

A utilização da inércia térmica para o conforto em edificações escolares do Brasil: uma revisão sistemática e bibliométrica da literatura

PAULA SCHERER

MARIELA CAMARGO

Introdução

No edifício escolar, tão presente nas cidades brasileiras, o uso de estratégias construtivas que proporcionam conforto ambiental viabiliza a melhor adaptação dos estudantes e professores ao ambiente construído. Para a introdução de sistemas construtivos eficientes, é fundamental que haja intervenções no exercício do projeto de arquitetura e urbanismo. Esse processo é fomentado pela pesquisa através de instituições de ensino superior. Nesse sentido, a inércia térmica é uma das estratégias de desempenho térmico mais indicadas ao Brasil, sendo orientada para 6 zonas bioclimáticas brasileiras.

Problema de Pesquisa e Objetivo

A questão levantada pela pesquisa foi: Qual a perspectiva nacional de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica para o conforto térmico em escolas? Nesse âmbito, o objetivo do trabalho correspondeu à mensuração e mapeamento do panorama brasileiro de pesquisas de pós-graduação que mostram o papel da inércia térmica para o conforto térmico em escolas.

Fundamentação Teórica

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005) define o conforto térmico como a satisfação psicológica e física dos usuários em relação às condições térmicas do ambiente (ABNT, 2005). Nesse contexto, a inércia térmica é uma estratégia bioclimática que corresponde à capacidade de um edifício de acumular e transferir calor (BRITO, 2015). Portanto, ela viabiliza a manutenção de um ambiente satisfatório: através da alta inércia térmica é assegurada menor amplitude térmica no interior dos ambientes, favorecendo o conforto térmico (FERREIRA, 2016).

Metodologia

Através da metodologia de natureza quantitativa, houve o levantamento e análise de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica em escolas. Acerca dos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como revisão sistemática e bibliométrica. As bases de dados utilizadas foram selecionadas através do Portal de Periódicos CAPES, onde foi adotada a área de concentração de Ciências Sociais Aplicadas e Subárea de Arquitetura e Urbanismo. As informações das teses e dissertações foram organizadas e apresentadas por meio de tabelas e gráficos.

Análise dos Resultados

Sendo 26 trabalhos aderentes levantados, foi verificado que a maioria se concentrou a partir do ano de 2006, quantificando 80,77%. Quanto ao local das pesquisas, o Rio Grande do Sul se destacou, com 7 trabalhos levantados. A área de concentração mais presente nas pesquisas foi relacionada à tecnologia da arquitetura, sendo identificada em 7 trabalhos. Acerca da caracterização das dissertações e teses aderentes à revisão sistemática e bibliométrica, a maioria dos trabalhos possuiu seu foco na avaliação do conforto ambiental (com destaque para o conforto térmico) de edificações construídas.

Conclusão

Os resultados, através de 26 trabalhos aderentes, mostraram que a inércia térmica em escolas ainda é pouco explorada nas pesquisas de pós-graduação do Brasil. A maioria dos trabalhos aderentes foi desenvolvida na região sul e sudeste do país, o que possivelmente foi motivado pelo fato dessas regiões serem bastante favorecidas pela estratégia de inércia térmica no período frio. Outrossim, a caracterização das teses e dissertações também mostrou que a maioria dos procedimentos metodológicos engloba técnicas realizadas in loco, como medições e aplicação de questionários.

Referências Bibliográficas

ABNT. NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações Parte 1. Rio de Janeiro, 2005. BRITO, A. C. Contribuição da inércia térmica na eficiência energética de edifícios de escritórios na cidade de São Paulo. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. FERREIRA, C. C. Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais: contribuição à revisão das normas brasileiras. 436 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

Palavras Chave

Inércia térmica, Escola, Revisão sistemática

A UTILIZAÇÃO DA INÉRCIA TÉRMICA PARA O CONFORTO EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES DO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E BIBLIOMÉTRICA DA LITERATURA

THE USE OF THERMAL INERTIA FOR COMFORT IN SCHOOL BUILDINGS IN BRAZIL: A SYSTEMATIC AND BIBLIOMETRIC REVIEW OF THE LITERATURE

1. INTRODUÇÃO

A realização de pesquisas que discutem e avaliam o uso de estratégias bioclimáticas em escolas são fundamentais para o maior conhecimento acerca do desempenho de sistemas construtivos, conforme os diferentes climas. A democratização de conhecimentos sobre o conforto térmico no ambiente escolar, através do fácil acesso às pesquisas, estimula o trabalho de pesquisadores e projetistas para a realização de projetos arquitetônicos mais eficientes.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005a) define o conforto térmico como a satisfação psicológica e física dos usuários em relação às condições térmicas do ambiente (ABNT, 2005a). Uma vez que edifícios escolares que proporcionam conforto térmico motivam as atividades de ensino e aprendizagem (CHPS – COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2006; KOWALTOWSKI, 2011; RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015) a pesquisa e aplicação de estratégias bioclimáticas torna-se essencial em prédios escolares, que como sabemos, estão presentes nas diversas cidades do Brasil. Essa importância se intensifica em virtude do grande número de edifícios educacionais padronizados no país (RACKES *et al.*, 2015; PAES, 2016). Nesse contexto, a inércia térmica é uma estratégia bioclimática que corresponde à capacidade de um edifício, através de seus sistemas, de acumular e transferir calor (BRITO, 2015). Portanto, ela viabiliza a manutenção de um ambiente satisfatório aos usuários: através da alta inércia térmica é possível assegurar uma menor amplitude térmica no interior dos ambientes, favorecendo o conforto térmico. Do contrário, pouca massa para absorver o calor da radiação solar faz com que o edifício aqueça e arrefeça de maneira rápida. Isso porque não há capacidade de absorver calor para mais tarde liberar e, portanto, equilibrar a temperatura interior (FERREIRA, 2016).

