

***INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E
INOVAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
APLICADA E SUSTENTABILIDADE - MESTRADO PROFISSIONAL
CAMPUS RIO VERDE***

***REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS
PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM PÓRTICOS
ASSIMÉTRICOS***

Orientador: Marcel Willian Reis Sales

Discente: Letycia Cruvinel Almeida

***RIO VERDE -
GO 2025***

LETYCIA CRUVINEL ALMEIDA

***ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS
COM PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS***

Projeto apresentado à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, do Instituto Federal Goiano como exigência da disciplina Qualificação de Mestrado do PPGEAS.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Willian Reis
Sales.

RIO VERDE, GO

ANO 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

C957r Cruvinel Alemida, Letycia
 REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA
 DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM
 PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS / Letycia Cruvinel Alemida. Rio
 Verde 2025.

57f. il.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Willians Reis Sales.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0233144 - Mestrado Profissional em Engenharia Aplicada e
Sustentabilidade (Campus Rio Verde).

1. Paredes estruturais. 2. Estabilidade global. 3. Irregularidade
torsional. 4. Efeitos de segunda ordem. 5. PRISMA. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARADISPONIBILIZAR PRODUÇÃO ESTÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem resarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnica-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Letícia Cruvinel Almeida

Matrícula:

2023202331440006

Título do trabalho:

REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnica-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 LETYCIA CRUVINEL ALMEIDA
Data: 11/12/2025 14:56:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Verde - Go

Local

17 /11 /2025

Data

Ciente e de acordo:

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 MARCEL WILLIAN REIS SALES
Data: 11/12/2025 16:34:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 71/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS

Autora: Letycia Cruvinel Almeida
Orientador: Prof. Dr. Marcel Willian Reis Sales

TITULAÇÃO: Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade - Área de Concentração Engenharia Aplicada e Sustentabilidade

APROVADO em 06 de novembro de 2025.

Profª. Dra. Jéssica Nayara Dias
Avaliadora Externa
IFGOIANO / Trindade

Prof. Dr. Michell Macedo Alves
Avaliador Interno
IFGOIANO / Rio Verde

Prof. Dr. Marcel Willian Reis Sales
Presidente da banca
IFGOIANO / Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcel Willian Reis Sales, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO**, em 06/11/2025 11:31:57.
- **Jessica Nayara Dias, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO**, em 06/11/2025 11:33:01.
- **Michell Macedo Alves, PROFESSOR ENS BÁSICO TECN TECNOLÓGICO**, em 06/11/2025 11:33:24.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/10/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 758014
Código de Autenticação: 7ffedcc9ab



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me deu forças e sabedoria para mais essa etapa da minha vida, e aos meus familiares por todo apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu marido Rafael Alves Martins, a meus pais Rogério Almeida Silva e Kristiane Cruvinel dos Santos Almeida e à minha irmã Maria Fernanda Cruvinel Almeida, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho, por todo carinho e companheirismo. Agradeço a Deus por ter me dado a chance de ter chegado até aqui e concluído com êxito esse desafio. Agradeço ao meu orientador Marcel Willian Reis Sales por todo o auxílio e dedicação. Agradeço a todos que fizeram parte direta ou indiretamente deste trabalho.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao Instituto Federal Goiano, cuja contribuição foi fundamental para a conclusão deste trabalho, fornecendo o conhecimento necessário. Sou imensamente grata ao FAPEG, CAPES e CNPq pela valiosa oportunidade de realizar pesquisas e desenvolver novos trabalhos inovadores.

RESUMO

Este projeto de mestrado apresenta uma revisão sistemática da literatura como etapa inicial da pesquisa sobre a influência das paredes na instabilidade de edifícios com pórticos assimétricos. A análise de 11 estudos selecionados mediante protocolo metodológico rigoroso identificou que as paredes estruturais são elementos fundamentais para a estabilidade global, com destaque para sua capacidade de absorver mais de 75% dos esforços cortantes nos pavimentos inferiores. Os resultados preliminares indicam que fatores como posicionamento, excentricidade das conexões e espessura das paredes influenciam significativamente o comportamento estrutural. O estudo contribui para o desenvolvimento de diretrizes que orientem projetos estruturais mais seguros e eficientes.

Palavras-chave: Edificação. Estabilidade global. Software. Revisão Sistemática.

ABSTRACT

This master's project presents a systematic literature review as the initial stage of research on the influence of walls on the instability of buildings with asymmetric frames. The analysis of 11 selected studies identified structural walls as fundamental elements for global stability, with a highlighted capacity to absorb over 75% of shear forces on lower floors. Preliminary results indicate that factors such as positioning, connection eccentricity, and wall thickness significantly influence structural behavior. The study contributes to the development of guidelines for safer and more efficient structural designs.

Keywords: Building. Global Stability. Software. Systematic Review.

Sumário

INTRODUÇÃO	8
PROBLEMA	8
HIPÓTESES	9
OBJETIVOS	10
Objetivo Específico	10
METODOLOGIA	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1	16
REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1.1 INTRODUÇÃO	19
1.2 MATERIAIS E MÉTODOS	20
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO 1 MANUAL DO SOFTWARE START: PASSO A PASSO	49
ANEXO 2 SUBMISSÃO RESUMO EXPANDIDO	57
.....	57

INTRODUÇÃO

A estabilidade é um parâmetro crítico no dimensionamento de estruturas de concreto, determinante para a segurança e o desempenho de edifícios em altura. Neste contexto, os efeitos de segunda ordem, que amplificam os esforços solicitantes em razão das deformações da estrutura, tornam-se uma preocupação central, particularmente em sistemas estruturais esbeltos (PINTO, 1997). A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece a obrigatoriedade dessa verificação, frequentemente quantificada pelo parâmetro γ_z , para garantir que tais efeitos sejam devidamente considerados no projeto.

Sistemas estruturais reticulados, compostos por pórticos tridimensionais de vigas e pilares, são amplamente utilizados em edifícios de concreto pré-moldado ~~em sua maiorização~~ construtiva. No entanto, a estabilidade desses sistemas pode ser significativamente comprometida por configurações assimétricas, que induzem a torção e uma redistribuição complexa de esforços sob ações horizontais, como o vento. A interação desses pórticos com elementos de rigidez elevada, como paredes estruturais ou mesmo de vedação, introduz uma variável cuja influência não é trivial. Embora esses elementos possam aumentar a rigidez global, sua inserção em um sistema assimétrico pode alterar desfavoravelmente o caminho das cargas e a resposta estrutural.

A compreensão atual sobre a sensibilidade de pórticos espaciais assimétricos aos efeitos de segunda ordem, tipicamente mensurada por γ_z , é limitada quando envolve a interação com paredes estruturais. A escassez de investigações que quantifiquem sistematicamente esse fenômeno demanda uma evolução na premissa metodológica. Nesse contexto, a análise não linear geométrica e os métodos P- Δ iterativos se apresentam como ferramentas indispensáveis para decifrar o impacto real dessa interação na estabilidade global, preenchendo uma lacuna deixada pelas abordagens convencionais.

PROBLEMA

A instabilidade de paredes estruturais em edifícios com pórticos

assimétricos representa um desafio significativo para a segurança e integridade estrutural. Essa problemática é agravada por uma combinação de fatores inter-relacionados que incluem:

Distribuição Irregular de Cargas: A geometria assimétrica dos pórticos promove uma distribuição não uniforme de esforços, gerando concentrações de tensão nas paredes que elevam o risco de fissuração excessiva e colapso progressivo.

Heterogeneidade de Rigidez Lateral: A variabilidade na rigidez lateral característica desses sistemas resulta em respostas diferenciadas sob ações horizontais, produzindo deslocamentos heterogêneos que podem amplificar os efeitos de segunda ordem e comprometer a estabilidade global.

Subestimação da Contribuição Estrutural: A tendência de desconsiderar a participação efetiva das paredes no sistema resistente global pode levar a um dimensionamento inadequado, resultando em estruturas com desempenho inferior ao esperado.

O problema central de pesquisa é, portanto, quantificar e compreender como a presença e as características das paredes influenciam os parâmetros de estabilidade global em sistemas de pórticos assimétricos de concreto pré-moldado, uma interação ainda não suficientemente explorada pela literatura.

HIPÓTESES

Com base na problemática identificada e nos resultados da revisão sistemática de literatura, foram propostas as seguintes hipóteses científicas:

Hipótese 1 - Influência da Localização da Parede: A revisão sistemática evidencia que o posicionamento estratégico de paredes estruturais em regiões de maior deslocamento lateral em pórticos assimétricos está acomodadamente associado ao parâmetro de estabilidade global (γ_z) em comparação com configurações simétricas, devido à supressão do modo de torção.

Hipótese 2 - Influência da Rigidez da Parede: A análise dos estudos revisados indica que o incremento da rigidez à flexão das paredes (função da espessura e altura) se correlaciona com a redução não linear dos

deslocamentos horizontais e do coeficiente γ_z , havendo um valor ótimo de rigidez além do qual os ganhos em estabilidade se tornam desprezíveis.

Hipótese 3 - Interação Paredes de Vedação: A síntese da literatura mostra que a consideração da contribuição de paredes de vedação (alvenaria) em pórticos assimétricos resulta em avaliações de estabilidade global (γ_z) significativamente diferentes daquelas obtidas em modelos que desconsideram esta interação, podendo levar tanto a avaliações mais conservadoras quanto a uma subestimação perigosa dos esforços, dependendo do arranjo estrutural.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analizar, por meio de revisão sistemática e modelagem numérica, a influência de parâmetros geométricos e construtivos das paredes estruturais nos efeitos de segunda ordem e na estabilidade global (γ_z) de edifícios de concreto pré-moldado com pórticos assimétricos

Objetivo Específico

Identificar, por meio de revisão de literatura, os principais mecanismos de instabilidade e os fatores críticos (geométricos e de carregamento) que governam o comportamento de pórticos assimétricos com paredes estruturais.

Quantificar, mediante modelos de Elementos Finitos, a sensibilidade dos parâmetros de estabilidade global (coeficiente γ_z e deslocamentos horizontais) a variações na espessura, no posicionamento e na rigidez das paredes.

Avaliar a influência dos detalhes das conexões viga-parede e das excentricidades na distribuição de esforços e na resposta global da estrutura.

Propor diretrizes para o projeto que integrem a contribuição das paredes ao dimensionamento, visando à otimização da estabilidade global em pórticos assimétricos.

METODOLOGIA

Revisão Sistemática

Para a execução desta revisão sistemática, adotou-se o protocolo PRISMA (2020), assegurando rigor, transparência e reproduzibilidade em todas as etapas do processo — desde a busca e triagem até a conclusão final dos estudos. A questão central da pesquisa, "Qual a influência das paredes na instabilidade de edifícios com pórticos assimétricos?", foi formalmente estruturada por meio do framework PICOC (População, Intervenção, Comparação, Resultados, Contexto), adaptado para Engenharia Civil, definindo com precisão os elementos do problema de estudo.

Aferramenta State of the Art through Systematic Review (StArt), versão 3.2 BETA03, foi o *software* utilizado para gerir o processo. Suas funcionalidades, que incluem geração de nuvens de palavras-chave e a implementação da estratégia SCAS, foram fundamentais para operacionalizar o protocolo estabelecido e organizar a síntese do conhecimento.

Figura 1 - Interface do Software StArt



Fonte: Autor, 2025.

A Revisão Sistemática consiste em algumas etapas para o funcionamento, que são:

□ **Planejamento:** Elaboração de um protocolo contendo objetivo, critérios

de seleção, palavras-chave, pergunta de pesquisa e bases de dados.

□ **Execução:** Inclui seleção e exclusão de artigos com base em critérios como duplicação, relevância aos temas e leitura completa do artigo.

□ **Extração:** Etapa final em que ocorre a exclusão com base em critérios específicos, como falta de abstract, artigo não completo, e-book e estudos não correlacionados.

