

Estudo do microconcreto: uma revisão sistemática de literatura

Study of micro concrete: a systematic literature review

Estudio del micro concreto: una revisión sistemática de la literatura

EDGAR BACARJI¹

GABRIEL SOUZA COSTA²

MICHELL MACEDO ALVES³

RESUMO

O concreto é um dos materiais mais amplamente utilizados na construção civil, e devido ao avanço da sua tecnologia e desenvolvimento de seus componentes, sua resistência, durabilidade e versatilidade vêm sendo aprimoradas. Nesse sentido, o microconcreto desempenha um papel fundamental em suas propriedades mecânicas e físicas, influenciando diretamente seu desempenho em diferentes condições ambientais e estruturais. No entanto, o estudo ainda tem muitas vertentes a serem exploradas que podem trazer melhoras significativas nas estruturas de concreto. Neste contexto, este trabalho propõe uma revisão abrangente dos avanços recentes na investigação do microconcreto, destacando os principais desafios e oportunidades de pesquisa nessa área em constante evolução. A revisão revelou achados importantes, como o aumento significativo da resistência ao cisalhamento quando utilizado como ponte de aderência entre concreto velho e novo, melhorado pela adição de filler de granito. Métodos de jacketing, incluindo CFRP, jaquetas de aço e SCC, mostraram vantagens específicas para reforço estrutural, apesar de suas desvantagens. Estudos também indicaram que a retração do microconcreto pode ser controlada para melhorar a durabilidade dos reparos e que aditivos e substituições de agregados podem aumentar a trabalhabilidade e a resistência à compressão, demonstrando o potencial do microconcreto para aprimorar as propriedades mecânicas e físicas das estruturas.

Palavras-chave: Aditivos. Propriedades. Reforço. Estrutural.

ABSTRACT

Concrete is one of the most widely used materials in civil construction, and due to the advancement of its technology and development of its components, its strength, durability and abilities have been improved. In

¹ Doutor pela Escola de engenharia de São Carlos (EESC-USP). Professor. Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (UFG-EECA), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-2260>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2385473000869120>. E-mail: edgar@ufg.br.

² Graduado em Engenharia Civil pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9457-7757>. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1893590863165545>. E-mail: gabrielcostarv@outlook.com.

³ Doutor pela Escola de engenharia de São Carlos (EESC-USP). Professor. EBIT do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8534-3621>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5833773173320606>. E-mail: michell.macedo@ifgoiano.edu.br.

this sense, microconcrete plays a fundamental role in its mechanical and physical properties, directly influencing its performance in different environmental and structural conditions. However, the study still has many aspects to be explored that can bring significant improvements to concrete structures. In this context, this work proposes a comprehensive review of recent advances in microconcrete research, highlighting the main challenges and research opportunities in this constantly evolving area. The review revealed important findings, such as the significant increase in shear strength when used as a fixing bridge between old and new concrete, improved by the addition of granite filler. Jacketing methods, including CFRP, steel jackets, and SCC, have shown specific advantages for structural reinforcement despite their specifications. Studies have also indicated that microconcrete shrinkage can be controlled to improve the durability of repairs and that additives and aggregate replacements can increase workability and strength to specification, demonstrating the potential of microconcrete to improve the mechanical and physical properties of structures

Keywords: Additives. Properties. Structural. Reinforcement.

RESUMEN

El hormigón es uno de los materiales más utilizados en la construcción civil, y debido al avance de su tecnología y desarrollo de sus componentes se ha mejorado su resistencia, durabilidad y capacidades. En este sentido, el microhormigón juega un papel fundamental en sus propiedades mecánicas y físicas, influyendo directamente en su comportamiento en diferentes condiciones ambientales y estructurales. Sin embargo, el estudio todavía tiene muchos aspectos por explorar que pueden aportar mejoras significativas a las estructuras de hormigón. En este contexto, este trabajo propone una revisión integral de los avances recientes en la investigación del microhormigón, destacando los principales desafíos y oportunidades de investigación en esta área en constante evolución. La revisión reveló hallazgos importantes, como el aumento significativo de la resistencia al corte cuando se utiliza como puente de fijación entre hormigón viejo y nuevo, mejorado con la adición de masilla de granito. Los métodos de revestimiento, incluidos CFRP, revestimientos de acero y SCC, han mostrado ventajas específicas para el refuerzo estructural a pesar de sus especificaciones. Los estudios también han indicado que la contracción del microhormigón se puede controlar para mejorar la durabilidad de las reparaciones y que los aditivos y los reemplazos de agregados pueden aumentar la trabajabilidad y la resistencia según las especificaciones, lo que demuestra el potencial del microhormigón para mejorar las propiedades mecánicas y físicas de las estructuras.

