA, 2014, p. 269)

Ainda, Lima (2014) as classifica em evidência de pesquisa, prática e do cliente; cujas fontes dos dados podem ser internas ou externas. Também podem ser

referenciais, que orientam a definição das soluções de projeto; ou de avaliação, para averiguar, na avaliação do empreendimento já em uso, se os resultados esperados foram alcançados. Esse último gera novas evidências referenciais (internas ou externas), que podem embasar projetos futuros.

Diante da complexidade do processo de projeto de edificações, Lima (2014) apresenta o PBE como um caminho para suprir as lacunas de conhecimento dos profissionais e apurar a tomada de decisões.

Num processo de projeto baseado em evidências são determinados os temas chave do projeto (aqueles necessitam de maior atenção na tomada de decisões para garantir o sucesso), os quais geram questões de pesquisa (HAMILTON; WATKINS, 2009). Para respondê-las, recomenda-se a condução de revisões sistemáticas de literatura para identificar os resultados mais adequados em pesquisas científicas, combinado a outros aspectos relevantes para o contexto do projeto, por exemplo, as preferências dos envolvidos (usuários, clientes, projetistas), a viabilidade técnica e econômica das soluções. O arranjo desses fatores ocasiona a escolha pela *“melhor evidência de pesquisa e prática na tomada de decisões críticas”* (HAMILTON; WATKINS, 2009, p. 9), e esta será considerada no desenvolvimento do PBE.

Mais recentemente, os pesquisadores da área perceberam que há casos em que não é possível obter evidências claras para responder às questões de pesquisa. Portanto, tem sido desenvolvida uma variação do PBE, chamada *Research-informed design (RID)*, ou *“projeto informado por pesquisas”*. Nessa abordagem, as pesquisas científicas são utilizadas para orientar os projetistas acerca das opções e melhores soluções de projeto. No entanto, o rigor na avaliação dos dados coletados é menor e pode ser menos sistemático (STICHLER, 2016; PEAVY; VANDER WYST, 2017).

Por ser uma abordagem recente, ainda há pouca literatura publicada sobre o RID. No entanto, Codinhoto et al (2010) e Durmisevic e Ciftcioglu (2010) apontam para o fato de que os estudos científicos publicados na área de arquitetura, em geral, são pouco estruturados, muitas vezes apresentando resultados de forma isolada, fragmentada e pouco detalhada. Entende-se que essas características dificultam a apropriação desses resultados para o PBE, mas não eliminam o potencial de serem utilizados em projetos informados por pesquisas.

Essa pesquisa pretende contribuir com o conhecimento sobre as abordagens explanadas no contexto habitacional, área pouco explorada até o momento. Além disso, diante da dificuldade real dos profissionais da cadeia da construção civil, pretende-se contribuir para responder a seguinte questão de pesquisa:

Como sistematizar dados oriundos de pesquisas científicas para gerar dados que possam ser utilizadas no processo de desenvolvimento do projeto de edificações habitacionais baseados em evidências (visando o atendimento a requisitos normativos)?

A ABNT NBR 15575:2013 estabelece requisitos e critérios de desempenho para cinco sistemas da habitação: estrutural, pisos, vedação vertical, cobertura e hidrossanitário, além de requisitos gerais. Para cada sistema, são determinados os níveis de desempenho em relação às influências que estão sujeitos e impactam o comportamento do edifício durante a vida útil (ABNT, 2013). Entre os aspectos incluídos, nessa pesquisa delimitou-se como objeto de análise o desempenho térmico dos sistemas de cobertura.

A escolha do desempenho térmico se justifica pelo fato do clima no Brasil ser predominantemente quente, e ser um problema de projeto importante em grande parte das construções, comprometendo o conforto térmico dos moradores (TRIANA MONTES, 2016).

De acordo com Triana Montes et al (2015), a política habitacional brasileira recente (especialmente, o regulamento do Programa Minha Casa, Minha Vida) favorece a priorização dos custos de construção pelos investidores, resultando em imóveis construídos com baixa qualidade e desempenho térmico inadequado. Ainda, reforça que as atuais técnicas de construção de habitações de interesse social, de um modo geral, proporcionam pouco conforto térmico aos usuários. Para gerar melhorias, considera importante modificar a concepção do projeto, adotando soluções que melhorem a ventilação, sombreamento e absorção de calor nas unidades, entre outras medidas.

Entre os tipos de moradia, dados do IBGE (2009) apontam que há muito mais pessoas morando em habitações térreas do que em edifícios verticais. Em casas térreas, a cobertura é o sistema que sofre maior impacto do meio externo quanto à

condição térmica, pois recebe diretamente a radiação solar (LAMBERTS, 1990; ABNT, 2013).

Considerando tal cenário e em conformidade com os resultados obtidos na etapa de Estudo Exploratório e conversas com especialistas em conforto térmico, nesta pesquisa delimitou-se a busca de evidências com foco no desempenho térmico dos sistemas de cobertura de habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido. Sendo assim, para que se alcance a resposta para a questão principal, antes é necessário responder a questões mais específicas:

- *Quais são as evidências de desempenho térmico disponíveis sobre sistemas ou componentes da edificação?*
- *Como utilizar as informações disponíveis sobre soluções para melhoria do desempenho térmico no desenvolvimento de projetos de habitações?*

OBJETIVOS

De forma a conduzir o processo de pesquisa para responder às questões secundárias e a principal, adotou-se como estratégia a realização de uma Análise Bibliométrica sobre o tema desempenho térmico (em geral), como uma etapa exploratória, anterior à condução da Revisão Sistemática de Literatura. Esta foi útil para determinar o foco da pesquisa e fornecer informações para elaborar o protocolo de pesquisa da RSL, a qual foi empregada como estratégia para atender ao Objetivo Geral:

Propor procedimentos para a sistematização das evidências de pesquisa científicas, possibilitando a tomada de decisões no desenvolvimento de projetos de forma a atender requisitos de desempenho térmico.

Para tanto, são dispostos os seguintes objetivos específicos:

- Sistematizar informações derivadas de pesquisas científicas sobre soluções que atinjam um bom desempenho térmico do sistema de cobertura de edificações,

- Identificar oportunidades de utilização das pesquisas de desempenho térmico de sistemas de cobertura no processo de projeto, para atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho.

MÉTODO E DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA

A *Design Science Research* (DSR) foi adotada como estratégia de pesquisa, uma vez que este estudo se destina à resolução prática de um problema real. Considerado um método “orientado à solução de problemas, busca construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis, diminuindo o distanciamento entre teoria e prática” (DRESCH ET AL, 2015, p.67).

Esta pesquisa foi realizada em etapas, como indica a literatura sobre Design Science Research. O delineamento do processo de pesquisa foi construído com base nas etapas da DSR e aqui serão apresentados em conjunto (Figura 1).

Figura 1 – Etapas da DSR e Delineamento do processo de pesquisa



Fonte: elaborado pela autora.

A fase de *seleção do problema* consistiu no aprofundamento do estudo sobre o tema da pesquisa para determinar o problema, e concluiu-se com a elaboração da

questão: *Como sistematizar dados oriundos de pesquisas científicas para gerar dados que possam ser utilizadas no processo de desenvolvimento do projeto de edificações habitacionais baseados em evidências (visando o atendimento aos requisitos normativos)?*

A segunda fase foi iniciada com a fundamentação teórica, com objetivo de compreender a abordagem de projetos baseados em evidências, informados por pesquisas; e os fatores intervenientes no desempenho térmico das edificações, de forma a apoiar a busca por estudos científicos que abordem recomendações para melhoria desse desempenho. Em seguida, realizou-se o estudo exploratório, investigando as publicações científicas sobre desempenho térmico por meio de análise bibliométrica, para averiguar que tipos de estudos estão sendo publicados, com qual foco e sobre quais sistemas tratam, bem como se de fato os artigos publicados dispõem de informações para contribuir na tomada de decisões em projetos.

Ainda nessa fase, com base nas informações coletadas na análise bibliométrica, em dados estatísticos sobre tipos de moradia, disponibilizados pelo IBGE (2009) e em discussões com especialistas em conforto ambiental, foi definido o foco do estudo como sendo o desempenho térmico dos sistemas de cobertura de habitações térreas isoladas; elaborado o protocolo de pesquisa da revisão sistemática de literatura.

Na etapa seguinte, de Desenvolvimento do Artefato e Verificação, executou-se a RSL, até a fase de extração de dados, análise e síntese dos resultados. O artefato foi delineado como os procedimentos para condução da RSL, tendo como resultado a sistematização dos dados das pesquisas. Na Síntese da RSL, verificou-se o atendimento ao objetivo da pesquisa; e foram identificadas as melhores soluções em sistemas de cobertura, em resposta à questão de revisão. Além disso, as considerações acerca dos resultados obtidos possibilitaram desenvolver uma análise crítica sobre as características das publicações científicas analisadas, contribuindo para o avanço do conhecimento existente.

COMPOSIÇÃO DOS CAPÍTULOS

Este trabalho será estruturado em seis capítulos, além desta Introdução, que analisa o contexto que originou o problema de pesquisa, expõe as principais lacunas que justificam o desenvolvimento da pesquisa e as suas delimitações. Também, apresenta a questão de pesquisa, objetivos e o resumo do método que será utilizado.

O Capítulo 1 apresenta a abordagem de projeto baseado em evidências, projeto informado por pesquisas e as origens nas ciências da saúde. As etapas do processo de projeto são explanadas com objetivo principal de observar como as evidências podem ser coletadas, hierarquizadas e utilizadas para tomada de decisão.

O Capítulo 2 trata da abordagem de desempenho e da identificação dos requisitos de desempenho térmico para habitação nas normas ABNT NBR 15575:2013 e ABNT NBR 15220:2005. Posteriormente, tais dados foram utilizados como base para análise dos resultados da Revisão Sistemática de Literatura.

O Capítulo 3 apresenta o método utilizado: define-se o *Design Science Research* como estratégia de pesquisa; são descritos os procedimentos para coleta e análise de dados e as ferramentas aplicadas.

No Capítulo 4 é apresentado o estudo exploratório, que consistiu de uma análise bibliométrica; e demonstrados os resultados da pesquisa e as discussões até esta etapa, fornecendo dados para o prosseguimento do trabalho.

O Capítulo 5 tem como conteúdo a condução da Revisão Sistemática de Literatura, os resultados obtidos e análises que levam a construção do artefato para sistematizar evidências e atender aos objetivos e responder à questão de pesquisa.

Por fim, o Capítulo 6 aborda o artefato de modo mais aprofundado: são descritos os procedimentos para condução de revisões sistemáticas de literatura, que resultem na sistematização dos dados como evidências para serem utilizadas no processo de projeto. Ainda, são apresentadas as conclusões da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

1. O PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS (PBE)

Este capítulo tem como objetivo apresentar a abordagem de projeto baseado em evidências (PBE) e projeto informado por pesquisas (RID). Inicialmente, são apresentadas as abordagens da área de saúde que motivaram o surgimento do PBE, Prática Baseada em Evidências e Medicina Baseada em Evidências. Na sequência, busca-se esclarecer as etapas de desenvolvimento de um projeto, observando, em especial, como os autores propõem a hierarquização e seleção das melhores evidências para a tomada de decisão; e como elas são efetivamente utilizadas no processo.

1.1 A ORIGEM DO PBE: PRÁTICA BASEADA EM EVIDÊNCIAS

A gênese do PBE são as Ciências Médicas, inicialmente a Prática Baseada em Evidências, fundada pelo epidemiologista britânico Dr. Archie Cochrane, na década de 1970. Ele criticava a conduta médica em não fornecer dados com rigor adequado para que planejadores e organizações tomassem decisões corretas sobre cuidados com a saúde; e acreditava que todas as especialidades deveriam basear a escolha dos tratamentos clínicos em evidências (MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005).

Definida por Sackett et al. (2000, apud MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005, p. 4), como *“o uso consciencioso de melhores evidências atuais na tomada de decisões sobre o cuidado do paciente”* é uma abordagem de resolução de problemas na prática clínica, que integra: *i)* realização de revisão sistemática, avaliação e síntese dos dados, para responder a uma questão clínica; *ii)* avaliação do caso pela experiência profissional e raciocínio clínico; *iii)* incorporação das preferências e valores dos pacientes na tomada de decisão; e *iv)* ponderação e utilização dos recursos disponíveis para implementar o tratamento e alcançar o resultado esperado. Como consequência, a prática eleva a qualidade do atendimento e proporciona melhores resultados para o paciente (MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005).

Baseando-se na mesma lógica, a Medicina Baseada em Evidências integra a *“experiência clínica individual com as melhores evidências clínicas externas disponíveis, a partir da pesquisa sistemática”* (SACKETT ET AL, 1996, p. 71); de modo

que se prioriza a investigação clínica centrada no paciente, fundamentada pelo conhecimento das ciências médicas. O desenvolvimento do conhecimento a partir das evidências clínicas externas levam à evolução da medicina, substituindo testes e tratamentos previamente aceitos por outros, mais precisos e seguros (SACKETT ET AL, 1996).

Atualmente, existe um reconhecimento de parte dos pesquisadores e profissionais da área de que a tomada de decisões baseadas em evidências fornece ao paciente um diagnóstico mais eficaz e um tratamento com maior qualidade, garantindo os melhores resultados possíveis (MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005).

1.2 O PROCESSO DE PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS

Os bons resultados da prática e da medicina baseada em evidências levaram os pesquisadores a questionar o impacto do edifício de saúde (hospital, clínica, etc.) para a recuperação dos pacientes. Tinha-se o conhecimento empírico de que a cura é favorecida em ambientes cujos elementos (iluminação, ventilação, entre outros aspectos) contribuem para minimizar o estresse dos pacientes, funcionários e visitantes; mas os parâmetros de projeto para criar esses espaços não estavam claros (DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010).

Partindo de questionamentos como “Dada uma determinada composição de projeto, qual seria o impacto sobre a recuperação do paciente?”, e adaptando a prática ao contexto da construção, pesquisadores iniciaram os vários tipos de estudos visando investigar o uso de evidências científicas na arquitetura. Quando analisados em conjunto, teriam objetivo de conduzir a um melhor desempenho do edifício como elemento de apoio a recuperação do doente. Dessa forma, os projetistas poderiam usar resultados da pesquisa para tomar decisões baseadas na melhor informação disponível (DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010).

Um trabalho publicado por Ulrich (1984) foi uma das primeiras iniciativas de investigação da relação entre o ambiente construído e os pacientes, usuários do edifício, tornando-se um impulsionador para o desenvolvimento do PBE. Nesse estudo, realizado em um hospital na Pensilvânia (EUA), buscou-se demonstrar como a visão através da janela do hospital impacta no estado emocional do paciente e pode

influenciar na recuperação. Demonstrou-se que a visualização de elementos naturais, como vegetação e água, gera sentimentos positivos e reduzem a ansiedade e o estresse. Comparado a pacientes que tinham como vista uma parede de tijolos, o primeiro grupo apresentou menor tempo de internação pós-operatório e consumiu menos doses de analgésicos. Por outro lado, Ulrich (1991) ressalva que os pacientes e usuários dos edifícios têm necessidades diferentes, inclusive utilizando o mesmo ambiente. Portanto, é importante que os projetistas as reconheçam e lidem com os conflitos, criando estratégias e soluções de projeto que os amenizem.

Assim, entende-se que o projeto baseado em evidências, quando desenvolvido utilizando dados de uma pesquisa robusta, tem o potencial de aumentar a eficiência no atendimento ao paciente, pois é uma abordagem que efetivamente contribui para a ampla gama de decisões complexas envolvidas com o projeto de edifícios e ambientes (ZIMRING; BOSCH, 2008).

Conceituado como “um processo de utilização da melhor evidência de pesquisa e prática na tomada de decisões críticas (HAMILTON; WATKINS, 2009, pg. 9) com o objetivo de melhorar os resultados (do projeto) e de monitorar o sucesso ou o fracasso, para tomada de decisão”, (MALKIN, 2008 apud CODINHOTO, 2013, p. 167), pesquisadores (ZIMRING; BOSCH, 2008; BROWN; ECOFF, 2011) afirmam que basear-se em evidências é uma prática que contribui positivamente para a tomada de decisões, já que promove a integração das melhores evidências científicas ao conhecimento dos projetistas e às prioridades de partes interessadas, ponderando os recursos disponíveis. Além disso, os resultados dos PBE, quando disseminados, promovem um avanço no conhecimento científico e podem introduzir novas diretrizes práticas de projeto, úteis para todos os projetistas (STICHLER, 2010).

Há uma forte recomendação para que as equipes de projeto sejam interdisciplinares. Sendo assim, o desenvolvimento de cada empreendimento envolve a perspectiva de múltiplos profissionais, como arquitetos, engenheiros, designers de interiores, especialistas em áreas específicas; além da participação ativa do cliente, possibilitando que cada contexto se aproprie e aplique os dados com resultados diferentes. Essa interação, condicionada pelas evidências e diretrizes regulatórias, evita que os edifícios tenham caráter padronizado e que a criatividade dos profissionais seja inibida. Ao contrário, é exigido o uso do conhecimento aliado à

criatividade para obter soluções melhores e mais adequadas (HAMILTON; WATKINS, 2009; DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010; BROWN; ECOFF, 2011; HAMILTON, 2012).

No entanto, uma das dificuldades em disseminar o uso do PBE é o fato da maioria das publicações apresentar a teoria ou os resultados do projeto desenvolvido, mas não o processo projetual e de tomada de decisões em si. Hamilton e Watkins (2009) descrevem um exemplo de processo de projeto em nove etapas, diferenciando-as quanto a práticas comumente adotadas pelos profissionais; e incluindo a caracterização do projeto baseado em evidências. Para construir um percurso mais consistente, inclui-se a contribuição de outros autores da área de arquitetura (MARTIN; GUERIN, 2006; CODINHOTO ET AL, 2010; DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010; STICHLER, 2010; 2013; 2016; HAMILTON, 2012; 2014) e das ciências da saúde (MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005), pontuando considerações sobre a prática baseada em evidências adaptadas ao contexto da construção civil, conforme será descrito a seguir.

1) Estabelecer as metas de projeto do cliente:

A primeira fase caracteriza-se pela identificação das necessidades e expectativas do cliente. Os objetivos dele para com o projeto devem ser listados. Quando o cliente é uma empresa, é importante registrar também a missão, visão e valores do negócio, para que o projeto seja desenvolvido em alinhamento à cultura organizacional. Essa etapa é bastante semelhante a prática comum dos arquitetos de preparação do *briefing*, levantamento de necessidades, ou formulação do programa. Ainda assim, para o PBE a participação do cliente é fundamental durante todo o processo, não apenas na fase inicial.

2) Estabelecer as metas dos profissionais:

Os arquitetos e outros profissionais envolvidos devem listar seus próprios objetivos com o desenvolvimento do projeto. Estes podem ser, entre as inúmeras possibilidades, o resultado final pretendido ou até a relevância da contratação - em alguns casos pode haver uma importância estratégica em especial para os

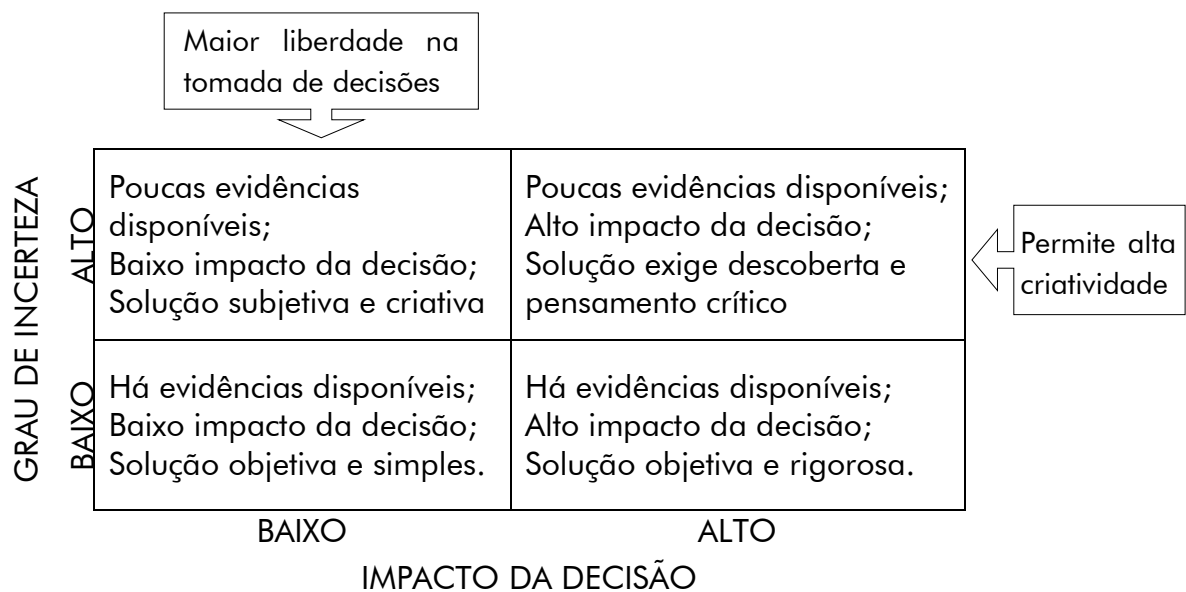
contratados, inclusive de posicionamento de mercado após a publicação dos resultados e construção da obra; e esses fatores devem ser levados em consideração.

3) Identificar os temas chave do projeto:

Dentre os possíveis fatores que influenciam na tomada de decisões e resultados, é necessário definir quais serão os principais para o sucesso do projeto. Recomenda-se delimitar de 1 a 3 tópicos ou temas, focados nos objetivos e metas previamente estabelecidos nas etapas 1 e 2. Cada um originará uma pesquisa, que poderá ser desdobrada em diversas perguntas a serem respondidas pelas evidências. No entanto, Hamilton (2014) aconselha abordar um número bastante restrito de questões, focando naquelas em que há pouca informação disponível, ou para o qual não existe um consenso de solução óbvia.

Para auxiliar no processo de decisão entre os temas considerados potenciais e torná-la mais assertiva, Hamilton (2012), propõe uma matriz (Figura 2) que os classifica com base na quantidade de informações disponíveis sobre cada tema ou questão e no grau de impacto de uma decisão.

Figura 2 - Matriz das "opções de decisão"



Fonte: adaptado de HAMILTON (2012).

Quando há pouca ou nenhuma informação disponível sobre um tópico, a matriz o categoriza em um alto nível de incerteza. Se há muito conhecimento sobre ele, o projetista pode dar à decisão um grau de certeza. Decisões que são muito importantes por influenciarem significativamente os resultados podem ser descritas na matriz como de alto impacto. Outras decisões, que não colocam os resultados em risco, podem ser tratadas como de baixo impacto.

Os tópicos alocados nos quadrantes à esquerda, superior e inferior, oferecem ao projetista maior liberdade na tomada de decisões, devido ao impacto nos resultados ser baixo e não exigir uma solução específica. Por outro lado, os quadrantes à direita representam decisões cruciais, que irão interferir nos resultados de ordem econômica, social, arquitetônica, de saúde e segurança, entre outros (principalmente quando alocadas no quadrante inferior); e devem ser tomadas com alto rigor, com base em critérios racionais e funcionais.

Os tópicos alocados nos quadrantes superiores da matriz exigem maior criatividade do projetista nas soluções. À esquerda, o baixo risco e poucas evidências fornecem oportunidade para a expressão criativa e subjetiva e tendem a levar a soluções e formas arquitetônicas mais interessantes. À direita, a pouca informação e significativo impacto da decisão geram uma situação complexa, identificando um tópico que pode apresentar um resultado muito interessante para o projeto, e exigiria maior dedicação e criatividade dos profissionais em encontrar soluções.

4) Converter os temas chave em questões de pesquisa:

Os fatores listados como chaves devem ser transformados em questões de pesquisa específicas, que traduzam conceitos precisos. Um mesmo tema pode gerar várias questões. Hamilton e Watkins (2009) afirmam que uma boa questão deve atender ao menos a duas características: demonstrar relevância para o projeto e ser possível de responder.

5) Coletar informações e obter evidências relevantes para as questões de pesquisa:

Esta é uma das principais etapas do PBE. Após a formulação das questões, as evidências podem ser coletadas em fontes diversas, como pesquisas científicas, base

de dados estatísticos, dados gerados e informados pelo cliente e fornecedores, registros de aprendizagem da própria empresa. Para a prática baseada em evidências, Melnyk Fineout-Overholt (2005) propõem que se faça: (1) revisão sistemática de literatura relacionada a cada pergunta; (2) busca de informações no conhecimento tácito e experiências dos profissionais; e exemplos de melhores práticas. Stichler (2010) considera este método válido também para coletar dados para o projeto.

No contexto da arquitetura, as melhores práticas têm pouca evidência empírica ou explicação do que as torna "melhores" ou quais são os critérios para definir e medir o "sucesso" do projeto; pois são analisadas pelo viés do conhecimento tácito, acumulado pelos profissionais (AHRETZEN, 2006a). Hamilton e Watkins (2009) ressaltam que quando são buscadas as melhores práticas nos resultados de outros projetos, deve-se atentar para o entendimento do contexto, pois em geral os itens que influenciam o comportamento do usuário precisam ser analisados com cuidado e, eventualmente, reinterpretados.

Stichler (2010, p. 9; 2013, p. 10), baseando-se em Melnyk e Fineout-Overholt (2005), afirma que a revisão sistemática na arquitetura pode se apoiar na estratégia *PICO*², uma estrutura utilizada na área de saúde para orientar a investigação nas bases de dados, em que *P* é a delimitação do público de interesse ou lugar; *I* é a intervenção ou assunto a ser pesquisado; *C* corresponde a comparação entre grupos; e *O* são os resultados/ características em observação.

Codinhoto et al (2010) reforçam a importância das revisões sistemáticas de literatura para o desenvolvimento de projetos baseados em evidências. Orienta-se que o pesquisador/profissional avalie a confiabilidade e validade dos estudos encontrados (HAMILTON; WATKINS, 2009; STICHLER, 2013); e guie a seleção pelas seguintes questões: *a)* A relevância da questão é reconhecida pelos envolvidos? *b)* Quais abordagens tem sido estudadas, por quem e com qual nível de sucesso? *c)* Onde as pesquisas anteriores foram bem-sucedidas ou falharam, quais são as lacunas? *d)* Como esse estudo pode se distinguir em método, análise, seleção de dados; e porquê o pesquisador acredita que a abordagem atual será melhor que as

² Traduzido do inglês PICO: Patient population, Intervention or Issue of interest, Comparison intervention or group, Outcome (MELNYK; FINEOUT-OVERHOLT, 2005).

anteriores? e) Qual é a experiência do pesquisador que propõe a nova abordagem; há rigor para que a investigação seja considerada válida, independente do resultado? (HAMILTON; WATKINS, 2009).

Contudo, caso as evidências necessárias sejam inexistentes ou indisponíveis, as pesquisas também podem ser produzidas pela equipe de trabalho. Nesse caso, geralmente são feitas pesquisas de campo, simulações virtuais, entre outros; mas é importante observar se há tempo e orçamento disponível para condução do estudo (HAMILTON; WATKINS, 2009).

6) Interpretar criticamente as evidências:

Coletados os dados, faz-se necessário analisar criticamente os resultados, avaliando a importância e contribuição para o projeto. Os dados devem ser organizados hierarquicamente, de acordo com a credibilidade da fonte, para determinação das melhores evidências a serem utilizadas no processo de projeto. Em geral, recomenda-se utilizar resultados de pesquisas mais criteriosas, por exemplo, provenientes de experimentos controlados ou publicadas em periódicos revisados por pares. Mesmo assim, é possível optar pelo uso de dados obtidos em estudos pouco consolidados, ou apoiados por uma minoria de estudiosos, desde que se tenha um cuidado extra ao avaliar sua relevância. Para tanto, Hamilton e Watkins (2009) recomendam avaliar se os dados encontrados são de alta qualidade, analisando-os quanto a quatro características: i) o estudo precisa ser completo, sem omissões; ii) demonstrar rigor e precisão nos métodos e instrumentos; iii) ter proximidade temporal, de acordo com o contexto; iv) ser apropriado para a questão de pesquisa.

7) Desenvolver conceitos para atingir os resultados de projeto desejados:

Intuitivamente, os profissionais costumam pensar nas consequências das escolhas que fazem para o projeto. A diferença quando se desenvolve projetos baseados em evidências é que essas intenções precisam ter os resultados esperados documentados previamente, como hipóteses. Todos os projetos possuem um grande número de conceitos identificáveis, tanto objetivos como subjetivos; como exemplo, a organização de espaço, características ambientais, de desempenho, percepção do

usuário, entre outros (HAMILTON; WATKINS, 2009). Nos processos “convencionais”³, muitas vezes esses conceitos são chamados “partidos” ou “premissas” e embasam a tomada de decisões. Essa etapa é o momento em que as evidências selecionadas geram respostas para as questões e são integradas como soluções projetuais (STICHLER, 2010).