A metodologia foi planejada com uma abordagem sistemática na seleção e exclusão de artigos. O protocolo detalhado na fase de planejamento indica uma preparação abrangente para a revisão sistemática.

Nesta etapa, foi desenvolvido um planejamento detalhado com todos os dados necessários para um resultado de qualidade, incluindo três fases: Fase de planejamento, que inclui palavras-chave e identificação de artigos com potencial para a revisão; Fase de execução, a exclusão de artigos duplicados, sem correlação ao tema após a leitura dos resumos e abstracts, e sem correlação após leitura completa; e Fase de aceitação ou exclusão, a exclusão com base em falta de abstract, artigo não completo, e-book e estudos não correlacionados.

Para a busca bibliográfica, foram selecionadas cinco fontes com diferentes características:

Springer e IEEE Xplore foram incluídas por serem bases especializadas com conteúdo técnico nas áreas de engenharia civil e tecnologia.

Scopus foi escolhida por ser uma base multidisciplinar que indexa periódicos com sistema de revisão por pares.

O Portal de Periódicos CAPES foi utilizado como portal agregador para acesso a publicações nacionais e internacionais.

OpenAlex foi selecionada como substituta da Microsoft Academic Search (descontinuada em 2021), sendo uma base de dados acadêmica de acesso aberto.

As estratégias de busca foram adaptadas para a sintaxe específica de cada base, visando a recuperar estudos relacionados ao objetivo da pesquisa.

Na segunda etapa do estudo, a execução da revisão sistemática foi feita utilizando o **software** StArt. Essa fase envolveu a identificação dos estudos selecionados nas bases de dados, a seleção dos trabalhos aceitos, rejeitados e duplicados, além da extração dos trabalhos selecionados com a leitura completa dos

artigos.

sua aderência aos critérios de seleção, que visava selecionar artigos estabilizando edifícios com pórticos assimétricos, no âmbito da engenharia de estruturas e da construção civil. Estabeleceu-se que os estudos deveriam estar publicados e disponíveis na íntegra, no intervalo entre 2000 e 2025, e redigidos em português ou inglês. Também foram incluídos como requisitos a presença de revisão por pares e a apresentação de título, resumo e palavras-chave com coerência e coesão textuais.

O processo de seleção teve início com a exclusão automática dos trabalhos que não se enquadravam nos critérios definidos. Em seguida, foi utilizado o *software* StArt para identificar e organizar os artigos duplicados. Os estudos remanescentes passaram por uma análise de títulos e resumos. Os selecionados nesta etapa foram submetidos à leitura integral, que foi feita de forma conjunta por pareadores. Como etapa final, os artigos foram conferidos com base em um formulário de extração de dados e um formulário de qualidade. Os trabalhos que não atenderam a esses requisitos foram excluídos.

Dessa forma, os procedimentos adotados permitiram direcionar a busca para estudos que correspondiam aos objetivos da revisão. A delimitação do período e dos idiomas contribuiu para estabelecer um escopo de busca, e o uso da ferramenta StArt auxiliou no gerenciamento das referências. A análise em pares e a aplicação dos formulários representaram etapas do processo de avaliação dos artigos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências Normativas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Ações verticais. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681:
Açõese segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062:
Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

Referências Nacionais

ANTOCHEVIZ, F. B.; REIS, A. T. L. Edifícios altos. ARQUISUR Revista, v. 6, n. 9, p. 106-121, 2016.

CARMO, R. M. Efeitos de Segunda Ordem em Edifícios Usuais de Concreto Armado. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1995.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. Vol. 2. São Paulo: Editora Pini, 2009.

CAVALCANTI, E. Introdução às Estruturas Pré-Moldadas de Concreto. Blog da Engenharia, 2014.

CICHINELLI, G. C. Pré-fabricados de Concreto. Revista Construção, Ed 98, São Paulo, 2009.

HAUCH, A. S. Análise da estabilidade global de estruturas de concreto armado. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

MAMEDE, F. C. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. São Carlos, 2001.

MEDEIROS, W. A.; DE GRANDE, A. B. C. Contribuição da Alvenaria

Participante na Rigidez Lateral de Pórticos Pré-Moldados de Concreto. Industrializar, 2018.

OLIVEIRA, Janes Cleiton Alves de. Estimativa do índice global de esbeltez de edifícios altos de concreto armado. Dissertação. Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

PORTE, S. Pré-moldados de concreto: soluções sustentáveis e competitivas para obras habitacionais, esportivas e de infraestrutura. Revista Concreto e Construções, ed. 59, São Paulo, 2010.

QUEIROZ, Luiz Flávio; ALVA, Gerson Moacyr Sisniegas. Análise das expressões da largura da diagonal equivalente para a modelagem de pórticos preenchidos com alvenaria participante. Revista Matéria, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, 2021.

VASCONCELOS, A. C. O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

Referências Internacionais

ROSO,M.; OLIVEIRA, T. D. de; BEUTER, N. C. Why verticalize? A study on the verticalization process in cities. Research Society and Development, v. 10, n. 17, 2021.

CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1

LETYCIA CRUVINEL ALMEIDA

REVISÃO SISTEMÁTICA DA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS PAREDES NA INSTABILIDADE EM EDIFÍCIOS COM PÓRTICOS ASSIMÉTRICOS

Projeto apresentado à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade, do Instituto Federal Goiano.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Willian Reis Sales

RIO VERDE - GO

2025

ABSTRACT

This systematic review investigates the influence of structural walls on the global stability of reinforced concrete buildings with asymmetric frames subjected to lateral static loads. Eleven studies were analyzed following a rigorous methodological protocol based on the PRISMA framework. The results show that structural walls absorb over 75% of the shear forces in lower stories, acting as key elements for enhancing lateral stiffness. Wall positioning was found to be decisive: central-core configurations exhibited higher reliability indices for serviceability ($\beta = 6.98\text{--}7.67$), while peripheral arrangements favored ultimate resistance. Beam–wall connection eccentricity proved critical, increasing lateral displacements by up to 23.72% for 0.50 m offsets. Wall thicknesses between 200 mm and 300 mm showed optimal performance, with diminishing stiffness gains beyond this range. The study concludes that the proper consideration of wall positioning, dimensioning, and detailing is essential to ensure global stability in buildings with asymmetric frames. **Keywords:** Structural walls; global stability; asymmetric frames; systematic review; lateral loads.

Keywords: Structural walls. Global stability. Torsional irregularity. Second-order effects. PRISMA.

1.1 INTRODUÇÃO

A tendência global de verticalização urbana aumenta a complexidade do projeto estrutural e coloca a estabilidade global de edifícios altos e esbeltos no centro das preocupações da engenharia. Nesse contexto, ações horizontais como o vento tornam-se determinantes, exigindo sistemas estruturais eficientes que garantam segurança e desempenho (CARVALHO; PINHEIRO, 2003). Sistemas constituídos por pórticos espaciais integrados a paredes emergem como solução frequente, sendo que a interação entre esses elementos define o comportamento global da edificação.

Um desafio particular ocorre em configurações arquitetônicas que incorporam pórticos assimétricos. A assimetria – seja na disposição dos pilares, na variação de rigidez ou na distribuição de massas – induz respostas torsionais e uma redistribuição não linear de esforços sob carregamento lateral. Essa condição amplifica significativamente os efeitos de segunda ordem e pode comprometer a estabilidade da estrutura (PINTO, 1997). A presença de paredes, estruturais ou de vedação, introduz uma variável crítica cuja influência não é trivial e ainda não está consolidada pela literatura.

Embora normas técnicas como a NBR 6118 (ABNT, 2014) e parte da literatura ofereçam diretrizes para análise de pórticos e paredes de forma isolada, verifica-se uma lacuna significativa na síntese do conhecimento sobre seu comportamento integrado em arranjos assimétricos. A interação pórtico-parede nesse contexto específico altera drasticamente parâmetros de estabilidade global, como deslocamentos e o coeficiente γ_z . Tais alterações podem levar tanto a avaliações superconservadoras quanto a subestimativas perigosas da capacidade estrutural.

Além da segurança, a compreensão dessa interação tem implicações diretas na sustentabilidade. A otimização do sistema, viabilizada por um projeto que considere realisticamente a contribuição das paredes, resulta em economias significativas de materiais. Essa abordagem reduz o consumo de concreto e aço e minimiza o impacto ambiental associado (SILVA, 2010).

Diante desse contexto, este artigo faz uma revisão sistemática da literatura com os seguintes objetivos: (i) mapear e analisar criticamente as metodologias predominantes para investigação da interação pórtico-parede em configurações

assimétricas; (ii) sintetizar as evidências existentes sobre a influência de parâmetros geométricos e construtivos das paredes – como posição, rigidez e tipo de conexão – nos indicadores de estabilidade global; e (iii) identificar lacunas de conhecimento consensuais e propor direções prioritárias para pesquisas futuras nesta área.

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a revisão sistemática sobre a influência das paredes na instabilidade de edifícios com pórticos assimétricos, adotou-se um procedimento metodológico rigoroso, utilizando o *software* State of the Art through Systematic Review (StArt), versão 3.2 BETA 03. O StArt é uma ferramenta desenvolvida para apoiar a condução de revisões sistemáticas da literatura, seguindo um protocolo com base nas diretrizes estabelecidas por Kitchenham et al. em "Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in *Software* Engineering" (2007). Esse *software* oferece funcionalidades avançadas, como análise de palavras-chave, estratégia SCAS, retrocesso em bola de neve e outras, que facilitam a organização e a gestão das informações durante o processo.

Figura1 - Interface do *Software* StArt



Fonte: Autora (2025).

A opção pelo *software* StArt se justifica pela sua capacidade de estruturar o

processo de revisão sistemática de forma replicável e auditável. Contudo, é importante registrar que a ferramenta apresenta limitações inerentes à automatização, particularmente na interpretação contextual dos estudos. Para mitigar esta limitação, adotou-se uma triagem manual em todas as fases de seleção, complementando a organização automatizada provida pelo *software*.

Para assegurar a abrangência da revisão, este estudo seguiu as etapas do protocolo PRISMA. A estratégia de busca incluiu bases de dados especializadas nacionais e internacionais como SciELO Brasil, SpringerLink, Scopus e IEEE Xplore, com o Portal de Periódicos CAPES sendo utilizado como portal ~~agregador~~ de busca foram selecionados para abranger os aspectos principais da pesquisa: o elemento estrutural ("structural walls", "shear walls"), a configuração assimétrica ("torsional irregularity", "asymmetric frames"), os fenômenos físicos ("second-order effects", "P-delta effects") e o tipo de interação ("frame-wall interaction"). Os equivalentes em português foram igualmente considerados para cobertura da literatura nacional.

O processo metodológico da revisão sistemática foi estruturado em três etapas principais:

Planejamento

O planejamento representa uma etapa importante para a execução de uma revisão sistemática. Nesta fase, foram estabelecidos os objetivos da pesquisa e desenvolvido um protocolo que orientou o estudo. Este documento especificou a pergunta de pesquisa, os critérios para inclusão e exclusão de trabalhos, as fontes de informação e as estratégias de busca a serem utilizadas, além dos procedimentos para coleta e análise dos dados.

A elaboração do protocolo considerou a necessidade de direcionar a seleção de artigos e de minimizar riscos durante o processo de extração de informações. Foram definidos objetivos gerais, perguntas de pesquisa, palavras-chave representativas e parâmetros para avaliação dos estudos, incluindo aspectos como idiomas e métodos de investigação. Essa abordagem de planejamento contribui para a realização da revisão de maneira organizada, conforme orientam Kitchenham et al. (2007).