A importância da inércia térmica é perceptível, também, por ser uma das estratégias de desempenho térmico mais indicadas ao Brasil, junto da ventilação cruzada. Ela é recomendada para 6 zonas bioclimáticas brasileiras (Zonas 1 a 6), de um total de 8, conforme a Norma Brasileira NBR 15220-3. Por meio dessa norma, são estabelecidas diretrizes construtivas de estratégias passivas de condicionamento térmico, através de condições de contorno fixadas (ABNT, 2005a).

A discussão coletiva e multidisciplinar deve ser incentivada a partir de pesquisas na área, como uma forma promover a adequação dos projetos arquitetônicos escolares às características locais. Entretanto, inúmeras APO's (Avaliações Pós-Ocupação) desenvolvidas no Brasil mostram a falta de planejamento arquitetônico que aplique estratégias de conforto ambiental, assim como análise e aproveitamento das condições climáticas regionais. Como consequência, várias escolas são avaliadas negativamente quanto ao conforto térmico (DELIBERADOR; KOWALTOWSKI, 2011). A partir desse panorama, foi levantada a seguinte questão de pesquisa: Qual a perspectiva nacional de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica para o conforto térmico em escolas?

Através da revisão sistemática da literatura nacional é viável, justamente, mapear o estado de arte de pesquisas brasileiras e dos centros de conhecimento sobre um assunto específico, de

maneira a evidenciar oportunidades de pesquisa na área (LIBANIO; AMARAL, 2011). Green *et al.* (2011) pontuam que a revisão sistemática se destina à identificação de estudos sobre um tema, sendo aplicados métodos explícitos e sistematizados de busca. Também serve para avaliar a qualidade desses estudos e sua aplicabilidade onde as mudanças serão implementadas. A revisão bibliométrica da literatura, aqui, é essencial para mensurar o valor científico das pesquisas levantadas na revisão sistemática, enquanto referências bibliográficas, auxiliando demais pesquisadores (MEDEIROS *et al.*, 2015). Nesse âmbito, a questão levantada pela pesquisa foi a seguinte: qual a perspectiva nacional de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica para o conforto térmico em escolas. Para tanto, o objetivo do trabalho corresponde à mensuração e mapeamento do panorama brasileiro de pesquisas de pós-graduação que mostram ao papel da inércia térmica para o conforto térmico em escolas.

2. METODOLOGIA

Nesta pesquisa houve o levantamento e análise de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica em escolas. A metodologia adotada é de natureza quantitativa. Acerca dos procedimentos técnicos, a pesquisa é classificada como revisão sistemática e bibliométrica. As etapas da revisão são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Organograma das etapas da revisão sistemática e bibliométrica



Fonte: Autoras (2022, adaptado de Sampaio e Mancini, 2007).

A metodologia utilizada neste trabalho tem como referência Sampaio e Mancini (2007) e Medeiros *et al.* (2015). Os procedimentos utilizados são descritos nos itens a seguir.

2.1 Busca e seleção de trabalhos aderentes

Para a realização da busca de trabalhos que atendem ao objetivo geral da pesquisa, foi estabelecida a seguinte questão científica, anteriormente mencionada: Qual a perspectiva nacional de trabalhos de pós-graduação que abordam a importância da inércia térmica para o conforto térmico em escolas? As bases de dados utilizadas para as buscas foram selecionadas através do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), onde foi adotada a área de concentração de Ciências Sociais Aplicadas e Subárea de

Arquitetura e Urbanismo, sendo elas: Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), Portal brasileiro de publicações e dados científicos em acesso aberto (Oasisbr), Biblioteca Digital da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas): Dissertações e Teses e Biblioteca Digital da Univates (Universidade do Vale do Taquari), conforme apresentado na Figura 6. Essas foram adotadas por anexarem um número relevante de trabalhos acadêmicos brasileiros. O levantamento de trabalhos englobou todos os anos das bases de dados, sendo o primeiro trabalho identificado em 1989, no Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES).

Quanto ao descritor de busca, as palavras-chaves utilizadas foram: “inércia térmica” + escolar. O termo “escolar” foi adotado porque no Catálogo de Teses e Dissertações não foi viável realizar a busca através do filtro “assunto”. Ao utilizar o termo “escola”, foram levantados muitos trabalhos que não abordavam ambientes escolares, mas tinham o termo inserido na instituição em que a pesquisa foi realizada (Exemplo: Escola de Engenharia).

Acerca dos critérios de seleção, foi considerada a filtragem de trabalhos de pós-graduação, sendo admitidas as seguintes grandes áreas de conhecimento: Ciências Sociais Aplicadas e Engenharias. Para as áreas de conhecimento, foram filtradas as seguintes: Aproveitamento de Energia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Tecnologias de Arquitetura e Urbanismo. A análise crítica dos resultados ocorreu através da delimitação das pesquisas obtidas nas bases de dados: primeiramente, através da exclusão de trabalhos repetidos e análise dos resumos, e em um segundo momento, por meio da leitura do trabalho. Ao final, de 349 trabalhos obtidos, foram selecionados 26, sendo 26 encontrados no Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES), 2 na BDTD e 2 no Oasisbr. Assim, houve repetição de pesquisas levantadas nas três bases de dados. A busca foi realizada no dia 02 de fevereiro de 2022 e atualizada no dia 05 de agosto do mesmo ano.

2.2 Organização dos trabalhos aderentes

Os trabalhos selecionados foram organizados em uma planilha, com informações como título, autor, ano, base de dados, tipo (de documento) e resumo sintetizado, conforme o fragmento presente na Figura 2.

Figura 2 – Fragmento com trabalhos selecionados junto do resumo sintetizado

Nº	Título	Autor(a)	Ano	Base de dados	Tipo	Resumo sintetizado
1	A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados	GRAÇA, Valeria Azzi Collet da	2008	Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)	Tese	Propõe que é possível avaliar conceitos de conforto ambiental em exemplos simplificados de salas de aula escolares, através do uso de uma escala semântica e da opinião de especialistas.
2	Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do ensino fundamental de Ijuí-RS	LAZZAROTTO, Nebora	2007	Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)	Dissertação	Objetivou verificar a aplicabilidade de modelos normalizados para a avaliação do conforto térmico de crianças em atividade escolar. Concluiu que o modelo PMV é aplicável para avaliação de conforto térmico para a população pesquisada.
3	Análise da intervenção ambiental de baixo custo em escola da rede pública de Feira de Santana	CERQUEIRA, Eufronida de Azevêdo	2001	Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)	Dissertação	Objetivou analisar a intervenção na estrutura de uma escola municipal da Bahia. Evidenciou que o uso de estratégias para a amenização das temperaturas e melhora da luminosidade aumentaram a satisfação nos ambientes escolares.