8) Resultados previstos nas hipóteses:

Na etapa anterior, os conceitos são documentados e transformados em hipóteses. Em seguida, o resultado pretendido para cada uma deve ser também registrado, como meta. Ressalta-se que o processo de definição de conceitos, elaboração de hipóteses e estabelecimento de metas é um processo cíclico, que se refina durante o desenvolvimento do projeto. Assim, conforme as decisões são tomadas, os conceitos menos favoráveis são rejeitados e formulação de novas hipóteses podem ser necessárias, sucessivamente; até que profissionais e cliente concordem que possuem respostas conclusivas (HAMILTON; WATKINS, 2009).

9) Selecionar medidas compatíveis às questões postas pela hipótese:

Todas as hipóteses formuladas precisam ser testadas por meio de método que comprove os resultados pretendidos e alcançados. Alguns tipos de mensuração exigem análise antes e depois da construção de um empreendimento, mas a definitiva pode ser feita apenas após a finalização completa. Em seguida, recomenda-se que os resultados sejam compilados, analisados e disseminados. Os métodos mais comuns são a Avaliação Pós-Ocupação e o Estudo de Caso; mas uma opção interessante é a avaliação crítica do projeto por profissionais ou partes independentes e não tendenciosas (como entidades, pesquisadores ou outras empresas), conhecedoras do processo. O passo final é a disseminação dos resultados – inclusive os que contestam as hipóteses - em publicações científicas ou técnicas, relatos de aprendizagem, entre outros meios. Stichler (2016) ressalta a importância

³ Aqui, entendido como o processo de projeto que não utiliza, sistematicamente, evidências na tomada de decisões.

da divulgação dos resultados, de modo a contribuir para o desenvolvimento de projetos futuros.

Na última etapa, dá-se prosseguimento ao processo de desenvolvimento e documentação do projeto para a construção.

Para apoiar os profissionais no uso de evidências no projeto, Hamilton e Watkins (2009) propõem um modelo que contempla uma escala de profundidade e rigor no desenvolvimento do processo, em quatro níveis (Figura 3). O nível 1 corresponde à fase inicial de interesse pelo uso de evidências no desenvolvimento de projetos, e caracteriza-se pela busca de informações em pesquisas e literatura relevantes. Desde esta etapa, a prática de Revisão Sistemática de Literatura é considerada importante (HAMILTON; WATKINS, 2009; LIMA, 2014).

A repetição do processo e a experiência obtida levam à evolução do arquiteto no modelo e, conseqüentemente, ao aumento do rigor na prática. O Nível 4 é alcançado quando os resultados dos projetos são sujeitos a avaliações rigorosas e publicados em periódicos científicos (HAMILTON; WATKINS, 2009).

Figura 3 - Modelo de quatro níveis do PBE

Rigor do Processo →		1	2	3	4
↑ Evolução do Processo	NÍVEL 4 - REVISÃO CIENTÍFICA	★	★	★	★
	Publicar os achados em periódicos científicos				
	Colaborar com cientistas sociais acadêmicos				
	Sujeitar o trabalho para revisão em nível bem rigoroso				
	NÍVEL 3 - RELATO IMPARCIAL	★	★	★	
	Relatar resultados publicamente através da escrita ou fala				
	Compartilhar informações além dos limites da empresa e do grupo de clientes				
	Sujeitar o método e os resultados ao exame minucioso de outras pessoas				
	NÍVEL 2 - HIPÓTESES E MEDIÇÃO	★	★		
	Criar hipóteses dos resultados esperados em relação a determinadas decisões de projeto				
	Medir os resultados				
	Empregar novos métodos de pesquisa				
	Entender a pesquisa e interpretar as implicações				
	Estar apto para relacionar a decisão aos resultados mensurados				
	Resistir à tentação de relatar o sucesso e ignorar as falhas				
	NÍVEL 1 - INTERPRETAÇÃO CRÍTICA DA PESQUISA	★			
Ficar atualizado com a literatura do campo					
Seguir a pesquisa ambiental relacionada ao ambiente físico					
Interpretar o significado da evidência que se relaciona com determinados empreendimentos					
Julgar qual o melhor projeto para circunstâncias específicas					
Usar os conceitos de projeto com base em revisões modelo de outros empreendimentos					
Produzir um trabalho que avance o estado da arte através do desenvolvimento de exemplos tangíveis de projeto melhorado					

Fonte: Lima (2014, p. 51), adaptado de Hamilton e Watkins (2009).

1.3 O PROJETO *INFORMADO POR PESQUISAS*

A descrição do processo de projeto baseado em evidências partiu da revisão bibliográfica, reunindo informações publicadas por vários pesquisadores, mas a literatura ainda demonstra lacunas ou pouco aprofundamento para viabilizar a aplicação prática. Para Durmisevic e Ciftcioglu (2010), uma das principais dificuldades em usar o PBE como metodologia é basear-se em resultados de estudos isolados, que avaliam pesquisas recentes mas não integram todo o conhecimento existente sobre um certo tópico; e muitas vezes não fornecem dados confiáveis por não terem tido condução rigorosa. Assim, o propósito de analisar os efeitos que cada decisão em projeto poderia ter com base nas evidências obtidas, para escolher a melhor, é comprometido.

Codinhoto et al (2010) reforçam essa afirmação, alegando que grande parte dos estudos científicos publicados na arquitetura não são compatíveis com a abordagem baseada em evidências, pois precisariam ter informações estruturadas de forma detalhada para permitir que a equipe de projeto tome decisões.

Nesse âmbito, mais recentemente, um novo termo tem sido utilizado nas discussões sobre o uso de dados de pesquisas científicas em projeto: o *research-informed design* (RID), ou “projeto informado por pesquisas”. Embora tenha semelhanças com PBE, inclusive sendo o título muitas vezes utilizado equivocadamente como sinônimo (STICHLER, 2016), a diferença substancial é que o “projeto informado” é menos rigoroso na busca por evidências e considera os aspectos envolvidos de forma mais branda na tomada de decisões. Em geral, as informações são buscadas nos melhores estudos possíveis para orientar decisões relacionadas ao processo de projeto, mas os critérios de avaliação dos dados são menos exigentes (STICHLER, 2016).

Na mesma linha, Peavy e Vander Wyst (2017) concordam que há diferenças entre PBE e RID. Eles definem o PBE como *“o processo de tomar decisões na criação de um projeto, integrando de forma crítica e adequada a soma de evidências disponíveis e confiáveis, conhecimentos específicos dos profissionais e necessidades, preferências e recursos dos clientes no contexto do projeto, para alcançar as metas”*, e o RID como o *“processo de aplicação de pesquisa confiável integrada à pesquisa*

empírica específica para projetos, clientes ou populações, para informar a desenvolvimento de projetos e alcançar as metas"

Embora ambas as abordagens utilizem o conhecimento existente como fonte de informação para o projeto, o RID não exige que os dados sejam constituídos como evidências, sendo suficiente para a tomada de decisão a análise de resultados amplos, obtidos em pesquisas (PEAVY; VANDER WYST, 2017).

Desse modo, embora a produção científica na área de arquitetura nem sempre desenvolva evidências conclusivas para serem utilizadas no projeto devido à baixa estruturação e detalhamento das informações (CODINHOTO ET AL, 2010), a abordagem "projeto informado" resgata o valor destas pesquisas, que podem contribuir de forma crítica para orientar a equipe de projeto sobre as melhores decisões a serem tomadas.

Peavy e Vander Wyst (2017) organizam as macro etapas referentes as duas abordagens e as comparam, conforme apresentado no Quadro 01, a seguir. Nota-se que algumas fases são semelhantes; no entanto, em todas as etapas os autores definem o RID como um processo que tende a ser mais fluido e interativo, que aplica a pesquisa para investigar soluções, desenvolver testes para o projeto e fazer os ajustes necessários, numa interação cíclica.

Quadro 1 - Comparativo das etapas do PBE e RID

EVIDENCE-BASED DESIGN	RESEARCH-INFORMED DESIGN
Definição das metas/ objetivos do projeto	Definição das metas/ objetivos do projeto
Revisão de literatura	Revisão de literatura
Desenvolvimento do projeto	Desenvolvimento do projeto
Levantamento de hipóteses	Avaliação das soluções projeto
Coleta de dados (prévia)	Testes do projeto
Implementação do projeto	Implementação do projeto
Coleta de dados (resultados)	Disseminação dos resultados

Fonte: adaptado de Peavy e Vander Wyst (2017, p. 151)

Embora o processo de projeto informado por pesquisas seja interessante por talvez possibilitar maior aproveitamento das pesquisas publicadas do que o PBE, a

literatura ainda é restrita e muitas vezes o termo é usado como sendo equivalente ao PBE (STICHLER, 2016), reduzindo o potencial de compreensão e verificação sobre como conduzir desenvolvimentos de projetos segundo a abordagem.

Independentemente do nível de detalhamento e sistematização das publicações científicas, gerenciar o grande volume de conhecimento produzido continuamente é um desafio; e as abordagens atuais não fornecem instruções sobre como lidar com vários aspectos simultaneamente. Portanto, ainda se faz necessário desenvolver ferramentas adequadas para a gestão eficiente do conhecimento, que forneçam resultados objetivos (DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010).

1.4 PROJETO BASEADO EM EVIDÊNCIAS NO CONTEXTO HABITACIONAL

O projeto baseado em evidências é uma abordagem de desenvolvimento de projetos enraizada na concepção de edifícios de saúde, usada para entender como o ambiente construído influencia o comportamento dos indivíduos (LIPPMAN, 2010). Visto o sucesso desses empreendimentos, a prática começou a ser difundida para outros tipos de edifícios, como ambientes de ensino, escritórios e comércio, centros de ciência; locais de reunião e espetáculos (HAMILTON; WATKINS, 2009; LIPPMAN, 2010).

No contexto habitacional começam a ser observadas algumas iniciativas de pesquisa, pois entende-se que o PBE é uma metodologia que pode favorecer a construção de habitações com maior qualidade (LIMA; ROCHA; FORMOSO, 2012). Para Lima, Rocha e Formoso (2012), o grande volume de pesquisas desenvolvidas na área habitacional pode ser utilizado como fonte de evidências no processo de projeto, extrapolando o contexto acadêmico para apoiar a atividade prática.

Ahretzen (2006b) afirma que se sabe muito sobre o processo construtivo, financeiro e de gerenciamento das construções habitacionais, mas conhece-se pouco a relevância da qualidade da habitação, densidade, aglomeração e acessibilidade na vida das famílias e das comunidades. É necessária uma mudança cultural para que os resultados das decisões baseadas em evidências sejam valorizados; e esforço para entender profundamente as necessidades, projetar e comprovar o impacto das condições de habitação. Entende-se que tal análise pode trazer resultados

importantes para o valor econômico e social de longo prazo para os moradores e a comunidade, tais como segurança e proteção; saúde e resiliência; capital social; interação social e privacidade, habitabilidade e utilidade; e melhoramento econômico do domicílio e da vizinhança (AHRETZEN, 2006a, 2006b).

No entanto, Ahretzen (2006a, 2006b) considera que a transferência da prática baseada em evidências da área médica para o projeto de arquitetura não é simples, pois os processos que ocorrem em comunidades, famílias e organizações – os usuários do ambiente construído – são mais complexos e não são tão bem compreendidos como os que ocorrem no corpo humano. Da mesma forma, os experimentos envolvendo as pessoas e o ambiente são mais difíceis de serem conduzidos com controle e rigor do que os experimentos médicos.

Quando se projeta buscando a viabilidade operacional e a segurança de estruturas, materiais e sistemas ambientais específicos, é natural utilizar dados como base para a tomada de decisões. Por outro lado, nas implicações mais “humanas” das decisões de projeto, como as sociais, comportamentais, emocionais ou de saúde, o uso de evidências geralmente é esporádico ou negligenciado (AHRETZEN, 2006b). O projeto baseado em evidências deve considerar a adequação entre objetivos comportamentais individuais e coletivos dos usuários e aspectos do ambiente físico (LIPPMAN, 2010).

Os investidores dos empreendimentos de saúde possuem algumas vantagens na disponibilidade de evidências, pois grande parte dos hospitais, clínicas e etc. mensuram internamente seus resultados, como de satisfação dos usuários e estatísticas de segurança, e os disponibilizam como uma prática de benchmarking, contribuindo para a geração e análise de evidências (ZIMRING, BOSCH, 2008).

Já na área habitacional, os resultados desejados são menos previsíveis, mais difusos e pouco mensurados. Historicamente, a indústria da construção habitacional busca continuamente aumentar lucratividade e eficiência na entrega das obras, diferente da missão que sustenta o setor da saúde, de melhorar a qualidade do atendimento e a saúde do paciente, aliado ao retorno financeiro. Ainda assim, projetos habitacionais tem seu apelo diante de empresários e agentes públicos, pois lhes oferece a possibilidade de reduzir custos, melhorar o desempenho

organizacional e pode justificar algumas das decisões de alto custo que são tomadas nos projetos (AHRETZEN, 2006b).

Para realizar projetos de habitações com base em evidências, Ahretzen (2006a, 2006b) cita que existem lições a serem aprendidas e estratégias a serem adaptadas em relação aos projetos da saúde. Em primeiro lugar, a observação das edificações construídas demonstra que o resultado formal é diverso, ou seja, os edifícios não são monolíticos ou padronizados. Segundo, o processo de projeto não obedece a um método restrito e único: há diferentes possibilidades no desenvolvimento de um projeto com base em evidências, dependendo do contexto, estágio de desenvolvimento, recursos, entre outros fatores. Este argumento também é defendido por Hamilton e Watkins (2009). Em terceiro lugar, os investidores e empresários do setor de saúde buscam retorno financeiro sobre o investimento; e os arquitetos e equipes tem sido capazes de convencê-los de que decisões de projeto fundamentadas beneficiam o plano de negócios do empreendimento, agregando valor de cunho social.

Em quarto lugar, o projeto baseado em evidências tem como requisito a mensuração de resultados, que podem ser de cunho social, comportamental, de saúde, entre outros; os quais podem ser transformados em indicadores e ter apelo junto aos líderes empresariais, planejadores e legisladores. Embora os críticos frequentemente apontem a dificuldade em medir resultados de atributos intangíveis subjetivos, como "satisfação" e "preferência", economistas tem demonstrado em pesquisas que os resultados de saúde e capital humano, agregados pelas decisões fundamentadas de projeto, estão se refletindo em retorno financeiro significativo (AHRETZEN, 2006a; 2006b).

Contudo, uma grande dificuldade no desenvolvimento dos PBE é a inexistência de uma forma de organizar, disseminar e avançar o conhecimento de como adotar boas soluções de projeto para gerar maior valor econômico e social de longo prazo em habitação. Os resultados das buscas por estudos são geralmente bastante fragmentados, e precisam ser sistematizados para serem facilmente acessados pelos arquitetos e outros profissionais da construção civil (AHRETZEN, 2006a; 2006b; LIMA; ROCHA; FORMOSO, 2012).

A sistematização também se justifica pelo tempo disponível para elaboração dos projetos, geralmente curtos. Por essa razão, Ahretzen (2006b) defende o desenvolvimento de métodos inovadores, relevantes e úteis para transmitir informações de pesquisa complexas (muitas vezes publicadas em periódicos acadêmicos de difícil acesso aos profissionais), de uma maneira compreensível, para que possam ser incorporadas. Para tanto, considera a tecnologia um recurso favorável, uma vez que os dados podem ser recuperados rapidamente com o uso de softwares e gerenciadores.

Do mesmo modo, Durmisevic e Ciftcioglu (2010) apontam que, uma vez que novos estudos são continuamente publicados, há necessidade de desenvolver metodologias adequadas para gerenciar e integrar o volume de conhecimento produzido, de forma holística, demonstrando os benefícios e prejuízos de cada possível solução de projeto em análise.

1.5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL)

Pesquisadores (HAMILTON; WATKINS, 2009; CODINHOTO ET AL, 2010; STICHLER, 2010; 2013; LIMA, 2014) salientam que a Revisão Sistemática de Literatura é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de projetos baseados em evidências, pois permite identificação e avaliação de estudos científicos, para que seus resultados sejam utilizados na tomada de decisão.

A revisão sistemática de literatura (RSL) é uma metodologia de investigação científica realizada com métodos planejados, para compilar resultados de estudos primários referentes a um tema específico e fornecer respostas precisas (COOK; MULROW; HAYNES, 1997). Oriunda das Ciências Médicas, é utilizada como ferramenta fundamental para a prática baseada em evidências, já que esta analisa os melhores resultados de pesquisa para a tomada de decisões clínicas.

Dresch et al (2015, p. 142) definem revisão sistemática de literatura como *“estudos secundários utilizados para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes acerca de uma questão ou tópico de pesquisa específico”*. Cook, Mulrow e Haynes (1997) a

consideram a melhor ferramenta para que os profissionais entendam e apliquem adequadamente os resultados decorrentes da busca por evidências em soluções para problemas médicos. Em outras áreas de conhecimento, a crescente quantidade de informações geradas por estudos científicos tem motivado a adoção da RSL para a tomada de decisões práticas, como por exemplo nas áreas de gestão, educação e políticas públicas (TRANFIELD ET AL, 2003; BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014).

Além de condensar o grande volume de conhecimento produzido, revisões sistemáticas de alta qualidade auxiliam a verificar os limites de conhecimento existente, oportunizando identificar lacunas e avançar no aprofundamento das pesquisas, evitando a repetição de temas (TRANFIELD ET AL, 2003; COOK; MULROW; HAYNES, 1997; DRESCH ET AL, 2015). Além disso, a análise criteriosa de diversos estudos primários permite verificar inconsistências entre as evidências; e a compreensão e interpretação desses dados leva a conclusões abrangentes, transparentes e robustas (COOK; MULROW; HAYNES, 1997; DRESCH ET AL, 2015)

Para tanto, realizar uma revisão sistemática de literatura de alta qualidade exige a adoção de estratégias que minimizem o erro aleatório e o viés (TRANFIELD ET AL, 2003; COOK; MULROW; HAYNES, 1997); baseadas em um método *“explícito, planejado, responsável e justificável”*, para que o resultado seja *“auditável, replicável e atualizável”* (DRESCH ET AL, 2015, p. 142).

Especificamente no contexto da adoção da RSL em arquitetura, Codinhoto et al (2010) asseguram que seu uso é imprescindível para a abordagem de projeto baseado em evidências, pois os resultados geram dados rastreáveis e confiáveis para serem usados na formulação de hipóteses e tomada de decisões no processo de projeto.

Contudo, os pesquisadores ressaltam que o PBE necessita de informações estruturadas de forma detalhada para que a equipe de projeto compare os dados e tome decisões; e esta é uma limitação dos estudos científicos publicados na área de arquitetura. Grande parte das publicações não apresentam dados críveis, por não terem tido condução rigorosa, não possuem relações explícitas de causa e efeito, tem resultados fragmentados e carência de embasamento teórico (CODINHOTO ET AL, 2010; DURMISEVIC; CIFTCIOGLU, 2010).

Há métodos descritos por diversos autores para realização das revisões sistemáticas de literatura. Boland, Cherry e Dickson (2014, p. 10) afirmam que para garantir a transparência do processo, é necessário seguir nove passos, conforme apresentados no Quadro 2.

Já Dresch et al (2015) desenvolveram o “método integrado”, como resultado da análise dos métodos propostos por Gough, Oliver e Thomas (2012); Khan et al (2003); Cooper, Hedges e Valentine (2009); e Smith et al (2011). Para tanto, mantiveram as etapas em comum entre os estudos desses pesquisadores e acrescentaram a etapa de escolha da equipe de trabalho e a participação dos *stakeholders*. Nesse último aspecto, estão consideradas as pessoas que sofrerão os impactos das decisões tomadas devido aos resultados da RSL, pois Dresch et al (2015) acreditam que elas podem contribuir para a construção do método, alinhando perspectivas e interesses.

Quadro 2 - Métodos de RSL

Dresch et al (2015)		Boland, Cherry e Dickson (2014)	
Etapa 1	Definição da questão e do framework conceitual	Etapa 1	Realizar buscas do escopo, identificar a questão de revisão e escrever o protocolo
Etapa 2	Escolha da equipe de trabalho	Etapa 2	Pesquisa de literatura (coleta de dados)
Etapa 3	Estratégia de busca	Etapa 3	Leitura dos títulos e resumos para triagem dos dados coletados
Etapa 4	Busca, elegibilidade e codificação	Etapa 4	Obter os artigos completos, identificados na etapa 3
Etapa 5	Avaliação da qualidade	Etapa 5	Aplicar os critérios de inclusão e exclusão para selecionar os artigos
Etapa 6	Síntese dos resultados	Etapa 6	Avaliar a qualidade dos resultados
Etapa 7	Apresentação do estudo	Etapa 7	Extrair, dos artigos selecionados na etapa anterior, dados que respondam à questão de pesquisa;
		Etapa 8	Análise e síntese dos resultados
		Etapa 9	Redação final e conclusões

Fonte: adaptado de Dresch et al (2015, p. 146) e Boland, Cherry e Dickson (2014, p. 10-11).

Embora uma RSL possa ser realizada exclusivamente por uma única pessoa, Dresch et al (2015, p. 148) afirmam que isso ocorre poucas vezes. A formação de uma equipe reduz o tempo de execução; e a inclusão de especialistas em todo o

processo, ou em algumas etapas específicas, agrega contribuições importantes, principalmente nas etapas de definição da estratégia, codificação e síntese dos resultados.

Analisando o Quadro 2, conclui-se que os passos descritos por ambos autores são convergentes, com exceção da Etapa 2 e inserção dos *stakeholders*, de Dresch et al (2015). A seguir, serão apresentadas as particularidades dos métodos propostos pelos autores, em macro etapas.

O primeiro passo é identificar assuntos de interesse e definir um tema, para então realizar buscas exploratórias com objetivo de verificar a quantidade e conteúdo dos estudos já publicados sobre ele. Dessa forma, reduz-se a possibilidade de repetir uma revisão já publicada (BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014). Quando o tema central é delimitado, Dresch et al (2015) consideram importante elaborar um “framework conceitual”, ou seja, uma estruturação genérica da pesquisa, considerando itens a serem desenvolvidos, refinados ou confirmados durante o processo.

Dresch et al (2015, p. 146) afirmam que as RSL podem variar em “*extensão, amplitude, profundidade, tempo e recursos empregados*”. Por conseguinte, distinguem-nas em dois tipos, quanto a amplitude da busca, nomeando-as *agregativa* e *configurativa*. É chamada de agregativa a revisão que responde a “*questões fechadas, que buscam testar uma teoria a partir da coleta de observações empíricas (método hipotético-dedutivo)*” (p. 147). Por outro lado, se o objetivo é explorar questões mais abrangentes e obter dados qualitativos em estudos heterogêneos, para interpretá-los a fim de gerar teoria (método indutivo), tem-se uma revisão configurativa.

Para definir a questão de pesquisa, é importante analisar o problema sob várias perspectivas. Boland, Cherry e Dickson (2014) afirmam que uma boa questão precisa ser motivadora para o pesquisador, ser possível de pesquisar, não sendo nem tão ampla, mas não totalmente restrita; e deve focar em informações disponíveis e acessíveis. Para evitar que seja muito abrangente, os pesquisadores sugerem que se limite o foco, pensando em “quem, o quê, como e onde”. Essa base também auxiliará na definição dos critérios de inclusão, posteriormente.

A. Elaborar o protocolo de pesquisa e coletar dados.

O protocolo de pesquisa é a ferramenta utilizada para guiar a coleta dos dados. Boland, Cherry e Dickson (2014) e Dresch et al (2015) propõem estruturas semelhantes de protocolo, prevendo, no mínimo, as seções: contextualização da pesquisa; resumo da literatura existente; questão de pesquisa; a descrição do método, contemplando a estratégia de busca, procedimentos para triagem e seleção de estudos (critérios de inclusão e exclusão), critérios de avaliação de qualidade, extração e análise dos dados. Boland, Cherry e Dickson (2014) complementam com a indicação de um cronograma, prevendo a duração de cada uma das etapas. Definidos os limites e procedimentos, pode-se executar a busca nas bases de dados.

B. Triagem e seleção dos estudos

Após a realização da busca nas bases de dados, tem-se um conjunto de estudos de conteúdo desconhecido. A primeira etapa é chamada de *screening*, ou triagem dos resultados, com objetivo de identificar a utilidade deles para responder à questão de revisão. Primeiro, faz-se a leitura dos títulos e resumos, para verificar a relevância. Aqueles que forem duplicados ou considerados não relevantes devem ser retirados do conjunto, especificando a razão da exclusão. Ainda assim, serão mantidos arquivados para garantir a rastreabilidade do processo (BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014; DRESCH ET AL, 2015).

Na sequência, é necessário obter os textos completos dos itens selecionados; e então iniciar a leitura analítica dos artigos, verificando com mais profundidade se atendem aos critérios de inclusão.

C. Avaliação da qualidade e relevância

A fase de avaliação da qualidade e relevância é fundamental para a credibilidade e utilidade dos resultados gerados pela revisão sistemática. Dresch et al (2015) a dividem em duas etapas: pré-avaliação e pós-avaliação.

A pré-avaliação consiste em três dimensões: qualidade da execução, verificando se o estudo foi conduzido dentro dos padrões e métodos adequados; pertinência do estudo quanto a questão de revisão e foco; e resultados. Sugere-se a utilização de nota numérica ou categórica (alta, média, baixa) para avaliar cada

dimensão. Em seguida, a pós-avaliação consiste na consolidação da análise de cada estudo. Tal atividade pode ser realizada considerando a média das notas, no caso de avaliações numéricas; ou pelo estabelecimento de uma regra, para notas categóricas.

Os procedimentos de avaliação da qualidade expostos por Boland, Cherry e Dickson (2014) são convergentes às orientações de Dresch et al (2015), embora apresentem pequenas variações e, pontualmente, maior aprofundamento.

D. Síntese dos estudos

A síntese tem como objetivo responder à questão de revisão. Para tanto, os estudos filtrados na fase de avaliação de qualidade precisam ser lidos de forma sintópica, ou seja, é necessário comparar seu conteúdo com os outros textos, buscando estabelecer suas relações e chegar a resultados que demonstrem relevância científica e robustez (DRESCH ET AL, 2015).

As três grandes etapas do processo de síntese são a “análise e organização dos dados disponíveis em cada um dos estudos primários selecionados, seguida da identificação da existência de padrões entre eles” (DRESCH ET AL, 2015, p. 159), para então verificar qual será a técnica e estratégia de síntese adequada.

Para tanto, a literatura dispõe de diversas técnicas de síntese para revisões qualitativas. Dresch et al (2015) apresentam nove delas como as mais abrangentes: *metanarrativa*, *síntese crítica interpretativa*, *metaestudo*, *metaetnografia*, *teoria fundamentada*, *síntese temática*, *síntese narrativa textual*, *framework síntese*, *triangulação ecológica*. Cada uma tem características e especificidades próprias, e a escolha deve ocorrer em função do objetivo da revisão e do tipo de dados encontrados nos estudos.

Por outro lado, a técnica de síntese para revisões quantitativas, por excelência, é a meta-análise, que consiste num “conjunto de métodos estatísticos para combinar resultados numéricos de estudos primários a fim de produzir um resumo geral do conhecimento empírico sobre um dado tópico” (DRESCH ET AL, 2015, p. 163). Boland, Cherry e Dickson (2014) descrevem que, nas ciências da saúde, a meta-análise permite que os resultados dos estudos individuais sejam combinados, para fornecer um conceito global dos efeitos de um tratamento em relação a outro com outro.

E. Redação das discussões e conclusões

Boland, Cherry e Dickson (2014) apontam que a revisão deve ser concluída com interpretação crítica dos resultados, apresentada em forma de texto, com o objetivo maior de esclarecer se houve correspondência entre a questão de revisão e os resultados encontrados, validando o processo de pesquisa. Para tanto, os autores (2014, p. 128-129) elencam questionamentos úteis para guiar a construção da discussão:

- Foram encontradas as evidências planejadas?
- A questão de revisão foi respondida?
- Como as conclusões se adequam às pesquisas publicadas anteriormente?
- Quais são os pontos fortes e as limitações dos estudos incluídos?
- Quais são as forças e limitações do processo de revisão?
- Os resultados podem ser generalizados?
- Quais conclusões podem ser extraídas da revisão?
- Quais são as implicações da revisão para pesquisas futuras e para a prática profissional?

As pesquisas relacionadas ao PBE e RID e utilização de revisões sistemáticas de literatura no contexto da arquitetura têm sido desenvolvidas nos Estados Unidos e alguns países europeus, principalmente por pesquisadores da área de design em edificações da saúde (HAMILTON, 2014). A adoção da abordagem ainda é baixa no exterior e identificou-se que também é um tema pouco comum no Brasil. No entanto, o advento da Norma de Desempenho oferece uma oportunidade de aprofundar as pesquisas brasileiras em tais temáticas, pois para o atendimento aos requisitos normativos na etapa de projeto é fundamental examinar dados confiáveis.

Acredita-se que revisões sistemáticas de literatura podem ser direcionadas para identificar e sistematizar evidências de aspectos ou soluções que influenciam no comportamento das edificações, motivando o desenvolvimento de projetos adequados as necessidades do usuário e com melhor desempenho.