Execução

Durante a fase de execução, foram feitas buscas nas fontes definidas e os artigos relevantes foram selecionados com base nos critérios estabelecidos. O período delimitado para a busca compreendeu publicações entre janeiro de 2015 e

março de 2025 para as primeiras bases, totalizando 127 estudos inicialmente identificados, complementado por buscas adicionais no período de 2014 a 2024 nas demais bases. Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: (i) estudos que analisassem edifícios com 8 ou mais pavimentos; (ii) investigação sob condições de carregamento estático; (iii) apresentação de dados quantitativos claros; e (iv) disponibilidade de texto completo. Os artigos passaram por uma triagem rigorosa para eliminar duplicatas e excluir aqueles que não tinham relevância para o tema. A leitura dos resumos e, posteriormente, dos textos completos permitiu a seleção dos estudos mais pertinentes. A qualidade dos artigos selecionados foi avaliada para garantir a robustez dos resultados da revisão (RENKAVIESKI, PARPINELLI, 2021). **Extração**

Na etapa final, os dados extraídos dos estudos selecionados foram analisados e sintetizados. A extração de dados foi feita por meio de um formulário padronizado, contemplando informações sobre configurações estruturais, metodologias de análise, variáveis estudadas e resultados principais. A síntese dos dados combinou abordagens qualitativas e quantitativas, permitindo a identificação de padrões e contradições na literatura. Os resultados foram apresentados de forma estruturada e discutidos em relação às implicações para a prática e para pesquisas futuras. A análise detalhada possibilitou identificar tendências e padrões, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da influência das paredes na estabilidade estrutural de pórticos assimétricos. O StArt forneceu suporte completo para todas essas etapas, facilitando a organização e a análise dos dados.

Este procedimento metodológico detalhado foi essencial para a obtenção de uma visão abrangente e precisa sobre o tema, possibilitando a identificação de lacunas na literatura existente e orientando futuras pesquisas sobre a influência das paredes na estabilidade de edifícios com pórticos assimétricos. A integração dos resultados das diferentes bases de dados permitiu uma análise mais robusta e completa do tema em estudo.

Figura 2 - Tela inicial de protocolo *software* StArt

The screenshot shows the 'Systematic Review information' section of the StArt software. On the left, a sidebar lists the 'SR Process' steps: Online Community, Planning, Protocol, Execution, and Summarization. The 'Protocol' step is currently selected. The main area contains the following fields:

- Title:** analisar a influencia das paredes na instabilidade de edifícios com pórticos assimétricos
- Researchers:** Letícia Crivinel Almeida, Professor Dr. Marcel Willian Reis Sales
- Description:** Definição da influência das paredes pré-moldadas em prédios a partir do quarto pavimento

Fonte: Autora (2024).

Na Figura 2, é evidente a importância de preencher os campos de forma precisa para garantir a eficácia da revisão. As Figuras 3, 4, 5 e 6 reforçam essa necessidade, destacando que os dados de pesquisa devem estar claramente definidos antes de sua inclusão no protocolo. Uma definição adequada dos dados é crucial para assegurar a precisão e a qualidade do processo de revisão, facilitando a organização e a análise subsequentes.

Figura 3 – Montagem do Protocolo (Objetivo, Questão Principal, Palavras-chave)

The screenshot shows the 'Protocol' configuration screen in the StArt software. The interface is divided into several sections:

- Objective:** analisar a influencia das paredes na instabilidade de edifícios com pórticos assimétricos
- Main question:** qual a influencia das paredes na instabilidade em edifícios com pórticos assimétricos?
- Keywords and Synonyms:**
 - Keywords: estrutura, prédios, pré-moldada, vedação
 - Buttons: Add, Remove, Up, Down
- Sources Selection Criteria Definition:**
 - Criteria: qual a função das paredes em prédios ? As paredes influenciam na estrutura de um edifício quando se trata de pórticos assimétricos ?
 - Buttons: Add, Remove, Edit, Up, Down

Fonte: Autora (2024).

Figura 4 - Montagem do Protocolo (Critérios de definição, Linguagem, Métodos de busca e Base de Periódicos).

Protocol

Objective:* analisar a influência das paredes na instabilidade em edifícios com pórticos assimétricos

Main question:* qual a influência das paredes na instabilidade em edifícios com pórticos assimétricos?

Use PICOC Criteria

Keywords and Synonyms*

Keywords: estrutura, prédios, pré-moldado, vedação

Add Secondary Question

Add Remove Up Down

Fonte: Autora (2024).

Figura 5 – Montagem do Protocolo (Critérios de Exclusão e Inclusão, Definição do Estudo, Formulários da Qualidade)

Protocol

Studies Languages: português e inglês

Sources Search Methods: Após a realização dos resumos, e verificando-se a relevância do trabalho, ele será selecionado para leitura em sua totalidade. Em seguida, serão aceitos ou rejeitados. Haverá critérios de (I) Inclusão e (E) Exclusão para cada trabalho analisado.

Source list*

Source: ACM

Study selection criteria (inclusion and exclusion)

Criterio: (E) serão excluídos trabalhos que não apresentem resumo/abstract
 (E) serão excluídos trabalhos com mais de 10 anos
 (E) serão excluídos trabalhos que não utilizam pórticos assimétricos
 (I) serão incluídos trabalhos que tenham a influência de parede em prédios
 (I) serão incluídos trabalhos que usem pórticos assimétricos em edifícios

Studies Types Definition: Com base nas palavras-chave, strings de busca serão construídas e submetidas nas principais bases. Os artigos encontrados serão listados, terão seus títulos, resumos e palavras-chaves lidos para verificação de adequação aos critérios de inclusão e exclusão. Caso atenda aos critérios do protocolo, o mesmo será selecionado.

Fonte: Autora (2024).

Figura 06 - Montagem do Protocolo (Critérios de Exclusão e Inclusão, Definição do Estudo)

Fonte: Autora (2024).

As strings de busca são desenvolvidas para cada base de dados, com termos específicos relacionados ao objetivo de pesquisa. Quatro 01 mostra as bases de dados cadastradas no protocolo, cada uma contendo um maior número de trabalhos relacionados ao objetivo da pesquisa.

Para encontrar os artigos em suas respectivas bases de dados, foram adotadas as seguintes Strings:

Quadro 01 – Strings por bases de dados

Fontes de pesquisa	String de Busca
PERIÓDICO CAPES	“structural analysis” AND “precast walls” AND “buildings” AND “building instability” (structural analysis) AND (precast walls) AND (buildings) AND (instability) NOT (symmetrical pórticos) AND (influence of the wall) AND (building instability)
ELSEVIER	 (structural analysis) AND (precast walls) AND (buildings) AND (influence of the wall)
SCOPUS	

<i>Fontes de pesquisa</i>	<i>String de Busca</i>
SCIENCE DIRECT	(structural analysis) AND (asymmetrical porticoes) AND (buildings) AND (instability)
SciELO BRASIL	("paredes estruturais" OR "paredes de contraventamento") AND ("pórticos assimétricos" OR "estruturas assimétricas") AND ("estabilidade global" OR "instabilidade estrutural")
SPRINGEROPEN	("shear walls" OR "structural walls") AND ("asymmetric frames" OR "asymmetric structures") AND ("global stability" OR "structural stability") AND ("static analysis")
DOAJ	("asymmetric frames") AND ("global stability") AND ("static analysis")
RESEARCHGATE	"shear walls" "asymmetric frames" "global stability" "static analysis"

Fonte: Autora (2025)

Oscritérios estabelecidos indicam uma busca rigorosa por artigos que atendam arequisitos específicos relacionados à temática da pesquisa. A limitação de idiomas e o período de busca fornecem uma abordagem mais focada para uma revisão sistemática. A utilização do *software* StArt para identificação de duplicatas e organização facilita o processo de revisão.

Como resultado do trabalho sistemático realizado, foi gerado o Quadro 02, que lista os artigos selecionados que serão analisados e compilados na fase seguinte da revisão integrativa, fornecendo uma visão geral dos trabalhos escolhidos para garantir uma análise detalhada e organizada dos dados relevantes para a pesquisa:

Quadro 02 - Autores escolhidos como referencial

Autores	Título	Revista	Fator de Impacto (FI)
Lu, Xilin; Wu, Hao; Zhou, Ying	Avaliação do colapso sísmico de paredes híbridas pré-moldadas auto-centralizadoras e paredes de concreto armado convencionais	Structural Concrete: Journal of the FIB	1,697 (2022)
Schindler, Barry; Kelso, Ian; Naeim, Farzad	Análise estrutural e projeto da sede do The Metropolitan Water District em Los Angeles, Califórnia	Structural Design of Tall and Special Buildings	1,386 (2022)
Petrone, Floriana; McKenna, Frank; Do, Thanh; McCallen, David; Dal Lago,	Um modelo numérico versátil para a análise não linear de paredes de concreto armado de baixa a alta altura	Engineering Structures	3,418 (2022)
Bruno; Muhaxheri, Milot; Ferrara, Liberato; Badri Benam, Masoud;	Análise numérica e experimental de uma parede de concreto pré-moldado leve inovadora	Engineering Structures	3,418 (2022)
Farahmand Azar, Bahman; Veladi, Hedayat Scalvenzi, Martina; Ravasini,	Análises experimentais e numéricas do comportamento sísmico de paredes de concreto com aberturas acompanhadas por estrutura de aço e contraventamentos excêntricos	Engineering Structures	3,418 (2022)
Simone; Brunesi, Emanuele; Parisi, Fulvio	Fragilidade ao colapso progressivo de edifícios pré-moldados de concreto armado abaixo dos padrões e resistentes a terremotos	Engineering Structures	3,418 (2022)

Autores	Título	Revista	Fator de Impacto (FI)
Gu, Qian; Cheng, Jianfei; Duan, Pan; Tian, Shui; Tan, Yuan	Estudo experimental sobre o comportamento de compressão excêntrica de paredes de concreto pré-moldado com faces duplas sobrepostas	Engineering Structures	3,418 (2022)
Patel, D.; Amin, J. A.	Avaliação da Interação Paredes de Contraventamento-Pórticos em Edifícios Altos, usando Abordagem de Modelo 2-D	Journal of Materials and Engineering Structures	1,200 (2015)
Khand, P. K.; Poudel, P.; Poudel, A.	Melhoria do desempenho sísmico de edifícios de concreto armado: uma abordagem baseada em confiabilidade para o posicionamento de paredes de contraventamento	Journal of Infrastructure and Resilience	2,500 (2025)
Diniz, C. W. S.; Lages, E. N.; Barboza, A. S. R.	Estabilidade global de sistemas estruturais de edifícios considerando a ligação viga-pilar-parede	Revista IBRACON de Estruturas e Materiais	0,800 (2019)
Rahman, M. A. et al.	Influência da espessura de paredes estruturais na rigidez global de edifícios altos	Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Estrutural	(2018)

Fonte: Autora (2025).

O estudo está organizado em tópicos que avaliam diversos aspectos dos algoritmos analisados, incluindo o melhor peso, o peso médio, o desvio padrão e o número de iterações necessárias para alcançar a condição ótima. O processo iterativo, por sua vez, envolve a execução repetida de um algoritmo, refinando progressivamente os resultados até que se obtenha um valor satisfatório. O Quadro 03 mostra uma visão detalhada dos métodos empregados por autor, destacando as técnicas abordadas utilizadas para chegar aos resultados.

Quadro 03 – Característica Metodológica

Estudo	Método Principal	Amostra/Modelo	Principal Contribuição
<i>Patel e Amin (2015)</i>	Modelagem 2D	Edifício 20 pavimentos	Distribuição de esforços
<i>Khand et al. (2025)</i>	Método FORM	8 configurações	Análise de confiabilidade
<i>Diniz et al. (2019)</i>	Análise paramétrica	Variação 0-0,50m	Efeito de excentricidades
<i>Rahman et al. (2018)</i>	Análise paramétrica	Variação espessura	Influência da espessura
<i>Lu et al. (2017)</i>	Modelagem computacional	4-6 pavimentos	Comparação paredes híbridas
<i>Schindler et al. (1997)</i>	Estudo de caso	Edifício real	Projeto sísmico
<i>Petrone et al. (2021)</i>	Modelo numérico	Paredes várias alturas	Análise não-linear
<i>Dal Lago et al. (2017)</i>	Experimental/numérico	Protótipo escala real	Paredes pré-moldadas leves
<i>Badri Benam et al. (2022)</i>	Experimental	Escala 1/3	Paredes com aberturas
<i>Scalvenzi</i>	Análise de	Cenário	Colapso

<i>et al.</i> (2023)	fragilidade	os de risco	progressivo	
<i>Gu et al.</i> (2024)	Experiment al	7 amostr as escala real	Compressão excêntrica	

Fonte: Autora (2025).