Fonte: Autoras (2022).

As informações das teses e dissertações, organizadas através de tabelas e gráficos, também foram apresentadas considerando o estado da publicação, instituição do autor no período de publicação, programa de pós-graduação, palavras-chave, objetivo geral da pesquisa, procedimentos metodológicos e contribuições. Esses dados foram obtidos através da leitura integral dos trabalhos selecionados, sendo os gráficos desenvolvidos através do Excel. Essas informações são fundamentais para o estabelecimento dos locais em que as pesquisas foram desenvolvidas bem como as características que fundamentaram o desenvolvimento dos trabalhos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

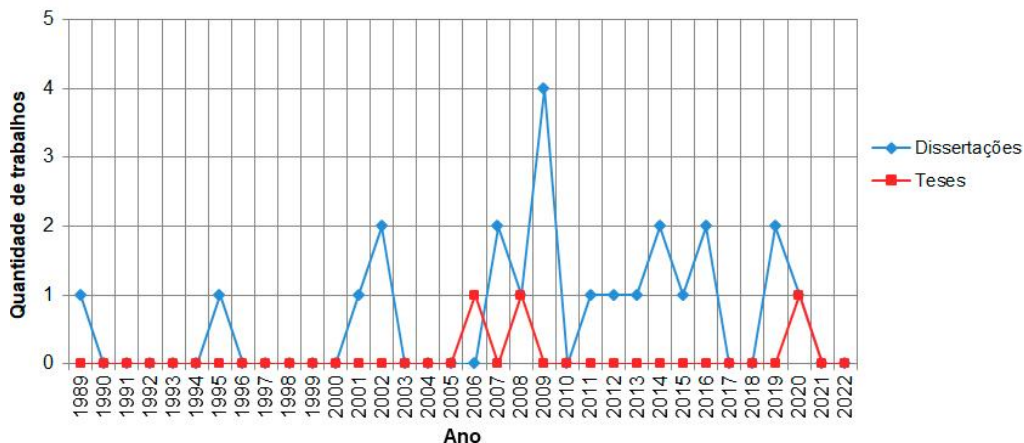
Os resultados obtidos através da revisão sistemática e bibliométrica da literatura foram organizados através de dois itens: 3.1 Período e origem dos trabalhos e 3.2 Caracterização das pesquisas. Assim, foi possível identificar o panorama nacional de pesquisas de pós-graduação que abordam a inércia térmica como estratégia importante ao conforto térmico escolar, sendo apresentados os polos em que os trabalhos foram realizados, conforme os objetivos deste trabalho.

3.1 Período e origem dos trabalhos

Sendo a coleta de referências nas bases de dados Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES), BDTD, Oasisbr, Biblioteca Digital da UNICAMP: Dissertações e Teses, Biblioteca Digital da Univates e no Repositório da Produção da Universidade de São Paulo – USP, foram levantados 26 trabalhos, onde 23 deles são dissertações e apenas 3 são teses. A maior quantidade de trabalhos inclusos, conforme a questão de pesquisa, concentrou-se a partir do ano de 2006, quantificando 80,77% dos trabalhos, conforme a Figura 3.

A menor concentração de pesquisas aderentes até o ano de 2002 se deve à menor disponibilidade de trabalhos acadêmicos brasileiros via *web*. Houve pesquisas mais antigas que, a partir da leitura do título e/ou do resumo, se enquadraram na questão científica levantada. Entretanto, não puderam ser acessadas na íntegra através da internet, o que limitou o número de trabalhos selecionados. Além da menor disponibilidade de trabalhos na internet, verificou-se uma menor produção acadêmica sobre o tema até o século XXI. Visto esse panorama, destaca-se, conforme Costa (2013) e Correa *et al.* (2009), o lançamento do Portal de Periódicos da Capes em novembro de 2000, que facilitou o acesso das bibliotecas brasileiras à informação científica, fomentando o trabalho científico por parte de docentes, estudantes e pesquisadores. Apesar disso, tratando-se do assunto da presente pesquisa, o levantamento tornou perceptível um número consideravelmente baixo de publicações nacionais recentes.

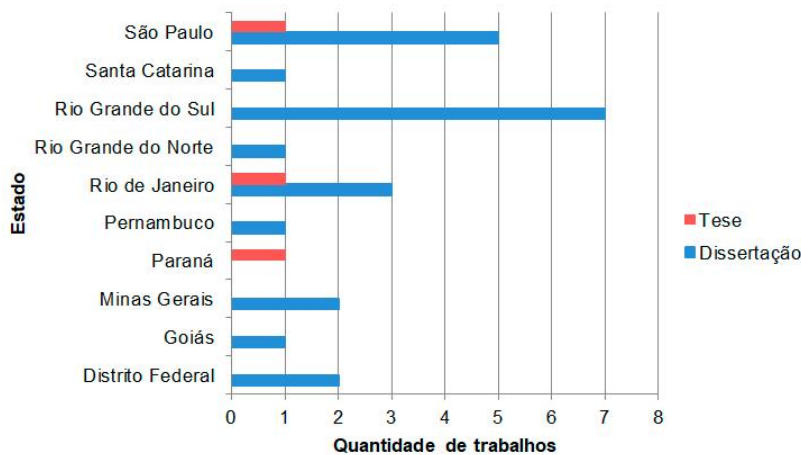
Figura 3 - Anos de defesa dos trabalhos acadêmicos selecionados



Fonte: Autoras (2022).