2. DESEMPENHO

Neste capítulo, é discutida a abordagem de desempenho e a diferenciação da abordagem prescritiva. Em seguida, são identificados os principais fatores que impactam no conforto térmico e requisitos de desempenho térmico para cobertura de habitações contidos nas normas ABNT NBR 15575:2013 e ABNT NBR 15220:2005.

2.1 O CONCEITO E A ABORDAGEM DE DESEMPENHO

O desempenho de edificações é um assunto recorrente no último século, principalmente nos países desenvolvidos. Os Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia e países europeus como Dinamarca, Holanda, Suécia, Espanha, entre outros, já tiveram várias experiências de organização de conferências e publicação de relatórios, regulamentos e guias de boas práticas sobre o tema, destacando-se a ISO 6241/1984 - *Performance standards in buildings: contents and presentation* – como um dos regulamentos mais significativos, cujo conteúdo apresentava requisitos de desempenho de edificações com foco no usuário (MITIDIERI FILHO; HELENE, 1998; BORGES, 2008; KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014).

De maneira simplificada, o desempenho de uma edificação é satisfatório quando esta apresenta, durante o uso, características compatíveis com os objetivos para o qual foi projetada. Mitidieri Filho e Helene (1998, p. 07) afirmam que desempenho é o “*comportamento em utilização*”. Sendo assim, o modo de construir, os materiais empregados, dimensões ou outros aspectos em si são pouco importantes diante do objetivo principal: que o edifício cumpra sua função diante das influências e ações sofridas durante sua vida útil; e atenda as expectativas do usuário (MITIDIERI FILHO; HELENE, 1998; BORGES, 2008).

Essa visão conceitua a abordagem de desempenho que, de acordo com GIBSON (1982 *apud* BORGES, 2008, p. 28) “*é, primeiramente e acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios. A preocupação é com os requisitos que a construção deve atender e não com a prescrição de como esta deve ser construída*”.

Borges (2008) explica que na abordagem prescritiva o desempenho da edificação é *consequência* da interação entre as partes e seus atributos; enquanto na abordagem de desempenho, tem-se uma *meta* que deve ser atendida a partir da escolha de soluções que integrem os desempenhos das partes. Ainda, Okamoto e Melhado (2014) asseguram que, por essas características, a tendência é que as construções tenham maior qualidade, desenvolvimento tecnológico e incentivo a inovação.

Contrariando a tendência dos países desenvolvidos, no Brasil, em décadas passadas, foi bastante comum a utilização de abordagens prescritivas de desempenho nas normativas. Segundo Mitidieri Filho e Helene (1998), era comum os Códigos de Obras determinarem a especificação de materiais e sistemas construtivos tradicionais para os projetos de edificações, sem considerar as condições de exposição e finalidade delas. Por isso, mesmo com o passar dos anos e a flexibilização dessas regras, criou-se uma cultura de construir com sistemas convencionais, e ainda hoje soluções inovadoras são pouco utilizadas e julgadas como menos eficientes.

A partir da década de 1970 a construção civil brasileira recebeu grandes investimentos. A necessidade de produzir em larga escala e rapidamente resultou no surgimento de sistemas construtivos inovadores e utilização de tecnologias em produtos e processos não suficientemente consolidados. Como consequência, muitas patologias precoces se manifestaram nas edificações, gerando grande prejuízo aos envolvidos (BORGES, 2008).

Essa situação despertou a necessidade de produzir normas técnicas e investir em pesquisas voltadas a criação de critérios de avaliação de sistemas inovadores. O Banco Nacional de Habitação (BNH), grande financiador de habitações de interesse social da época, firmou parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) para o desenvolvimento dos primeiros estudos baseados no conceito de desempenho (BORGES, 2008).

Embora pouco tempo depois a extinção do BNH tenha causado a descontinuidade da parceria com o IPT, com o passar dos anos a discussão foi retomada e se ampliou, culminando na aprovação e vigência da Norma Brasileira de

Desempenho (ABNT NBR 15575:2013), em 2013. As suas seis partes⁴ apresentam requisitos, critérios e métodos de avaliação para o desempenho de edificações habitacionais, incluindo conceitos e aspectos novos para a produção de empreendimentos residenciais no país; e contemplando toda a cadeia da construção, à medida que envolve definições desde a fase de projeto até a obra; e também atribui funções ao usuário para utilização adequada do imóvel.

2.2 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

O desempenho de uma edificação é determinado pelo comportamento de seus sistemas durante a sua vida útil. Os sistemas estão sujeitos a influência de vários tipos de desempenho, que os impactam de modos diferentes, como o estrutural, segurança contra incêndio, térmico, acústico, lumínico e estanqueidade (ABNT, 2013).

Naturalmente, não há como determinar um grau de importância entre as categoriais de desempenho, uma vez que cada edificação tem especificidades quanto ao tipo de exposição ao qual está submetida e o ideal é que todos os requisitos sejam atendidos. No entanto, num país cujo clima é majoritariamente quente como o Brasil, o impacto do desempenho térmico na habitação para o conforto dos usuários é significativo na maioria das regiões.

Projetar e construir edificações, em especial habitações, com um bom desempenho térmico implica em, primeiramente, entender as necessidades dos usuários que irão utilizá-la. Para tanto, considera-se as condições climáticas da localidade e as atividades que são desenvolvidas. Desde a implantação, o projetista deve cuidar da orientação solar e das aberturas, visando protegê-las do sol e aproveitar o sentido dos ventos. No projeto e construção, o emprego de materiais com características térmicas adequadas ao local e ao uso também favorece desempenho térmico, tornando a utilização de sistemas de aquecimento ou

⁴ As seis partes da NBR 15575:2013 são: 1 - Requisitos Gerais; 2 - Requisitos para os sistemas estruturais; 3 - Requisitos para os sistemas de pisos; 4 - Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas; 5 - Requisitos para os sistemas de coberturas; 6 - Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

refrigeração artificiais dispensáveis ou ao menos, minimizados (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Para atingir uma situação apropriada de conforto térmico o ser humano está sujeito a uma série de variáveis. O grau de conforto é influenciado pela condição climática da localidade onde está, pela atividade desenvolvida, a vestimenta, além de fatores como sexo, idade, raça, hábitos alimentares, peso, altura, entre outros. Tais aspectos são apresentados na literatura como variáveis ambientais ou climáticas (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento e temperatura radiante média) e humanas (atividade física e vestimenta) (FROTA; SCHIFFER, 2001; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; LAMBERTS ET AL, 2016.).

Frota e Schiffer (2001) complementam que o conforto térmico está associado também às temperaturas das superfícies presentes no ambiente. Por isso, a arquitetura tem um peso importante no bem-estar das pessoas, já que as decisões de projeto relacionadas aos materiais utilizados na edificação e as estratégias de iluminação e ventilação natural, quando tomadas em adequação ao clima local, podem gerar edifícios mais eficientes e proporcionar conforto térmico.

No entanto, quando esses requisitos não são atendidos, é comum que os usuários busquem alternativas para amenizar a sensação de frio ou calor. Lamberts, Dutra e Pereira (2014) e Triana Montes (2016) analisam que o crescimento no uso de ar-condicionado pela população se explica pela necessidade de conforto, frente à inadequação das edificações residenciais às condições climáticas e às alterações que vem ocorrendo no clima mundial.

Além disso, a política habitacional dos últimos anos, por meio dos investimentos governamentais dedicados ao Programa Minha Casa, Minha Vida, fomentou a construção de um número abundante de unidades, mas com recursos financeiros limitados. Tal cenário resultou, em muitos casos, em construções de baixa qualidade e desempenho térmico inadequado (TRIANA MONTES, 2016).

Pesquisas recentes indicam que as edificações habitacionais brasileiras ocupam o segundo lugar em consumo de energia elétrica, principal fonte no país, com um índice de 28,9% do total em 2016, ficando atrás apenas do setor industrial (35,6%) (Brasil e EPE, 2017). Desse índice, a participação do ar condicionado chega a 20% do consumo, com base nos dados de 2005 (ELETROBRAS, 2007).

Desta forma, observa-se que o desempenho térmico de uma habitação impacta significativamente no conforto do usuário e no consumo de energia, e as decisões tomadas no projeto de arquitetura impactam diretamente os resultados. Como consequência, estudar a influência dos componentes que compõem uma edificação torna-se essencial.

A envoltória de edificação, ou seja, o conjunto formado pelas vedações externas e cobertura, é concebida por Sadineni et al. (2011) como o fator chave que determina a qualidade e controla as condições de conforto internas. Embora todos os componentes da envoltória tenham sua importância no resultado final, a cobertura é considerada como um sistema crítico em edificações térreas, por ser altamente suscetível à radiação solar e outras mudanças ambientais, influenciando assim as condições de conforto interno para os ocupantes (LAMBERTS, 1990; HAN ET AL, 2008; SADINENI ET AL 2011; ABNT, 2013).

Grigoletti e Linck (2014) defendem que a definição dos materiais utilizados na cobertura tem impacto superior às paredes para que uma habitação atinja um bom desempenho térmico. A carga térmica recebida pelo sistema de cobertura impacta, principalmente, no desempenho térmico de casas térreas, no último pavimento de sobrados e prédios (LAMBERTS, 1990; ABNT, 2013). Por isso, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de testar e validar soluções que garantam um bom resultado (HAN ET AL, 2008; SADINENI ET AL 2011; KOBAYASHI; CHIKAMOTO; OSADA, 2013; GRIGOLETTI; LINCK, 2014).

Kobayashi, Chikamoto e Osada (2013) afirmam que em locais de clima quente e úmido é importante que as construções sejam resfriadas pela ventilação natural. Para tanto, a forma do telhado é importante, pois interfere no fluxo de ar interior e o próprio telhado pode ser um caminho de fluxo e, portanto, o projeto do sistema de cobertura deve contemplar estratégias de ventilação natural. Sadineni et al. (2011) concordam, ressaltando que a arquitetura da cobertura possibilita implantar técnicas de resfriamento passivo em climas tropicais e citam como possibilidades a forma do telhado, uso de ventilação natural ou mecânica, emprego de materiais atenuantes, como o uso de pinturas e revestimentos especiais externos brancos para reduzir a absorção solar. Esses autores complementam que há outras opções para minimizar o ganho de calor pelo telhado, como as coberturas vegetais,

que propiciam umidade e sombra, uso de materiais com alta capacidade térmica, como o concreto, os telhados frios; além dos materiais com propriedades de isolantes térmicos.

Visto que nem sempre os projetistas optam espontaneamente em projetar coberturas com soluções que atendam a um bom desempenho térmico, seja pela forma do telhado ou pelos materiais especificados, atualmente, muitos países impõem condições normativas para minimizar os impactos (SADINENI ET AL., 2011; KERN; SILVA; KAZMIERCZAK, 2014). No Brasil, os limites são regidos pela NBR 15220 (ABNT, 2005) e a Norma de Desempenho (ABNT, 2013), as quais definem os valores limites de acordo com a zona bioclimática em que a habitação se encontra.

Há outras referências que podem orientar os projetistas, como o Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais⁵ (RTQ-R) e o Selo Casa Azul⁶ (OLIVEIRA; SOUZA; SILVA, 2013). Ambas são certificações de adesão voluntária, voltadas à eficiência energética e sustentabilidade das edificações; mas são reconhecidas pelos organismos e sociedade, e o seu cumprimento pode vir a ser exigido em algumas situações, em função dos objetivos do projeto.

Uma análise comparativa das regulamentações e normas citadas quanto aos parâmetros de absorvância solar e transmitância térmica⁷ (U) de paredes e coberturas, ventilação natural, cruzada e iluminação natural, realizada por Oliveira, Souza e Silva (2013), concluiu que, embora haja diferenças entre as zonas bioclimáticas brasileiras e nos parâmetros avaliados pelos códigos, os resultados do estudo demonstram que o valor de $U \leq 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ atende a exigência mínima de desempenho térmico entre todos os estudos para sistema de cobertura, podendo ser considerado um parâmetro mínimo comum. No entanto, embora concluam que há parâmetros mínimos que atendem a todas as normas, Oliveira, Souza e Silva (2013) ponderam sobre as diferenças nos critérios apresentados. O resultado desta

⁵ Especifica requisitos e métodos para classificação de edificações residenciais quanto à eficiência energética (BRASIL – INMETRO, 2012).

⁶ Certificação destinada a projetos habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal, que classifica e reconhece o uso de soluções eficientes nas construções, visando reduzir o consumo de recursos naturais e melhorar a qualidade das habitações. (CAIXA, 2010).

⁷ Define-se Transmitância Térmica como "Inverso da resistência térmica total", sendo a Resistência Térmica o "*Somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa.*" (ABNT NBR 15220-1, p. 2)

constatação foi validado em ensaios realizados por Loura, Assis e Bastos (2011)⁸ e Silva e Ghisi (2014), em que, avaliando uma edificação com base nos métodos dispostos pelo RTQ-R e pela NBR 15575, verificaram que não conduzem a resultados equivalentes.

Em relação às outras variáveis analisadas por Oliveira, Souza e Silva (2013), ventilação natural e cruzada, e iluminação natural, não foi definido um padrão mínimo entre todas, pois as normas apresentam variações nos parâmetros e referenciais adotados. Ainda, os autores (LOURA; ASSIS; BASTOS, 2011; OLIVEIRA; SOUZA; SILVA, 2013; SILVA; GHISI, 2014) sugerem que os métodos e referenciais adotados pelos diferentes códigos sejam revisados e uniformizados o quanto possível, para facilitar e tornar coerente a aplicação dos requisitos em projeto.

2.3 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA O SISTEMA DE COBERTURA DE HABITAÇÕES

Atualmente, a ABNT NBR 15575 (2013) é a principal norma técnica brasileira a ser atendida pelas edificações habitacionais, pois além de definir requisitos próprios, engloba outras 222 normas de construção civil, inclusive a ABNT NBR 15220 (2005), a qual trata de desempenho térmico de edificações. Uma vez que os requisitos e critérios normativos serão utilizados no desenvolvimento desta pesquisa, cabe ressaltar os parâmetros exigidos.

Há requisitos de desempenho térmico especificamente em três partes da norma: Parte 1 - Requisitos gerais, em que são estabelecidos os requisitos de desempenho da edificação no verão e inverno, Parte 4 - Sistemas de vedações verticais, a qual solicita a adequação de paredes externas e aberturas para ventilação; e a Parte 5 – Sistemas de coberturas, cujo requisito é a isolamento térmica (ABNT NBR 15575, 2013). Aqui, serão apresentados exclusivamente os dados referentes a sistemas de cobertura (descritos nas partes 1 e 5).

⁸ Embora a pesquisa de Loura, Assis e Bastos (2011) tenha sido realizada antes da publicação vigente da NBR 15575, não houve alteração nesse item entre as versões.

Há duas possibilidades para obter o nível de desempenho térmico da edificação: o procedimento simplificado e o método de simulação computacional. O procedimento simplificado avalia o sistema construtivo de forma isolada e determina que os valores prescritos para a transmitância térmica (U) e a absorptância (α) de sua superfície exterior sejam atendidos, conforme exposto da Tabela 1. Para calcular a transmitância térmica e a capacidade térmica, a NBR 15575 (2013) define que deve ser utilizado o método de cálculo da ABNT NBR 15220-2.

Tabela 1 - Valores limite para a transmitância térmica da cobertura, segundo o procedimento simplificado da NBR 15575

Sistema de cobertura	Nível de desempenho	Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
			$\leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
U W/(m ² K)	Mínimo	$\leq 2,3$	$\leq 2,3$	$\leq 1,5$	$\leq 2,3$ FT	$\leq 2,3$ FT
	Intermediário	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	$\leq 1,0$	$\leq 1,5$ FT	$\leq 1,5$ FT
	Superior	$\leq 1,0$	$\leq 1,0$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$ FT	$\leq 1,0$ FT

α é a absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura
O fator de correção da transmitância térmica (FT) é estabelecido na NBR 15220

Fonte: adaptado da NBR15575 (2013).

Se o procedimento simplificado não atingir o mínimo exigido, faz-se a simulação computacional para avaliar o desempenho da edificação como um todo. O método é explicado no Anexo A da Parte 1 da Norma de Desempenho, e o objetivo é verificar se a habitação atende aos requisitos de desempenho no verão e no inverno para cada zona bioclimática, ou seja, valores máximos e mínimos de temperatura do ar, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Critérios de avaliação de desempenho para condições de verão e inverno

	Nível de desempenho	Mínimo	Intermediário	Superior
Verão	Zonas 1 a 7	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 4^\circ \text{C})$
	Zona 8	$T_{i,max} \leq T_{e,max}$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - ^\circ \text{C})$	$T_{i,max} \leq (T_{e,max} - 2^\circ \text{C})$
Inverno	Zonas 1 a 5	$T_{i,mín} \geq (T_{e,mín} + 3^\circ \text{C})$	$T_{i,mín} \geq (T_{e,mín} + 5^\circ \text{C})$	$T_{i,mín} \geq (T_{e,mín} + 7^\circ \text{C})$
	Zonas 6 a 8	O critério não precisa ser verificado nessas zonas.		

T_i é o valor diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus Celsius.

T_e é o valor diário da temperatura do ar no exterior à edificação, em graus Celsius.

Fonte: adaptado da NBR 15575 (2013)

Para realizar a simulação computacional é necessário considerar as propriedades térmicas dos materiais utilizados em cada sistema e a geometria da edificação (incluindo os ambientes, as aberturas e proteções e orientação solar), pois é avaliada a resposta global da edificação, ou seja, o comportamento na integração de todos os sistemas (ABNT, 2013), e não somente da cobertura.

Sorgato, Melo e Lamberts (2014) avaliam os procedimentos descritos na Norma e questionam a aplicabilidade, pois indicam que há falhas na determinação de referências de localização e dias típicos de projetos para algumas zonas bioclimáticas, ou não informam dados completos para realizar simulações em algumas situações.

Investigando as diretrizes da NBR 15575 em comparação ao modelo de conforto adaptativo adotado pela ASHRAE⁹ para avaliação de desempenho térmico por simulação computacional para edificações ventiladas naturalmente, D'Ell Santo, Alvarez e Nico-Rodrigues (2013) concluíram que os critérios adotados pela norma brasileira são inadequados, por duas razões principais: primeiro, a NBR 15575 define o período de simulação como sendo de um dia (dia típico), comparando com o critério de valor máximo de temperatura. Na pesquisa, os resultados obtidos revelaram que ser necessário simular o comportamento em um período mais longo para ter resultados mais plausíveis.

Em segundo lugar, a norma não exige que sejam considerados na simulação a ocupação dos ambientes e o calor produzido por equipamentos em uso, baseando-se apenas nos aspectos construtivos. Para D'Ell Santo, Alvarez e Nico-Rodrigues (2013), a ausência desses fatores distorce os resultados em relação ao conforto térmico dos usuários, e tornam a metodologia vulnerável.

Apesar das críticas, os autores (D'ELL SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013; SORGATO; MELO; LAMBERTS, 2014) concordam que a aprovação da Norma de Desempenho representa avanços para melhoria da qualidade das edificações habitacionais brasileiras. Entre os dois métodos de avaliação indicados nela, a simulação apresenta-se como a alternativa mais adequada (ante ao simplificado)

⁹ "A metodologia do conforto adaptativo considera a temperatura como fator primordial para a determinação da aceitabilidade de conforto térmico do usuário para um determinado clima e edifício." (D'ELL SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013, p. 5)

para garantir que a habitação atenda as condições de desempenho e propicie conforto aos usuários.

Na mesma pesquisa em que questionam a NBR 15575, Sorgato, Melo e Lamberts (2014) propõem um novo método de simulação, como alternativa. Nele, analisam-se parâmetros diferentes da Norma (que solicita a temperatura do ar): são mensurados graus-hora de resfriamento ($^{\circ}\text{ChR}$), para condições de verão, e graus-hora de aquecimento ($^{\circ}\text{ChA}$), para condições de inverno. Os mesmos indicadores são utilizados como critérios no RTQ-R (BRASIL – INMETRO, 2012).

Essa observação é importante para destacar a variedade de parâmetros que podem ser utilizados para avaliar desempenho térmico de edificações, embora a Norma se restrinja a apenas um na análise global. Ainda, avançando além do desempenho térmico, ao mensurar o conforto térmico outros parâmetros são incluídos, como o índice PPD (percentagem de pessoas insatisfeitas), que estima a quantidade de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente; e o PMV (voto médio predito), o qual mede a sensação de conforto dos usuários (LAMBERTS, 2016).

Visto que esta pesquisa pretende analisar dados de desempenho apresentados em artigos científicos, é importante ressaltar as possibilidades de avaliação e análise de resultados, devido à variedade e abrangência do tema.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo visa expor a abordagem utilizada na realização da pesquisa, discriminando a estratégia e etapas do processo de pesquisa, procedimentos e ferramentas adotadas. Inclui os resultados da revisão de literatura e os protocolos que guiaram a coletas de dados.

3.1 DESIGN SCIENCE

A ciência é definida por Ferrari (1974, p. 8) como “um conjunto de atitudes e de atividades racionais, dirigida ao sistemático conhecimento com objetivo limitado, capaz de ser submetido a verificação”. Entre suas finalidades globais, destacam-se o aumento e melhoria do conhecimento sobre fatos e fenômenos já conhecidos e a descoberta de novos (FERRARI, 1974).

Para que haja progresso da ciência, é necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas, que gerem informações adequadas e sistematizadas e respondam a questões pré-determinadas (DRESCH ET AL, 2015). Eco (2007, p. 53) defende que uma pesquisa científica precisa ter utilidade para a sociedade e trazer novos conhecimentos ou visão acerca de um objeto ou fenômeno; e Dresch et al (2015) concluem que, se a pesquisa não for relevante para a atividade profissional, o risco de criar distanciamento entre a teoria desenvolvida do meio acadêmico e a aplicação prática para as organizações é iminente, resultando em trabalhos que pouco contribuem para a sociedade.

Tradicionalmente, as pesquisas estão contidas nas Ciências Naturais, cujo propósito é compreender e explicar fenômenos da natureza, geralmente utilizada pelas disciplinas de física, química e biologia; ou nas Ciências Sociais, quando refletem sobre o ser humano e suas ações, comuns as áreas de antropologia, sociologia, economia, entre outras (SIMON, 1996; DRESCH ET AL, 2015.).

No entanto, ambas apresentam limitações à pesquisa quando o objetivo é propor a criação de um novo artefato, orientado a solução de problemas. Simon (1996) afirma que as Ciências Naturais estão preocupadas em elucidar “como as

coisas são”, mas há necessidade de desenvolver ciência que explique como as coisas *devem ser*. Entendendo que o *design* é o campo que se ocupa da concepção de artefatos para atingir objetivos e propriedades desejadas, ele questiona se as formas de raciocínio apropriadas para as Ciências Naturais são adequadas também para o *Design*. Para suprir essa lacuna, a *Design Science*, ou Ciências do Artificial, se apresenta como uma alternativa à concepção de pesquisa científica (DRESCH ET AL, 2015).

O termo “artificial” deve ser entendido em um sentido neutro, como significado de algo feito pelo homem em oposição ao natural. A Ciência do Artificial assume, como limites, “coisas” sintetizadas pelos seres humanos, que podem imitar a aparência das Naturais e serem caracterizadas quanto as suas finalidades. Frequentemente obtém-se como produtos descrições ou proposições acerca do objeto de estudo; e as discussões ocorridas durante seu desenvolvimento geram contribuições para o incremento de teorias e do conhecimento científico (SIMON, 1996, p. 4-5).

Por essas características, pode ser considerada como uma ciência adequada a áreas que projetam e desenvolvem ações destinadas a alterar situações existentes, visando alcançar novos resultados. Por isso, tem ampla aderência em áreas como engenharia, arquitetura, negócios, educação, direito e medicina (SIMON, 1996; VAN AKEN, 2004; DRESCH ET AL, 2015), visto que o projeto de artefatos materiais, a prescrição de remédios a um paciente doente, o planejamento de vendas para uma empresa ou a criação de uma política de bem-estar social para um Estado são situações fundamentadas em projetos e metas (SIMON, 1996, p.111).

A finalidade é a produção de conhecimento e solução de problemas por meio da proposição de ações e, por consequência do processo, o desenvolvimento ou aprimoramento da teoria. Sendo assim, é fundamental compreender que, de um modo geral, busca-se que as soluções sejam satisfatórias dentro do contexto no qual o problema está inserido, considerando suas limitações (SIMON, 1996; VAN AKEN, 2004). Van Aken (2004) complementa com a importância de generalizar as proposições, de forma que atendam a uma determinada classe de problemas¹⁰; para

¹⁰ Classe de problemas é definida por Dresch et al (2015, p. 104) como “organização de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que contenha artefatos úteis para a ação nas organizações”.

que o conhecimento produzido possa ser aproveitado em situações similares, legitimando o foco da relevância nas pesquisas conduzidas nas Ciências do Artificial.

3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA: *DESIGN SCIENCE RESEARCH*

O método de pesquisa proveniente da Design Science é o Design Science Research (DSR). Considerado um método “orientado a solução de problemas, busca construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis, diminuindo o distanciamento entre teoria e prática” (DRESCH ET AL, 2015, p.67).

Para compreender a DSR como um método orientado a solução de problemas, Hevner et al (2004, p. 78) afirmam que o design deve ser entendido tanto como processo (conjunto de atividades) quanto como um produto (artefato). O processo de design é uma sequência de atividades que produzem um produto inovador (o artefato); e este deve ser avaliado para gerar informações detalhadas acerca do problema, a fim de melhorar a qualidade do artefato e o processo. Esse ciclo se repete continuamente, até que o artefato evolua a ponto de alcançar o melhor resultado possível, capaz de atingir os objetivos esperados.

O detalhamento desse ciclo é descrito por diversos autores, com particularidades em relação às fases. Dresch et al (2015) analisaram o método proposto em treze trabalhos e concluíram que em todos eles estão presentes as etapas de *definição do problema a ser estudado*, *sugestões de possíveis soluções* e *desenvolvimento do artefato*. Além dessas, a *avaliação do artefato* também é especificada pela maioria dos autores.

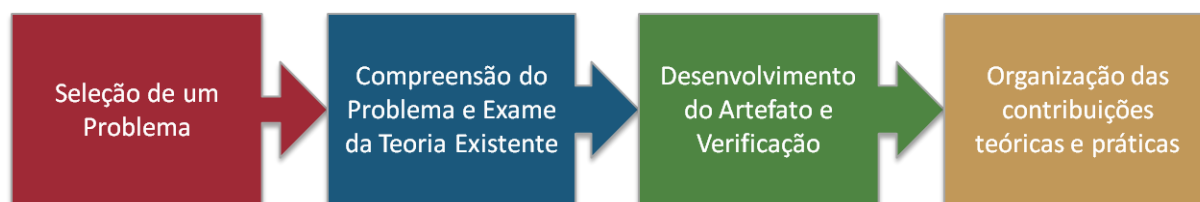
Hevner et al (2004) propõem diretrizes para guiar a condução de pesquisas na DSR, apresentando elementos fundamentais, conforme descrito no Quadro 3. Entre eles, destacam-se a relevância (Diretriz 2) e o rigor (Diretriz 5), aspectos fundamentais a serem salientados durante a construção do artefato, para que este tenha validade.

Quadro 3 - Critérios fundamentais da DSR

Diretriz 1: Criação de um novo artefato	Pesquisa científica deve produzir um artefato viável na forma de uma construção, um modelo, um método ou uma instanciação.
Diretriz 2: Relevância do Problema	O objetivo da DSR é desenvolver soluções tecnológicas para problemas práticos importantes e relevantes.
Diretriz 3: Avaliação do artefato	A utilidade, a qualidade e a eficácia de um artefato devem ser rigorosamente demonstradas através de métodos de avaliação bem executados.
Diretriz 4: Contribuições da Pesquisa	Uma pesquisa conduzida como DSR deve fornecer contribuições claras e verificáveis sobre o artefato, os fundamentos e a metodologia empregada.
Diretriz 5: Rigor da pesquisa	DSR depende da aplicação de métodos rigorosos tanto na construção como na avaliação do artefato.
Diretriz 6: Design como um processo de pesquisa	O desenvolvimento de um artefato adequado requer a realização de pesquisas para compreensão do problema e busca das possíveis soluções para o problema.
Diretriz 7: Comunicação de Resultados	Os resultados das pesquisas em DSR devem ser apresentados e comunicados aos interessados.

Fonte: adaptado de Hevner et al (2004, p. 83).

Analisando as diferentes perspectivas, adota-se neste trabalho um método composto por quatro grandes etapas (Figura 4): 1) Seleção de um problema; 2) Compreensão do problema e exame da teoria existente; 3) Desenvolvimento do artefato e verificação; e 4) Organização das contribuições teóricas e práticas.

Figura 4 - Etapas da DSR

Fonte: elaborado pela autora.

A identificação de um problema real e relevante é o ponto de partida da pesquisa. Quando identificado e selecionado, passa-se a aprofundamento do estudo da teoria existente, para confirmar a relevância e a inexistência de soluções suficientes

para resolver o problema, e elaboram-se as primeiras sugestões para o desenvolvimento do artefato (MARCH; STOREY, 2008, apud DRESCH ET AL, 2015).