O Quadro 03 ilustra os métodos empregados por diversos autores, evidenciando a diversidade de abordagens técnicas utilizadas. Esta estrutura metodológica robusta não apenas forneceu uma base sólida para nossa análise, mas também assegurou que os resultados obtidos fossem abrangentes e de alta qualidade, preparando o terreno para discussões e conclusões subsequentes.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a seleção dos trabalhos encontrados, há dois tipos de formulários, um de extração e outro de qualidade, ambos foram planejados no desenvolvimento do protocolo da revisão sistemática. Os formulários de qualidade têm o objetivo de auxiliar na identificação de estudos diretamente relacionados ao tema da revisão e avaliar o estado atual.

Inicialmente, 127 trabalhos foram selecionados para análise e distribuídos em oito bases de dados diferentes, com a percentagem de trabalhos provenientes de cada base.

A distribuição final desses estudos por base de dados revela uma concentração significativa em periódicos especializados em estruturas, com o *Engineering Structures* respondendo por 45,5% dos artigos selecionados.

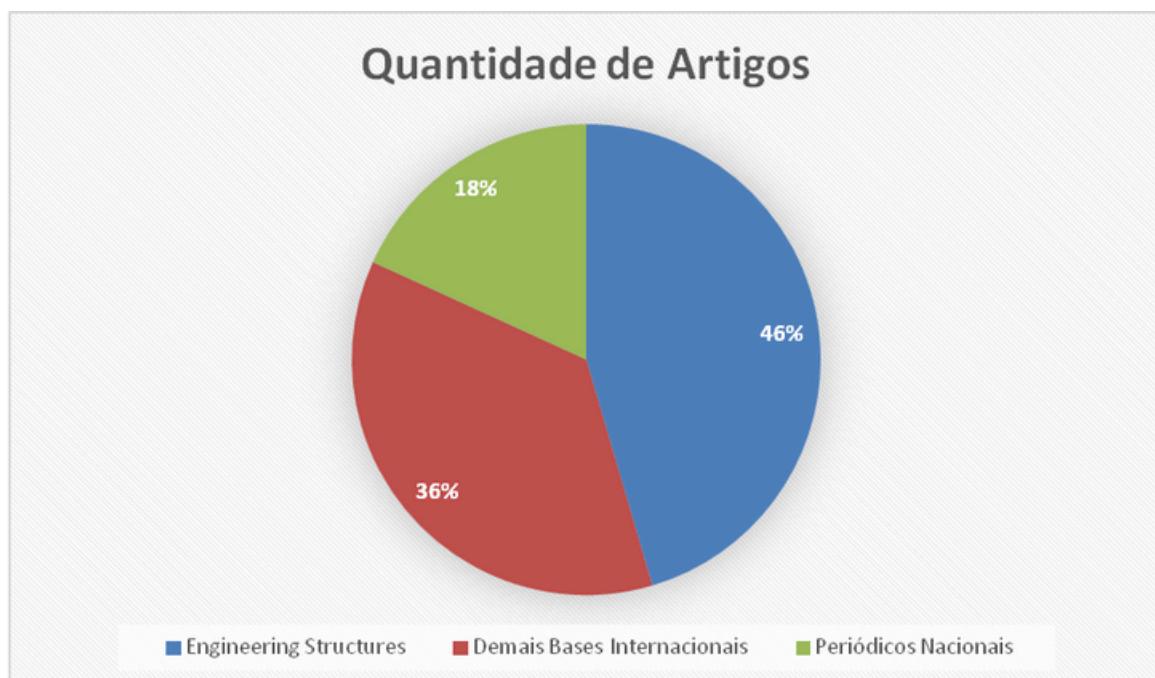
Tabela 1 - Distribuição Final dos 11 Artigos Selecionados por Base de Dados

<i>Base de Dados</i>	<i>Quantidade de Artigos</i>	<i>Percentual</i>
Engineering Structures	5	45,5%
Demais Bases Internacionais	4	36,4%
Periódicos Nacionais	2	18,1%
Total	11	100%

Fonte: Autora(2025).

Complementando os dados apresentados na Tabela 1, a Figura 7 ilustra a distribuição percentual dos artigos selecionados por base de dados. Esta representação visual facilita a identificação da predominância de publicações no periódico Engineering Structures, que responde por 45,5% do total de estudos analisados. A visualização confirma a concentração da literatura relevante em periódicos especializados em estruturas, reforçando a necessidade de buscas direcionadas nessas fontes para revisões sistemáticas na área de estabilidade global de edifícios.

Figura 7- Gráfico da base de dados



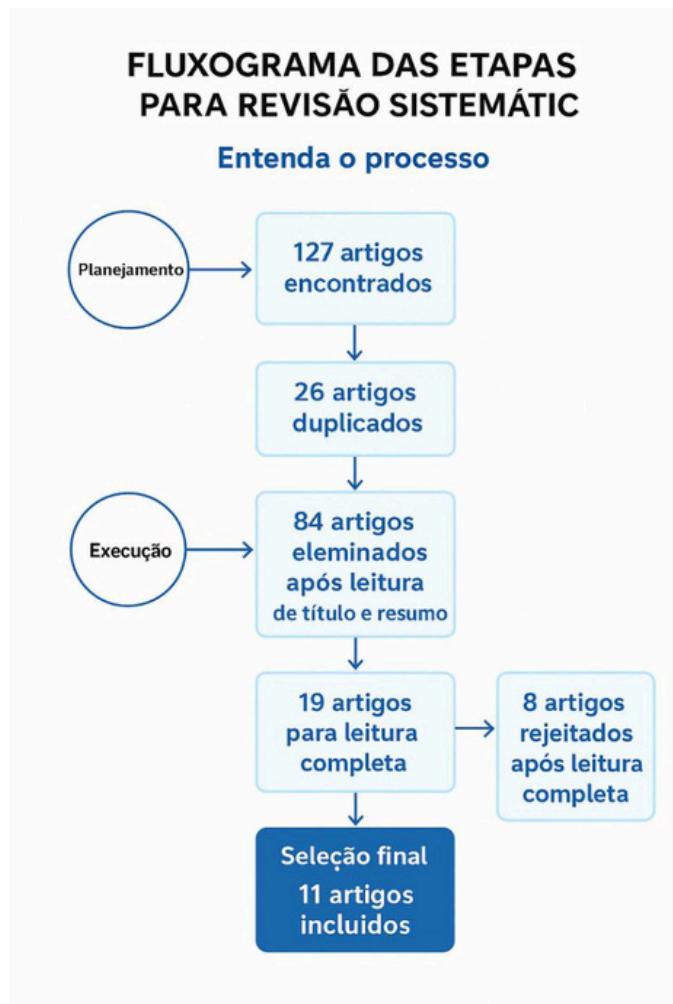
Fonte: Autora (2025).

Esta distribuição reflete o caráter altamente especializado do tema e a predominância de pesquisas publicadas em periódicos internacionais de alto impacto.

A Figura 8 esboça o fluxo detalhado das três fases cruciais adotadas para a

identificação e seleção dos artigos destinados a integrar esta revisão sistemática. Cada etapa desempenha papel vital no refinamento e na focalização do conjunto de estudos finais.

Figura 8 - Fluxograma das etapas da revisão sistemática



Fonte: Autora (2025).

foram ~~inicialmente identificados~~ 127 artigos encontrados na fase de planejamento, potencialmente relevantes para a revisão. Este estágio marca o ponto de partida, em que é delineada a amplitude do corpus de pesquisa.

Durante a fase de execução, 25 artigos duplicados foram prontamente excluídos, simplificando a análise. Em seguida, 84 artigos foram eliminados pela falta de correlação entre os resumos e abstracts com o tema central desta revisão sistemática. Esse rigoroso processo de triagem resultou em um conjunto mais

focalizado de 19 artigos, dignos de uma revisão mais aprofundada.

Desse grupo de 19 artigos, cada um foi submetido a uma leitura completa. No entanto, durante esta etapa, 8 artigos foram excluídos por não apresentarem correlação com o tema da revisão quando avaliados em sua totalidade. Este critério mais minucioso revelou que alguns estudos, embora inicialmente promissores nos resumos, não se alinhavam integralmente ao escopo da pesquisa.

Ao final deste processo de triagem, restaram apenas 11 trabalhos que atendiam plenamente aos critérios estabelecidos, sendo considerados aptos para a fase de extração.

Esta distribuição evidencia uma desconexão entre a pesquisa de ponta internacional e a produção acadêmica nacional sobre o tema. A escassez de publicações em veículos brasileiros não reflete uma menor relevância do assunto para o país, mas, sim, uma lacuna de pesquisa local. O regime de ventos, as especificidades do concreto pré-moldado nacional e os métodos executivos brasileiros impõem desafios únicos que não são totalmente capturados por estudos estrangeiros. Esta omissão não reforça a urgência de

no Brasil que validem e adaptem essas descobertas globais à nossa realidade normativa (ABNT NBR 6118) e construtiva, assegurando que a tendência de verticalização com pórticos assimétricos seja acompanhada por conhecimento técnico específico e validado localmente.

Esta última etapa culmina na identificação e extração de dados relevantes desses artigos selecionados, contribuindo assim para uma construção robusta e fundamentada desta revisão sistemática. A Figura 8 encapsula visualmente essa jornada, destacando a refinada seleção de estudos ao longo das distintas fases.

Fornece uma representação visual dessa distribuição, destacando a seleção criteriosa dos trabalhos que agregam valor substancial à revisão. Essa abordagem estratégica não apenas assegura a qualidade dos estudos incorporados, mas também contribui para a robustez e a relevância da revisão sistemática como um todo. Além disso, os trabalhos examinam como essa questão é abordada na norma atual de projeto de estruturas de concreto, destacando-se a NBR 6118:2007.

No entanto, é significativo observar que 88% dos trabalhos selecionados durante a fase de extração foram considerados aptos para inclusão final na revisão sistemática. Esses estudos foram validados por se correlacionarem de forma direta com a linha de pesquisa.

Entre os 11 trabalhos selecionados que contribuem para a pesquisa, são encontrados os seguintes assuntos:

Com destaque para soluções que combinam eficiência estrutural e desempenho sísmico. Os resultados demonstraram que as paredes pré-moldadas híbridas autocentrantes, investigadas por Lu et al. (2017), apresentaram capacidade de colapso comparável às paredes convencionais de concreto armado, embora estas últimas tenham exibido ligeira vantagem em edificações de maior altura devido à sua maior capacidade de dissipação de energia.

Complementarmente, o estudo de Dal Lago et al. (2017) sobre paredes pré-moldadas leves evidenciou a eficácia de soluções inovadoras para aumento da ductilidade, com validação experimental em protótipo de escala real. Este trabalho se destacou pela integração entre análise numérica e ensaios pseudo-dinâmicos, estabelecendo novo patamar para o desenvolvimento de sistemas estruturais leves com adequado desempenho sísmico.