Quanto ao local em que as pesquisas aderentes foram realizadas, foram identificados 10 estados, conforme o gráfico da Figura 4. O estado do Rio Grande do Sul se destacou, com 7 trabalhos de pós-graduação levantados sobre o tema, seguido de São Paulo, que teve 6. Os dois estados são responsáveis por 50% dos trabalhos de pós-graduação sobre o assunto, conforme as bases de dados utilizadas.

Figura 4 – Estados dos trabalhos selecionados

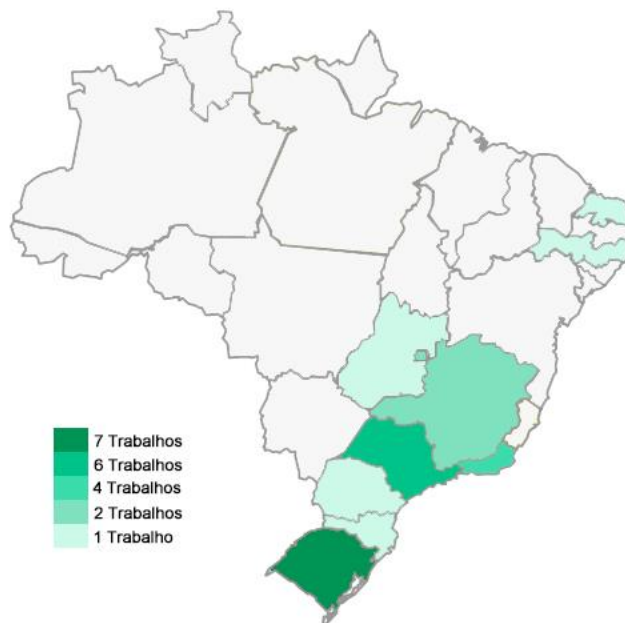


Fonte: Autoras (2022).

O mapa com a identificação dos estados que mais produziram pesquisas acadêmicas sobre o assunto (Figura 5), torna evidente o maior desenvolvimento de trabalhos de pós-graduação acerca da inércia térmica em escolas na região sul e sudeste do país. Conforme a NBR 15220-3, esses estados integram, predominantemente, Zonas Bioclimáticas com temperaturas baixas ou amenas (Zonas 1 a 6), onde a inércia térmica, através de vedações internas pesadas, é uma estratégia passiva recomendada para o inverno. As Zonas Bioclimáticas 7 e 8, que ocupam principalmente a região norte do país, somam 66,3% do território nacional (ABNT, 2005b). Todavia, autores como Lamberts, Dutra e Pereira (2014) e Pereira, Coutinho e Silva (2009),

pontuam que a inércia térmica é uma estratégia bioclimática favorável, também, para o resfriamento.

Figura 5 – Localização, no mapa, dos trabalhos selecionados



Fonte: Autoras (2022).

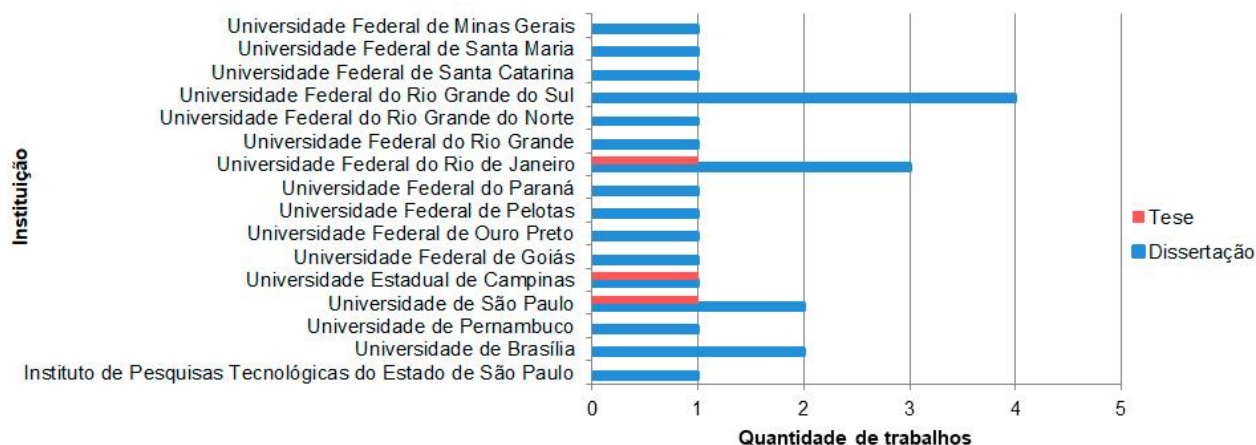
Para a identificação precisa das instituições nacionais de pesquisa que mais realizam trabalhos que abordam a importância da inércia térmica para o conforto dos ambientes escolares, foram investigadas as universidades, bem como levantados os institutos e os programas de pós-graduação das referências incluídas na revisão (Figura 6 e Tabela 1).

Observa-se que a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) teve destaque no levantamento, somando 4 publicações, bem como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nesse âmbito, a UFRGS conta com programa de Pós-Graduação em Arquitetura (conceito Capes 5), desde 1979 (PROPAR UFRGS, 2022) e de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (conceito Capes 6), desde 1970 (PPGEC UFRGS, 2022). São duas as linhas de pesquisa disponibilizadas para Arquitetura: Teoria, História e Crítica da Arquitetura e Projeto de Arquitetura e Urbanismo. Já para o programa de Engenharia Civil são quatro: Estruturas; Fundações; Materiais Geotécnicos; e Meio Ambiente e Sustentabilidade.

A UFRJ, por sua vez, possui Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (conceito Capes 6) desde 1987 conforme o Programa de Pós Graduação em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (PROARQ FAU, 2022) e de Engenharia Civil (conceito Capes 6) desde 1967, conforme o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE UFRJ, 2022). As linhas de pesquisas oferecidas no programa de arquitetura são: Cultura, Paisagem e Ambiente Construído; Arquitetura, Projeto e Sustentabilidade; Teoria e Ensino de Arquitetura; Restauração e Gestão do Patrimônio; Projeto, Gestão e Sustentabilidade do Patrimônio; e Projeto de Revitalização e Restauração. No programa de Engenharia Civil, as linhas de pesquisa existentes são mais de 30, recebendo destaque, em relação ao assunto abordado nesta pesquisa:

Materiais Sustentáveis; e Estruturas de Concreto, de Aço, Mistas Aço-Concreto e em Compósitos.