A terceira etapa compreende o desenvolvimento do artefato e a verificação, de modo cíclico, até que se chegue a um resultado satisfatório. Os artefatos devem ter a sua utilidade e viabilidade verificada, tanto prática como acadêmica.

Por fim, a última etapa consiste na construção de conhecimento, registrando o aprendizado e processos, a fim de avançar o conhecimento teórico existente e contribuir para a melhoria das questões práticas das organizações (MARCH; STOREY, 2008, apud DRESCH ET AL, 2015).

Esse modelo foi adotado na construção do delineamento do processo de pesquisa, o qual será apresentado na seção 3.3.

3.2.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DA DSR

Entende-se a *Design Science Research* como estratégia de pesquisa adequada para este trabalho, justificada pelos argumentos já expostos sobre a necessidade de desenvolver instrumentos que melhorem o processo de projeto para compreender e atender aos requisitos normativos, um problema prático das organizações de arquitetura e construção civil. O artefato desenvolvido consiste em procedimentos para a condução da revisão sistemática de literatura, que culmina na sistematização dos dados como um “banco de soluções”, auxiliando os projetistas na busca por soluções de sistemas de coberturas que atendam aos requisitos de desempenho térmico; e a contribuição teórica resulta da discussão conceitual da aplicabilidade dos procedimentos e da síntese da revisão sistemática de literatura.

Ressalta-se que o processo desta pesquisa foi desenvolvido com base na literatura existente, no entanto, o método foi construído durante a execução das etapas, uma vez que não foram identificados trabalhos anteriores abordando objetivos equivalentes, nem pesquisas sobre PBE e RID que utilizem a *Design Science Research*.

3.3 DELINEAMENTO DO PROCESSO DE PESQUISA

As quatro etapas que estruturam o processo de pesquisa são baseadas nas diretrizes da *Design Science Research* disponibilizadas pela literatura; e a partir da delimitação do problema, definição das questões principal e secundárias e dos objetivos (Figura 5).

A primeira etapa, *seleção de um problema*, compreendeu a elaboração da questão principal e o objetivo geral desta pesquisa, que guiou a busca de informações para a etapa seguinte, de *compreensão do problema e exame da teoria existente*. Esta foi desdobrada em quatro grandes atividades: a) fundamentação teórica, b) estudo exploratório sobre evidências de desempenho térmico, c) seleção de um sistema/componente e elaboração da questão de revisão; e a d) construção de protocolo para revisão sistemática de literatura.

A partir da fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores, foi desenvolvido o estudo exploratório com o objetivo de realizar uma investigação das publicações científicas sobre desempenho térmico para averiguar, de um modo genérico, se elas de fato apresentam resultados que poderiam contribuir no desenvolvimento de projetos de habitações e sobre quais aspectos ou sistemas estão relacionadas.

Figura 5 - Delineamento do processo de pesquisa



Fonte: elaborado pela autora.

Para tanto, inicialmente foi formado um grupo de trabalho, que atuou na realização de oficinas que direcionaram o processo de pesquisa, constituído pela discente, orientadora e duas especialistas na área de conforto ambiental (aqui denominadas pesquisadoras A e B, ambas arquitetas, com mestrado e doutorado em Conforto Ambiental, especificamente em eficiência termo energética de edificações).

Tais oficinas foram organizadas de modo semiestruturado: em cada uma, foram pré-determinados os temas a serem abordado e os objetivos a serem alcançados, no entanto, o processo de condução e realização foi fluído.

A primeira oficina foi realizada em fevereiro de 2017. Nesta primeira etapa, pretendeu-se identificar num universo amplo o material existente sobre desempenho térmico de edificações. Para tanto, a partir de uma pesquisa exploratória em publicações científicas e normas técnicas acerca do tema desempenho térmico, realizada pela discente, alguns termos de busca foram identificados e apresentados ao grupo na ocasião, para identificar quais eram pertinentes à área. Os participantes auxiliaram na elaboração do protocolo de coleta de dados (Quadro 4), inserindo ou excluindo termos, de modo que os resultados focassem no objetivo da pesquisa.

Desse modo, obteve-se uma lista dos termos de busca, definindo as palavras-chave e sinônimos categorizados em propriedades térmicas, estratégias de projeto, elementos construtivos, clima e simulações térmicas (Tabela 3). Não houve limitação quanto a qualificação dos periódicos, língua e horizonte temporal das publicações.

Tabela 3 - Termos de busca

CATEGORIA	TERMOS DE BUSCA
Propriedades térmicas	thermal conductivity, thermal insulation, thermal transmittance, thermal resistance, thermal mass, thermal capacity, thermal inertia, thermal emissivity, absorptance, solar reflectance
Estratégias de projeto	natural ventilation, percentage of opening in the facade, percentage of ventilation, solar orientation, zenital opening, solar protection, opacity, solar fator
Elementos construtivos	Wrapping, envelopment, glasses, windows, external walls, roof, shading, translucent elements, opaque elements
Clima	hot climate, hot-humid climate, tropical weather
Simulações térmicas	thermal simulation, thermo energy simulation, simulation of thermal performance

Fonte: elaborado pela autora.

Em seguida, foram geradas as *strings* de busca: os primeiros testes foram realizados no Portal Periódicos, com *strings* formados apenas pelos termos identificados na primeira oficina. Obteve-se como resultado milhares de publicações, de diversas áreas do conhecimento, inviabilizando a execução das próximas etapas de pesquisa previstas. Portanto, delimitou-se a busca por publicações que tinham edificações como objeto de estudo. Vale ressaltar que, embora este trabalho tenha como foco edificações residenciais, nessa fase a busca não se restringiu a busca a elas, pois o objetivo era compreender como e que tipos de pesquisas tem sido feitas acerca do tema desempenho térmico. Pela quantidade de termos relacionados na oficina, foi necessário adotar quatro *strings* (Tabela 4):

Tabela 4 - Estratégia de busca: strings

STRING 01	"thermal performance" AND (conductivity OR insulation OR transmittance OR resistance OR mass OR capacity OR inertia OR emissivity OR absorptance OR "solar reflectance" OR "solar fator") AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
STRING 02	"thermal performance" AND (shading OR "solar protection" OR "natural ventilation" OR "percentage of opening in the facade" OR "percentage of ventilation" OR "solar orientation" OR "zenital opening") AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
STRING 03	"thermal performance" AND ("opaque elemen*" OR opacity OR "translucent elemen*" OR wrapping OR envelop* OR glas* OR "external wal*" OR windo* OR roof) AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
STRING 04	("hot climate" OR "hot-humid climate" OR "tropical weather") AND ("thermal simulation" OR "thermo energy simulation" OR "simulation of thermal performance")

Fonte: elaborado pela autora.

Entre os dias 20 de março e 03 de abril de 2017, fez-se a identificação dos portais de busca que deveriam ser incluídos na revisão sistemática. Delimitou-se como critério para inclusão dos portais:

- a) Disponibilização de acesso a base de dados (acesso Capes);
- b) Aproximação dos assuntos das publicações com o tema da pesquisa (indexação de publicações área de tecnologia, engenharias ou arquitetura);

- c) Facilidade na exportação dos artigos (por agrupamento e em formatos compatíveis com o software Start).

Inicialmente foram selecionadas as bases Scopus, Proquest Technology Collection e Engineering Village (Tabela 5), uma vez que as duas primeiras reúnem um grande acervo das áreas de conhecimento de interesse (arquitetura e engenharias), e a terceira reúne publicações específicas das engenharias. A coleta dos dados foi realizada no dia 11 de abril de 2017, após alguns testes acerca da funcionalidade das ferramentas (verificadas as ferramentas/termos de truncagem disponibilizados, a facilidade na exportação dos artigos em conjunto e em formatos compatíveis ao StArt). Os resultados das buscas em cada portal foram adicionados ao StArt e os artigos duplicados foram excluídos automaticamente pelo software, por meio de uma ferramenta disponibilizada para este fim.

Em dezembro de 2017, foi realizada uma segunda etapa de coleta de dados nas mesmas bases, limitando o horizonte a artigos publicados em 2017, para que o material de análise fosse atualizado. Também, foi incluída a busca completa no Scielo, por congregar publicações brasileiras e de outros países latino americanos.

Uma vez que houve duplicação de quantidade significativa dos materiais e considerando que as bases escolhidas estão entre as mais relevantes no meio científico, entendeu-se que a coleta de dados somente nessas três bases seria suficiente para atingir ao objetivo da etapa e permitir a análise bibliométrica.

Tabela 5 - Bases de dados selecionadas

BASE DE DADOS	DESCRIÇÃO
Scopus	Possui o maior banco de dados de resumo e citações de literatura revisada por pares, reunindo mais de 22.600 mil títulos nas áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades.
Engineering Village	Reúne publicações e patentes de disciplinas da engenharia.
Proquest Technology Collection	A coleção de ciências e tecnologia reúne mais de 8 mil títulos publicados desde 1962, abrangendo as áreas de engenharia e construção.
Scielo	Reúne publicações de literatura acadêmica e científica em acesso aberto latino-americanas e outros países, como África do Sul, Espanha, Portugal.

Fonte: elaborado pela autora, com base em SIBiUSP (2017)

Em seguida, foi realizada a coleta nas bases de dados e a análise bibliométrica dos resultados obtidos, para identificar quais sistemas tem sido analisados no meio científico e observar as particularidades dos estudos. Uma nova oficina foi realizada pelo grupo de trabalho, visando refinar a análise para então elaborar as primeiras diretrizes para o protocolo de pesquisa da Revisão Sistemática de Literatura.

Os dados obtidos na análise bibliométrica foram levados a discussão pelo grupo de trabalho junto a uma banca externa, composta por dois pesquisadores, ambos arquitetos e doutores, sendo um especialista em conforto ambiental e um com experiência na condução de pesquisas com os temas projeto baseado em evidências e revisão sistemática de literatura.

A discussão levou a definição do afinilamento do foco da pesquisa para a revisão sistemática de literatura, determinando que a questão de revisão fosse centrada em buscar estudos relacionados ao desempenho térmico do sistema de cobertura de habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido. Ainda, pontuou-se a oportunidade de abranger a participação e percepção do usuário nas pesquisas. Assim, foi elaborado o protocolo de coleta e análise dos dados e iniciou-se a execução da revisão sistemática de literatura, com base nos passos descritos pela literatura (BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014; DRESCH ET AL, 2015).

A revisão sistemática de literatura gerou como produto o delineamento do artefato. Na última etapa, ele foi estruturado como um conjunto de tabelas que organizam as informações e geram um banco de soluções de sistemas de cobertura para projetistas; e foi analisada a sua viabilidade para aplicação prática no processo de projeto, segundo abordagens estudadas na fundamentação teórica. Ainda, a RSL possibilitou verificar o nível de detalhamento das informações apresentadas nos artigos científicos e compreender se, efetivamente, são dados úteis para serem utilizados como evidências.

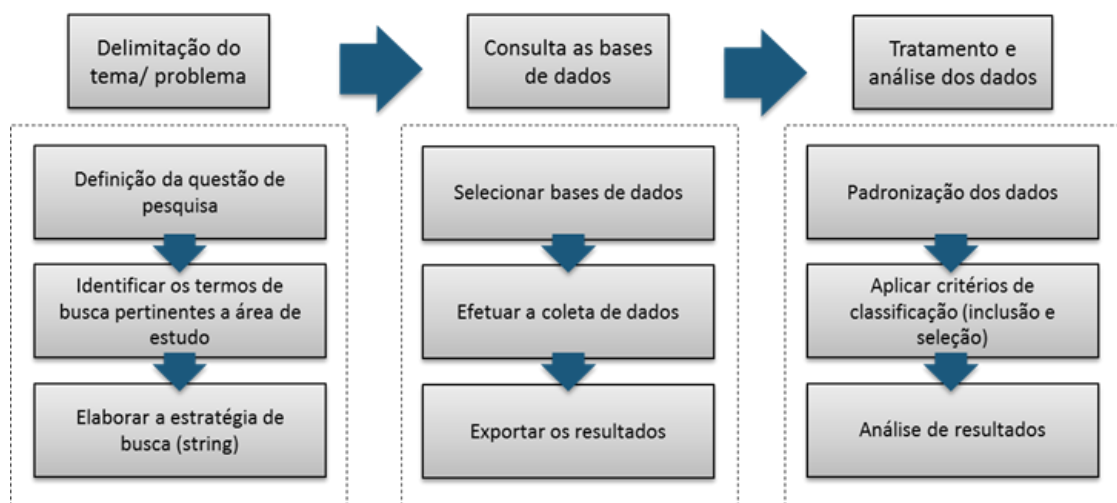
3.4 PROCEDIMENTOS PARA COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

3.4.1 BIBLIOMETRIA

O estudo exploratório consistiu em uma bibliometria realizada a partir de um protocolo (Quadro 4) elaborado com base nas recomendações e procedimentos metodológicos propostos em Vanti (2002), Kobashi e Santos (2006) e Vans e Stumpf (2010), que estabelecem as seguintes etapas (Figura 6).

Na etapa de análise dos resultados são aplicadas as técnicas de análise bibliométrica, para obter os dados necessários ao foco da pesquisa. Todas as etapas estão descritas no Capítulo 4, Estudo Exploratório, com exceção da “padronização dos dados¹¹”. A conclusão dessa etapa é relevante para verificar os autores com maior produtividade, no entanto, verificou-se que esta não seria uma análise útil ao objetivo do trabalho, dispensando a necessidade de padronizar os nomes.

Figura 6- Etapas da análise bibliométrica



Fonte: baseado em Vanti (2002), Kobashi e Santos (2006) e Vans e Stumpf (2010).

¹¹As bases de dados geralmente apresentam inconsistências na grafia dos nomes dos autores e na nomenclatura das instituições. Por exemplo, em algumas bases registra-se somente as iniciais dos nomes, em outras, o primeiro e o último nome completos, ou em línguas diferentes (VANS; STUMPF, 2010).

Quadro 4 - Protocolo de coleta de dados da Bibliometria

PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS - BIBLIOMETRIA		
Objetivo	Identificar as temáticas recorrentes em estudos científicos publicados acerca do tema desempenho térmico em edificações.	
Questão de pesquisa	Quais são as soluções de projeto que se classificam como adequadas para atender aos requisitos normativos vigentes de desempenho térmico para edificações?	
Termos de busca (por temática)	Propriedades térmicas	thermal conductivity, thermal insulation, thermal transmittance, thermal resistance, thermal mass, thermal capacity, thermal inertia, thermal emissivity, absorptance, solar reflectance
	Estratégias de projeto	natural ventilation, percentage of opening in the facade, percentage of ventilation, solar orientation, zenital opening, solar protection, opacity, solar fator
	Elementos construtivos	Wrapping, envelopment, glasses, windows, external walls, roof, shading, translucent elements, opaque elements
	Clima	hot climate, hot-humid climate, tropical weather
	Simulações térmicas	thermal simulation, thermo energy simulation, simulation of thermal performance
Estratégia de busca: STRINGS	STRING 01	"thermal performance" AND (conductivity OR insulation OR transmittance OR resistance OR mass OR capacity OR inertia OR emissivity OR absorptance OR "solar reflectance" OR "solar fator") AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
	STRING 02	"thermal performance" AND (shading OR "solar protection" OR "natural ventilation" OR "percentage of opening in the facade" OR "percentage of ventilation" OR "solar orientation" OR "zenital opening") AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
	STRING 03	"thermal performance" AND ("opaque elemen*" OR opacity OR "translucent elemen*" OR wrapping OR envelop* OR glas* OR "external wal*" OR windo* OR roof) AND (dwellin* OR housing OR buildin*)
	STRING 04	("hot climate" OR "hot-humid climate" OR "tropical weather") AND ("thermal simulation" OR "thermo energy simulation" OR "simulation of thermal performance")
Bases de dados selecionadas	Scopus Engineering Village Proquest Technology Collection Scielo	
Critérios de classificação	Exclusão	Publicações em desacordo com o objetivo do trabalho.
	Inclusão	Publicações que apresentem soluções construtivas que resultem num desempenho térmico adequado, independente do sistema ou componente em análise.

3.4.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Neste trabalho, a bibliometria teve por objetivo gerar informações que foram utilizadas na elaboração do protocolo de coleta de dados da revisão sistemática de literatura. Assim, com base na discussão dos resultados do estudo exploratório, definiu-se a busca por evidências que respondessem a seguinte questão de revisão: *Quais soluções em sistemas de cobertura contribuem para o desempenho térmico adequado de habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido?*

Além da questão de revisão, foi necessário determinar outros critérios para a coleta de dados e gerar um novo protocolo, o qual foi desenvolvido com base nos critérios apontados por Boland, Cherry e Dickson (2014) e Dreschet al (2015) (Capítulo 1, p. 36-42); e a partir da análise de estudos publicados sobre RSL, por Silagy, Middleton e Hopewell (2002); Codinhoto et al (2008); Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman (2009); Nielsen, Sarasoja e Galamba (2016); Schwartz, Raslan e Mumovic (2018).

Deste modo, chegou-se ao modelo de protocolo apresentado no Quadro 5. O detalhamento do método para condução da revisão sistemática de literatura está disposto no Capítulo 5.

Quadro 5 - Modelo de Protocolo para RSL

PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS - RSL	
Contexto	
Objetivo	
Horizonte de tempo	
Idiomas	
Questão de revisão	
Termos de busca	
Bases de dados	
Critérios de seleção	Exclusão Inclusão
Critérios de avaliação da qualidade dos estudos	

Fonte: elaborado pela autora.

De forma geral, foram seguidas as seguintes etapas: 1) *Realizar buscas do escopo, identificar a questão de revisão e escrever o protocolo;* 2) *Pesquisa de literatura (coleta de dados)* 3) *Leitura dos títulos e resumos para triagem dos dados coletados;* 4) *Obtenção dos artigos completos, identificados na etapa 3;* 5) *Aplicar os critérios de inclusão e exclusão para selecionar os artigos cujos dados serão extraídos;* 6) *Extrair, dos artigos incluídos na etapa anterior, dados que respondam à questão de pesquisa;* 7) *Avaliar da qualidade dos resultados, análise e síntese;* 8) *Redação final e conclusões.*

Ainda, como ferramenta de apoio à realização da RSL foi utilizado o software StArt (*State of the Art through Systematic Review*), versão 3.03 Beta, desenvolvido pelo LaPES – Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software, da Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR.

Trata-se de uma ferramenta gratuita, criada com objetivo de dar suporte a realização de revisões sistemáticas de literatura, já que a metodologia prevê a execução de vários passos e contempla o gerenciamento de grande volume de documentos; e o “*software StArt oferece suporte desde a elaboração do protocolo até a sumarização dos resultados*” (ZAMBONI ET AL, 2010, p. 91).

O método da pesquisa prevê a exportação dos dados coletados nas bases; mas cada base de dados permite a exportação em formatos específicos. A versão 3.03 Beta do StArt aceita a inclusão de materiais nos formatos Bibtex, Medline, RIS e Cochrane.

A estrutura geral do software compreende as seguintes funções: Planejamento, Execução, Seleção e Sumarização. Em cada etapa, ficam registradas as atividades realizadas, permitindo a rastreabilidade do processo. Além disso, fornece relatórios completos ou parciais sobre o andamento da pesquisa, gerando informações específicas, conforme a necessidade do pesquisador; e permite a exportação dos dados em formato *.xls*, facilitando a análise e tratamento dos resultados.

4. ESTUDO EXPLORATÓRIO

4.1 PESQUISA BIBLIOMÉTRICA: BUSCA DE EVIDÊNCIAS

A primeira etapa de análise bibliométrica, realizada em abril de 2017, foi iniciada com um universo de 4332 publicações. Para a continuidade do trabalho, o material foi exportado do StArt para uma planilha no formato *.xls*, de modo a simplificar a manipulação dos dados. Inicialmente, foram estabelecidos os critérios mínimos para análise dos resultados, sendo eles:

- a) Publicações em periódicos;
- b) Exclusão de artigos cujo autor constava como “Anônimo”;
- c) Constar título, resumo e nome periódico.
- d) Exclusão de artigos duplicados;

O primeiro critério foi estipulado pelo princípio da confiabilidade da publicação, pois entende-se que, de modo geral, estudos publicados em periódicos revisados por pares têm maior rigor nas informações disponibilizadas do que anais de eventos ou relatórios técnicos. O segundo passo foi verificar a coluna “autor”: todas as linhas cujo autor constava como “anônimo” foram excluídas. Na sequência, verificou-se se o título, resumo e nome do periódico estavam completos, pois o título e resumo são os elementos principais utilizados na análise bibliométrica; e a inexistência do nome do periódico pode comprometer o critério a).

A última etapa foi uma revisão da existência de artigos duplicados. Embora o StArt tenha feito a exclusão automática, esta somente ocorre quando os dados são equivalentes em dois ou mais arquivos. A filtragem manual foi realizada para eliminar materiais duplicados não identificados pelo software.

Artigos com autores e palavras-chave em branco foram aceitos, pois podem ser consultados manualmente numa etapa posterior, se necessário, e não comprometem significativamente a análise. Após a verificação de todos os critérios, o número foi reduzido a 2871 publicações.

A segunda etapa de coleta de dados, realizada em dezembro de 2017, resultou em 4112 publicações. Aplicados os mesmos critérios mínimos de análise da

etapa 01, chegou-se ao número de 1949 títulos. Os materiais da primeira e segunda etapa foram unificados, somando 4820 itens, e novamente se fez a verificação das duplicações, resultando em um universo de 4323 artigos.

Iniciada a leitura sistemática dos títulos percebeu-se a necessidade de aplicar um novo filtro de resultados. Identificou-se a existência de materiais em desacordo com o objetivo do trabalho e, dessa forma, foram estabelecidos os seguintes critérios de exclusão (Tabela 6).

Tabela 6 - Critérios de Exclusão

LEGENDA	CRITÉRIO DE EXCLUSÃO	JUSTIFICATIVA
1	Regiões de clima frio ou árido/desértico	Soluções construtivas propostas para condições climáticas muito diferentes da realidade brasileira em geral (clima tropical / quente-úmido)
2	Edificações em áreas rurais	As condições de implantação de edificações rurais tendem a gerar resultados de desempenho divergentes da área urbana, pela condição de insolação, ventilação natural, entre outros.
3	Não apresenta solução construtiva	Publicações que apresentem um novo método de cálculo de desempenho térmico, comparem normas técnicas ou abordem outros assuntos distintos de soluções construtivas.
4	Soluções para o espaço urbano	Publicações que apresentam soluções destinadas a melhorar o conforto térmico no espaço urbano.
5	Título e resumo inconclusivos quanto ao objetivo do artigo	Publicações cujo objetivo não foi possível identificar pela leitura do título e resumo; tornando necessária a leitura do conteúdo completo.
6	Trata de edificações não destinadas a "uso humano"	Artigos cujo objeto de estudo são edificações destinadas a abrigo de animais, armazenamento de produtos, entre outros.
7	Outra área de conhecimento	Objeto e foco do estudo pertencentes a áreas como engenharia mecânica, engenharia de materiais, ciências agrárias, entre outras.

Fonte: elaborado pela autora.

A aplicação dos critérios teve como resultado a exclusão de 2034 artigos (Tabela 7):

Tabela 7 - Artigos excluídos

CRITÉRIO	1	2	3	4	5	6	7
N. TOTAL	76	34	543	90	138	34	1119
TOTAL DE PUBLICAÇÕES EXCLUÍDAS:							2034

Fonte: elaborado pela autora.

Tendo sido eliminadas todas as publicações que comprometeriam o resultado da pesquisa, foi iniciada a leitura dos 2289 títulos restantes; e estabelecidos os critérios de inclusão dos artigos, em duas categorias: por sistema construtivo ou componente e por tipo de solução.

Os critérios foram elencados de acordo com os resultados descobertos, conforme o andamento da leitura, uma vez que não se conhecia antecipadamente o que seria identificado. Na categoria sistema construtivo ou componente, obtiveram-se os seguintes itens: *Cobertura, Componente, Eficiência Energética, Estrutura, Janela, Material, Piso, Projeto, Revestimento, Vedação, Vidro*. Entre esses, os itens Eficiência Energética e Projeto, embora não sejam sistemas construtivos ou componentes, abrangem artigos que abordam soluções voltadas a tais assuntos de maneira ampla, não sendo possível dissociar da temática. Na categoria Componente foram incluídos elementos diversos de construção, por não haver número significativo de resultados individuais. Da mesma forma, em Material foram incluídos estudos relacionados aos materiais de construção em geral, como tijolos e concreto, entre outros; exceto revestimentos, ao qual se entendeu que havia resultados em quantidade suficiente para uma criação de uma categoria independente. A Tabela 8 demonstra os resultados numéricos:

Tabela 8 - Artigos incluídos

	COBERTURA	COMPONENTE	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ESTRUTURA	JANELA	MATERIAL	PISO	PROJETO	REVESTIMENTO	VEDAÇÃO	VIDRO	TOTAL
N.	61	21	681	7	166	122	31	28	9	865	98	2289

Fonte: elaborado pela autora.

Feita esta primeira análise, identificou-se que um refinamento poderia trazer resultados relevantes. Dessa forma, uma amostragem aleatória de 18,74%¹³ dos artigos incluídos determinou o perfil de solução para cada componente, considerando:

- A - Sistema construtivo completo ou componente
- B - Acoplamento de equipamentos ao sistema construtivo
- C - Desempenho térmico específico do material

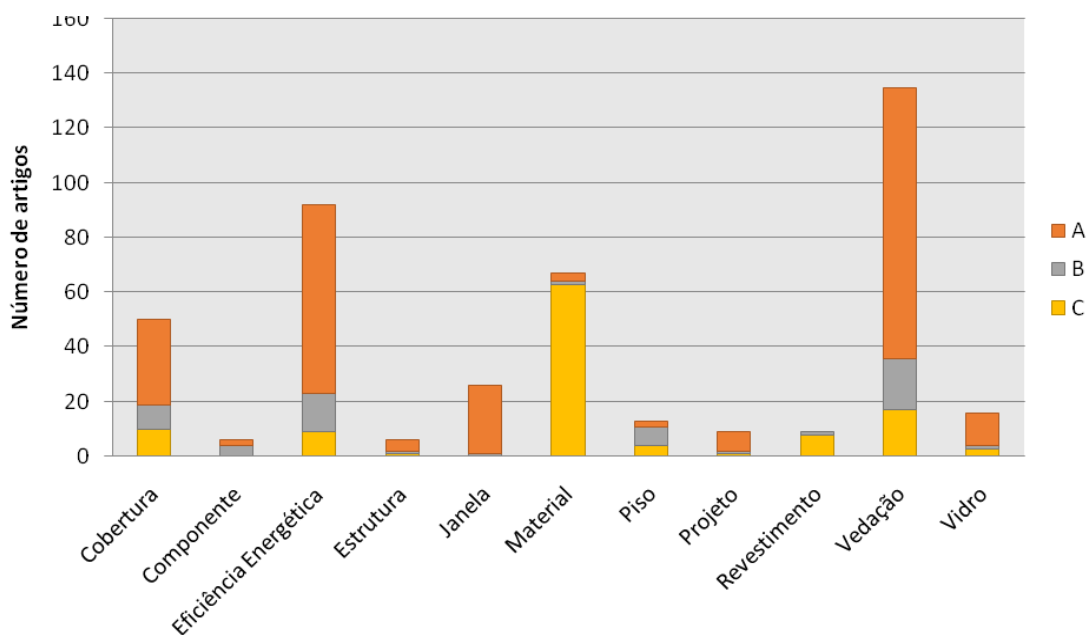
As duas análises foram realizadas simultaneamente, portanto, para este critério não foram definidos quantos artigos deveriam ser analisados sobre cada sistema/componente. A análise dos 2289 artigos se mostrou inviável, pois embora o método previsse apenas a leitura dos títulos para tal identificação, a pouca assertividade destes tornou necessária a leitura do resumo em parte significativa dos casos. No entanto, o método aplicado cumpre o objetivo, apresentando resultados satisfatórios para análise, conforme pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 - Artigos incluídos por componente

	COBERTURA	COMPONENTE	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ESTRUTURA	JANELA	MATERIAL	PISO	PROJETO	REVESTIMENTO	VEDAÇÃO	VIDRO	TOTAL
TOTAL	50	6	92	6	26	67	13	9	9	135	16	429
A	31	2	69	4	25	3	2	7	0	99	12	254
B	9	4	14	1	1	1	7	1	1	19	1	59
C	10	0	9	1	0	63	4	1	8	17	3	116

Fonte: elaborado pela autora.

¹³ O cálculo amostral, considerando margem de erro de 5% e nível de confiança em 95%, resultou numa amostra mínima de tamanho 330, ou 16%.

Gráfico 1 - Artigos incluídos por componente/ sistema

Fonte: elaborado pela autora.

Sendo assim, pela Tabela 9 e Gráfico 1, observa-se que a maioria absoluta dos artigos trata de soluções para um sistema construtivo ou componente (59,2% - critério A); relacionados principalmente a sistemas de Vedação (39%), seguido pela Eficiência Energética (27%) e Cobertura (12%).