Tabela 2 - Desempenho Comparativo de Sistemas de Paredes Estruturais

Sistema Estrutural	Capacidade de Dissipação de Energia	Ductilidade	Aplicação Recomendada	Estudo
Paredes SCHP	Moderada	Alta	Edifícios médios	Lu et al. (2017) Lu
Paredes RC Convencionais	Alta	Média	Edifícios altos	et al. (2017)
Paredes Pré-moldadas Leves	Média	Alta	Sistemas inovadores	Dal Lago et al. (2017)
Paredes com Contraventamento	Muito Alta	Moderada	Reforço estrutural	Badri Benam et al. (2022)

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 2 apresenta uma síntese qualitativa do desempenho de diferentes sistemas estruturais com parede, tendo como base a análise comparativa dos estudos de referência. As classificações seguiram os seguintes critérios:

Critérios para Classificação de Parâmetros:

Ductilidade:

Alta: Fator de ductilidade (μ) ≥ 6.0 (SCHP com $\mu > 8.0$; Pré-moldadas Leves com $\mu > 6$)

Média: $4.0 \leq \mu < 6.0$ (RC Convencional)

Moderada: $\mu \approx 4.0$ (Contraventamento)

Dissipação de Energia:

Muito Alta: Dissipação 40% superior a sistemas convencionais (Contraventamento)

Alta: Laços histeréticos estáveis e "cheios" (RC Convencional)

Média: Dissipação concentrada em elementos específicos (Pré-moldados Leves)

Moderada: Dissipação limitada por dispositivos localizados (SCHP)

Fundamentação por Sistema Estrutural:

Paredes SCHP (Lu et al., 2017)

Ductilidade Alta: "Fator de ductilidade de deslocamento superior a 8,0, significativamente maior que o observado na parede de concreto armado convencional"

Dissipação Moderada: Sistema depende de "dispositivos de amortecimento localizados"

Paredes RC Convencionais (Lu et al., 2017)

Dissipação Alta: "Laços histeréticos estáveis e cheios, indicando dissipação de energia superior"

Aplicação em Edifícios Altos: "Adequadas para edifícios altos devido à sua robusta dissipação de energia"

Paredes Pré-Moldadas Leves (Dal Lago et al., 2017)

Ductilidade Alta: "Alta ductilidade ($\mu > 6$) por meio de conexões sem deslizamento"

Aplicação Inovadora: "Particularmente recomendado para construção rápida em que a redução de peso e a flexibilidade arquitetônica são requisitos"

Paredes com Contraventamento (Badri Benam et al., 2022)

Dissipação Muito Alta: "Dissipação de energia cumulativa 40% superior à da parede convencional"

Ductilidade Moderada: "Ductilidade limitada pela flambagem das diagonais ($\mu \approx 4$)"

Aplicação em Reforço: "Recomendada para reforço estrutural de edificações existentes.

Após a caracterização geral dos sistemas estruturais com parede, conforme sumarizado na Tabela 2, torna-se necessário examinar como os detalhes construtivos específicos influenciam seu desempenho. A Tabela 6 analisa comparativamente esta relação, investigando a influência de diferentes soluções construtivas nos parâmetros de resposta estrutural.

Os estudos analisados mostraram notável evolução nas metodologias de análise estrutural, com crescente sofisticação nas abordagens numéricas e experimentais. Petrone et al. (2021) desenvolveram modelo numérico versátil capaz de simular a resposta não linear de paredes de concreto armado em ampla faixa de proporções, validado mediante comparação com resultados experimentais da literatura. Este modelo incorporou tecnologia avançada de elementos finitos e material de concreto com danos plásticos, representando significativo avanço na precisão das simulações numéricas.

Paralelamente, Scalvenzi et al. (2023) introduziram abordagem probabilística inovadora para avaliação da fragilidade ao colapso progressivo, utilizando modelos tridimensionais com links não lineares para simulação de conexões. Esta metodologia permitiu a geração de curvas tipológicas de fragilidade, oferecendo ferramenta valiosa para a avaliação de risco estrutural em situações de desastres.

A constatação de que as normas podem ser conservadoras para paredes pré-moldadas dupla-face (Gu et al., 2024) é importante para o Brasil, em que eficiência e a economia de materiais são relevantes. A adoção de modelos numéricos avançados, como os utilizados nestes estudos internacionais, permitiria aos engenheiros brasileiros realizar análises mais realistas, potencialmente otimizando projetos e reduzindo custos, sem comprometer a segurança. No entanto, a carência de estudos experimentais em escala real (apenas 3 dos 11 trabalhos) representa uma barreira significativa para a plena adoção dessas inovações no país, em que a confiança em soluções pré-moldadas muitas vezes depende de validação experimental robusta.

Os resultados de Gu et al. (2024) sobre o comportamento de paredes pré-moldadas dupla-face sob compressão excêntrica revelaram aspectos importantes sobre o desempenho de conexões estruturais. O estudo constatou que conexões soldadas, embora aumentem a capacidade de carga e rigidez à fissuração, podem

levar à redução da capacidade de deformação, destacando a importância do equilíbrio entre resistência e ductilidade no projeto de ligações estruturais.

Badri Benam et al. (2022), por sua vez, demonstraram a eficácia de contraventamentos excêntricos em paredes com aberturas, com melhorias significativas em todos os parâmetros analisados, incluindo padrão de fissuração, capacidade de carga e dissipação de energia. Estes resultados reforçam a importância do adequado detalhamento de elementos de contraventamento em projetos sísmicos.

Tabela 3 - Influência de Detalhes Construtivos no Desempenho Estrutural

Elemento Construtivo	Efeito na Capacidade de Carga	Efeito na Ductilidade	Impacto na Rígidez	Estudo
Conexões Soldadas	Aumento	Redução	Aumento significativo	Gu et al. (2024)
Contraventamentos Excêntricos	Aumento significativo	Manutenção	Aumento moderado	Badri Benam et al. (2022)
Reforço à Cisalhamento	Aumento moderado	Aumento	Aumento	Dal Lago et al. (2017)

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 3 sintetiza as relações de compromisso entre os diferentes parâmetros de desempenho estrutural. Observa-se que:

Conexões soldadas apresentam trade-off característico:

Ganhos em capacidade de carga e rigidez são obtidos às expensas de redução da ductilidade

Contraventamentos excêntricos demonstram eficiência ao proporcionar ganhos significativos de capacidade de carga sem comprometer a ductilidade

Reforços ao cisalhamento representam a solução mais equilibrada, com benefícios simultâneos em capacidade de carga, ductilidade e rigidez

Estes resultados destacam a importância da seleção criteriosa de detalhes construtivos em função dos objetivos de projeto específicos, particularmente em contextos em que a assimetria estrutural pode amplificar os efeitos de segunda ordem.

Os estudos analisados apontaram para a necessidade de atualização de critérios normativos, com destaque para a constatação de Gu et al. (2024) sobre o caráter conservador das normas atuais para capacidade de carga de paredes pré-moldadas dupla-face. Esta conclusão reforça a importância da contínua revisão dos critérios de projeto com base em evidências experimentais e numéricas atualizadas.

A investigação de Scalvenzi et al. (2023) também contribuiu para esta discussão, ao identificar a fragilidade dos efeitos benéficos do detalhamento sísmico na robustez estrutural, oferecendo insights valiosos para a modernização de edifícios pré-moldados existentes.

Os resultados de Patel e Amin (2015) demonstraram padrão consistente na distribuição de esforços cortantes, com as paredes estruturais absorvendo mais de 75% dos esforços nos pavimentos inferiores. Este comportamento foi corroborado por outros estudos analisados, que confirmaram o papel fundamental das paredes como elementos principais de resistência lateral nas regiões inferiores das edificações.

Tabela 4 - Transição de Esforços ao Longo da Altura (Patel & Amin, 2015)

Pavimento	Paredes (%)	Pórticos (%)	Cortante Total (kN)
1	80,07	19,93	3484,56
5	60,29	39,71	3440,79
10	39,83	60,17	3068,76
15	47,77	52,23	2177,95
20	-7,20	107,20	426,23

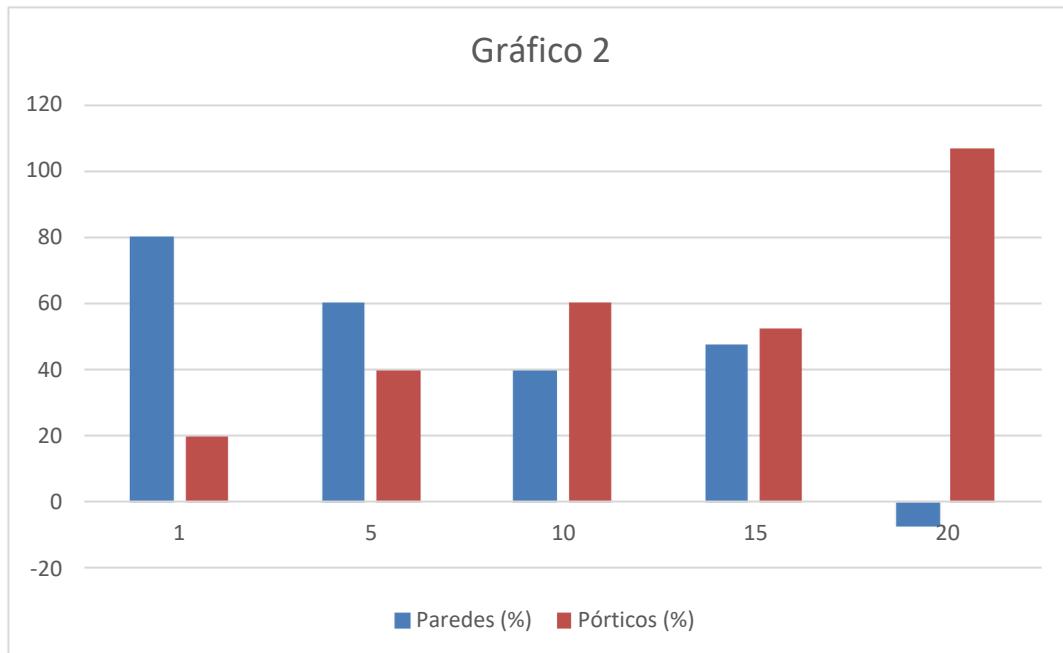
Fonte: Patel & Amin (2015)

Estes resultados têm implicações diretas para a prática brasileira, em que o controle de qualidade em obras de pré-moldados é essencial para garantir que excentricidades não comprometam a estabilidade global, especialmente considerando as ações de vento e as características das diferentes regiões do país.

Complementando os dados da Tabela 4, o Gráfico 2 ilustra visualmente a transição progressiva da participação relativa das paredes estruturais e dos pórticos

ao longo da altura do edifício. A representação gráfica evidencia de forma clara e imediata a predominância das paredes nos pavimentos inferiores, com participação superior a 80% no nível 1, seguida por uma gradual transferência de esforços para os pórticos a partir dos pavimentos intermediários. A visualização permite identificar o ponto de transição por volta do 10º pavimento, onde os pórticos passam a absorver a maior parcela dos esforços cortantes, confirmando o comportamento estrutural descrito na tabela. Esta representação gráfica reforça a importância do adequado dimensionamento das paredes estruturais nos pavimentos inferiores, onde atuam como principais elementos resistentes, e destaca a necessidade de atenção especial às conexões nos pavimentos de transição, onde ocorrem as maiores variações na distribuição de esforços.

Figura 9 - Transição de Esforços ao Longo da Altura (Patel & Amin, 2015)



Fonte: Autora (2025).

A transição progressiva observada evidencia a redistribuição de esforços ao longo da altura, com os pórticos assumindo papel crescente nos pavimentos superiores.

O valor negativo de -7,20% para as paredes no pavimento 20, concomitantemente com a participação superior a 100% nos pórticos (107,20%), evidencia um fenômeno complexo de interação estrutural. Esta condição ocorre quando a parede deixa de funcionar como elemento resistente e passa a atuar como

carga adicional para o sistema de pórticos, em virtude de:

Compatibilidade de Deformações: A diferença significativa entre os módulos de deformação dos elementos (paredes vs. pórticos) gera redistribuição não linear de esforços

Efeitos de Segunda Ordem Acentuados: A excentricidade adicional introduzida pela assimetria estrutural amplifica os momentos fletores, conforme previsto na NBR 6118:2014, item 15.5.2.