Figura 6 – Instituições em que os trabalhos selecionados foram realizados



Fonte: Autoras (2022).

Quanto aos programas de pós-graduação dos trabalhos selecionados, foi realizada uma relação do tipo de programa e quantidade de dissertações e teses aderentes, apresentada na Tabela 1. Conforme os resultados, a importância da inércia térmica para o conforto térmico em escolas é abordada, no âmbito nacional, principalmente em Programas de Pós-Graduação que contém o termo “Arquitetura” em sua denominação, que são identificados em 57,7% dos trabalhos. Nesse contexto, o Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo foi o mais expressivo, sendo presente em 42,31% dos trabalhos.

Tabela 1 – Programas de Pós-Graduação dos trabalhos selecionados

Tipo de trabalho	Programas de Pós-Graduação					
	Arquitetura	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia civil	Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo	Projeto e Cidade	Habitação: Planejamento e Tecnologia
Dissertação	2	10	9	0	1	1
Tese	1	1	0	1	0	0

Fonte: Autoras (2022).

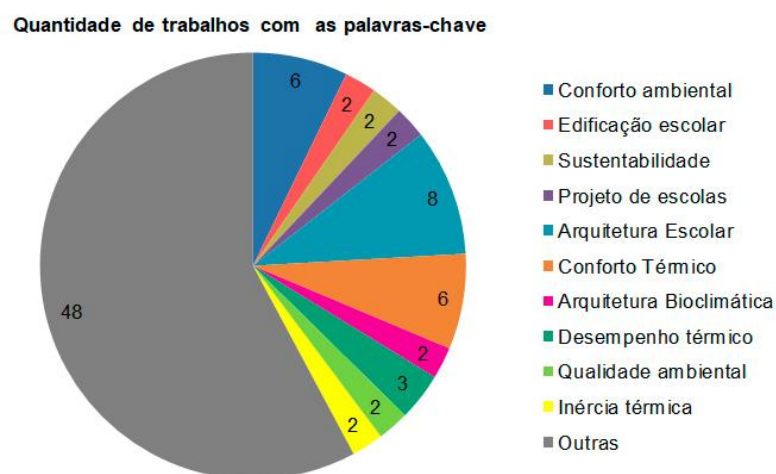
Destaca-se que a área de concentração mais presente nas pesquisas levantadas foi relacionada à tecnologia da arquitetura, sendo identificada em 7 trabalhos, como os realizados por Mueller (2007) e Medeiros (2019). Áreas de concentração com ênfase em “construção” foram identificadas em 6 trabalhos, como dos autores Cerqueira (2001) e Fontanella (2009).

Em síntese, quanto aos períodos de publicação dos trabalhos de pós-graduação nacionais e suas origens, verifica-se um baixo número de trabalhos, principalmente de teses, considerando as áreas de conhecimento selecionadas, que foram 6 tipos. O número de Programas de Pós-Graduação propícios para o desenvolvimento de trabalhos sobre o tema, por sua vez, foi favorável, sendo identificados em 16 diferentes universidades brasileiras, onde 11 delas são federais, 4 particulares e 1 estadual. Sabendo-se que ambientes escolares possuem uma alta concentração de usuários e são locais de grande permanência, atenta-se para a pesquisa, análise e aplicação de estratégias arquitetônicas que visam ao conforto térmico, como a inércia térmica. Pesquisadores que realizaram APO's em edificações escolares brasileiras, como Funari e Kowaltowski (2005), Silva e Castro (2017), Liguori e Labaki (2020), por exemplo, pontuam a importância de um planejamento arquitetônico que considere a otimização do conforto ambiental, visto os resultados de conforto térmico desfavoráveis obtidos.

3.2 Caracterização das pesquisas

Quanto à caracterização das dissertações e teses aderentes, primeiramente, realizou-se o levantamento das palavras-chave mais presentes nos trabalhos, conforme a Figura 7. A expressão “Arquitetura Escolar” foi a mais identificada, estando em 30,77% das pesquisas (8 trabalhos), seguida de “Conforto Térmico” e “Conforto Ambiental” que estiveram em 6 trabalhos, cada. A classificação “Outras” refere-se a palavras encontradas em uma pesquisa. Em 5 trabalhos, sendo 4 deles publicados até 2002, não foram identificadas palavras-chave.

Figura 7 – Palavras-chave dos trabalhos selecionados

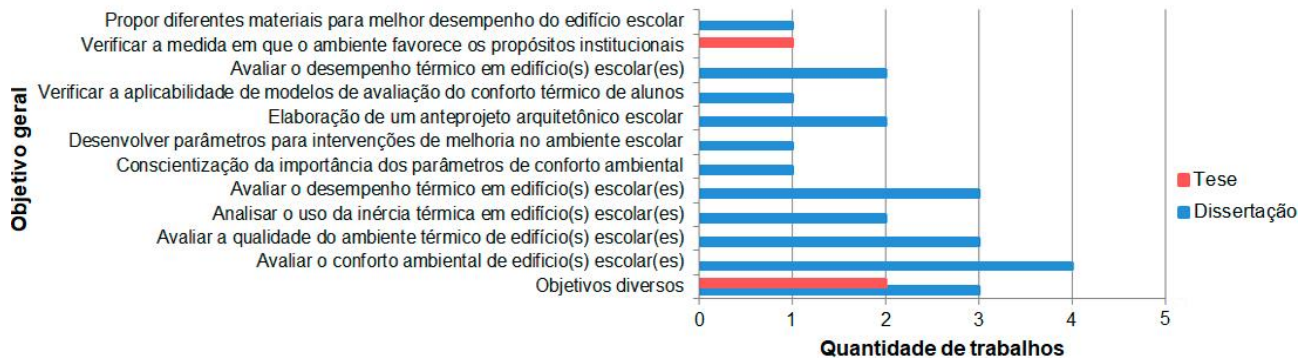


Fonte: Autoras (2022).