Em seguida, 27% dos artigos estão relacionados ao desempenho específico de materiais (critério C). A maioria dos resultados está categorizada como Material (54%); seguido por Vedação (14,7%); e Cobertura (8,6%). Neste critério, as publicações incluídas em Material, Revestimento ou Vidro apresentam resultados de desempenho térmico do material isolado, independente do sistema construtivo no qual está inserido. Nas outras categorias, relacionadas a um sistema ou eficiência energética, são apresentados resultados do comportamento do material inserido em um contexto.

Por fim, 13,8% das publicações apresentam resultados a partir do acoplamento de equipamentos ao sistema construtivo (critério B), tendo como um dos exemplos mais comuns a instalação de sistemas de aquecimento e resfriamento na edificação, para atingir o nível de conforto térmico adequado. Tais equipamentos também estão acoplados principalmente aos sistemas de Vedação (32,2%), seguido pela Eficiência Energética (23,7%) e Cobertura (15,3%).

Essa análise permite concluir que, independente do critério utilizado, a maioria das publicações tem sistemas de vedação como objeto de estudo. Em segundo plano, destaca-se a eficiência energética, o que se justifica por ser um tema amplo, que engloba diversas possibilidades de estudo e é fortemente relacionado ao desempenho térmico da edificação.

A próxima etapa de análise bibliométrica considerou o número de vezes que cada palavra-chave estabelecida no protocolo de coleta de dados apareceu nos títulos dos artigos incluídos. Observa-se na Tabela 10 que a maior frequência corresponde ao termo “building”, resultado previsível, uma vez que o foco da busca foi em edificações. Em seguida, os termos mais frequentes, respectivamente, foram “wall OR panels” (parede ou painéis); “roof” (cobertura); “dwel* OR hous* OR habitat*” (sinônimos de habitação), “ventilat*” (ventilação), “wrapping OR envelop*” (sinônimos de envoltória), “window” (janela), “glas* OR glaz*” (referentes a vidro). Dessa forma, constatou-se que a maioria dos títulos faz menção a sistemas de vedação ou envoltória; resultado semelhante à análise anterior.

Além disso, o destaque ao termo ventilação apresenta um dado interessante à pesquisa: por ser uma variável que impacta no conforto térmico e sofre definições na concepção do projeto, aqui pode ser entendida como um indício de que os estudos discutem soluções construtivas e correlacionam-nas com as etapas de projeto. A veracidade dessa informação será verificada no decorrer do trabalho.

Nessa linha, o termo “shading OR solar protection” (sombreamento ou proteção solar) também demonstra um resultado significativo, embora apresente número inferior a ventilação. Por outro lado, “solar orientation” (orientação solar) e “zenital opening” (abertura zenital), também relacionados a estratégias na concepção do projeto, não obtiveram nenhum resultado.

Tabela 10 - Bibliometria por palavras-chave no título

PALAVRA-CHAVE	NÚMERO
Building	849
wall OR panels	409
Roof	244
dwel* OR hous* OR habitat*	196
ventilat*	161
wrapping OR envelop*	158
Window	157
glas* OR glaz*	149
energy efficiency	82
hot climate OR hot-humid climate OR tropical	67
thermal insulation	54
shading OR solar protection	49
thermal transmittance OR thermal resistance	23
thermal mass	22
thermal conductivity	16
thermal capacity OR thermal inertia	9
thermal simulation OR thermo energy simulation OR simulation of thermal performance	6
absorptance OR solar reflectance	4
solar fator	1
translucent elements OR opaque elements OR opacity	0
thermal emissivity	0
solar orientation	0
zenital opening	0

Fonte: elaborado pela autora.

A análise bibliométrica de identificação dos termos nos títulos poderia ter sido estendida às palavras-chave. No entanto, optou-se por não o fazer por duas razões: em primeiro lugar, o critério de exclusão não previu a eliminação das publicações importadas das bases de dados quando não houvesse palavras-chave relacionadas, entendendo que poderiam ser consultadas manualmente, se necessário. Do total de 2289 artigos incluídos, 198 possuíam esse campo em branco, ou seja, 8,65%. Acredita-se que aplicar a análise tal como foi realizada com os títulos só teria validade para a pesquisa se ocorresse com 100% dos itens, de modo a evitar viés.

Logo, pretendia-se buscar as palavras-chave dos artigos cujo campo estava em branco, para incluí-las manualmente. No entanto, antes do início da atividade, fez-se uma leitura das palavras-chave já apresentadas. Identificou-se que, em geral, a quantidade de termos varia de 1 a 8 por publicação, mas em alguns casos chegam a

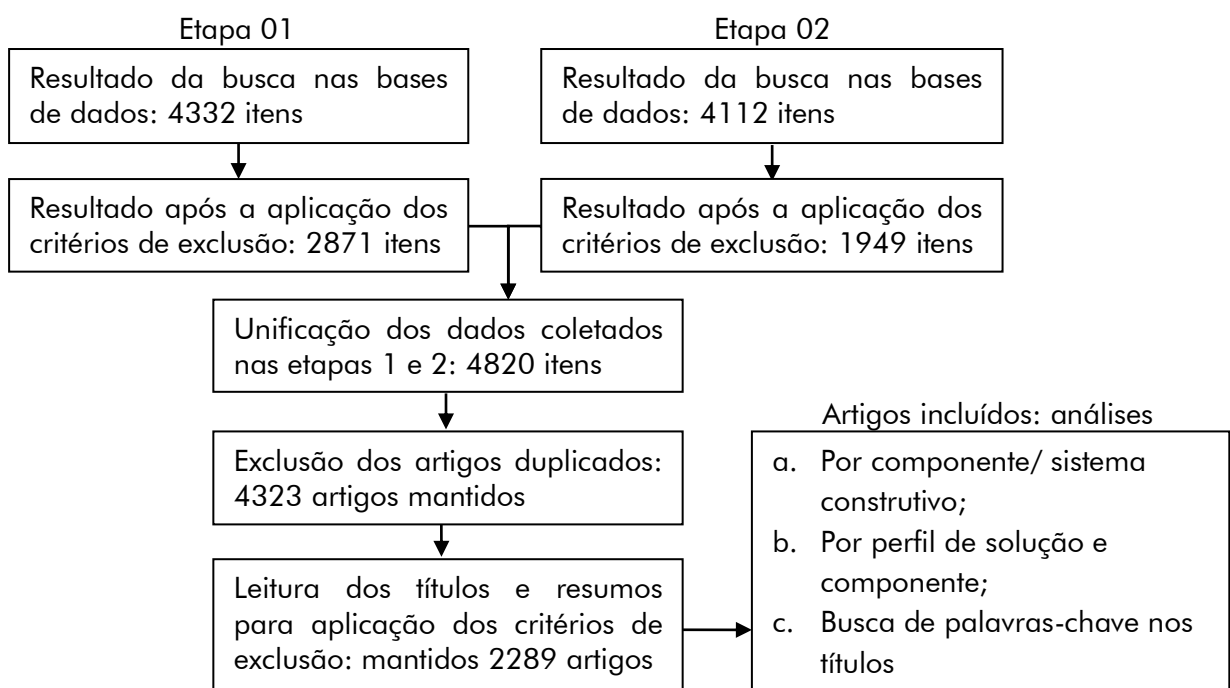
12. Essa grande quantidade tem como consequência a impossibilidade de compreender o foco do estudo, devido a abrangência dos termos.

Por exemplo, um determinado artigo possui as seguintes palavras-chave: “*Buildings; Climate changes; Construction industry; Energy efficiency; Energy policy; Energy utilization; Greenhouse effect; Strategic planning; Sustainable development*” (tradução: *Edifícios; Mudanças climáticas; Indústria de construção; Eficiência energética; Política energética; Utilização de energia; Efeito estufa; Planejamento estratégico; Desenvolvimento sustentável*). É plausível imaginar uma série de objetos de estudo relacionados a tais termos, no entanto, é impossível afirmar qual o foco real. Portanto, essa variabilidade foi a segunda motivação para não completar os campos em branco manualmente e não aplicar a bibliometria, visto que situações semelhantes ocorreriam com frequência.

Por essa razão, as palavras-chave dos artigos incluídos foram eliminadas da análise bibliométrica como um todo.

Cumprida a fase de coleta e análise bibliométrica dos dados, estes foram levados novamente para discussão de especialistas, para direcionar a continuidade da pesquisa. O fluxograma a seguir demonstra as atividades realizadas na primeira fase do estudo exploratório (Figura 7).

Figura 7 - Fluxograma do estudo exploratório (Fase 1)



Fonte: elaborado pela autora.

4.2 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS PARA ESTABELECEM DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DO PROTOCOLO

Em maio de 2017, os dados e resultados obtidos na primeira fase foram analisados em conjunto pela discente, orientadora e pesquisadora A, e uma nova etapa foi determinada: a busca de palavras-chave relacionadas aos aspectos de projeto. Uma vez que os resultados estiveram concentrados em Vedação, Eficiência Energética, Janela e Cobertura, estes foram os componentes incluídos como critérios. Optou-se por também analisar o componente Vidro, já que está geralmente relacionado a um sistema de Vedação ou Janela; e Projeto, pois este trabalho busca soluções de projeto que gerem consequências positivas para o desempenho térmico da edificação.

Nessa etapa, foram estabelecidos sete termos de busca, relacionados a estratégia de projeto, que foram cruzados com os resultados anteriores, sendo eles: *passive strategy*, *bioclimatic*, *design*, *daylight*, *natural ventilation*, *solar orientation*, *passive design*.

Tabela 11 - Análise bibliométrica

	Cobertura		Eficiência Energética		Janela		Projeto		Vedação		Vidro		Total	Frequência
	Título	Resumo	Título	Resumo	Título	Resumo	Título	Resumo	Título	Resumo	Título	Resumo		
<i>passive strateg*</i>	0	1	1	3	0	0	0	1	0	2	0	1	9	0,76%
<i>bioclimat*</i>	0	4	0	4	1	1	0	1	0	5	0	0	6	1,36%
<i>design</i>	14	71	67	291	11	54	10	22	49	296	2	32	919	77,88%
<i>daylight</i>	1	3	4	24	4	10	2	3	6	20	1	5	83	7,03%
<i>natural ventilat*</i>	0	5	12	48	0	11	1	3	11	36	0	1	28	10,85%
<i>solar orientation</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0,34%
<i>passive design</i>	0	0	4	7	0	0	0	1	1	8	0	0	21	1,78%
Total	99		467		92		44		436		42		1118	100%
Frequência	8%		40%		8%		4%		37%		4%			

Fonte: elaborado pela autora.

A Tabela 11 apresenta um indicador de frequência, aplicado para os resultados relacionados a cada termo e por sistema/componente em relação ao total. Assim, nota-se que o termo “design” (projeto) aparece mais vezes nos estudos, seguido por “natural ventilation” (ventilação natural) e “daylight” (iluminação natural). Os outros termos obtiveram um número pequeno de resultados quando comparados a estes.

Correlacionando com os sistemas/componentes, o resultado mais significativo diz respeito à eficiência energética (40%) e vedação (37%). Em seguida, a frequência das palavras-chave relacionadas a “Cobertura” e “Janela” tiveram o mesmo resultado, o terceiro maior índice (8%).

Sendo assim, a análise bibliométrica permitiu concluir que o desempenho térmico dos sistemas de vedação de edificações é um assunto de grande atenção dos pesquisadores, pois agrupou a maioria absoluta de estudos acerca desse objeto; seguido pelos sistemas de cobertura, o que também gerou uma quantidade significativa de resultados.

A eficiência energética também obteve resultados quantitativos importantes em todas as análises realizadas. Por ser um tema amplo, abrange dentre seus itens de investigação a envoltória das edificações, mas os aspectos ponderados na EE são globais e extrapolam os requisitos de desempenho térmico.

4.3 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Visto que o foco deste estudo é a incorporação de requisitos de desempenho térmico no projeto, a estratégia de busca da revisão sistemática deve contemplar termos relacionados à iluminação natural, ventilação e orientação solar, pois estes aspectos precisam ser definidos na concepção do projeto para terem resultados satisfatórios; e impactam toda a edificação.

Visando desenvolver os demais parâmetros do protocolo, fez-se uma nova bibliometria em função dos dados coletados, que permitiu identificar os periódicos de maior relevância no tema desempenho térmico em edificações. Os 2289 estudos

incluídos na análise foram publicados em 440 periódicos diferentes, sendo que 26 deles tem 15 ou mais publicações (Tabela 12), concentrando 1379 resultados (60%). Por outro lado, 310 periódicos (13,5%) tem publicado somente 1 ou 2 artigos sobre o assunto.

Tabela 12 - Bibliometria por periódicos

	PERIÓDICO	N. DE PUBLICAÇÕES	ESTRATOS QUALIS
1	Energy and Buildings	339	B1, A2, A1
2	Applied Mechanics and Materials	150	C
3	Building and Environment	113	A1
4	ASHRAE Transactions	87	B4, B2
5	Energies	67	B1
6	Applied Energy	62	A2, A1
7	Solar Energy	52	B1, A2, A1
8	Energy Procedia	47	C, B5, B3
9	Procedia Engineering	41	C, B4, B3, A2
10	Building Services Engineering Research and Technology	40	B2, B1, A1
11	Advanced Materials Research	38	C
12	Renewable Energy	35	A2, A1
13	Buildings	33	-
14	Journal of Building Physics	30	B1
15	Applied Thermal Engineering	27	B1, A1
16	Construction and Building Materials	27	-
17	Energy Conversion and Management	25	A2, A1
18	Structural Survey	23	B2
19	ASTM Special Technical Publication	22	B1, B2, B3, B4
20	International Journal of Energy Research	19	B1, A2
21	Architectural Science Review	18	B2, B3
22	ASHRAE Journal	18	-
23	Key Engineering Materials	18	C, B4, B3, B2
24	Advances in Building Energy Research	16	-
25	Energy	16	B2, A2, A1
26	Journal of Environmental Engineering	16	B1, A1

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados coletados e QUALIS CAPES (2017).

Com base na relação disposta na Tabela 12, foi realizada a consulta da qualificação do periódico no Portal Sucupira, com prioridade para o Quadriênio 2013-2016. As revistas ASHRAE Transactions e ASTM não tiveram avaliação nesse período, portanto, utilizou-se os dados do Quadriênio 2010-2012. Foram consideradas as classificações das áreas de Arquitetura, Urbanismo e Design; Engenharias I, III e IV; Materiais; e Interdisciplinar, conforme a Tabela de Áreas de

Conhecimento da CAPES (CAPES, 2017), devido ao entendimento de que os estudos relevantes para esta pesquisa estão localizados nestas categorias. Não foram localizadas as classificações das revistas *Buildings* (ISSN 2075-5309), *ASHRAE Journal* (ISSN 0001-2491) *Advances in Building Energy Research* (ISSN 1756-2201) para nenhuma área de conhecimento; e a *Construction and Building Materials* foi avaliada apenas na área de Ciências Agrárias. A inexistência ou o vácuo temporal de avaliação indica, apenas, que estes periódicos não receberam produção oriunda de programas de pós-graduação credenciados pela CAPES, no período.

A avaliação da qualidade dos periódicos científicos da CAPES compreende oito estratos, na seguinte ordem, considerando C a menor qualificação e A1 o nível mais elevado: C; B5; B4; B3; B2; B1; A2; A1. Como a graduação é dada por área de conhecimento, um mesmo título pode ser enquadrado em vários estratos, conforme pode ser observado na Tabela 12.

Ainda, a Tabela 12 demonstra que dos três periódicos mais relevantes na análise bibliométrica, pelo número de artigos que concentram juntos (26%), *Energy and Buildings*, *Building and Environment* são qualificados nos estratos mais elevados. Embora parte das publicações tenha qualificação B2 ou inferior, dos 22 periódicos qualificados, 14 estão estratificados como B1, A2 ou A1, indicando que os artigos incluídos na análise bibliométrica tiveram, de modo geral, condução rigorosa.

Para a elaboração do Protocolo de Revisão Sistemática de literatura, a análise bibliométrica dos periódicos científicos contribui no sentido de determinar a qualificação mínima dos veículos.

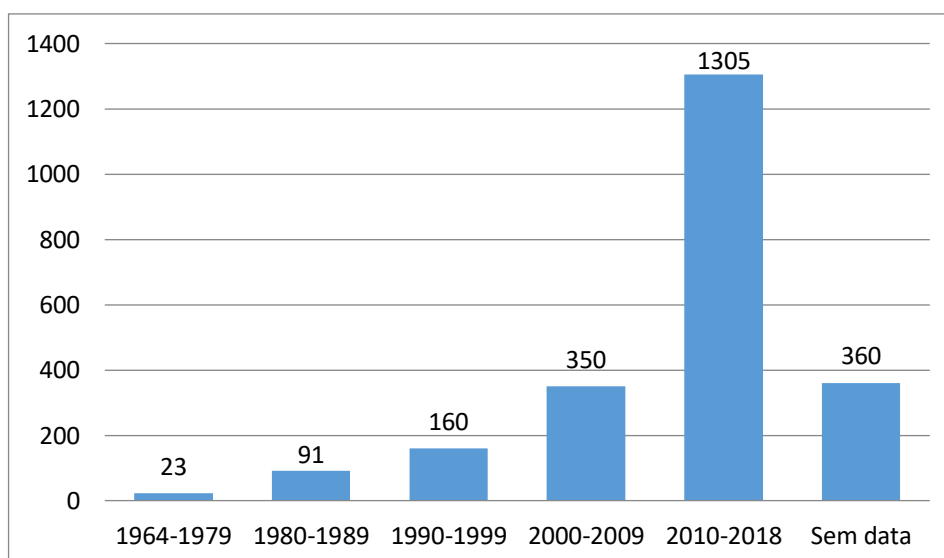
Outro aspecto a ser considerado no protocolo é a data de publicação dos artigos. A mais antiga ocorreu em 1964, no *International Journal of Biometeorology*, intitulado "*The functional aspects of building design in warm climates with particular reference to thermal and ventilation considerations*"¹⁴, de autoria de Van Straaten, J.F.; Van Deventer, E.N. Considerando que a primeira publicação foi realizada em um periódico que não consta entre os mais relevantes (Tabela 12), embora tenha classificação entre B1 e A1 no QUALIS (PORTAL SUCUPIRA, 2017); e o título apresenta uma possível relação direta com o objetivo dessa pesquisa, infere-se que

¹⁴ Tradução (da autora): *Os aspectos funcionais do projeto de edifícios em climas quentes com referência específica a considerações térmicas e de ventilação.*

não é fundamental limitar o horizonte da busca. Por outro lado, buscar evidências em estudos remotos pode levar a utilização de dados com resultados já defasados.

Além disso, tem-se a informação que 57% dos estudos foram publicados na última década, a partir do ano 2010; mas o crescimento dos números vem sendo gradativo desde a década de 1960 (Gráfico 2). No entanto, é válido esclarecer que os números da análise não demonstram precisão absoluta, pois 15,7% do material coletado e incluído não tem data determinada. Ainda assim, isso não foi considerado um impeditivo para a inclusão dos artigos e manipulação e interpretação dos dados, pois é possível consultar manualmente a data de publicação de cada material, no momento necessário.

Gráfico 2 - Número de publicações por década



Fonte: elaborado pela autora.

Nesta pesquisa, o objetivo da bibliometria foi identificar quais tópicos acerca de desempenho térmico de edificações estão sendo estudados a nível mundial, para então definir o foco da revisão sistemática de literatura, cujo processo e resultados serão apresentados no próximo capítulo.

De forma geral, a maioria dos estudos concentra-se em analisar a envoltória da edificação, ou seja, principalmente a cobertura e vedações externas. Tal resultado não surpreende, visto o conhecido impacto desses sistemas para o ambiente interno, mas justifica e direciona as próximas etapas de pesquisa.

Embora os dados apresentados apontem convergência para a abundância de resultados relacionados a sistemas de vedação, as discussões com especialistas na área de desempenho térmico, ocorridas na oficina e na avaliação de resultados; e a observância das condições de habitação no Brasil levaram à decisão de dirigir o foco da próxima etapa da pesquisa em sistemas de cobertura.

O último relatório do IBGE sobre os tipos de moradia, de 2009, informa que naquele ano havia 39.107.000 casas e 3.966.000 apartamentos habitados no país (IBGE, 2009). Considerando que nessa condição de habitação (moradia em casas), em regiões intertropicais, o desempenho térmico é fortemente influenciado pela cobertura, definiu-se como objeto da revisão sistemática de literatura o desempenho térmico dos sistemas de cobertura de habitações térreas isoladas.

5. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

5.1 QUESTÃO DE REVISÃO E PREPARAÇÃO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

A questão de revisão é fundamental para a condução de uma RSL e deve indicar exatamente a intenção da pesquisa, ou seja, o tipo de resultados que se pretende obter, por isso o escopo precisa ser limitado e preciso (BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014). Nesta pesquisa, a questão de revisão é: *“Quais soluções em sistemas de cobertura contribuem para o desempenho térmico adequado de habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido?”*

Silagy, Middleton e Hopewell (2002) apontam que pesquisas são propensas ao viés. Portanto, em uma RSL, uma forma de amenizar o risco é declarar a justificativa, indicar os objetivos e métodos que serão utilizados no estudo antes de realizá-lo, sem conhecimento prévio dos dados, por meio de um roteiro planejado, ou seja, o protocolo de pesquisa.

Para este trabalho, as seções do protocolo foram determinadas conforme recomendações da literatura (SILAGY; MIDDLETON; HOPEWELL, 2002; MOHER; LIBERATI; TETZLAFF; ALTMAN, 2009; BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2014; DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015), e adaptadas considerando a aplicabilidade ao contexto, uma vez que a maioria dos autores trata de revisões sistemáticas na área das ciências da saúde e estas não são integralmente aplicáveis à arquitetura. Dessa forma, foram definidas como seções do protocolo inicial: contexto, objetivo, questão de revisão, horizonte de tempo, idiomas, estratégia de busca, base de dados, critérios de seleção e critérios de avaliação da qualidade.

Os dados obtidos pela análise bibliométrica foram úteis para nortear a construção do protocolo. A primeira decisão foi a manutenção das bases de dados Engineering Village, Proquest Technology Collection, Scielo e Scopus para busca dos artigos, pois reúnem periódicos importantes na área de engenharias, arquitetura e tecnologia, têm ferramentas de exportação dos artigos nos formatos compatíveis com o software StArt e é possível acessar o texto completo.

Ainda, considerou-se relevante realizar a busca no InfoHAB (Centro de Referência e Informação em Habitação), portal brasileiro que reúne um acervo com mais de 35 mil publicações (InfoHAB, 2018), incluindo anais dos principais eventos científicos nacionais. As publicações estão disponíveis para acesso gratuito e completo, em grande parte dos casos. O portal não tem a opção de exportação como as bases de dados, de forma que a consulta e exportação foram executadas manualmente.

Para realizar a busca, foram estabelecidos termos chave relacionados com a questão, em grupos, conforme demonstra o Quadro 6; e elaborada a seguinte estratégia de busca, utilizando os operadores booleanos e truncagem: (*hous* OR dwell* OR habitat**) AND (*roof OR "coverage system"*) AND (*"thermal performance" OR "thermal comfort"*) AND (*"hot climate" OR "hot humid climate" OR "tropical weather"*). Optou-se por inserir o termo "conforto térmico" ("thermal comfort") como uma forma de buscar artigos que incluam o usuário nas pesquisas.

Quadro 6 - Palavras-chave selecionadas

GRUPO	PALAVRAS-CHAVE
Habitação	House; Dwelling; Habitation
Sistema de cobertura	Roof; Coverage system
Desempenho	Thermal performance; Thermal comfort
Condição climática	hot climate; hot humid climate; tropical weather

Fonte: elaborado pela autora.

Na bibliometria, observou-se que a maioria dos artigos foi publicada em língua inglesa, mas houve resultados também em outras línguas latinas, russo e chinês. Sendo assim, para tornar possível a leitura e compreensão adequadas do texto completo, optou-se por delimitar a busca por artigos publicados em Inglês, Português, Espanhol, Italiano e Francês.

Ainda, na primeira fase, os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos conforme o andamento da leitura dos títulos e resumos, uma vez que não se conhecia o que seria encontrado. Com base nesses dados foram elencados os critérios da RSL, mas estes foram sintetizados e organizados de forma a tornar a categorização inicial, realizada manualmente pela leitura dos títulos e resumos, mais objetiva (Tabela 13).

Tabela 13 - Critérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão
1. Apresenta resultados de desempenho térmico da cobertura de habitações térreas isoladas em regiões de clima quente e úmido
2. Apresenta resultados de desempenho térmico de cobertura genérica e isolada, em regiões de clima quente e úmido
Exclusão
1. Apresenta resultados de desempenho térmico de edificações não-residenciais ou residenciais multifamiliares/ verticais
2. Não apresenta resultados referentes ao conforto/desempenho térmico da edificação
3. Estudos direcionados à eficiência energética.

Fonte: elaborado pela autora.

Por fim, o protocolo (Quadro 7) estabelece os critérios de avaliação da qualidade dos estudos. Para defini-los, foram observados diversos protocolos publicados no PROSPERO¹⁵ e, principalmente, os itens utilizados em revisões sistemáticas de literatura na área arquitetura e engenharia, realizados por Codinhoto et al (2008), Susanne, Sarasoja e Galamba (2016) e Schwartz, Raslan e Mumovic (2018). Embora a literatura na área ainda seja restrita, os critérios de qualidade comumente utilizados nas ciências da saúde são pouco aplicáveis a este trabalho.

Foram, então, definidos somente os itens mínimos de análise, necessários para responder à questão de revisão: a) apresenta o contexto e caracterização da pesquisa/ objeto de estudo; b) relata o método utilizado; c) apresenta os resultados da avaliação de desempenho. Durante a avaliação dos artigos, outros itens foram incluídos e serão mencionados e justificados ao longo da apresentação deste capítulo.

¹⁵ Banco de dados internacional desenvolvido pelo *Centre for Reviews and Dissemination* da Universidade de York (UK) e o *National Institute for Health Research* (NIHR), que registra e publica protocolos de revisões sistemáticas nas áreas de saúde, assistência social, educação, justiça e desenvolvimento internacional. O objetivo é registrar as pesquisas no início para ajudar a evitar duplicações e reduzir o risco de viés, bem como, ao final, comparar os resultados com o que foi planejado (PROSPERO, 2018).

Quadro 7 - Protocolo da RSL

PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS DA RSL	
Contexto	A pesquisa foi motivada por um problema prático vivenciado por projetistas: a necessidade de projetar habitações que atendam ao desempenho mínimo exigido pela NBR 15575. Foi definido o foco no desempenho térmico do sistema de cobertura de habitações térreas isoladas. A revisão pretende fornecer dados que resultem na tomada de decisões adequadas no desenvolvimento de projetos, atendendo aos requisitos.
Objetivo	Identificar soluções em sistemas de cobertura que contribuam para o alcance dos níveis mínimos de desempenho térmico exigido por normativas vigentes.
Questão de revisão	Quais soluções em sistemas de cobertura contribuem para o desempenho térmico adequado de habitações térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido?
Horizonte de tempo	Não delimitado
Idiomas	Inglês, português, italiano, francês, espanhol.
Estratégia de busca	(hous* OR dwell* OR habitat*) AND (roof OR "coverage system") AND ("thermal performance" OR "thermal comfort") AND ("hot climate" OR "hot humid climate" OR "tropical weather")
Bases de dados	Scopus Engineering Village Proquest Technology Collection SciELO InfoHAB
Critérios de seleção	Inclusão: 1. Apresenta resultados de desempenho térmico da cobertura de habitações térreas isoladas em regiões de clima quente e úmido. 2. Apresenta resultados de desempenho térmico de cobertura genérica e isolada, em regiões de clima quente e úmido. Exclusão: 1. Apresenta resultados de desempenho térmico de edificações não-residenciais, verticais ou residenciais multifamiliares; 2. Não apresenta resultados referentes ao conforto e/ou desempenho térmico da edificação; 3. Estudos direcionados à eficiência energética.
Critérios de avaliação da qualidade dos estudos	a) Apresenta o contexto e caracterização da pesquisa/ objeto de estudo b) Relata o método utilizado c) Apresenta os resultados da avaliação de desempenho

5.2 A EXECUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

5.2.1 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Após a conclusão do protocolo, a coleta de dados nas bases foi realizada em janeiro de 2018. No total, a busca nas bases de dados retornou 153 resultados, publicados entre os anos de 1983 e 2017, em inglês (132), português (15), espanhol (5) e italiano (1); que foram exportados em formato *.ris* e adicionados ao StArt para manipulação dos dados.

Dos 153, 11 foram excluídos automaticamente pelo software, por serem duplicados. Em seguida, fez-se uma verificação manual para identificar outras possíveis duplicações, que não tivessem sido identificadas na filtragem automática, e outras quatro foram encontradas, totalizando 15 artigos duplicados.

Depois, foi realizada a busca no InfoHAB, que resultou em 25 itens. Dez não disponibilizavam a versão completa para download e foram eliminados. Dos 15 remanescentes, quatro eram documentos técnicos sobre execução de serviços na construção civil e uma dissertação. Assim, restaram 10 itens, que foram incluídos manualmente no Start.