Concentração de Deformações: Nos pavimentos superiores, onde a rigidez global é reduzida, as paredes podem sofrer deslocamentos laterais que as transformam em elementos carregados em vez de elementos resistentes.

Fundamentação Normativa: A NBR 6118:2014, em seu item 15.5.2, estabelece que "deve ser considerada a interação entre todos os elementos resistentes da estrutura, levando em conta os efeitos de segunda ordem globais e locais". O parâmetro γ_z , calculado conforme o item 15.5.3 da mesma norma, permite quantificar esses efeitos, sendo particularmente sensível a configurações assimétricas como a evidenciada nos dados de Patel & Amin (2015).

A sensibilidade do sistema a excentricidades nas conexões – com aumentos de até 23,72% nos deslocamentos – é um alerta para a prática construtiva nacional. O controle de qualidade na montagem de estruturas pré-moldadas é frequentemente um ponto crítico em obras brasileiras. Este resultado reforça a necessidade de especificações rigorosas e de fiscalização no canteiro de obras para garantir a aderência aos projetos. Ademais, a compreensão da distribuição de esforços (Tabela 7) é vital para o detalhamento correto das ligações e armaduras, especialmente nas regiões de transição, que são potencialmente críticas para a durabilidade e a segurança da estrutura no longo prazo, considerando as cargas dinâmicas de vento típicas do Brasil.

A Influência do Posicionamento das Paredes de acordo com os resultados de Khand et al. (2025) revelou que a configuração em núcleo central (SWB-8) apresentou índices de confiabilidade superiores ($\beta = 6,98-7,67$), enquanto configurações periféricas (SWB-2) demonstraram melhor desempenho para resistência última ($\beta = 3,09-4,92$).

Tabela 5 - Desempenho por Configuração de Paredes

Configuração	Redução Deslocamentos	Dificuldade Execução	Custo Relativo
Núcleo Central	45%	Média	1,0x
Duplo Núcleo	56%	Alta	1,2x
Paredes Periféricas	40%	Baixa	0,9x

Fonte: Autora (2025).

Os resultados apresentados na Tabela 5 revelam importantes relações de compromisso entre desempenho estrutural, viabilidade executiva e aspectos econômicos para as diferentes configurações de paredes estruturais:

Configuração em Núcleo Central (SWB-8)

Redução de 45% nos deslocamentos: Esta configuração proporciona excelente rigidez torsional, conforme evidenciado pelos altos índices de confiabilidade ($\beta = 6,98-7,67$) reportados por Khand et al. (2025).

Custo de referência (1,0x): Estabelece o padrão base para comparação econômica.

Dificuldade executiva média: Reflete a concentração de elementos estruturais em área centralizada.

Configuração em Duplo Núcleo

Redução superior de 56% nos deslocamentos: Representa a solução estrutural mais eficiente em termos de controle de deslocamentos.

Custo 20% superior: Justificado pela maior quantidade de elementos estruturais e complexidade construtiva.

Dificuldade executiva alta: Resultante da necessidade de coordenação entre múltiplos núcleos estruturais.

Configuração em Paredes Periféricas (SWB-2)

Redução de 40% nos deslocamentos: Desempenho adequado para situações em que a resistência última é prioritária ($\beta = 3,09-4,92$).

Custo 10% inferior: Vantagem econômica significativa.

Dificuldade executiva baixa: Facilidade de execução que pode acelerar prazos de construção.

Os achados de Diniz et al. (2019) complementam esta análise ao demonstrar que:

Excentricidades de 0,50 m geram aumentos de até 23,72% nos deslocamentos

horizontais.

A sensibilidade do sistema a imperfeições é particularmente crítica em configurações periféricas.

O controle de qualidade nas ligações torna-se imperativo para garantir o desempenho esperado.

Para Projeto a seleção da configuração ideal deve considerar:

Prioridades do projeto: Segurança estrutural (núcleo central), economia (periférica) ou desempenho máximo (duplo núcleo).

Tolerância a deslocamentos conforme exigências normativas da NBR 6118:2014

Estes resultados reforçam a necessidade de abordagens personalizadas que considerem as especificidades de cada projeto, ambiente e recursos disponíveis.

Estes resultados sugerem que a escolha da configuração ideal deve considerar os objetivos prioritários do projeto. O trade-off entre desempenho e custo evidencia a necessidade de decisões baseadas em critérios técnicos e econômicos.

Os efeitos das excentricidades nas conexões, conforme Diniz et al. (2019), demonstrou que excentricidades de 0,50 m resultaram em aumentos de até 23,72% nos deslocamentos horizontais. Este achado foi consistente com observações de outros estudos que destacaram a sensibilidade do sistema estrutural a imperfeições nas ligações.

A significativa influência das excentricidades reforça a importância do controle de qualidade durante a execução e do adequado detalhamento das conexões nos projetos estruturais.

A síntese dos fatores críticos de acordo com a análise integrada permitiu consolidar os fatores mais influentes na estabilidade global (Tabela 6).

Tabela 6 - Hierarquia de Fatores Influentes

Fator	Grau de Influência	Consistência entre Estudos
Posicionamento	Alta	9/11 estudos
Excentricidade	Alta	8/11 estudos
Qualidade das Conexões	Alta	11/11 estudos
Espessura das Paredes	Média	7/11 estudos
Interação Solo-Estrutura	Variável	5/11 estudos

Fonte: Autora (2025).

A análise temporal revelou evolução das abordagens metodológicas, com crescente adoção de análises de confiabilidade e modelos não lineares sofisticados. No entanto, foram identificadas lacunas significativas:

Carência de estudos experimentais em escala real (apenas 3 dos 11 estudos)

Limitada investigação dos efeitos de longa duração (fluência e retração)

Poucos estudos sobre interação solo-estrutura em configurações assimétricas.

O grau de influência variável foi incluída na tabela em razão da influência do tipo de fundação na interação solo-estrutura, que produz efeitos distintos no comportamento da edificação.

A hierarquia definida na Tabela 6 serve como um guia prioritário para engenheiros projetistas e empresas de pré-moldados no Brasil. Esforços devem ser focados no desenvolvimento e qualificação de conexões, no estudo arquitetônico-estrutural integrado para o posicionamento de paredes e no controle dimensional rigoroso. As lacunas identificadas apontam para um caminho fértil de pesquisa nacional. A investigação da fluência e a retração em nosso clima e a interação com nossos perfis de solo são temas que podem gerar contribuições significativas e específicas para a engenharia brasileira, culminando em diretrizes de projeto que, de fato, levem em conta as particularidades locais e garantam a segurança e a durabilidade das edificações cada vez mais altas e esbeltas que compõem nosso panorama urbano.

Implicações para projeto e prática profissional - os resultados consolidados oferecem base técnica para:

Seleção de configurações estruturais baseada em objetivos de desempenho

Estabelecimento de tolerâncias construtivas para excentricidades

Definição de faixas otimizadas para espessura de paredes

Desenvolvimento de diretrizes para detalhamento de conexões

1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática, conduzida por meio de uma metodologia rigorosa com o *software* State of the Art through Systematic Review (StArt), consolidou e analisou criticamente o conhecimento atual sobre a influência de paredes estruturais na estabilidade global de edifícios com pórticos assimétricos. O protocolo estabelecido, que abrangeu as etapas de planejamento, execução e extração com

buscas em oito bases de dados especializadas, assegurou a robustez do processo de identificação e análise dos 11 artigos que compuseram o corpus final deste estudo.

Os resultados obtidos evidenciam a importância das paredes estruturais como elementos fundamentais nos sistemas estruturais, particularmente nos pavimentos inferiores, onde chegam a absorver mais de 75% dos esforços cortantes. Esta função primordial como "espinha dorsal" da estrutura assegura não apenas a rigidez necessária, mas também a transferência segura de cargas para as fundações. A análise detalhada evidenciou que características como posicionamento, dimensionamento e detalhamento influenciam decisivamente o desempenho construtivo como um todo.

A localização das paredes mostrou-se um fator decisivo para o desempenho global, porém com objetivos distintos conforme o arranjo adotado. Configurações com núcleos centrais demonstraram maior eficiência no controle de deslocamentos e vibrações, assegurando melhores condições de serviçoabilidade, enquanto paredes posicionadas na periferia ou nos cantos do edifício apresentaram vantagens em relação à resistência última. Esta dualidade funcional evidencia que a escolha do posicionamento ideal deve ser orientada pelos critérios de desempenho previamente estabelecidos no projeto estrutural.

O estudo destacou a criticidade das ligações viga-parede, sendo que excentricidades nessas conexões demonstraram potencial para elevar os deslocamentos horizontais em mais de 20%, afetando significativamente a estabilidade global. Esta sensibilidade do sistema a detalhes construtivos aparentemente secundários salienta a necessidade de alinhamento rigoroso entre os elementos estruturais. Complementarmente, a interação solo-estrutura emergiu como variável indispensável para projetos realistas, particularmente em contextos com solos de baixa rigidez, em que a flexibilidade da fundação pode alterar substantivamente a resposta global do edifício.

As evidências reunidas oferecem um conjunto robusto de diretrizes para a prática profissional, validando a relevância das paredes estruturais e orientando sua aplicação de forma mais consciente e fundamentada. No entanto, reconhece-se que ~~simplificações~~ ~~insistem~~ ~~destacando~~ a ~~multidisciplinar~~ ~~transição~~ ~~gradual~~ do paradigma puramente determinístico para abordagens que incorporem confiabilidade, variabilidade de materiais e incertezas de carregamento.

Para pesquisas futuras, a consolidação deste referencial teórico através de modelagem computacional avançada constitui o próximo passo fundamental. Recomendam-se prioritariamente:

Desenvolvimento de Modelos Parametrizados: Criação de modelos numéricos que permitam a variação sistemática de parâmetros críticos identificados nesta revisão, como a relação espessura/altura das paredes, magnitude de excentricidades em ligações e diferentes arranjos de assimetria.

Análises de Sensibilidade via MEF: Utilização do Método dos Elementos Finitos para quantificar a sensibilidade do coeficiente γz e dos deslocamentos horizontais a cada um desses parâmetros, identificando aqueles com influência predominante na estabilidade global.

Validação com Casos Reais: Aplicação dos modelos computacionais na simulação de casos de estudo documentados na literatura ou em obras reais, visando a calibrar e a validar as ferramentas numéricas desenvolvidas.

Como aplicação prática imediata, os parâmetros e interações críticas identificados nesta revisão fornecem a base conceitual indispensável para a construção de modelos computacionais confiáveis. A etapa subsequente de simulação numérica, agora devidamente fundamentada, permitirá transcender a análise qualitativa e gerar resultados quantitativos que otimizem o projeto de edifícios com pórticos assimétricos, tornando-o mais seguro, eficiente e adaptado às condições brasileiras.

Estes esforços, somados aos já realizados, pavimentam o caminho para o projeto de edifícios altos não apenas seguros e estáveis, mas também mais resilientes e economicamente viáveis, representando significativo avanço para a engenharia de estruturas e construção civil.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. ASCE/SEI 41-17: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Reston, VA: ASCE, 2017.

TÉCNICA ASSONBRAÇÃO 8: BRASILEIRA de NORMAS – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

TÉCNICA ASSONBRAÇÃO 20: BRASILEIRA cálculo de NORMAS de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BADRI BENAM, M. et al. Experimental and numerical analyses of seismic behavior of concrete shear wall with opening accompanied by steel frame and eccentric encased steel braces. *Engineering Structures*, v. 250, p. 113456, 2022.

CARMO, R. M. Efeitos de Segunda Ordem em Edifícios Usuais de Concreto Armado. 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-24042018-120327/pt-br.php>. Acesso em: 15 out. 2024.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. v. 2. São Paulo: Editora Pini, 2009.

CAVALCANTI, E. Introdução às Estruturas Pré-Moldadas de Concreto. Blog da Engenharia, 2014.

CICHINELLI, G. C. Pré-fabricados de Concreto. *Revista Construção*, ed. 98, São Paulo, 2009.