Os trabalhos também foram classificados quanto ao seus objetivos gerais, que configuram a intenção principal da pesquisa. Conforme o levantamento, apresentado na Figura 8, a maioria das pesquisas, em seu objetivo geral, reuniu mais de um propósito considerando as opções elencadas no gráfico, como ocorreu nas teses de Reis-Alves (2006) e de Graça (2008). No primeiro trabalho, foram analisados, quanto ao conforto ambiental, o Colégio Pedro II, o Instituto de Educação do Rio de Janeiro e o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Já no segundo trabalho foi analisado o processo sistematizado de projeto de prédios escolares da rede estadual de São Paulo.

A segunda opção mais frequente quanto ao objetivo geral foi a avaliação do conforto ambiental em edifício(s) escolar(es), identificado em 4 dissertações, dentre as quais é possível citar Pereira (2019), onde foi estudado o conforto ambiental de uma edificação escolar situada na zona urbana de Recife (Permanbuco), e também Gemelli (2009), que analisou o conforto ambiental da Escola Municipal Frei Pacífico, situada no distrito de Itapuã do município de Viamão (Rio Grande do Sul).

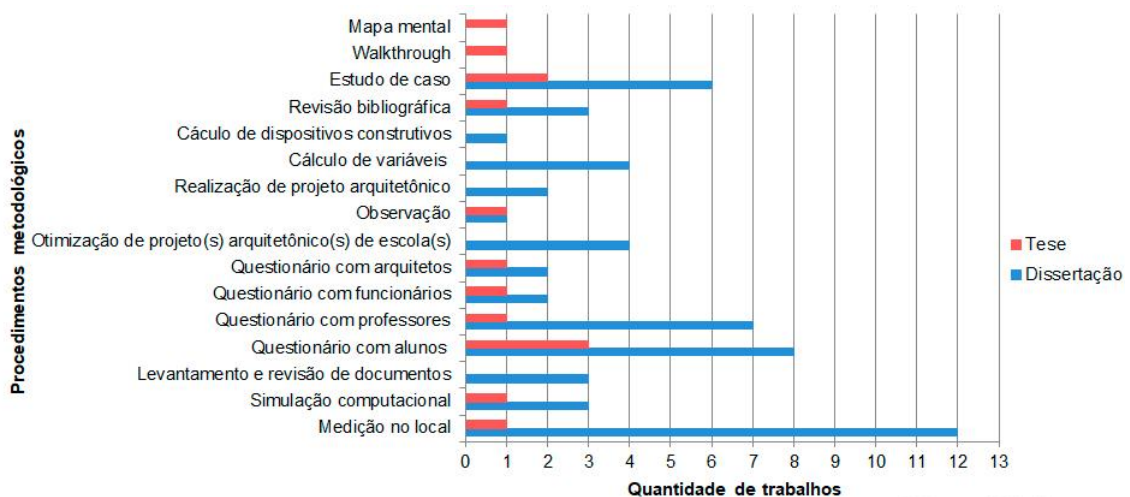
Figura 8 – Objetivos gerais dos trabalhos selecionados



Fonte: Autoras (2022).

Quanto aos procedimentos metodológicos identificados nas teses e dissertações, conforme a Figura 9, a medição foi a alternativa mais frequente, estando presente em trabalhos como a tese de Costa (2020), onde foram medidas variáveis térmicas, e nas dissertações de Gemelli (2009) e de Medeiros (2019): na primeira foram feitas medições térmicas, acústicas e lumínicas, e na segunda somente medições térmicas. Na maioria das pesquisas (84,62%), foi utilizado mais de um procedimento metodológico, tendo como exemplos a tese de Reis-Alves (2006) e as dissertações de Pereira (2019) e Medeiros (2019).

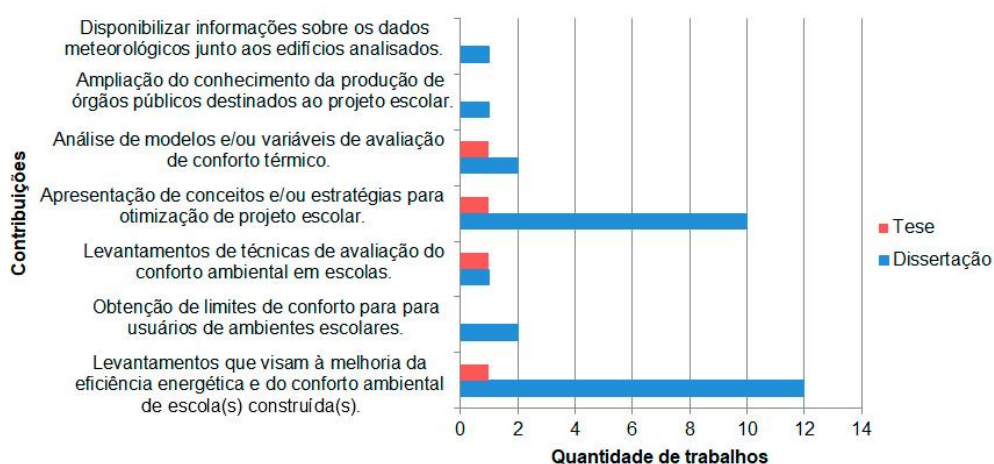
Figura 9 - Procedimentos metodológicos dos trabalhos selecionados



Fonte: Autoras (2022).

Na Figura 10 são apresentadas as contribuições obtidas nas teses e dissertações, sendo identificada uma maior frequência (63,64% do total das contribuições) na opção de “Levantamentos que visam à melhoria da eficiência energética e do conforto ambiental de escola(s) construída(s)”. Alguns dos trabalhos que têm essa contribuição são os de: Bonfim (1989), Gemelli (2009) e Paulse (2016). Alguns trabalhos reúnem mais de uma contribuição, como é o caso da dissertação de Paulse (2016), que contribui através de “Levantamentos que visam à melhoria da eficiência energética e do conforto ambiental de escola(s) construída(s)” e “Apresentação de conceitos e/ou estratégias para otimização de projeto escolar”.