Iniciou-se a leitura dos títulos e resumos dos 149 itens restantes, para rastrear artigos que fugiam ao escopo da pesquisa, resultando em 113 itens. Embora não tenham sido categorizados quantitativamente, as razões mais frequentes para a eliminação foram: a) apresentar resultados de desempenho térmico de edificações não-residenciais, multifamiliares ou verticais, b) soluções para o espaço urbano, c) não apresenta resultados referentes ao conforto/desempenho térmico da edificação, d) analisa soluções para climas diferentes de quente-úmido/tropical; e) não demonstra clareza no objetivo e foco da pesquisa a partir da leitura do título e/ou resumo.

A etapa seguinte consistiu em acessar o texto completo dos 36 artigos incluídos e fazer a leitura, para categorizá-los quanto aos critérios de inclusão e exclusão adotados no protocolo. Durante a busca do artigo completo, identificou-se que cinco deles não tinham acesso gratuito disponível, de forma que não puderam ser analisados. Assim, acrescentou-se um quarto critério de exclusão ao protocolo. Os

resultados para cada critério estão demonstrados na Tabela 14. Onze artigos incluídos foram considerados adequados para uma análise aprofundada do conteúdo, e 20 não apresentavam dados que respondessem à questão de revisão.

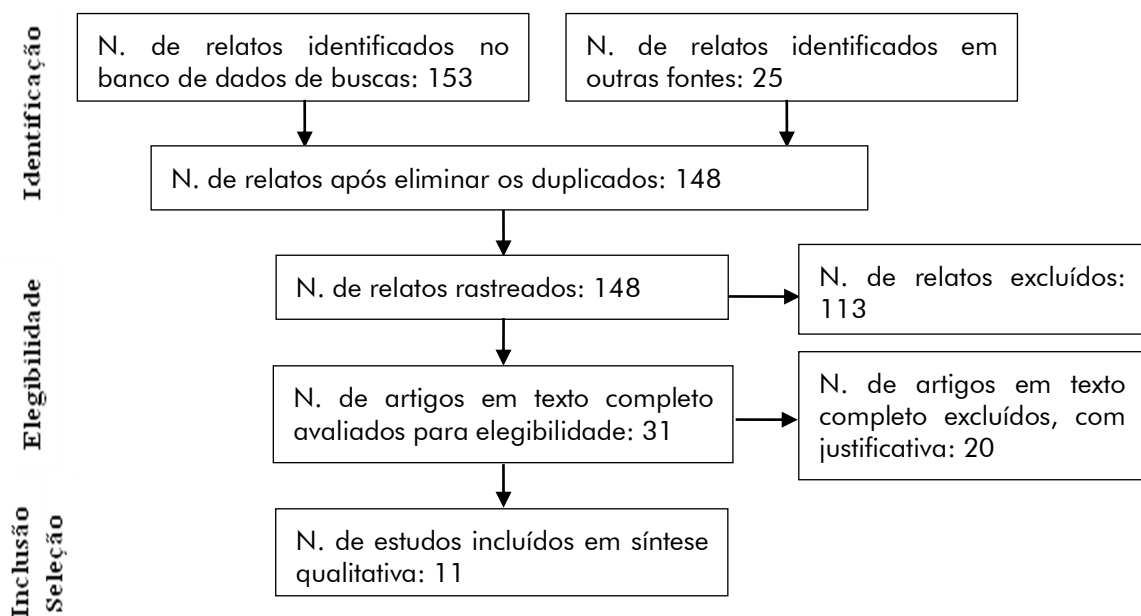
Tabela 14 - Número de artigos incluídos e excluídos

	CRITÉRIO	N. RESULTADOS
INCLUSÃO	1. Apresenta resultados de desempenho térmico da cobertura de habitações térreas isoladas em regiões de clima quente e úmido	9
	2. Apresenta resultados de desempenho térmico de cobertura genérica e isolada, em regiões de clima quente e úmido	2
EXCLUSÃO	1. Apresenta resultados de desempenho térmico de edificações não-residenciais ou residenciais multifamiliares/ verticais	2
	2. Não apresenta resultados referentes ao conforto/desempenho térmico da edificação	10
	3. Estudos com foco em eficiência energética.	8
	4. Não é permitido acesso gratuito ao texto completo	5

Fonte: elaborado pela autora.

O fluxograma ilustrado na Figura 8 representa o processo de coleta, seleção, extração e sumarização dos resultados, divididos em etapas de identificação, elegibilidade, inclusão e seleção, conforme as recomendações do PRISMA Statement (MOHER; LIBERATI; TETZLAFF; ALTMAN, 2009).

Figura 8 - Fluxograma da RSL



Fonte: adaptado de Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman (2009).

5.2.2 AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS

Após a seleção dos estudos, passou-se à etapa de avaliação. Para tanto, foi montado um quadro com os critérios de avaliação da qualidade definidos no protocolo; e estes foram desdobrados em escalas do nível de qualidade dos artigos, sendo: 1 – qualidade da informação baixa; 2 – qualidade da informação razoável; e 3 - qualidade da informação alta. O quadro foi adaptado ao contexto dessa pesquisa com base nos critérios de avaliação de qualidade estabelecidos no estudo desenvolvido por Codinhoto et al (2008). Nesta pesquisa, a qualidade foi compreendida como o nível de informação e detalhamento apresentado pelo estudo e a facilidade de compreensão e apropriação dos dados como possível fonte de evidências para o projeto. Não foram analisadas a coerência dos resultados e adequação do método utilizado. O Quadro 8 detalha os critérios e escalas adotados.

Quadro 8 – Ferramenta 1: Critérios de avaliação da qualidade

Critério Nível	Apresenta o contexto e objetivos da pesquisa e caracterização objeto de estudo	Relata o método utilizado	Apresenta os resultados da avaliação de desempenho técnico
1	Não há informações suficientes para compreender o contexto e objetivo do estudo e/ou o objeto não está caracterizado.	Apresenta informações incompletas ou incoerentes ao objetivo da pesquisa.	Os resultados são apresentados sem sistematização ou aplicabilidade prática; ou são incoerentes com os objetivos do estudo.
2	Há lacunas na descrição do contexto e/ou objetivo e/ou caracterização do objeto, mas é possível a compreensão geral.	O método apresenta falhas quanto ao rigor ou clareza das informações.	Os resultados mais importantes estão apresentados, mas precisam ser tratados para serem utilizados como fonte de evidências.
3	A descrição do contexto, objetivo e caracterização do objeto são completas e detalhadas.	O método é descrito com clareza, apresenta informações detalhadas de procedimentos e critérios, e demonstra rigor no processo de pesquisa.	Há sistematização e clareza na exposição dos resultados, que podem ser usados como parâmetro para tomada de decisões.

Fonte: elaborado pela autora, com base em Codinhoto et al (2008).

Simultaneamente, foi elaborado um segundo quadro para ser utilizado na primeira etapa de extração de dados dos artigos, baseado nos mesmos critérios, mas

os itens foram subdivididos para que os estudos pudessem ser mapeados e melhor compreendidos.

Nessa ferramenta, o primeiro critério “Contexto e caracterização da pesquisa” foi desdobrado em cinco itens: pretende-se compreender a motivação da pesquisa (objetivo), as condições de realização (local, clima ou zona bioclimática e condições climáticas consideradas na realização dos experimentos) e as características do objeto analisado, ou seja, os tipos de cobertura que serão testados. O segundo item abrange o método utilizado e um resumo de sua descrição; bem como especifica se o estudo inclui o usuário, ou concentra-se em analisar o desempenho térmico de forma isolada. Em “Resultados”, busca-se mapear se as soluções testadas apresentam resultados satisfatórios, ou, em comparações, qual delas apresenta o melhor desempenho; quais tipos de dados de desempenho são apresentados pelo artigo; e se o estudo apresenta informações relevantes e complementares a esses dados. Por fim, a última coluna elenca os dados bibliométricos, incluindo: periódico, país de publicação, tipo (publicação em periódico ou conferência), data, autores e língua. O Quadro 9 resume as informações que foram coletadas.

Quadro 9 - Ferramenta 2: Extração dos dados gerais

Critério	Contexto e caracterização da pesquisa	Método	Resultados	Sobre o artigo
Itens analisados	Objetivo	Método	Adequação das soluções	Periódico
	Localização			País de publicação
	Clima ou Zona Bioclimática	Descrição	Dados numéricos apresentados	Tipo
	Condições climáticas no período			Ano
	Características do objeto de estudo	O estudo inclui a influência ou percepção térmica do usuário?	Discussões/informações adicionais	Autores
			Língua	

Fonte: elaborado pela autora.

O objetivo da avaliação de qualidade foi tabular os artigos incluídos de modo a compreender quais podem ser considerados fontes confiáveis de evidências para

serem utilizados no processo de projeto, e as ferramentas desenvolvidas e utilizadas para sistematização do material são a principal contribuição desta pesquisa.

O resultado das duas primeiras etapas demandou a elaboração de uma nova ferramenta, formatado como um quadro, com foco mais detalhado nos Resultados dos artigos, com objetivo de servir como um banco de soluções para ser utilizado no processo de projeto. Para tanto, são definidas quatro seções:

- a) Tipo de análise: o artigo trata do desempenho considerando a resposta global da habitação ou somente da cobertura em si. Em alguns casos, as duas situações podem ocorrer no mesmo estudo.
- b) Tipo de cobertura: descrição do tipo de cobertura em análise e a classificação dela conforme a NBR 15220-3 (2005), ou seja, se é leve ou pesada¹⁶.
- c) Dados apresentados: como dados mínimos, foram registradas a temperatura interna média, a refletância e transmitância térmica. A escolha dessas grandezas entre tantas possíveis se deve ao fato de serem apresentadas com frequência nos estudos, relacionarem-se aos parâmetros normativos e terem conceitos simples de serem assimilados por projetistas.
- d) Conclusões: nesse campo, foram registradas as considerações mais importantes obtidas pelo estudo, que combinadas aos outros campos poderão ser úteis na tomada de decisão.

5.2.3 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS: ORGANIZAÇÃO DAS EVIDÊNCIAS

As tabulações conforme as escalas de qualidade e a extração dos dados foram realizadas em paralelo, pois a leitura aprofundada dos artigos para a extração contribuiu para o entendimento da qualidade das publicações.

Inicialmente, será apresentado e discutido o quadro geral de extração dos artigos. Devido as suas dimensões, o quadro será apresentado em quatro partes, de

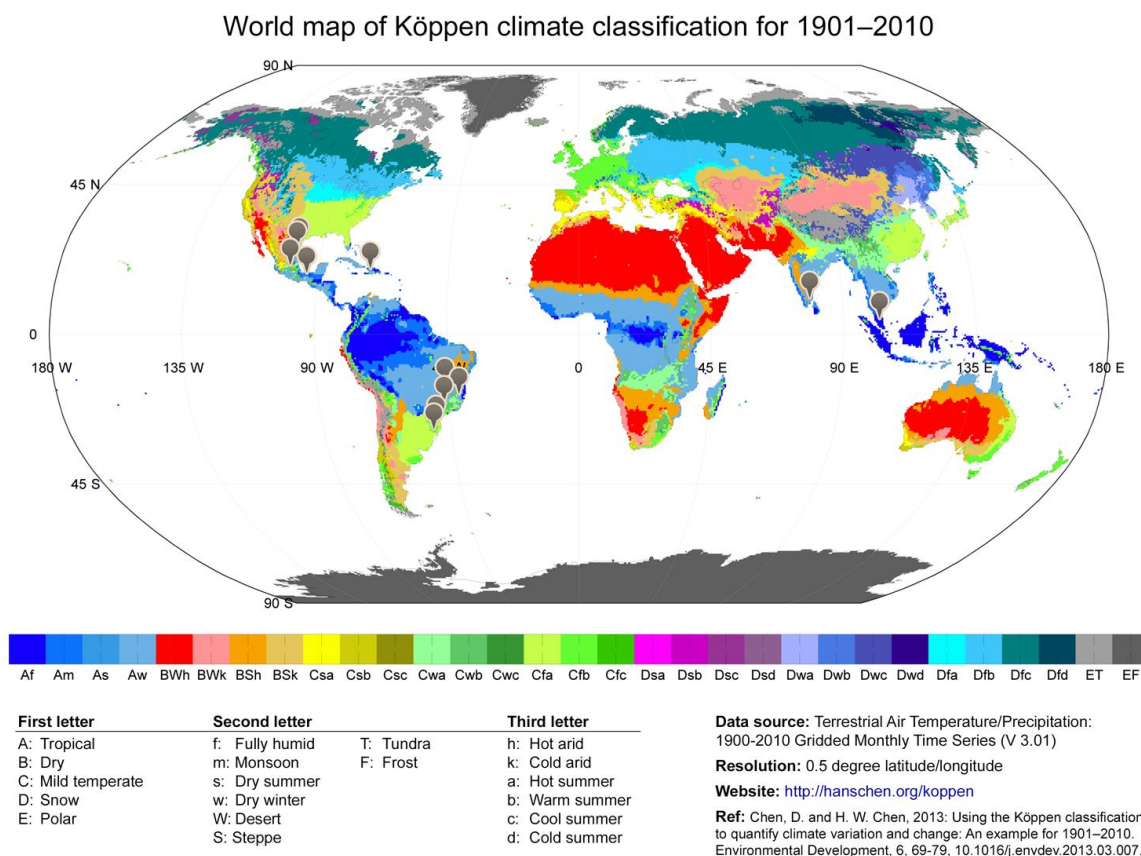
¹⁶ A NBR 15520-3 (2005, p. 17) define que coberturas pesadas tem atraso térmico, em horas, maior ou igual a 6,5 ($\varphi \geq 6,5$). Já nas coberturas leves (isoladas ou refletoras) o valor deve ser igual ou inferior a 3,3 ($\varphi \leq 3,3$).

acordo com os critérios elencados no Quadro 9, para possibilitar a visualização e comparação.

Na primeira parte, correspondente ao critério Contexto e Objetivo, a primeira coluna identifica os artigos por um número (ID). Em seguida, tem-se a coluna de objetivo. Todos os artigos analisados apresentaram o objetivo com clareza, sendo que a maioria pretende avaliar, por simulação computacional ou medição em campo, o desempenho de dois ou mais tipos de coberturas, para comparar os resultados entre elas (ID 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11); e dois deles (ID 1 e 4) tem outras motivações além desta, conforme exposto no Quadro 10.1.

A segunda coluna refere-se ao local de realização dos experimentos ou simulações. O mapa da Figura 09 os identifica: a maioria dos estudos foi realizada em uma única cidade, um deles envolveu experimentos em três cidades (ID6); e dois identificam o país (ID 1 e 4).

Figura 09 - Localização dos experimentos



Fonte: desenvolvido pela autora, utilizando como base o mapa de Köppen¹⁷ (CHEN; CHEN, 2013)

¹⁷ Sistema de classificação climática que utiliza dados mensais de temperatura e precipitação para definir os limites geográficos dos diferentes tipos de clima no mundo (CHEN; CHEN, 2013).

Dos onze artigos, cinco deles estão localizados no Brasil, em cidades cujas zonas bioclimáticas são ZB2, ZB3, ZB4 e ZB6 (ID 2, 8, 9, 10 e 11). Outros três foram realizados em cidades do México (ID 5, 6 e 7), um no Haiti (ID1), um na Índia (ID3) e um na Malásia (ID4). Com exceção do ID7, que descreve o clima como Tipo AW, cuja característica é clima tropical com inverno seco, e dos artigos brasileiros, os demais indicam clima quente e úmido (terceira coluna).

Especificamente para as condições climáticas no período de realização do experimento (quarta coluna), houve bastante variação quanto ao tipo de informação apresentada. Alguns indicam o “dia típico” ou médias históricas, outros mensuram a temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento durante o estudo. Três artigos não declararam os valores utilizados como referência (ID 4, 5 e 9).

A última coluna do primeiro critério analisado é a caracterização do objeto de estudo. Todos têm como objeto sistemas de cobertura, variando de dois a dez tipos ou configurações (variação de inclinação, cor, material isolante, entre outros). Em uma primeira análise, observa-se o interesse pelo estudo de coberturas verdes, telhados frios, lajes de concreto, telhas cerâmicas e de fibrocimento.

O nível de detalhamento da informação na descrição dos objetos, bem como das características locais e de realização dos estudos, será mensurado pelas escalas de qualidade que serão apresentadas no decorrer deste capítulo. Por ora, o quadro apresentado concentra-se em expor as características de cada publicação.

O segundo critério trata do Método empregado. Novamente, a primeira coluna do Quadro 10.2 refere-se à identificação dos estudos. A segunda relata o método utilizado, sendo que a maioria deles realizou medição em campo (ID 2, 3, 78 e 10), o ID4 combina medição em campo com Survey, cinco são realizados por simulação computacional (ID 1, 5, 6, 9 e 11). Na terceira coluna, a descrição resumiu as etapas expostas em cada artigo. Há muita variação no nível de detalhamento deste item: em alguns casos a descrição é excessivamente sucinta, dificultando a compreensão das atividades desenvolvidas.

A última coluna deste critério traz um dado importante para a pesquisa: registra quais estudos incluíram o usuário como variável na análise do desempenho do sistema, com enfoque no conforto térmico decorrente do comportamento da cobertura.

Somente três dos onze artigos consideraram o usuário, de formas diferentes. O ID1 projeta uma edificação pensando nas características de ocupação e avalia o conforto térmico e os custos envolvidos. No ID4, uma parte da pesquisa consiste na realização de entrevistas com moradores para conhecer a percepção e opinião deles sobre os tipos de cobertura que serão avaliados, mas os resultados das duas etapas (experimento e entrevistas) não são articulados. Já o ID11 considera, na construção do modelo, o perfil de uso da moradia, os equipamentos e as características da edificação. No entanto, posteriormente, os resultados apresentados estão voltados ao desempenho, não retomando as características de conforto.

O terceiro critério refere-se aos Resultados e Discussões (Quadro 10.3). Extraiu-se de cada artigo informações sobre a melhor solução de sistema de cobertura entre as analisadas, e pode-se observar que as coberturas verdes e aquelas que utilizam materiais com alta refletância à radiação solar tiveram melhores resultados em relação aos outros tipos analisados. A segunda coluna menciona os tipos de dados apresentados em cada estudo, sendo os mais frequentes a temperatura da superfície interna e a temperatura da superfície externa da cobertura. Aqui, apesar desta pesquisa visar a busca por parâmetros solicitados em normas, não foi adotado nenhum critério limitante, somente foram relacionados os dados tais qual são apresentados nos estudos. Por fim, a última coluna trata de informações complementares ao comportamento. Alguns artigos somente discutem os dados coletados no experimento, enquanto outros ponderam sobre a conservação do sistema, outros tipos de benefícios que podem ser gerados pela sua utilização (por exemplo, redução de ilhas de calor urbanas quando se adota coberturas verdes no ID3); e três (ID 1, 6 e 11) também discutem a relação de custo-benefício para as coberturas analisadas.

A última seção (Quadro 10.4) não compõe o sistema de avaliação da qualidade, mas registra os dados bibliométricos dos artigos incluídos. Os 11 artigos foram publicados por autores diferentes, entre os anos de 1990 e 2017, sendo dois (ID 1 e 5) no periódico *Building and Environment*, o qual tem classificação Qualis no estrato A1, conforme foi discutido no Capítulo 4 desta pesquisa.

Seis artigos foram publicados em periódicos e cinco em conferências, principalmente em países da América Latina (Brasil, Chile, Colômbia), Suíça, México e Malásia, em língua inglesa, espanhol e português.

Na última coluna da seção, estão expostas as palavras-chave relacionadas a cada artigo. No capítulo anterior, observou-se que a análise bibliométrica por meio das palavras-chaves dos estudos não foi realizada devido à baixa precisão detectada. Portanto, considerou-se interessante destacar os termos utilizados para verificar se estão efetivamente relacionados ao tema abordado. Os artigos ID 9, 10 e 11 não apresentaram palavras-chave; entre os outros oito, apenas um (ID5) não menciona “conforto térmico” ou “desempenho térmico”, o qual possivelmente é o termo de maior relevância no contexto desta pesquisa.

Nota-se também que embora apenas três estudos incluam o usuário no método e/ou resultados, ou seja, abordem a temática de conforto térmico e não apenas desempenho, “*thermal comfort*” foi adotado em seis artigos, enquanto “*thermal performance*” em dois. Por outro lado, seis mencionam ao menos um tipo de cobertura que será analisada (por exemplo, *telhados frios* ou *coberturas verdes*), o que é importante para identificar os estudos relevantes num processo de revisão sistemática de literatura. A seguir, são apresentados os quadros completos.

Quadro 10.1 - Critério: Contexto e caracterização da pesquisa/ objeto de estudo

ID	Contexto e caracterização da pesquisa/ objeto de estudo				
	Objetivo do estudo	Localização	Clima/ ZB	Condições climáticas na realização do experimento	Características do objeto
1	Simular e validar modelos de habitação que gerem conforto térmico e utilizem técnicas construtivas de baixo custo.	Haiti	Quente e úmido	Médias anuais: temperatura de 25,7 °C e umidade relativa do ar de 71,6%.	Proposto e validado um edifício que utiliza técnicas e materiais de baixo custo para aumentar o conforto térmico, visando atender as necessidades de pessoas abrigadas no Haiti. No telhado, foi escolhido o concreto leve com pintura externa acrílica branca.
2	Avaliar o comportamento térmico de cinco tipos de coberturas em diferentes horários ao longo do dia, como alternativas à telha de fibrocimento.	Anápolis, GO, BR	ZB6	Dados obtidos durante o período do experimento: temperatura média do ar: 21,2 °C; velocidade média do vento: 5,5 m.s ⁻¹ ; umidade relativa média: 68%.	São construídos protótipos com 5 tipos de cobertura: telhas de fibrocimento; de bambu; de bambu pintadas de branco, de fibra vegetal impermeabilizadas com betume; de fibra vegetal impermeabilizadas com betume e pintadas de branco.
3	Comparar o comportamento térmico de telhados verdes, laje de concreto armado, terraço de concreto e telhado frio.	Madurai, Índia	Quente e úmido	A temperatura no verão varia de 26°C a 40°C; a umidade relativa do ar de 50% a 80% e a velocidade do vento, entre de 3.5 m/s e 7m/s.	Compara o efeito de resfriamento do telhado verde, laje convencional de concreto armado com terraço de concreto e telhado frio.
4	Desenvolver um sistema de cobertura ideal para o conforto térmico com base no índice de refletância solar das telhas. Determinar a influência da cor, composição do material e inclinação do telhado na refletância. Avaliar a economia de energia associada ao uso de telhas de cor clara.	Malásia	Quente e úmido	Condições climáticas locais. Valores não especificados.	O trabalho experimental concentra-se principalmente em compreender os efeitos da cor em dois materiais de cobertura comumente usados na Malásia: telhas de concreto e cerâmica.
5	Avaliar o desempenho e comparar uma cobertura de abóbada hemisférica com um telhado plano.	La Paz City, México	Quente e úmido	Dia típico para a cidade de La Paz, México. Valores não especificados.	Estuda-se a incidência solar sobre uma cobertura de abóbada hemisférica, incluindo o seu auto sombreamento e, em seguida, compara-a a um telhado plano.

6	Avaliar o desempenho térmico de dois tipos de cobertura, para auxiliar na seleção de sistemas de construção adequados ao clima quente e úmido local.	Tampico, Madero e Altamira, México	Quente e úmido	Temperaturas médias no verão de 28,7 °C; e no inverno de 20,7 °C. A umidade relativa média anual é de aproximadamente 78%.	São simuladas coberturas de concreto armado com 12 cm de espessura, sendo que uma recebeu uma camada de espuma de poliuretano de 2,5 cm de espessura. Os dois sistemas têm acabamento externo em impermeabilizante acrílico branco e interno em gesso.
7	Comparar o desempenho do telhado de concreto armado, situação local mais comum nas residências, a outras soluções com aparência semelhante: "placa de laje" e "laje térmica".	Tuxtla Gutiérrez, México	Tipo Aw (tropical com inverno seco)	Zona tropical com chuvas no verão. A temperatura varia de 2 °C a 36 °C no verão. No dia de realização do ensaio, a temperatura às 14h30min era de 34,43 °C.	Apresenta os resultados experimentais do estudo comparativo entre laje de concreto armado de 10 cm de espessura, "placa de laje", e "laje térmica", esta com três configurações de isolamento.
8	Verificar o desempenho térmico de coberturas leves para a cidade de São Carlos	São Carlos, SP, BR	ZB4	Verão úmido e inverno seco. Nos dias de realização do experimento, a temperatura variou de 14,5 °C a 29,5 °C; a umidade relativa do ar esteve entre 54,29% e 80,30%.	Compara resultados de desempenho em cobertura de argamassa armada, telha francesa e telha de fibrocimento.
9	Avaliar o efeito do uso de: ventilar o espaço entre a telha e o forro (ático), usar barreiras radiantes no ático e isolantes térmicos sobre o forro; pintar a telha de branco (externo), em casas com cobertura de fibrocimento.	Porto Alegre, RS, BR	ZB3	Dia típico de verão para a cidade de Porto Alegre. Valores não especificados.	Analisa 10 configurações de coberturas leves com ático (telhas de fibrocimento) em casas populares.
10	Avaliar o comportamento térmico de coberturas verdes em relação a cobertura plana tipo terraço	Pelotas, RS, BR	ZB2	No período de realização do estudo a temperatura média variou de 20,8 °C a 27,6 °C no verão; e de 7,7 °C a 13,2 °C no inverno. A umidade relativa nas duas semanas foi semelhante, variando entre 65,3% a 90,8%.	Compara resultados obtidos por ensaios realizados em cobertura verde e cobertura plana tipo terraço.
11	Avaliar o desempenho de quatro tipos de coberturas, analisando quais podem proporcionar um ambiente confortável com um menor consumo de energia.	Belo Horizonte, MG, BR	ZB3	Utiliza como referência o dia típico de verão em Belo Horizonte, com temperatura de bulbo seco máxima e mínima, respectivamente, de 32,0°C e 21,7°C.	Analisa uma edificação popular em estrutura metálica, com quatro configurações de cobertura: laje de concreto maciço, telhas cerâmicas, fibrocimento, telhas metálicas tipo sanduíche com isolamento termo acústico.

Quadro 10.2 - Critério: Método

ID	Método		
	Método	Descrição	O estudo inclui a influência ou percepção térmica do usuário?
1	Simulação computacional	Foi projetada uma edificação de 28m ² em concreto, que atendesse a urgência por moradia de baixo custo, com laje em concreto leve. Foram realizadas simulações com o software Energyplus em oito variações da edificação, utilizando o telhado frio em duas configurações: em concreto com pintura branca; e adicionado uma camada de isolante térmico (EPS).	Considera ocupação das edificações para projetar as soluções; e analisa os resultados quanto ao conforto térmico da edificação.
2	Medição em campo	O projeto experimental usou cinco protótipos, cada um com um tipo de telhado. Foram coletados dados de temperatura da superfície interna e externa em vários horários, durante 15 dias, em céu claro.	Não.
3	Medição em campo	Realizadas medidas de campo em telhados de residências usando como soluções: laje de concreto armado, terraço de concreto, telhado verde e telhado frio. Em seguida, calculou-se a transmitância térmica e a transferência global de calor de cada tipo.	Não.
4	Medição em campo e Survey	Para comparar a percepção de calor com a cor da telha das residências, aplica questionário semiestruturado com os proprietários. Em seguida, testa o índice de refletância solar de telhas de concreto e cerâmica, de cor clara e escura, e compara os resultados.	Foram realizadas entrevistas com usuários para entender a aceitação de telhados brancos e as preferências quanto à cor do telhado.
5	Simulação computacional	Uma cobertura de abóbada hemisférica foi desenvolvida em software para analisar cada um dos planos retangulares que cobrem a superfície. Foi analisada a incidência solar por um determinado tempo, dia e latitude para cada porção; e os resultados foram comparados aos dados obtidos em um telhado plano.	Não.
6	Simulação computacional	Foram analisadas as características de 25 residências (sistema construtivo e ventilação) e dois sistemas foram selecionados para simulação no software Ener-Habitat, com propostas de camadas alternativas para melhorar o desempenho térmico.	Não.
7	Medição em campo	Foram realizados testes de desempenho nos três tipos de cobertura, sendo que a laje térmica foi analisada com três tipos de materiais isolantes térmicos: PET, serragem e casca de coco. Por fim, os resultados obtidos foram comparados.	Não.
8	Medição em campo	Foram construídos três protótipos de 5m ² cada, na mesma orientação e com 29% de inclinação das telhas. As análises foram feitas em cinco dias, em condições diferentes, e os resultados foram comparados.	Não.