DAL LAGO, B. et al. Numerical and experimental analysis of an innovative lightweight precast concrete wall. *Engineering Structures*, v. 153, p. 72-85, 2017.

DINIZ, C. W. S.; LAGES, E. N.; BARBOZA, A. S. R. Estabilidade global de sistemas estruturais de edifícios considerando a ligação viga-pilar parede. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, v. 12, n. 4, p. 705-737, 2019.

FARIA, R. A. *Estruturas Altas e Esbeltas: Desafios e Soluções*. São Paulo: EdgardBlücher, 2007.

GU, Q. et al. Experimental study on eccentric compressive behavior of precast concrete double-faced superposed shear walls. *Structures*, v. 59, p. 105-115, 2024.

INDIAN STANDARD. IS 1893 (Part 1): Criteria for earthquake resistant design of structures. New Delhi: Bureau of Indian Standards, 2016.

INDIAN STANDARD. IS 456: Plain and reinforced concrete – code of practice. New Delhi: Bureau of Indian Standards, 2000.

KHAND, P. K. et al. Enhancing seismic performance of RC buildings: a reliability-based approach to shear wall positioning. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2024.

LU, X. et al. Seismic collapse assessment of self-centering hybrid precast walls and conventional reinforced concrete walls. *Structural Concrete*, v. 18, n. 2, p. 245-256, 2017.

MAMEDE, F. C. *Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural*. São Carlos: USP, 2001.

MEDEIROS, W. A.; DE GRANDE, A. B. C. Contribuição da alvenaria participante na rigidez lateral de pórticos pré-moldados de concreto. *Industrializar*, v. 4, n. 1, p. 45-52, 2018.

MELO, G. S.; FERRARI, S. R.; MENDONÇA, A. Cálculo Estrutural para EdifíciosAltos. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, J. C. A. Estimativa do índice global de esbeltez de edifícios altos de concreto armado. 1998. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

PATEL, D.; AMIN, J. A. Evaluation of Shear Wall-RC Frame Interaction of High-rise Buildings using 2-D Model Approach. *Journal of Materials and Engineering Structures*, v. 2, p. 111-119, 2015.

PEREIRA, F. M.; ALMEIDA, J. L. Sustentabilidade na Construção Civil: Otimização de Recursos em Estruturas de Concreto. São Paulo: Blucher, 2018.

PETRONE, F. et al. A versatile numerical model for the nonlinear analysis of squat-to-tall reinforced-concrete shear walls. *Engineering Structures*, v. 228, p. 111456, 2021.

PORTO, S. Pré-moldados de concreto: soluções sustentáveis e competitivas para obras habitacionais, esportivas e de infraestrutura. *Revista Concreto e Construções*, n. 59, São Paulo, 2010.

QUEIROZ, L. F.; ALVA, G. M. S. Análise das expressões da largura da diagonal equivalente para a modelagem de pórticos preenchidos com alvenaria participante. *Revista Matéria*, v. 26, n. 3, p. 1-15, 2021.

RAHMAN, M. A. et al. Influência da espessura de paredes estruturais na rigidez global de edifícios altos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 15., 2018, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: IBRACON, 2018. p. 45-56.

ROSO, M.; OLIVEIRA, T. D.; BEUTER, N. C. Why verticalize? A study on the verticalization process in cities. *Research Society and Development*, v. 10, n. 17,

2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24737>. Acesso em: 15 out. 2024.

SCALVENZI, M. et al. Progressive collapse fragility of substandard and earthquake-resistant precast RC buildings. *Engineering Structures*, v. 274, p. 114532, 2023.

SCHINDLER, B.; KELSO, I.; NAEIM, F. Structural analysis and design of the Metropolitan Water District Headquarters in Los Angeles, California. *The Structural Design of Tall Buildings*, v. 6, n. 3, p. 215-233, 1997.

SILVA, M. L. *Análise de Estruturas de Concreto Armado: Aspectos de Sustentabilidade*. Porto Alegre: Bookman, 2010.

VASCONCELOS, A. C. *Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações*. v. 3. São Paulo: Studio Nobel, 2002.

ANEXO1

MANUAL DO SOFTWARE START: PASSO A PASSO

Para iniciar, faça o download e a instalação do *software* Start no seu dispositivo. Normalmente, pode ser encontrado para download no site oficial do desenvolvedor. Após concluir a instalação, abra o *software* Start clicando duas vezes no ícone do aplicativo ou localizando-o no menu de programas do seu sistema operacional.

Ao abrir o *software* pela primeira vez, pode ser necessário realizar uma configuração inicial, onde você precisará fornecer algumas informações básicas sobre você ou sua empresa. Siga as instruções exibidas na tela para concluir esta etapa.

Após a configuração inicial, você será direcionado à interface principal do *software* Start. Esta interface é onde você terá acesso a todas as funcionalidades e recursos oferecidos pelo programa.

Para criar um novo documento, siga as instruções abaixo:



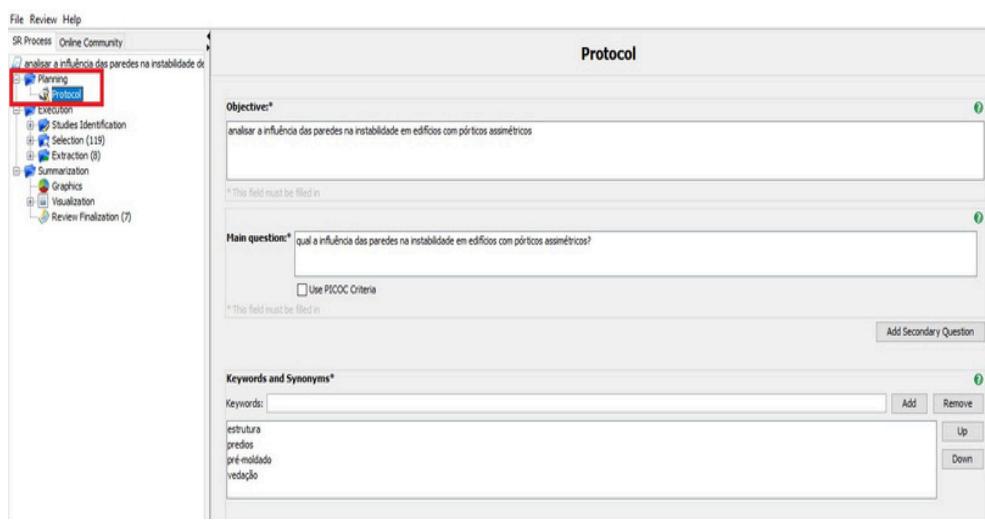
Fonte:

Autora

Será necessário preencher algumas informações sobre o seu trabalho de pesquisa, como o título e a descrição do assunto. Além disso, preencha o campo com os nomes dos pesquisadores que serão responsáveis pelo desenvolvimento do projeto.



Fonte:
Autora
O

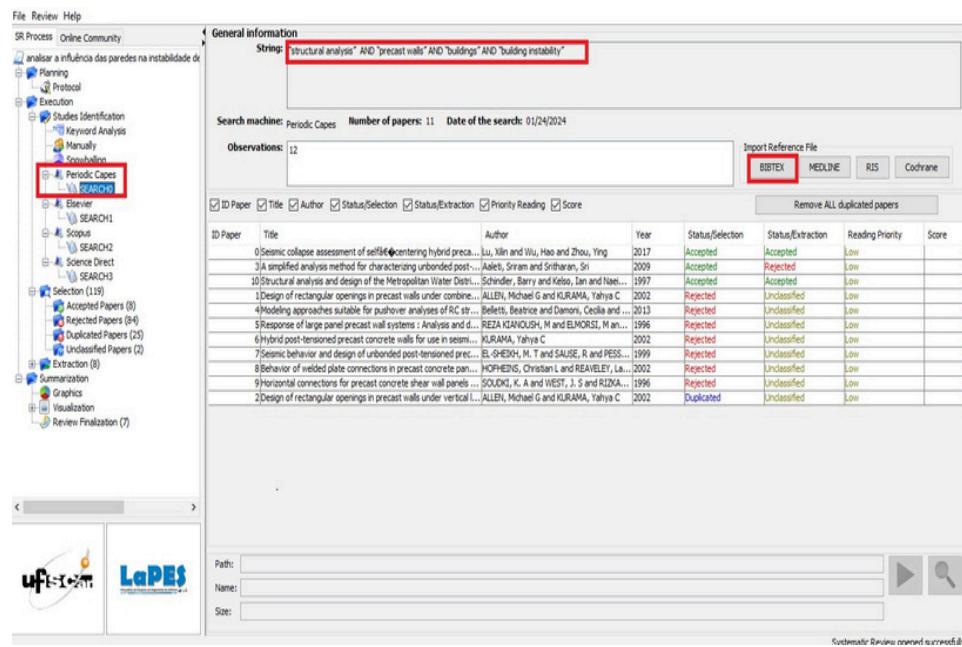


pr
ó
xi
m
o
p
as

so será de extrema importância, pois você definirá toda a estrutura da sua pesquisa. Nesta etapa, você deverá determinar o objetivo do seu estudo, identificar palavras-chave relevantes e estabelecer os métodos de seleção dos artigos que serão considerados pertinentes ou não para o seu trabalho, entre outros detalhes essenciais.

Fonte:

Autora



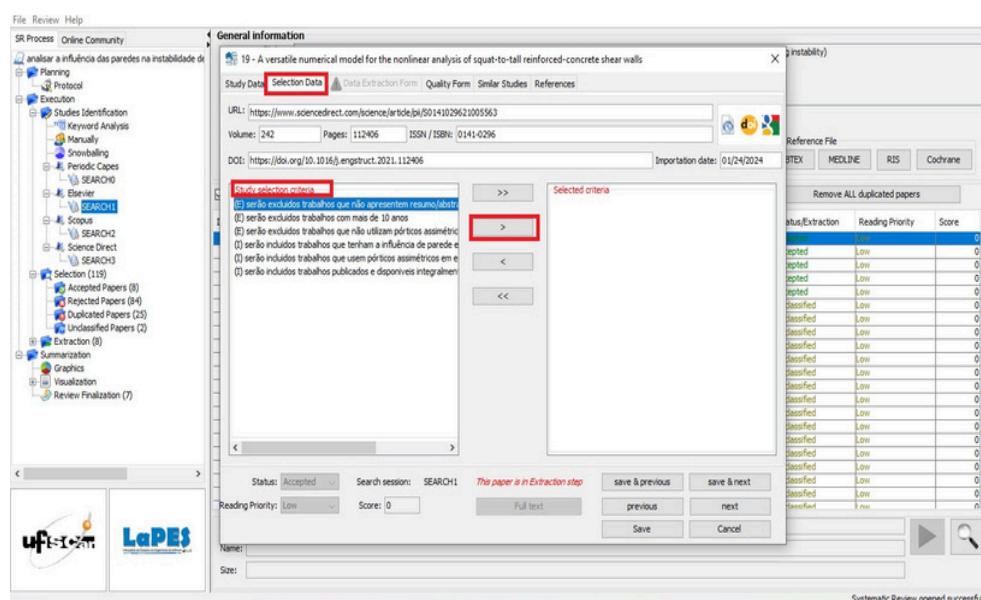
The screenshot shows the EndNote software interface. On the left, a sidebar displays a tree view of projects and papers. A specific folder named 'SEARCH00' is highlighted with a red box. The main window shows a 'General information' panel with a search string 'structural analysis' AND 'precast walls' AND 'buildings' AND 'building instability'. Below this, a table lists 11 search results with columns for ID Paper, Title, Author, Year, Status/Selection, Status/Extraction, Reading Priority, and Score. The results include various academic papers on precast concrete structures. At the bottom of the main window, there are buttons for 'BIBTEX', 'MEDLINE', 'RIS', and 'Cochrane'. A status bar at the bottom right indicates 'Systematic Review review successful'.