Figura 10 – Contribuições dos trabalhos selecionados



Fonte: Autoras (2022).

Acerca da caracterização das dissertações e teses aderentes à revisão sistemática e bibliométrica, observa-se que a maioria dos trabalhos possui seu foco na avaliação do conforto ambiental (com destaque para o conforto térmico) de edificações construídas, conforme a Figura 8, sendo levantados os impactos das estratégias e dos sistemas das edificações na qualidade ambiental e eficiência energética. Ademais, em 42,31% dos trabalhos são propostos conceitos e estratégias para melhorias em projetos escolares.

Nesse âmbito, a inércia térmica é uma estratégia bioclimática indicada para proporcionar conforto e eficiência energética, visto as recomendações da NBR 15220-3, como nos trabalhos de Dias (2009), Ritter (2014), Paulse (2016) e Costa, (2020), ou as recomendações da Carta Bioclimática de Givoni, conforme os trabalhos de Dias (2009), Gemelli (2009), Paulse (2016) e Lopes (2020). 34,62% dos trabalhos levantados apontam a estratégia de inércia térmica como uma forma de possibilitar a melhoria da qualidade térmica de escolas, como os de Azevedo (1995), Fontanella, (2009); Gemelli (2009); Medeiros (2019) e Costa (2020), sendo que essa estratégia não foi considerada na fase de projeto arquitetônico. 30,77% dos trabalhos aderentes constataram a utilização de inércia térmica nas escolas estudadas como sendo um aspecto favorável ao conforto térmico, como os seguintes: Lazzarotto (2007), Mueller (2007), Silva (2009), Tubelo (2011) e Pereira (2019).

4 CONCLUSÃO

Identificar a perspectiva nacional de pesquisas de pós-graduação que evidenciam o papel da inércia térmica para o conforto térmico em escolas configurou-se como objetivo geral do

trabalho. Em justificativa, considerando que a maior parte da população passa uma grande parte de sua vida na escola, edificação que se faz presente nas diversas cidades do Brasil, as características desse edifício influenciam o bem-estar, a sociabilidade e o nível educacional dos usuários. O desenvolvimento e a democratização de pesquisas voltadas a estratégias de conforto ambiental em ambientes escolares são importantes para a melhor adaptação dos estudantes, docentes e funcionários a esses espaços e, assim, melhora do processo ensino-aprendizagem. Conforme a apresentação da origem e do período dos trabalhos selecionados, observa-se que a maior concentração de pesquisas sobre o tema é identificada nas duas últimas décadas, principalmente em virtude da facilidade de acesso às teses e dissertações, em meio digital. Esse processo foi beneficiado pela criação do Portal de Periódico na Capes, ao final de 2000. Entretanto, ainda assim, o número de teses e dissertações nacionais levantadas foi baixa, considerando os 349 trabalhos obtidos na busca em 5 bases de dados a partir das palavras-chave. Além disso, através da identificação das instituições e dos programas de pós-graduação dos estudos selecionados, verifica-se que o cenário atual é favorável para o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema: foram identificadas, para 26 trabalhos, 16 instituições distintas que deram suporte às pesquisas, sendo a maioria delas federais. Ademais, foi verificado que a maioria dos trabalhos aderentes à questão da pesquisa foi desenvolvida em estados da região sul e sudeste do país, o que possivelmente foi motivado pelo fato dessas regiões serem bastante favorecidas pela inércia térmica no período frio, conforme é indicado pela ABNT (2005b). A caracterização dos trabalhos aderentes mostrou, justamente, que grande parte das pesquisas em que são avaliados projetos escolares, ou escolas construídas, a ausência de estratégias bioclimáticas, como a inércia térmica, implica no baixo conforto térmico. Essas constatações foram observadas tanto em trabalhos desenvolvidos no século passado como em pesquisas efetuadas na última década.

A caracterização das teses e dissertações nacionais também mostrou que a maioria dos procedimentos metodológicos engloba técnicas realizadas *in loco*, como medições (50,00% dos trabalhos); aplicação de questionários com alunos (42,31% dos trabalhos), com professores (30,77% dos trabalhos), com funcionários (11,54% dos trabalhos) e com arquitetos (11,54% dos trabalhos); e observação (7,69% dos trabalhos); estudos de caso realizados no(s) edifício(s) (34,62% dos trabalhos). Simulações computacionais, por exemplo, foram identificadas apenas em 4 trabalhos obtidos (15,38%), visto que, atualmente, essa técnica é consideravelmente utilizada, em contexto global, para o desenvolvimento de estudos voltados para o conforto térmico e a eficiência energética de edificações (SCHERER; GRIGOLETTI; ROMANO, 2021). Nesse âmbito, possivelmente, o menor uso da simulação computacional se deve ao desconhecimento por estudantes e profissionais atuantes no Brasil, ao contrário do que é observado, por exemplo, em escritórios de países desenvolvidos (PEDRINI; SZOKOLAY, 2005).

As contribuições deste trabalho correspondem à mensuração e caracterização da produção de pós-graduação nacional que aborda a importância da inércia térmica em escolas, destacando sua influência no conforto térmico do ambiente construído. É oferecido um conjunto de referências de trabalhos acadêmicos que abordam o tema, servindo de subsídio para novas pesquisas. Também foram levantados as instituições e os programas de pós-graduação que viabilizaram o desenvolvimento de pesquisas sobre o assunto, como uma maneira de fomentar a realização de trabalhos sobre estratégias bioclimáticas em ambientes escolares, como a inércia térmica, visto a relevância do tema para a promoção de escolas mais eficientes.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações Parte 1 – Definição, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005a.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

AZEVEDO, G. A. N. **As escolas públicas do Rio de Janeiro**: considerações sobre o conforto térmico das edificações. 1995. 178 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

BONFIM, C. R. R. **Os efeitos da inércia na otimização do conforto térmico em prédios de ocupação diurna em clima tropical úmido**. 1989. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

BRITO, A. C. **Contribuição da inércia térmica na eficiência energética de edifícios de escritórios na cidade de São Paulo**. 2015. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CERQUEIRA, E. A. **Análise da intervenção ambiental de baixo custo em escola da rede pública de Feira de Santana**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CHPS - COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS. **Best Practices Manual**: Volume I – Planning. California: [s. n.], 2006.