9	Simulação	O modelo foi avaliado para 10 configurações diferentes de telhado, todos utilizando telhas de fibrocimento. As 10 simulações foram feitas para ático não ventilado e muito ventilado.	Não.
10	Medição em campo	Foram construídas bancadas experimentais para avaliação. A mensuração ocorreu durante quatro meses, em intervalos de 30 minutos. O artigo apresenta dados obtidos durante uma semana de inverno e uma de verão, comparando os dois sistemas.	Não.
11	Simulação computacional	Foi utilizado software de simulação BLAST. Foram analisadas telhas cerâmicas, fibrocimento, telhas metálicas tipo sanduíche com isolamento termo acústico e laje de concreto maciço; em três situações de renovação de ar (baixa, razoável e bem ventilado). Os resultados de temperatura no interior do ambiente foram comparados.	Considera as características da edificação, perfil de uso e equipamentos para realizar as simulações.

Quadro 10.3 - Critério: Resultados

ID	Resultados		
	A solução é adequada?	Dados numéricos apresentados	Discussões/ informações complementares
1	O telhado frio mostrou-se uma solução efetiva que, combinado a ventilação natural, aumenta o conforto térmico até 16% em relação aos outros. O seu custo é baixo, tornando-o bastante acessível em relação a outros sistemas, para o tipo de habitação.	Temperatura do ar Umidade relativa do ar Temperatura operativa Temperatura média radiante Refletância e condutividade térmica dos materiais Custos das soluções.	Discute as melhores condições de conforto em comparação ao custo das soluções e a possibilidade de ampliação das moradias.
2	A telha de fibra vegetal impermeabilizada com betume (FB) apresentou o pior desempenho térmico; e a telha de bambu associado com pintura reflexiva na face externa apresentou o melhor resultado.	Temperatura da superfície interna Temperatura da superfície externa Transmitância térmica	Há pouca discussão. Concentra-se em analisar os resultados.
3	A cobertura verde apresenta o melhor resultado, seguida pelo telhado frio, sendo ambas significativamente melhores do que a laje de concreto.	Temperatura da superfície interna Temperatura da superfície externa Inércia térmica	Pondera sobre a durabilidade dos tipos de telhado, pontuando que a eficácia do telhado frio é reduzida ao longo do tempo se não houver conservação. A cobertura verde ainda tem a vantagem de contribuir na redução de ilhas de calor.

4	A pesquisa demonstrou que os telhados brancos geram situações de conforto térmico maior que telhados escuros.	Temperatura interna Refletância solar	Apresenta as preferências quanto a cor da telha, uso de sistemas de refrigeração mecânico e aceitação dos telhados brancos por habitantes da Malásia.
5	No geral, a cobertura de abóbada hemisférica tem algumas vantagens em relação a outros tipos. Ainda assim, há situações que o desempenho de um telhado plano é equivalente ou melhor que o abobadado.	Energia solar diária recebida Percentual de sombreamento	Há pouca discussão. Concentra-se em analisar os resultados.
6	A simulação concluiu que a laje com camada isolante de poliuretano apresentou melhor resultado.	Absortância Solar Transmissão de energia Custo do sistema	Faz ponderações sobre o uso dos sistemas e hábitos da população; compara o custo-benefício dos sistemas propostos.
7	O telhado térmico (solução desenvolvida no estudo) apresentou resultados melhores, mas ainda é demonstra superaquecimento. Entre os três tipos analisados, o isolamento com serragem teve o melhor desempenho.	Temperatura interna	Há pouca discussão. Concentra-se em analisar os resultados.
8	A cobertura de barro (telha francesa) apresentou melhor desempenho.	Temperatura de bulbo seco Temperatura radiante Temperatura superficial interna Temperatura superficial externa Umidade relativa do ar	Não há discussões significativas.
9	A utilização de barreira radiante no ático foi a melhor solução.	Temperatura da superfície interna	As simulações demonstraram que as casas são desconfortáveis, mas há algumas estratégias que podem torná-las um pouco melhores. Destacam-se: pintura do telhado branco; uso de barreiras de isolamento sobre o forro; ventilação do ático.
10	A cobertura verde é apresentada como uma alternativa ao terraço, pois apresenta melhor desempenho térmico, e tendo a vantagem de ser constituída por materiais isolantes (na plana, o isolante precisa ser acrescentado).	Temperatura da superfície interna Temperatura da superfície externa	Há pouca discussão. Concentra-se em analisar os resultados.
11	O uso da laje de concreto, sem telhas, demonstra ser uma boa solução quando comparada com a cobertura de telhas cerâmicas e de fibrocimento. A cobertura de telhas metálicas tem o melhor desempenho durante o dia, mas a noite dificulta as trocas de calor.	Temperatura interna; Custo das soluções.	Analisa o custo-benefício de cada tipo de telhado, concluindo quais seriam as opções viáveis para HIS. A reflexão é superficial, mas pode gerar comparações para a tomada de decisão.

Quadro 10.4 - Dados bibliométricos

ID	Sobre o artigo						
	Veículo de publicação	País de Publicação	Tipo de artigo	Ano	Autores	Língua	Palavras-chave
1	Building and Environment	Internacional	Periódico	2013	Borge-Diez et al.	Inglês	Low cost housing; cool roof; thermal comfort; development; cooperation international; energy policy
2	Revista Facultad de Ingeniería	Colômbia	Periódico	2017	Almeida, E.A.; Passini, R.	Inglês	Thermal efficiency, sustainability, bio-construction
3	Key Engineering Materials	Suíça	Periódico	2016	Madhumathi A.; Radhakrishnan S.; Shanthipriya R.	Inglês	Green roofs; indoor thermal performance; thermal comfort; residential buildings; warm humid climate
4	National Postgraduate Conference (NPC)	Malásia	Conferência	2011	Al Yacouby et al.	Inglês	Cool roof; hot humid climates; SRI; thermal comfort; white roof.
5	Building and Environment	Internacional	Periódico	2003	Gomez-Munoz, V.M.; Porta-Gándara, M.A.; Heard, C.	Inglês	Hemispherical vault roof; shading; solar control
6	Revista Electrónica Nova Scientia	México	Periódico	2015	Rosas, M. A. et al.	Espanhol	Building systems, energy cost, passive systems, thermal comfort
7	Revista de la Construcción	Chile	Periódico	2010	Castañeda, G.; Argüello, T.; Vecchia, F.	Espanhol	Comportamiento termico de techo alternativo, confort termico, techos de vivienda.
8	ENCAC	Brasil	Conferência	1995	Souza, L.C.L; Pires, E.C.	Português	Desempenho térmico; coberturas leves; conforto térmico
9	ANTAC	Brasil	Conferência	1990	Lamberts, R.	Português	Não apresentou
10	ANTAC	Brasil	Conferência	1998	Pouey, M.T.F.; Sattler, M.A.; Schneider, P.S.	Português	Não apresentou
11	ENCAC	Brasil	Conferência	2001	Souza et al.	Português	Não apresentou

Os dados extraídos foram analisados para determinar as diretrizes da terceira ferramenta de sistematização dos dados, esta mais focada nos resultados apresentados e com análise aprofundada, de modo que oferecesse parâmetros de desempenho que pudessem servir de subsídio aos projetistas para tomarem decisões no projeto. Para tanto, a ferramenta exige tabular os dados de forma precisa e padronizada.

Assim, foram desdobrados os tipos de cobertura analisados em cada estudo em resultados individuais, e registrados o tipo de análise (somente da cobertura ou resposta global da habitação); tipo de cobertura (os materiais utilizados e se é classificada como leve ou pesada); os dados de desempenho (temperatura interna média; refletância e transmitância térmica) e as principais conclusões.

A refletância solar e transmitância térmica foram destacadas por estas serem grandezas de grande impacto no desempenho dos sistemas e de fácil compreensão dos conceitos; e, além disso, são critérios adotados por normativas vigentes. Alguns artigos apresentaram grandezas diferentes, mas que permitem a análise utilizando a mesma lógica destas, por exemplo, a absorvância solar. Nesses casos, a ressalva foi feita no quadro, indicando os valores considerados.

A temperatura interna média foi adotada por ser um critério da Norma de Desempenho (a temperatura do ar é considerada para o método de simulação global) e ter sido mencionada em vários artigos analisados, além de ser um parâmetro simples de ser compreendido por um projetista que tem pouco contato com as propriedades de desempenho térmico.

Estudos realizados em locais diferentes naturalmente apresentam resultados diversos de temperatura, pois esta depende também da condição climática do dia. No entanto, tal dado pode ser analisado em conjunto às informações expostas na ferramenta anterior (quadro de extração dos dados); ou, a temperatura serve de referência para comparar as soluções analisadas em um mesmo experimento.

O Quadro 11 reflete um banco de soluções composto por 42 tipos de coberturas que os projetistas podem utilizar como referência para a tomada de decisões. Não é possível afirmar, apenas por meio dele, qual solução proporciona o desempenho térmico adequado para a situação e local em que um projeto está sendo desenvolvido (exceto se for exatamente equivalente à descrição do estudo),

mas pode-se observar as semelhanças, as informações complementares (por exemplo, o custo-benefício, em alguns casos) e os valores de referência, para realizar testes e simulações adequados.

Entre as 42 soluções, os tipos mais comuns analisados são as coberturas com laje em concreto (laje ou placas), testadas em 63,6% dos artigos, seguida pelos telhados frios¹⁸ (36,4%) e telhas de fibrocimento (36,4%), material de uso bastante comum em construções residenciais brasileiras, principalmente de baixo custo. As telhas cerâmicas, outro material muito adotado, foram analisadas em 27,3% dos estudos e as coberturas verdes em 18,2%.

Vale ressaltar que as soluções tem composições diversas, portanto não foram testadas exatamente na mesma configuração: houve variação quanto ao uso de materiais complementares, por exemplo, isolantes e forro; bem como na inclinação do telhado; e existência ou posição das aberturas para ventilação.

A análise dos dados e conclusões dos artigos leva a compreensão de que o telhado frio é uma solução adequada para edificações residenciais localizadas em regiões de clima quente e úmido, devido ao emprego de materiais, na face externa, que refletem a radiação solar e, portanto, absorvem pouco, tornando o ambiente interno mais fresco, em comparação a outras soluções (AL YACOUBY ET AL, 2011; BERGE-DIEZ ET AL, 2013; ALMEIDA; PASSINI, 2017).

Os mesmos tipos de cobertura foram testados em duas situações: na conformação original e acrescido de pintura branca na face externa; e em todos eles o desempenho foi melhor na segunda situação, independente do material utilizado como base (concreto, bambu, fibrocimento, cerâmica). As coberturas vegetais também são recomendadas para o tipo de clima, apresentando resultados melhores que o telhado frio quando comparada a ele; e ainda é uma alternativa ao terraço de laje de concreto (POUEY; SATTLER; SCHNEIDER, 1995; AL YACOUBY ET AL., 2011; MADHUMATHI; RADHAKRISHNAN; SHANTHIPRIYA, 2016).

As coberturas em concreto, nos diferentes tipos demonstrados, como laje e estruturas de concreto armado, no geral tiveram resultado ruim em relação a outras.

¹⁸ Coberturas constituídas ou revestidas por materiais cuja refletância solar e emitância térmica atingem valores elevados (principalmente tintas, com diferentes propriedades radiantes), tendendo a apresentar temperaturas superficiais mais baixas. Como consequência, mantém menor a temperatura nos ambientes internos, tornando-os mais frescos (PEREIRA; GHISI; GUTHS, 2013).

O seu desempenho torna-se melhor quando acrescido material isolante, por exemplo, camadas de poliuretano, poliestireno, ou materiais naturais, como a serragem e fibra de coco (CASTAÑEDA; ARGÜELLO; VECCHIA, 2010; ROSAS ET AL, 2011; MADHUMATHI; RADHAKRISHNAN; SHANTHIPRIYA, 2016).

Entre as telhas de fibrocimento e as cerâmicas, talvez os dois materiais mais utilizados nas coberturas de habitações brasileiras, a telha cerâmica tem resultados melhores quando comparadas entre si (SOUZA; PIRES, 1995; SOUZA ET AL., 2001).

Em todos os estudos, a telha de fibrocimento teve desempenho insatisfatório, tornando-se melhor quando pintada de branco na superfície externa e sobreposta a uma camada de material isolante (LAMBERTS, 1990; ALMEIDA; PASSINI; 2017)

No entanto, ressalta-se que em seis artigos essas considerações tomam como base o desempenho térmico da cobertura em si; e cinco artigos tratam da resposta global da edificação. Somente o ID 8 apresenta os dois tipos de análise: resposta global da edificação e desempenho da cobertura (temperatura superficial interna e externa).

Dentre as análises dos tipos de cobertura, elas podem ser classificadas como leves ou pesadas. Tal informação é importante para que o projetista que se baseie nessas soluções identifique quais são adequadas para a zona bioclimática na qual o projeto está sendo desenvolvido. Segundo as diretrizes construtivas da NBR 15220-3 (2005), somente edificações localizadas na ZB8 precisam receber coberturas pesadas (predominantemente, cidades localizadas nas regiões norte e nordeste do país), para todas as outras são indicadas coberturas leves.

Somente os artigos ID 8 e 9 identificaram os sistemas testados como coberturas leves. A classificação dos demais sistemas foi feita por meio dos modelos disponibilizados na NBR 15220-3 (2005) e pela plataforma “Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes”, desenvolvida e mantida pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, na qual é possível configurar coberturas e simular o valor do atraso térmico (PROJETEEE, 2018).

No Quadro 11, verifica-se que algumas vezes, um mesmo artigo analisa coberturas leves e pesadas, mas a maioria das soluções analisadas referem-se às classificadas como leves. Em dois casos, não foi possível classificar pelo desconhecimento das propriedades dos materiais utilizados.

Quadro 11 - Ferramenta 3: Extração dos resultados

ID	Tipo de análise		Tipos de cobertura			Dados			Conclusões
	Resposta global da habitação	Cobertura	Descrição	Leves com ou sem forro	Pesada	Temperatura do ar interna média (°C)	Refletância	Transmitância térmica (U)	
1	x		Cobertura em concreto leve (CL)	x		28,79	N.A. ¹⁹	N.A.	As configurações do estudo que utilizaram telhado frio apresentaram resultados melhores que as demais; o que se deve a maior refletância do material utilizado (pintura acrílica branca).
			Cobertura em CL com aberturas para ventilação	x		28,82			
			Coberturas em CL com e sem isolamento, aberturas para ventilação	x		26,35			
			Cobertura em CL com pintura externa acrílica branca (telhado frio)	x		25,99			
			Cobertura em CL com isolante térmico em EPS		x	26,30			
			Cobertura em CL com isolante térmico em EPS e aberturas para ventilação		x	26,39			
			Cobertura em CL com pintura externa acrílica branca e isolamento com EPS		x	26,14			
			Cobertura em CL com pintura externa acrílica branca e isolamento com EPS, e aberturas para ventilação		x	26,23			

¹⁹ Campos identificados com N.A. correspondem a dados não apresentados.

2	x	Telha de fibrocimento	x		N.A.	N.A.	N.A.	<p>1. A pintura reflexiva no telhado foi capaz de reduzir significativamente a temperatura das superfícies externa e interna de telha de bambu e telha de fibra vegetal impermeabilizada com betume.</p> <p>2. A telha de fibra vegetal impermeabilizada com betume apresentou o pior desempenho térmico em comparação com outras telhas, observando-se a maior média diária de temperatura interna e externa, bem como a inércia térmica mais baixa.</p> <p>3. A telha de bambu associada à pintura reflexiva na face externa obteve o melhor desempenho térmico entre as telhas estudadas, devido à maior inércia térmica, sendo uma boa opção para substituir a telha de fibrocimento.</p>
		Telha de bambu			N.A.			
		Telha de bambu pintado de branco			N.A.			
		Telha de fibras vegetais impermeabilizadas com betume			N.A.			
		Telha de fibras vegetais impermeabilizada com betume e pintada de branco			N.A.			
3	x	Laje de concreto armado	x		N.A.	0,48	3,09	<p>O telhado verde tem o melhor desempenho térmico, próximo a zona de conforto para um clima quente e úmido; e está associado ao sombreamento direto da superfície, gerado pela vegetação. O telhado frio também tem um bom resultado, mas o seu desempenho está sujeito à manutenção do sistema.</p>
		Telhado frio (laje de concreto com pintura externa branca)	x		N.A.	0,60	2,44	
		Cobertura verde extensiva		x	N.A.	0,3 a 0,5	0,40	
4	x	Telhas de concreto brancas	x		33,00	0,35	N.A.	<p>O resultado mostra que no período mais quente do dia (entre 12h e 14h) o telhado branco reflete mais de luz do sol do que o escuro; e a temperatura interna variou em 1,7 graus, comprovando que o telhado branco tem melhor desempenho. No entanto, o artigo não demonstra valores numéricos precisos, apenas por meio de gráfico. Não foram apresentados dados referentes a diferença no tipo de telhado, apenas o resultado global.</p>
		Telhas cerâmicas brancas						
		Telhas de concreto escuras			31,00	0,10		
		Telhas cerâmicas escuras						
5	x	Cobertura abobadada hemisférica	Não identificado		Não apresenta resultados.		<p>A cobertura abobadada apresenta bom desempenho por ser auto sombreada e não receber energia solar em toda a superfície durante todo o dia, exceto ao meio dia. O teto alto auxilia na redução da temperatura interna, proporcionando maior conforto.</p>	

6	x	Concreto armado com 12 cm de espessura, acabamento externo em impermeabilizante acrílico branco e interno em gesso.	x		N.A.	Absortância $\alpha = 0,20$	N.A.	A melhor solução é a cobertura com camada de material isolante, pois os testes comparativos (com e sem isolante) demonstram que esta tem melhores resultados em termos de absortância, transferência de energia e custo-benefício.	
		Concreto armado com 12 cm de espessura, acabamento externo em impermeabilizante acrílico branco e interno em gesso, e camada isolante de espuma de poliuretano de 2,5 cm de espessura.							
7	x	Placas de laje de concreto	x	Não identificado	N.A.	N.A.	N.A.	Todas as soluções testadas resultaram em temperaturas superficiais internas acima dos 30°C. Mediu-se o superaquecimento na superfície e as lajes preenchidas por isolantes térmicos tiveram resultados muito inferiores às demais (o superaquecimento variou de 3,17°C para a laje com serragem, a 23,53°C, na placa de concreto). A laje térmica com serragem destaca-se como a cobertura com melhor desempenho térmico.	
		Laje com isolante térmico: placa de concreto com casca de coco							
		Laje com isolante térmico: placa de concreto com serragem							
		Laje com isolante térmico: placa de concreto com PET							
		Cobertura de concreto armado com 7 cm de espessura.							
8	x	x	x		Não apresenta dados médios de temperatura, apenas por hora.	N.A.	N.A.	1. A cobertura cerâmica obteve o melhor resultado quanto a temperatura superficial interna, e os outros tipos foram equivalentes. Já a temperatura superficial externa foi maior para a argamassa armada. A telha francesa apresentou o melhor desempenho térmico. 2. A telha cerâmica também apresentou melhores resultados quanto a medição de temperatura radiante e de bulbo seco, com diferenças de 1°C a 2°C graus em relação a argamassa armada e fibrocimento para as duas medições, as 14h.	
									Argamassa armada
									Cobertura cerâmica (telha francesa)
		Cobertura de fibrocimento							

9	x	Telha de fibrocimento e forro de gesso	x		Não apresenta dados para cada configuração de telhado.	Analisa a absorvância. Os testes com materiais com menor absorvidade tiveram resultados melhores.	N.A.	<p>1. A mudança na inclinação da telha pouco influenciou o resultado.</p> <p>2. Os testes que utilizaram materiais com menor absorvância solar (cor branca) tiveram desempenho melhor que os outros.</p> <p>3. A melhor situação de desempenho ocorre quando é usado a telha de cor branca e isolamento com fibra de vidro.</p>
		Telha de fibrocimento e forro de gesso, com isolamento de fibra de vidro sob a telha						
		Telha de fibrocimento e forro de gesso, com isolamento de fibra de vidro sobre o forro						
		Telha de fibrocimento e forro de gesso, com variação na inclinação da cobertura						
		Telha de fibrocimento e forro de gesso, com variação nos valores de absorvância e emissividade da telha						
10	x	Cobertura verde	x		Não apresenta dados médios de temperatura, apenas por hora.	N.A.	N.A.	<p>A cobertura verde apresentou resultados médios melhores do que a plana para as medições realizadas nos dois períodos (verão e inverno). No inverno, algumas medições demonstraram que a temperatura da superfície interna foi equivalente para os dois sistemas. A temperatura da superfície externa teve maior variação, sendo o desempenho da cobertura verde sempre superior.</p>
		Cobertura plana de concreto com isolamento em poliestireno e terraço revestido com lajota cerâmica						
11	x	Laje de concreto	x		Não apresenta dados médios de temperatura, apenas por hora.	N.A.	N.A.	<p>A laje de concreto resultou em temperaturas um pouco mais altas que as outras em todas as situações de medição, nos horários mais quentes do dia. Telhas de fibrocimento e cerâmicas tiveram resultados próximos ao longo do dia; e a telha metálica apresentou resultados melhores durante o dia, mas a noite o isolante dificulta as trocas de calor.</p> <p>A avaliação de custos em relação ao desempenho determina que a laje de concreto, sem telhas, é uma boa opção, pois esta apresenta temperatura do ar interna semelhante às outras no período noturno e pouca variação durante o dia.</p>
		Telha de fibrocimento com laje de concreto	x					
		Telhas metálicas tipo sanduíche com isolamento termo acústico com laje de concreto	x					
		Telha cerâmica com laje de concreto	x					

Em paralelo a construção dos quadros demonstrados acima, foi construído o quadro de avaliação da qualidade dos artigos (Quadro 12). Os dados extraídos foram utilizados como parâmetros de mensuração, para evitar viés pela subjetividade.

Como explicado anteriormente, as escalas correspondem ao nível de detalhamento e organização as informações, com base no que foi descrito no estudo, variando de 1 (baixa qualidade) a 3 (alta qualidade), sem julgar se os métodos e técnicas empregadas foram adequados.

De forma geral, a caracterização do objeto e definição do objetivo do estudo apresentam informações suficientes para a compreensão adequada, estando categorizados nas escalas 2 ou 3. Quanto ao método, houve bastante variação de escalas: há artigos cujo método é bem descrito e detalhado, coerente com os objetivos, estes estão classificados no critério 3. A maioria está classificado no critério 2, por não apresentar informações completas. Em um caso (ID4) o método e resultados não corresponderam aos objetivos, tendo sido demonstradas informações em quantidade e profundidade inferiores ao escopo.

Já no critério Resultados, somente os ID 1 e 3 apresentaram dados completos e sistematizados. No geral, os resultados são compostos de informações que precisam ser organizadas e padronizadas para análise, ou seja, precisam receber tratamento para serem utilizados por terceiros.

Muitas vezes os dados são apresentados somente em gráficos, sem apontar os valores absolutos, ou mesmo no texto. Para a sistematização, é importante que os dados sejam tabulados e tenham um padrão de apresentação claro e objetivo, por exemplo, em tabelas. A falta desta organização foi um critério que definiu a classificação de qualidade na escala 1.

Quadro 12 – Aplicação da Ferramenta 1: Qualificação dos artigos

ID do artigo	Nível de qualidade por critério		
	Apresenta o contexto e objetivos da pesquisa e caracterização objeto	Descreve o método utilizado	Apresenta os resultados da avaliação de desempenho térmico
1	3	2	3
2	3	3	2
3	3	2	3
4	3	2	1
5	2	3	2
6	2	2	2
7	3	2	2
8	2	2	1
9	3	1	1
10	2	2	2
11	2	2	1

A avaliação de qualidade reforça a constatação obtida na análise da ferramenta anterior: os artigos disponibilizam informações que nem sempre são claras e fáceis de serem utilizados por um projetista na tomada de decisões, principalmente por aqueles que não tem um conhecimento aprofundado sobre o tema. Ou seja, os artigos não podem ser considerados fontes de evidências para projetar em conformidade aos critérios normativos, mas precisam de padronização e sistematização para que possam servir como referência para o desenvolvimento de projetos.

6. CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DO DESENVOLVIMENTO E VERIFICAÇÃO DO ARTEFATO

6.1.1 A SISTEMATIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS

O objetivo deste trabalho foi propor procedimentos para sistematização de dados de pesquisas científicas, de forma que pudessem ser utilizados como fonte de evidências no processo de projeto, visando atender requisitos normativos vigentes, em especial a NBR 15575. Para tanto, buscou-se fundamentação nos estudos sobre Projeto Baseado em Evidências e Projeto Informado por Pesquisas, abordagens que utilizam pesquisas científicas como fonte de informação para orientar decisões em projeto.

Para responder à questão de pesquisa *“Como sistematizar dados oriundos de pesquisas científicas para gerar evidências que possam ser utilizadas no processo de desenvolvimento do projeto de edificações habitacionais baseados em evidências (visando o atendimento a requisitos normativos)?”*, primeiramente, foi necessário responder à questão secundária *“Quais são as evidências de desempenho térmico disponíveis sobre sistemas ou componentes da edificação?”*. Adotou-se a revisão sistemática de literatura como estratégia para buscar evidências confiáveis, que possam ser utilizadas no desenvolvimento de PBE, as quais orientam e justificam a tomada de decisões.

A síntese da RSL demonstrou opções de soluções em sistemas de cobertura utilizando diferentes materiais e composições, e indicou quais são as mais satisfatórias para atingir desempenho térmico adequado em casas térreas isoladas, em regiões de clima quente e úmido, bem como algumas estratégias que podem ser adotadas para melhorar o comportamento. Dessa forma, levou a resposta da segunda questão secundária: *“Como utilizar as informações disponíveis sobre soluções para melhoria do desempenho térmico no desenvolvimento de projetos de habitações?”*.

Todo o processo de condução da revisão sistemática de literatura foi necessário para que se respondesse à questão principal, uma vez que culminou na construção de tabelas que organizam os extraídos dos artigos e os apresentam de forma sistematizada. Além disso, o processo gerou conhecimento para que os procedimentos fossem estabelecidos, atingindo ao objetivo da pesquisa.

Na etapa de síntese da RSL verificou-se a utilidade dos procedimentos estabelecidos, conforme as diretrizes da *Design Science Research* (Capítulo 3, p. 56), pois os resultados obtidos geraram informações importantes acerca das soluções em sistemas de cobertura e utilização de materiais.

Contudo, constatou-se que os resultados não são apresentados de forma estruturada suficiente para gerarem evidências precisas, que atendam ao processo do PBE e determinem quais sistemas seriam efetivos no atendimento aos requisitos normativos. Ainda assim, a pesquisa pode auxiliar num processo menos criterioso de tomada de decisões, como se apresenta na abordagem de “projeto informado”.

6.1.2 PROCEDIMENTOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS

Com base nos resultados dos estudos desenvolvidos nessa pesquisa, são definidos os procedimentos a serem adotados na condução da RSL, de forma que leve a sistematização dos dados de pesquisas científicas para torná-las evidências de projeto. As diretrizes estão estruturadas em três seções, organizadas a partir das macro etapas da Revisão Sistemática de Literatura.

I. PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Inicialmente, uma RSL necessita desenvolver um protocolo de coleta de dados, o qual determina previamente as características e requisitos gerais do processo de revisão, reduzindo os riscos de viés. Para tanto, é preciso ter um contexto e objetivo definidos, tal como, nessa pesquisa, a fundamentação teórica apurou a importância de coletar evidências que auxiliem os projetistas na tomada de decisões, atendendo à norma vigente.

Em seguida, tem-se como ponto de partida a Questão de Revisão. Os principais requisitos da questão são que seja pontual e precisa, pois ela indica o tipo de evidência que se pretende identificar. Outro requisito, segundo Hamilton e Watkins (2009) é “que seja possível de ser respondida”. Deste modo, a realização do estudo exploratório como etapa preliminar à revisão sistemática permite conhecer os tipos de estudos que estão sendo produzidos, quais assuntos demandam maior interesse dos pesquisadores e quais são os termos mais utilizados. Ainda, a consulta a especialistas na área de estudo por meio de oficinas é importante para verificar a relevância dos resultados obtidos no Estudo Exploratório e orientar na definição do foco da pesquisa e na elaboração da questão de revisão.

Definida a questão, com os termos identificados nos estudos e auxílio dos especialistas, é determinada a estratégia de busca (*string*). A escolha dos termos chave para elaborar a estratégia é uma etapa fundamental, pois se forem inadequados, incorretos ou ausência de um termo importante pode comprometer a coleta de dados e, conseqüentemente, a identificação de evidências.

A questão e a estratégia norteiam a condução da revisão, mas o protocolo ainda pode ser complementado com outras características específicas, como o horizonte temporal e as línguas de publicação dos estudos. A determinação de tais requisitos, neste trabalho, também foi oriunda do Estudo Exploratório, que contribuiu na elaboração da maioria das seções do protocolo da RSL.

II. COLETA DE DADOS E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Definidos o objetivo e condições essenciais da RSL, a fase seguinte compreende a coleta e tratamento dos dados. Primeiramente, são identificadas as bases de dados relevantes para o tema e que atendem aos critérios da pesquisa. Nesse estudo, foram adotados como critérios a relevância das bases para a área de arquitetura e engenharia e de acesso gratuito (pelo portal Periódicos Capes); e ter formato de exportação compatível com o software Start, utilizado para manipulação dos dados. Embora uma característica das RSL seja a busca exaustiva por artigos científicos; adotou-se como critério para determinar a quantidade de bases consultadas a frequência de duplicações dos dados coletados: após a inserção dos

dados provenientes das bases elencadas no Start, constatou-se a alta taxa de duplicação dos itens nas bases acessadas, de forma que foram consideradas suficientes para atender aos objetivos da pesquisa.