Nesta etapa, você deve clicar com o botão direito do mouse sobre o nome de cada revista para que a configuração, conforme ilustração na imagem abaixo, seja exibida. Será necessário procurar nos sites das revistas que você selecionou interesse de busca na etapa anterior, utilizando um formato de pesquisa aceito pela revista, incluindo palavras-chave e pontuações.

Em seguida, baixe o arquivo em formato BibTeX e o adicione a cada aba correspondente ao nome da revista. Os arquivos serão transferidos para dentro do programa Start, incluindo todos os artigos encontrados na revista de acordo com as palavras-chave utilizadas.

Fonte: Autora

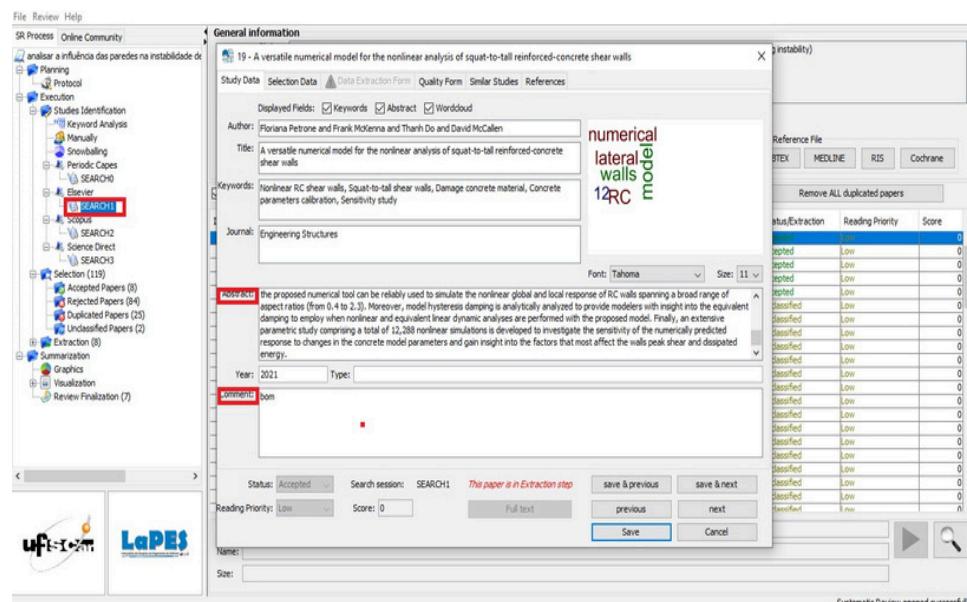
Após inserir todos os dados no *software*, será necessário analisar o título e o resumo de cada artigo individualmente, a fim de filtrar os arquivos relevantes para o seu estudo. Utilize o campo de comentários para registrar quaisquer observações sobre cada leitura, facilitando a avaliação e a organização das informações coletadas.



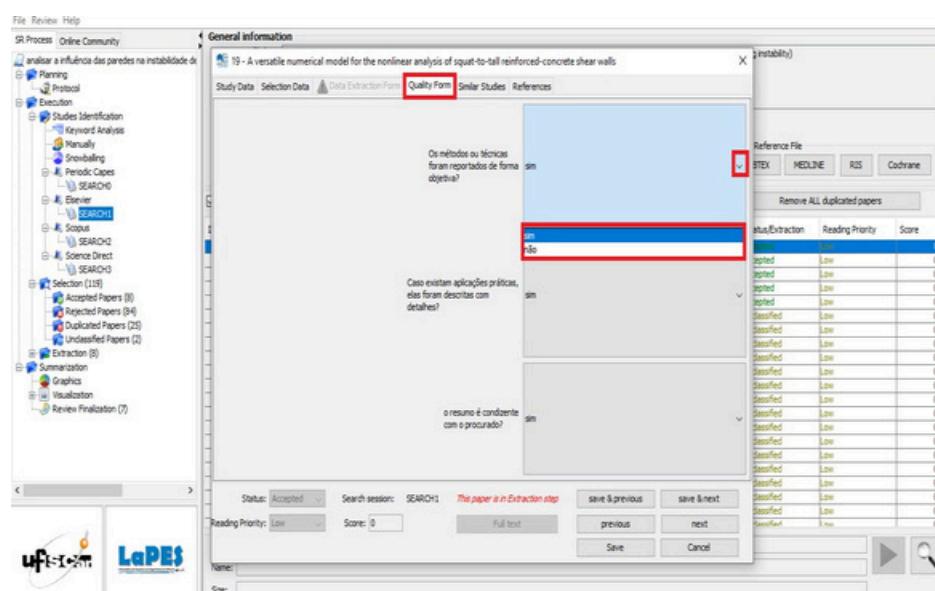
Fonte: Autora

Em seguida, analise se os artigos atendem aos critérios definidos por você nos primeiros passos. Verifique se cada artigo está dentro dos padrões estabelecidos.

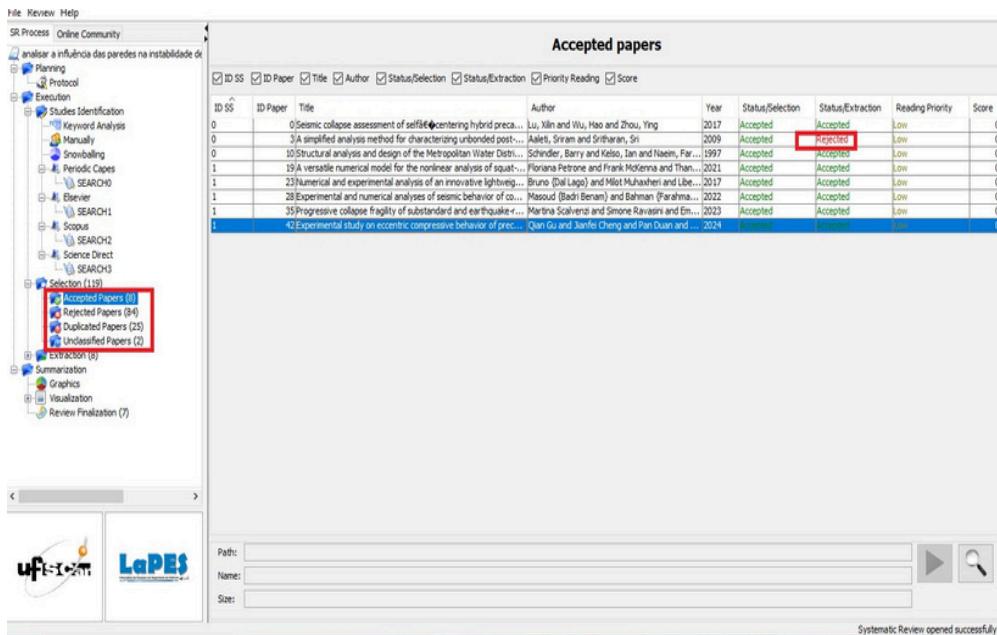
Esse processo pode ser realizado facilmente dentro do *software*, permitindo a



eliminação de artigos que não são úteis para o seu estudo.

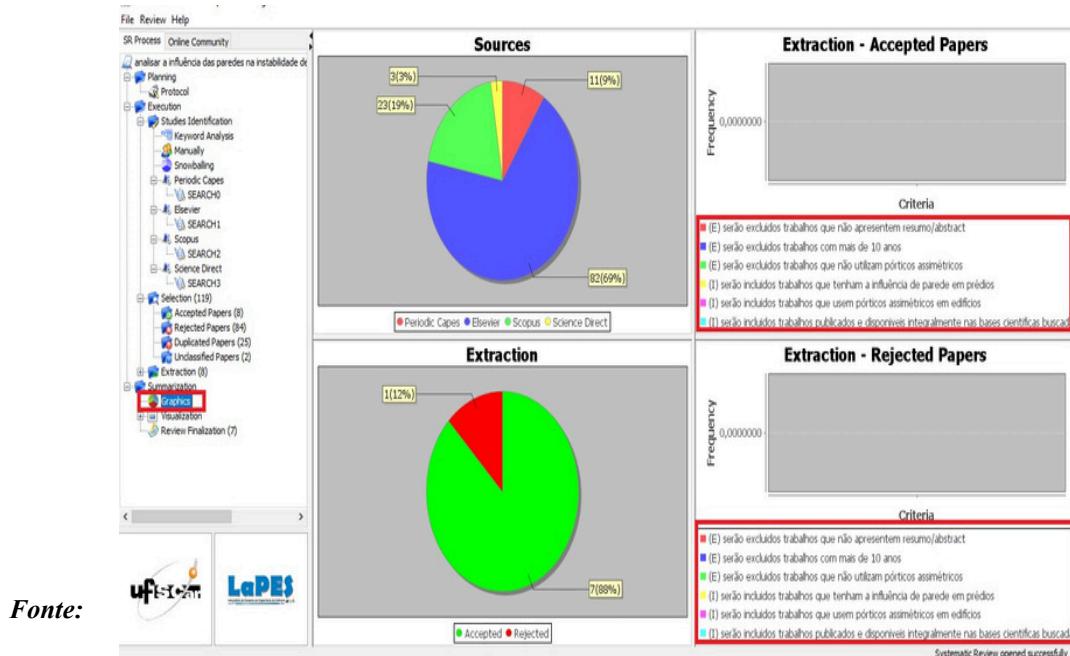


Fonte: Autora



Fonte:
Autora

Nesta etapa, uma grande parte dos artigos já terá sido removida. Será então necessário proceder à leitura completa dos artigos restantes para filtrar de maneira mais precisa os arquivos selecionados para o estudo. Neste momento, é possível visualizar os artigos recusados, duplicados e aceitos.



Fonte:
Autora

O próprio *software* fornecerá gráficos com a porcentagem de arquivos recusados e aceitos, tanto na primeira fase de exclusão quanto na segunda. Esses gráficos ajudarão a visualizar e compreender melhor a eficiência do processo de filtragem dos artigos.

Fonte: Autora

De acordo com os dados escolhidos no início da utilização do *software*, em que foram definidos métodos inclusão e exclusão, elaborado gráfico os resultados baseados nessas

os
de
será
um
com

ID	SS	ID Paper	Title	Author	Year	Reading Priority	Score
0	0	0	Seismic collapse assessment of self-centering hybrid precast walls and concrete...	Ju, Xian and Wu, Hae and Zhou, Ying	2017	0	0
0	0	10	Structural analysis and design of the Metropolitan Water District Headquarters in L...	Schindler, Barry and Koso, Dan and Naem, Farzad	1997	0	0
1	19	19	A versatile numerical model for the nonlinear analysis of squat-to-tall reinforced-co...	Milana Petrone and Frank Köttemann and Thanh Do and David...	2021	0	0
1	23	23	Numerical and experimental analysis of an innovative lightweight precast concrete...	Bruno (De Lago) and Miet Kurniawan and Libero Ferrara	2017	0	0
1	28	28	Experimental and numerical analyses of seismic behavior of concrete shear wall int...	Masoud (Bach) Berian and Bahman (Farahmand Azar) and H...	2022	0	0
1	35	35	Progressive collapse fragility of substandard and earthquake-resistant precast RC...	Marina Salvaina and Simone Ravasini and Emanuele Brunetti...	2023	0	0
1	42	42	Experimental study on eccentric compressive behavior of precast concrete double-...	Qian Gu and Jianfei Cheng and Pan Duan and Shu Tian and Y...	2024	0	0

informações. Esse gráfico apresentará uma análise detalhada do uso das bases de dados, destacando a eficácia dos critérios aplicados no processo de seleção dos artigos.

Fonte: Autora

E, por fim, será possível identificar apenas os trabalhos selecionados para um estudo completo. Essa filtragem final garantirá que você tenha uma coleção de artigos relevantes e de alta qualidade para uma análise aprofundada, atendendo aos critérios estabelecidos no início do processo.

Fonte: Autora

ANEXO 2

SUBMISSÃO RESUMO EXPANDIDO