COPPE UFRJ. **Engenharia Civil**. 2022. Disponível em: <https://www.coppe.ufrj.br/pt-br/programas/engenharia-civil>. Acesso em: 11 fev. 2022.

CORREA, C. H. W.; CRESPO, I. M.; STUMPF, I. R. C.; CAREGNATO, S. E. Portal de Periódicos da CAPES: um misto de solução financeira e inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 127-145, ago. 2009.

COSTA, D. C. R. F. **Qualidade do Ambiente Construído no Ensino Profissional**: o caso do Instituto Federal de São Paulo. 2020. 535 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

COSTA, M. E. O. O Portal de Periódicos da Capes: uma estratégia de marketing incentivando o seu uso na comunidade da UFMG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 25., 2013, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: FEBAB, 2013. p. 1 - 12.

DELIBERADOR, M. S.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Os elementos de conforto no processo de projeto escolar no estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE

CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC, 11.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ELACAC, 7., 2011, Campinas. **Anais** [...]. Búzios: ANTAC, 2011. p. 1-10.

DIAS, A. **Avaliação das condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em escola de tempo integral**: Estudo de caso da Escola Padre Josmio em Palmas (TO). 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FERREIRA, C. C. Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais: contribuição à revisão das normas brasileiras. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

FONTANELLA, M. S. **Percepção do ambiente térmico: preferências subjetivas e conforto térmico**. 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

FUNARI, T. B. S.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Arquitetura escolar e avaliação pós-ocupação. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC, 8.; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ELACAC, 6., 2005, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2005. p. 2255 - 2257.

GEMELLI, C. B. **Avaliação do Conforto Ambiental em uma Edificação Escolar de Ensino Fundamental Projetada com Estratégias Sustentáveis: Avaliação Térmica, Lumínica e Acústica**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GRAÇA, V. A. C. **A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados**. 2008. 272 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

GREEN, S., HIGGINS, J. P. T.; ALDERSON, P.; CLARKE, M.; MULROW, C.D.; OXMAN, A. D. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. Melbourne: The Cochrane Collaboration, 2011. Versão 5.0.1, de março de 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. São Paulo: PW Editores, 2014.

LAZZAROTTO, N. **Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do ensino fundamental de Ijuí-RS**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

LIBANIO, C. S.; AMARAL, F. G.. Aspectos da gestão de design abordados em dissertações e teses no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 565-594, jun. 2011.

LIGUORI, I. N.; LABAKI, L. C. Avaliação do conforto térmico em ambiente escolar: comparações entre o modelo adaptativo e respostas de sensação e preferência térmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO- ENTAC, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1- 8.

LOPES, A. F. O. **Da simulação ao projeto: avaliação de conforto térmico em ambiente escolar padronizado**. 2020. 157 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

MEDEIROS, C. S. **Avaliação do conforto térmico em edificações escolares no semiárido potiguar: estudo aplicado em escolas do ensino médio na cidade de Caicó/RN**. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

MEDEIROS, I. L.; VIEIRA, A.; BRAVIANO, G.; GONÇALVES, B. S. Revisão Sistemática e Bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. **Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 93-110, ago. 2015.

MUELLER, C. M. **Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto**. São Paulo. 2007. 258 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PAULSE, P. C. **Análise do desempenho termoenergético de escolas públicas segundo aplicação do RTQ-C para a envoltória**. 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) – Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PEREIRA, A. P. **Avaliação de conforto acústico e térmico. Estudo de caso: edifício escolar verde no município de Recife-PE**. 2019. 241 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, 2019.

PEREIRA, D. A. M.; COUTINHO, A.S; SILVA, L. B. Análise das condições de conforto térmico e da inércia térmica a que professores das escolas municipais de João Pessoa - PB estão submetidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 29., 2009, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: ABEPRO, 2009. p. 1 - 12.

PPGEC UFRGS. **PPG Arquitetura**. 2022. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/ppgec/apresentacao/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

PROARQ FAU. **O Programa: sobre o PROARQ**. 2022. Disponível em: <https://www.proarq.fau.ufrj.br/o-programa/sobre-o-proarq>. Acesso em: 11 fev. 2022.

PROPAR UFRGS. **PPG Arquitetura**. 2022. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/arquitetura/ppg-arquitetura/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy and Buildings**, [S. l.], v. 105, p. 178-205, 2015.

RACKES, A.; FONSECA, R. W.; BECK, E. O.; SCALCO, V. A.; PALLADINI, G. D.; LAMBERTS, R. Avaliação do potencial de conforto térmico em escolas naturalmente ventiladas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC, 13.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ELACAC, 9., 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. Campinas: ANTAC, 2015. p. 1-10.

REIS-ALVES, L. A. **O pátio interno escolar como lugar simbólico**: Um estudo sobre a inter-relação de variáveis subjetivas e objetivas do conforto ambiental. 2006. 393 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

RITTER, V. M. **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno**: O Caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça. 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

SCHERER, P.; GRIGOLETTI, G. C. ROMANO, F. V. Ventilação natural em salas de aula: revisão sistemática e bibliométrica. **Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, v. 10, n. 1, p. 68-89, jan./jun. 2021.

SILVA, M. L. P. **Análise de dois empreendimentos educacionais construídos segundo princípios de sustentabilidade, no estado do Rio Grande do Sul**. 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, W. F.; CASTRO, I. S. Contribuições da avaliação pós-ocupação em salas de aula de uma escola do ciclo básico. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES HUMANO TECNOLÓGICA: PRODUTO, INFORMAÇÕES AMBIENTES CONSTRUÍDOS E TRANSPORTE- ERGODESIGN, 16., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 1- 10.

TUBELO, R. C. S. **Análise do desempenho térmico de edificações escolares**: estudo de caso do Centro de Educação Profissional do Vale do Caí e da Escola de Ensino Fundamental Frei Pacífico. 2011. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011