Após a coleta, a manipulação e tratamento dos dados iniciam-se pela leitura dos títulos e resumos, quando necessário, para identificar quais estão relacionados ao tema de revisão. Durante esse processo de leitura, os artigos que se aproximam do tema são selecionados e estão aptos a terem o conteúdo acessado integralmente; e os outros são eliminados do processo.

A leitura de cada artigo completo ocorre, no mínimo, duas vezes. A primeira consiste na fase final de seleção dos artigos para inclusão, visando verificar se o conteúdo efetivamente se relaciona ao tema e se os resultados apresentam dados compatíveis à questão de revisão.

Os critérios de seleção dos estudos foram construídos durante a execução do processo no Estudo Exploratório, uma vez que naquela etapa não se conhecia os tipos de resultados que seriam encontrados; e na RSL, estes foram estabelecidos previamente, mediante adaptações nos itens elencados, considerando o foco da pesquisa. No entanto, durante a condução da RSL identificou-se a necessidade de incluir um critério de exclusão, o que foi feito sob justificativa.

Aqueles que não atendem aos critérios de inclusão são excluídos da etapa seguinte, de extração dos dados dos artigos, em que ocorre a segunda leitura, dessa vez aprofundada e analítica.

III. EXTRAÇÃO DOS DADOS, ANÁLISE E SÍNTESE DE RESULTADOS

A extração dos dados é a penúltima etapa, antecedendo a análise e síntese dos resultados. Os dados extraídos e sintetizados geram as evidências que serão usadas no processo de projeto e respondem à questão de revisão, portanto, o rigor na condução da RSL é verificado nessa fase final.

Para guiar a extração dos dados dos artigos, foi configurada uma ferramenta composta por tabelas que, usadas em conjunto, levam à extração e sistematização de dados de pesquisas científicas e geram um “banco de soluções para projetos”. Embora o processo de desenvolvimento de RSL exija a aplicação de metodologia

científica, a intenção é que as tabelas sejam apresentadas de forma que o uso seja relativamente simples de ser compreendido e manipulado por projetistas, aproximando os campos de conhecimento teórico e prático.

As tabelas foram elaboradas considerando aspectos observados nos artigos durante a leitura analítica e contemplam níveis de refinamento da informação diferentes. A identificação dos tipos de dados que devem ser extraídos e o formato de organização depende do objetivo do estudo e das respostas que se busca à questão de revisão. Também, a organização pode variar em função da análise e síntese ter caráter quantitativo ou qualitativo.

No contexto desta RSL, considerou-se importante compreender a estrutura dos artigos antes de extrair dados específicos sobre desempenho térmico. Portanto, a primeira ferramenta de extração consistiu em uma tabela cujos campos estavam relacionados ao *Contexto e Objetivos, Método, Resultados e Dados Bibliométricos*. A partir desta, criou-se uma segunda tabela, de Extração dos Resultados, na qual são observados os dados mais relevantes para configurar a análise do objeto em estudo e responder à questão de revisão.

O objetivo é que a Extração dos Resultados se configure como o “banco de soluções para projetos”. Para tanto, os dados elencados devem ser relevantes e úteis para analisar os artigos, devendo fornecer elementos precisos que respondam à questão de revisão.

Salienta-se que as tabelas são preenchidas somente com os dados obtidos na leitura, ou seja, em casos que as informações solicitadas não são apresentadas no artigo, é recomendado que o pesquisador não busque dados adicionais em outras fontes, limitando-se a especificar na tabela a inexistência das informações. Tal ação tem impacto na terceira tabela, em que se avaliou a qualidade dos artigos com base nos dados extraídos nas fases anteriores.

Antes de avaliar a qualidade, é necessário definir os itens de análise, as escalas de pontuação e o critério de cada uma. Aqui, optou-se por uma escala numérica de 1 a 3, determinada pelo nível de detalhamento e rigor apresentados no artigo, referentes ao *Contexto e Objetivos, Método e Resultados*.

Os níveis de qualidade indicam a credibilidade dos estudos, ou seja, as soluções descritas em artigos cujo nível é elevado tendem a ser mais confiáveis. A

informação é importante para a síntese, última etapa da RSL, em que é feita a análise dos resultados: os dados obtidos nas três tabelas são discutidos, os artigos e as soluções analisadas são comparados, para responder efetivamente à questão de revisão e auxiliar o projetista na tomada de decisões. Ou seja, a síntese tem como produto a exposição das evidências.

6.1.3 APLICACABILIDADE NO SISTEMA DE COBERTURA DE CASAS TÉRREAS

O uso dos procedimentos para condução de RSL e das tabelas que sistematizam os dados, por projetistas, como fonte de evidências para o projeto, aproxima o conhecimento científico e prático. Os dados e conclusões sobre as melhores soluções são apresentados de forma sintetizada ao profissional, que tem a oportunidade de conhecer novas soluções construtivas e ter referência sobre seu desempenho.

A síntese desta revisão sistemática de literatura verificou que o telhado frio é a solução mais indicada para sistema de cobertura de habitações térreas isoladas em regiões de clima quente e úmido. Ainda, verificou-se que a cobertura vegetal também é uma solução adequada, sendo que em alguns casos obteve desempenho melhor que o telhado frio.

Por outro lado, verificou-se que a telha de fibrocimento é um material pouco recomendado para ser adotado em regiões de clima quente e úmido, embora seja amplamente empregado nas habitações brasileiras, principalmente de baixo custo. De forma geral, apresenta desempenho significativamente inferior a outros materiais, gerando ambientes internos quentes, que impactam negativamente o conforto térmico dos usuários. No entanto, se configurado como telhado frio ou combinado a materiais isolantes adequados, pode ter comportamento satisfatório (LAMBERTS, 1990; ALMEIDA; PASSINI; 2017).

Contudo, a análise dos dados extraídos e síntese não permitiram concluir com clareza quais sistemas efetivamente atendem aos requisitos e critérios da Norma de Desempenho, pois muitos artigos não apresentaram resultados que possam ser comparados aos índices normativos. O U-valor, solicitado no procedimento

simplificado, é apresentado somente em um artigo. Cinco analisaram o desempenho global da edificação, mas somente dois apresentaram a temperatura do ar média obtida, a qual é avaliada no procedimento de medição da resposta global da habitação. No entanto, o método utilizado não segue os mesmos passos especificados pela Norma.

Assim, embora tenha sido verificada a indicação do uso de telhados frios como melhor evidência, o sistema – tal qual as outras soluções propostas nos estudos - precisa ser testado segundo os métodos estabelecidos pela NBR 15575, e somente assim será possível afirmar que os requisitos de desempenho térmico em sistemas de cobertura serão atendidos.

Dessa forma, conclui-se que os artigos analisados não geram evidências apropriadas - ou seja, em formato objetivo e claro (LIMA, 2014, p. 269) - para determinar quais soluções garantem o atendimento aos requisitos de desempenho térmico da NBR 15575 para sistemas de cobertura; mas mesmo assim, a pesquisa gerou informações relevantes, que podem orientar os projetistas sobre os tipos de soluções. Tem-se como dado que, nos diversos estudos, a cobertura verde e o telhado frio tiveram melhores resultados. Com base nisso, é possível que novos estudos sejam conduzidos de forma a determinar qual deles tem melhor desempenho para o contexto do projeto e atende aos requisitos normativos.

6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ARTIGOS ANALISADOS

O objetivo da pesquisa em desenvolver um artefato útil para a sistematização de evidências para projeto foi atendido, no entanto, há uma divergência no que se trata das evidências em si. Durante o processo de pesquisa, nas discussões com os orientadores, foi levantada a hipótese de que os artigos poderiam não apresentar evidências para o desenvolvimento de projetos atendendo aos requisitos normativos, somente dados não generalizáveis e complexos de serem comparados entre si, que precisariam ser avaliados individualmente.

De fato, tal hipótese se confirmou durante a análise dos dados extraídos. O “banco de soluções para projeto” se configura como um material de referência para

projetistas, que pode ser utilizado para orientar quanto às possíveis soluções construtivas existentes e, inclusive, facilitar a divulgação e absorção de sistemas construtivos inovadores (por exemplo, a “laje térmica” apresentada num determinado artigo em análise, que foi desenvolvida e testada naquela pesquisa como um novo tipo de cobertura), variando as opções em relação aos sistemas convencionais.

É possível ter noção do desempenho térmico de sistemas de cobertura diversos e fazer uma comparação preliminar entre eles, mas não é plausível afirmar categoricamente qual o mais adequado, por duas razões: primeiro, os estudos foram realizados em condições climáticas diferentes entre si e, muitas vezes, um projeto que os utilizasse como evidência poderia estar em uma outra condição (mesmo quando em uma região quente e úmida, na mesma estação).

Em segundo lugar, o formato de apresentação e tipos de dados gerados não permitem uma comparação direta. Apesar de algumas grandezas terem sido coincidentes em parte dos estudos e estas terem servido como base na construção das tabelas, alguns apresentam grandezas isoladas, que não podem ser comparadas a outras. Em resumo, a síntese da RSL não demonstra a melhor composição de cobertura, mas pontua características relevantes que podem ser adotadas nos projetos, visando um comportamento satisfatório.

Embora a área de desempenho térmico seja ampla e suas pesquisas atendam a diversos objetivos, para que os resultados produzidos possam efetivamente ser utilizados por pesquisadores e projetistas, de forma direta, faz-se necessário criar parâmetros mínimos de apresentação. Ainda, a relevância desta ação é reforçada no contexto da prática de arquitetura atual, em que os projetistas muitas vezes não são especialistas em conforto térmico, mas tem a responsabilidade de especificar o desempenho dos sistemas que projetam, independente do porte da habitação, principalmente devido à Norma de Desempenho e ao RTQ-R, em alguns casos.

Naturalmente, definir parâmetros e um padrão mínimo de apresentação de resultados é um trabalho árduo e complexo, que exige dos especialistas em conforto ambiental discussões amplas e profundas para se chegar a um consenso sobre o melhor formato. No entanto, constatou-se ser de suma importância para que a pesquisa científica, efetivamente, se aproxime da prática profissional de arquitetura,

contribuindo para elevar a qualidade dos projetos de edificações habitacionais no que se refere às questões de conforto térmico.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento dessa dissertação foi motivado por um o problema de ordem prática: a necessidade de *identificar, durante o processo de projeto, soluções que atendam ao desempenho mínimo exigido pela NBR 15575*, uma vez identificado que os projetistas (arquitetos e engenheiros) estão pouco preparados para buscar e analisar dados demandados pelas exigências normativas em vigor.

O estudo da NBR 15575, combinado à revisão bibliográfica auxiliou na delimitação do objeto da pesquisa como sendo o *desempenho térmico de edificações habitacionais*, e os resultados do estudo exploratório (bibliometria), junto a discussões realizadas com os especialistas, levaram a definição de focar o estudo em *habitações térreas isoladas*.

Ainda, a revisão bibliográfica investigou a abordagem de projeto *Evidence-based Design (projeto baseado em evidências)* e a variação mais recente, *Research-informed Design (projeto informado por pesquisas)*, as quais utilizam informações oriundas de pesquisas científicas na tomada de decisões durante o desenvolvimento de projeto, e trouxeram para a pesquisa uma forma de projetar edificações que poderia englobar os requisitos normativos nas decisões. Entre as duas, os resultados demonstraram que poderiam contribuir de forma mais adequada para *informar* o projeto, ou seja, enquadram-se na *Research-informed Design*.

Grande parte dos profissionais tomam decisões em projeto a partir de conhecimento tácito obtido em experiências anteriores, relacionamentos profissionais ou publicações não científicas, sendo poucos os que acessam bases de dados para buscar pesquisas científicas sobre os temas de interesse (HAMILTON, WATKINS, 2009; LIMA, 2014). Por outro lado, o volume de conhecimento científico produzido e divulgado é cada vez maior, conforme foi visto no Capítulo 4.

Assim, para atender ao objetivo deste trabalho, de *propor procedimentos para a sistematização das evidências de pesquisa científicas, possibilitando a tomada de*

decisões no desenvolvimento de projetos de forma a atender requisitos de desempenho térmico, foi adotada a *Design Science Research* como estratégia de pesquisa e a Revisão Sistemática de Literatura como metodologia.

Embora em outras áreas de conhecimento a RSL seja bastante difundida, principalmente nas ciências médicas, na arquitetura foram identificadas poucas experiências até o momento. Nem todas as técnicas aplicadas nas ciências médicas e outras foram plenamente aplicáveis ou adaptáveis a esta pesquisa, no entanto, os resultados obtidos levam a conclusão de que é uma metodologia relevante e aumentar sua difusão poderia trazer ganhos à produção de conhecimento em arquitetura.

A conclusão propõe procedimentos para a condução revisões sistemáticas de literatura que resultem na sistematização dos dados de artigos científicos e gerem evidências para o projeto. Destaca-se o fato de que as informações centralizadas no “banco de soluções” não atendem integralmente ao objetivo de *contribuir para o desenvolvimento de projetos que atendam aos requisitos de desempenho térmico*, uma vez que os dados podem ser tomados como referências para orientar decisões de projeto, mas não apresentam evidências de desempenho de forma precisa, pois nem sempre os artigos demonstram resultados completos e comparáveis.

Contudo, ainda faz-se necessário a realização de estudos complementares, que adotem os procedimentos e o “banco de soluções” em um processo de desenvolvimento de projetos e validem sua aplicabilidade em uma situação real.

6.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa abordou alguns temas e metodologias ainda pouco difundidos na área de arquitetura, portanto, abre novas oportunidades de investigação em trabalhos futuros. Ressalta-se:

- a) Desenvolver pesquisas com objetivo de padronizar o formato de apresentação de resultados em trabalhos científicos na área de desempenho térmico, considerando os diversos requisitos normativos vigentes.

- b) Simular a aplicabilidade prática dos procedimentos num processo de projeto real.
- c) Aprofundar a investigação sobre o processo de desenvolvimento de projetos segundo a abordagem *evidence-based design* e *research-informed design*.
- d) Investigar e desenvolver formas de gerenciar o volume de conhecimento produzido, principalmente em relação a novas publicações sobre o tema; mantendo o “banco de soluções” atualizado.
- e) Replicar o método da pesquisa para outras condições climáticas e sistemas da edificação.
- f) Expandir a base de dados criada nesse trabalho, de modo a incorporar novas soluções de projeto de coberturas.

REFERÊNCIAS

AHRENTZEN, S. **Actionable knowledge: a research synthesis project for affordable housing design practice**. Washington, DC: [s.n.]. 2006b

AHRENTZEN, S. **More than Just Looking Good!: Toward an Evidence-Based Design Practice in Affordable Housing**. Washington, DC: [s.n.]. 2006a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3 - Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Brasil: ABNT, 2005.

_____. NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais. Brasil: ABNT, 2013.

_____. NBR 15575-3 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de pisos. Brasil: ABNT, 2013.

_____. NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Brasil: ABNT, 2013.

_____. NBR 15575-5 – Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de coberturas. Brasil: ABNT, 2013

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC). INFOHAB (Centro de Referência e Informação em Habitação). **Institucional**. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/index/institucional> acesso em 12/01/2018.

BOLAND, A.; CHERRY, M. G.; DICKSON, R. **Doing a Systematic Review: A student's guide**. London: SAGE, 2014.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRASIL. CEF – Caixa Econômica Federal. JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. (Coordenadores). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

BRASIL. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia. **Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de Edificações Residenciais – RTQ-R**. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio 1981/2009**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:

<https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=PD206>. Acesso em 23/02/2018.

BRASIL; MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA's) Credenciadas para atuar no SiNAT do PBQP-H**. Brasília. 2018. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php. Acesso em 05/03/2018.

BRASIL; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: ano X, n.112, janeiro de 2017.

BROWN, C. E.; ECOFF, L. A systematic approach to the inclusion of evidence in healthcare design. **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol.4, N. 2, pp 7-16. WINTER, 2011.

CASTRO, M. L. A. C, LOURA, R. M. Requisitos e critérios para projetos habitacionais: em busca de um desempenho ampliado. In: IV SBQP - Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, Viçosa, 2015. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015.

CECHINEL, R. J.; HACKENBERG, A. M.; TONDO, G. H. Desempenho térmico em habitações de interesse social inseridas na cidade de Joinville e recomendações para melhoria dos parâmetros mínimos construtivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

CHEN, D; CHEN, W.H. Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. **Environmental Development**, 6, pp. 69–79, 2013.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o Planejamento Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil**. Porto Alegre, RS. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174p. 2003.

CODINHOTO, R. **Evidence and design: an investigation of the use of evidence in the design of healthcare environments**. [S.l.]: The University of Salford, 2013.

CODINHOTO, R. et al. **The effects of the built environment on health outcomes**. University of Salford. 2008.

CODINHOTO, R.; TZORTZOPOULOS, P.; KAGIOGLOU, M.; PASSMAN, D. Evidence-based design “evolving fast”. **Health Estate Journal**, v. 64, p. 64-67, 2010.

CONCEIÇÃO, Jéssica; LEITE, Regina M. C. Avaliação da aplicabilidade da NBR 15575 (2013) quanto ao desempenho térmico: um estudo de caso em Salvador - Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

COOK, D. J.; MULROW, C.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n. 5, p. 376–80, mar 1997.

COTTA, A. C.; ANDERY, P. R. P. A norma de desempenho e as alterações no processo de projeto das empresas construtoras de pequeno e médio porte. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...**, São Paulo: USP, 2016.

D’ELL SANTO, A.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575. **Cadernos do PROARQ 20**. Rio de Janeiro Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, julho, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research - Método de Pesquisa Para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DURMISEVIC, S.; CIFTCIOGLU, O. Knowledge modeling tool for evidence-based design. **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol. 3, N. 3, pp 101-123. SPRING 2010.

ECO, U. **Como se faz uma tese**. 13 ed. Lisboa: Presença, 2007.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A.; PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Pesquisa de Posse de equipamentos e Hábitos de Uso - Ano base 2005 – Casse Residencial – Relatório Brasil**. Rio de Janeiro, 2007.

FABRICIO, M. M. Desenvolvimento de produtos e inovações produtivas em empresas de construção de edifícios. **Produto & Produção**, vol. 10, n. 2, p. 121-138, jun 2009.

FERRARI, A. T. **Metodologia da ciência**. São Paulo: Kenedy, 1974.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. Nobel, São Paulo, 2001. 5a edição. 243 p.

GRIGOLETTI, G. C.; LINCK, G. I. Análise de comportamento térmico de HIS térreas unifamiliares em Santa Maria, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 109-123, abr./jun. 2014.

HAMILTON, D. K. Realistic Expectations for Evidence-Based Projects. **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol. 6, N. 1, pp 117-121. 2012.

HAMILTON, D. K. Research informed design, best practice, and fresh perspectives: Can we all get along? **Health Environments Research & Design**, 7, 94–97. 2014.

HAMILTON, D.; WATKINS, D. **Evidence-based design for multiple building types**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

HAN, J. ET AL. Investigation on the thermal performance of different lightweight roofing structures and its effect on space cooling load. **Applied Thermal Engineering**, 29, pp. 2491–2499, 2009.

HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, Vol. 28 No. 1, pp. 75-105. March, 2004.

KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 89-101, jan./jun. 2014. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89989>

KOBASHI, N. Y.; SANTOS, R. N. M. Institucionalização da pesquisa científica no Brasil: cartografia temática e de redes sociais. **TransInformação**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 27-36, 2006.

KOBAYASHI T.; CHIKAMOTO T.; OSADA K. Evaluation of ventilation performance of monitor roof in residential area based on simplified estimation and CFD analysis. **Building and Environment**, 63 20-30, 2013.

LAMBERTS et al. **Desempenho térmico de edificações**. Apostila - Disciplina Desempenho Térmico de Edificações - ECV5161. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

LAMBERTS, R. Influência do desempenho térmico de coberturas leves com ático no conforto térmico de casas populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1990, Gramado. **Anais...** Gramado: ANTAC, 1990. p. 41-44.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. [3.ed.] Rio de Janeiro, 2014.

LIMA, L. P.; ROCHA, G. S.; FORMOSO, C. T. O uso do Projeto Baseado em Evidências para melhorar os ambientes de cozinha e área de serviço de empreendimentos habitacionais de baixa renda. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2012.

LIMA, L. P. **Proposta de um modelo conceitual de referência para o uso integrado de evidências no processo de projeto de edificações.** Porto Alegre, RS. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 308p. 2014.

LIPPMAN, P. C. **Evidence-based design of elementary and secondary schools.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. Cap. 1.

LOURA, R. M.; ASSIS, E. S.; BASTOS, L. E. G. Análise Comparativa Entre Resultados de Desempenho Térmico de Envoltórias de Edifício Residencial Gerados Por Diferentes Normas Brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Búzios, 2011. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011.

LORENZI, L. S. **Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse sociais térreas.** Porto Alegre, RS. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 222p. 2013.

MARTIN, C. S. Implementation of evidence-based design (EBD) by non-healthcare design practitioners. **International Journal of Architectural Research.** Volume 8, Issue 3, pp 165-180. November 2014.

MARTIN, C. S.; GUERIN, D. A. Using research to inform design solutions. **Journal of Facilities Management.** Vol. 4, Issue 3, pp. 167 – 180. 2006.

MELNYK, B. M.; FINEOUT-OVERHOLT, E. **Evidence-based practice in nursing & healthcare.** Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2005.

MIRANDA, S. S. **A influência da NBR 15575 na prática da arquitetura na cidade de Pelotas, RS.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

MIRON, L. I. G. **Proposta de diretrizes para o gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos da construção.** 2002. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.

MITIDIERI F, C. V.; HELENE, P. R. L. **Avaliação do desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: Proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1998.

MOHER D.; LIBERATI A., TETZLAFF J.; ALTMAN D. G. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **BMJ**, 2009.

NIELSEN, S. B.; SARASOJA, A.L.; GALAMBA, K.R. Sustainability in facilities management: an overview of current research. **Facilities**, Vol. 34 Issue: 9/10, pp.535-563. 2016.

OKAMOTO, P. S.; MELHADO, S. B. A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. In: XV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...**, Maceió, 2014.

OLIVEIRA, R. D.; SOUZA, R. V. G.; SILVA, R. M. Desempenho Térmico: qual valor devemos atender para a legislação brasileira? In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Brasília, 2013. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013

PEAVEY E., VANDER WYST KB. Evidence-Based Design and Research-Informed Design: What's the Difference? Conceptual Definitions and Comparative Analysis. **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**, Vol. 10, pp.143-156, 2017.

PEREIRA, C.; GHISI, E.; GUTHS, S. Comparação do desempenho térmico de revestimentos brancos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Brasília, 2013. **Anais...** Brasília: ANTAC, 2013

PROSPERO. **International prospective register of systematic reviews**. Centre for Reviews and Dissemination, University of New York, UK. 2018. Disponível em: <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/> Acesso em 17/02/2018.

PORTAL DO SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - SIBIUSP. **Bases de Dados**. Disponível em: <http://www.sibi.usp.br/bases-dados/> acesso em 14/06/2017.

SACKETT, D.; ROSENBERG, W.; GRAY, J.; HAYNES, R. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. **British Medical Journal**, v. 312, p. 71-72, 1996.

SADINENI, S. B. ET AL. Passive building energy savings: A review of building envelope component. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 15, 3617-3631. 2011.

SCHWARTZ, Y.; RASLAN, R.; MUMOVIC, D. The Life Cycle Carbon Footprint of Refurbished and New Buildings - A Systematic Review of Case Studies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 81 (1) pp. 231-241. 2018.

SILAGY C. A.; MIDDLETON P.; HOPEWELL S. Publishing Protocols of Systematic Reviews Comparing What Was Done to What Was Planned. **JAMA**. 2002; 287(21): 2831–2834. doi:10.1001/jama.287.21.2831

SILVA, A. S.; GHISI, E. Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 213-230, jan./mar. 2014.

SIMON, H. **The sciences of the artificial**. 3rd. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575. **Paranoá**, Brasília, n12, p. 13-22, 2014.

STICHLER, J. L. Applying Different Processes for Evidence-Based Design. **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol. 7, N. 1, FALL 2013. pp. 8-13.

STICHLER, J. L. Research or Evidence-Based Design: Which Process Should We Be Using? **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol. 4, N. 1, FALL 2010. pp. 6-10.

STICHLER, J.L. Research, Research-Informed Design, Evidence-Based Design: What Is the Difference and Does It Matter? **Health Environments Research & Design Journal (HERD)**. Vol. 10, N. 1, pp. 7-12. 2016.

TABELA DE ÁREAS DE CONHECIMENTO. **CAPES**. 2017. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-avaliacao>. Acesso em 25/06/2017.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003.

TRIANA MONTES, M. A., LAMBERTS, R., SASSI, P. Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**. N. 87, p. 524–541. 2015.

TRIANA MONTES, M. A. **Abordagem integrada no ciclo de vida de habitação de interesse social considerando mudanças climáticas**. 2016. 473 p. Tese (Doutorado

em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ULRICH, R. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**. April 27, v224, p 420, 1984.

ULRICH, R. Effects of interior design on wellness: theory and recent scientific research. **Journal of Health Care Interior Design**, v.3, p. 97 – 109, 1991.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). PROCEL/Eletrobrás. **PROJETEEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. Disponível em <http://projeteeee.mma.gov.br/> acesso em 03/02/2018.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**. p. 219-246. March, 2004.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ci. Inf. [online]**. Vol.31, n.2, pp.369-379, 2002.

VANZ, S. A. S.; STUMPF, I. R. C. Procedimentos e ferramentas aplicados aos estudos bibliométricos. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 20, n. 2, p. 67-75, maio/ago, 2010.

ZAMBONI, A. B.; THOMMAZO, A. D.; HERNANDES, E. C. M.; FABBRI, S. C. P. F. StArt - Uma Ferramenta Computacional de Apoio à Revisão Sistemática. In: Brazilian Conference on Software: Theory and Practice - Tools session, Vol. 4. **Anais...** Salvador, UFBA, 2010. p. 91-95.

ZIMRING, C; BOSCH, S. Building the Evidence Base for Evidence-Based Design. **Environment and Behavior**. Sage Publications: Vol. 40, N. 2. March, 2008.

APÊNDICE A

REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA RSL

(ID1) BORGE-DIEZ, D. et al. Passive climatization using a cool roof and natural ventilation for internally displaced persons in hot climates: Case study for Haiti. **Building and Environment**, 59, pp. 116-126, 2013.

(ID2) ALMEIDA, E.A.; PASSINI, R. Thermal behavior of alternative materials used as roof and efficiency of the reflective painting on the external face. **Revista Facultad de Ingeniería (REDIN)**, Universidad de Antioquia, No. 82, pp. 68-73, 2017.

(ID3) MADHUMATHI, A.; RADHAKRISHNAN, S.; SHANTHIPRIYA, R. Thermal Performance Evaluation of Green Roofs in Warm Humid Climates: A Case of Residential Buildings in Madurai, India. **Key Engineering Materials**, Vol. 692, pp 82-93, 2016.

(ID4) AL YACOUBY, A. M. et al. Study on Roof Tile's Colors in Malaysia for Development of New Anti-warming Roof Tiles with Higher Solar Reflectance Index (SRI). In: **National Postgraduate Conference (NPC)**, 19-20, September, 2011.

(ID5) GOMEZ-MUNOZ, V. M.; PORTA-GANDARA, M. A.; HEARD, C. Solar performance of hemispherical vault roofs. **Building and Environment**, 38, pp.1431 – 1438, 2003.

(ID6) ROSAS LUSETT, M. A.; MUJICA, J. A. E.; IZAGUIRRE; M. G. Costo energético de muros y techos utilizados en la zona sur de Tamaulipas. **Revista Electrónica Nova Scientia**, N. 15 Vol. 7, pp. 514–528, 2015.

(ID7) CASTANEDA, G. - ARGUELLO, T. - VECCHIA, F. Desempeño Térmico de Techo Alternativo para Vivienda en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. **Revista de la Construcción**, Volumen 9, N. 1, pp.81-88, 2010.

(ID8) SOUZA, L. C. L.; PIRES, E. C. Avaliação do desempenho térmico de coberturas leves para a cidade de São Carlos, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Gramado. **Anais...** Gramado: ANTAC, 1995. pp. 269-274.

(ID9) LAMBERTS, R. Influência do desempenho térmico de coberturas leves com ático no conforto térmico de casas populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1990, Gramado. **Anais...** Gramado: ANTAC, 1990. p. 41-44.

(ID10) POUHEY, M. T. F.; SATTLER, M. A.; SCHNEIDER, P. S. Coberturas verdes: análise de desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998. pp. 473-481.

(ID11) SOUZA, H. A. et al. Avaliação do desempenho térmico de coberturas em habitações populares feitas em estrutura metálica. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.