Palabras clave: Aditivos. Propiedades. Estructural. Reforzamiento.

1. INTRODUÇÃO (ou CONSIDERAÇÕES INICIAIS)

O concreto teve sua descoberta no fim do século XIX, e no século posterior o seu uso se tornou cada vez mais intensivo, transformando a maneira de construir e projetar estruturas. Assim, levando em consideração as construções atuais, “o concreto é o segundo material mais largamente utilizado pelo homem, perdendo apenas para a água” (KELM, 1997). Nesse sentido, a indústria da construção tem presenciado avanços tecnológicos constantes e o concreto, um dos materiais mais amplamente utilizados, não fica para trás.

Por conseguinte, o concreto na forma mais básica, é composto da mistura entre cimento Portland, água e agregados como areia e brita que, nas primeiras horas, apresenta-se em um estado capaz de ser moldado em fôrmas das mais variadas formas geométricas.

Posteriormente endurece e se torna resistente após um processo de cura, sendo amplamente utilizado na construção civil para a criação de estruturas como fundações, pilares, lajes e paredes (SOKOLOVICZ, 2013).

Nesse sentido, o estudo e desenvolvimento das tecnologias como: o estudo do microconcreto, é considerado relevante para a análise das características físicas do concreto. Assim, atualmente, duas das mais desenvolvidas sociedades: Estados Unidos e Canada, consideram o investimento no estudo das estruturas de concreto, como um dos mais importantes, pois entendem que avanços nesta área podem contribuir muito economicamente e na qualidade de vida da população (NEVILLE, IBRACON, 2016).

No entanto, compreender o microconcreto é essencial para a análise e aprimoramento de suas propriedades mecânicas e durabilidade. Desta forma, o microconcreto é um campo fascinante de estudo que busca compreender os intricados arranjos e interações entre os componentes básicos desse material de construção essencial. Dessa maneira, no estudo do concreto, sua verdadeira força reside na organização e nas propriedades. Ao examinar em escala microscópica os grãos de cimento, os poros, as interfaces entre as fases sólidas e líquidas, e as reações químicas em curso, podemos desvendar os segredos por trás das características mecânicas, durabilidade e desempenho global do concreto. Além disso, o conhecimento aprofundado das propriedades do microconcreto pode auxiliar na redução de custos de manutenção e reparo, contribuindo para a longevidade das construções e a sustentabilidade ambiental (NEVILLE, IBRACON, 2016).

A partir do compreendimento do microconcreto, nota-se uma necessidade crescente de desenvolver materiais de construção que sejam não apenas economicamente viáveis, mas também ecologicamente sustentáveis, seguras e duráveis. Considerando a importância do concreto na construção civil e seu impacto abrangente na economia e no meio ambiente, a presente revisão é um passo essencial para identificar lacunas de conhecimento e direcionar futuras pesquisas.

Neste contexto, dada a relevância do tema, o presente estudo apresenta uma revisão sistemática de literatura que tem como objetivo explorar os principais estudos e descobertas relacionados ao microconcreto. São examinados artigos científicos, teses, dissertações e outros materiais relevantes, com foco em aspectos como a influência dos agregados no microconcreto, interação água-cimento e os processos de cura.

2. METODOLOGIA

Uma revisão sistemática de literatura (RSL) é um tipo de estudo de pesquisa que busca identificar, avaliar e sintetizar todas as evidências relevantes disponíveis sobre uma questão de pesquisa claramente definida, utilizando métodos explícitos e sistemáticos. Este tipo de revisão é caracterizado por sua abordagem rigorosa e estruturada, que inclui a definição de critérios de inclusão e exclusão, a realização de uma busca exhaustiva em múltiplas fontes de dados, a avaliação crítica da qualidade dos estudos incluídos, e a síntese dos dados encontrados.

Em uma ótica inicial, para a realização da revisão sistemática foi utilizado o protocolo prisma, que traz um roteiro e orientações para a sua execução. Desta forma os principais pontos a serem seguidos pelo protocolo está representado na Quadro 1.

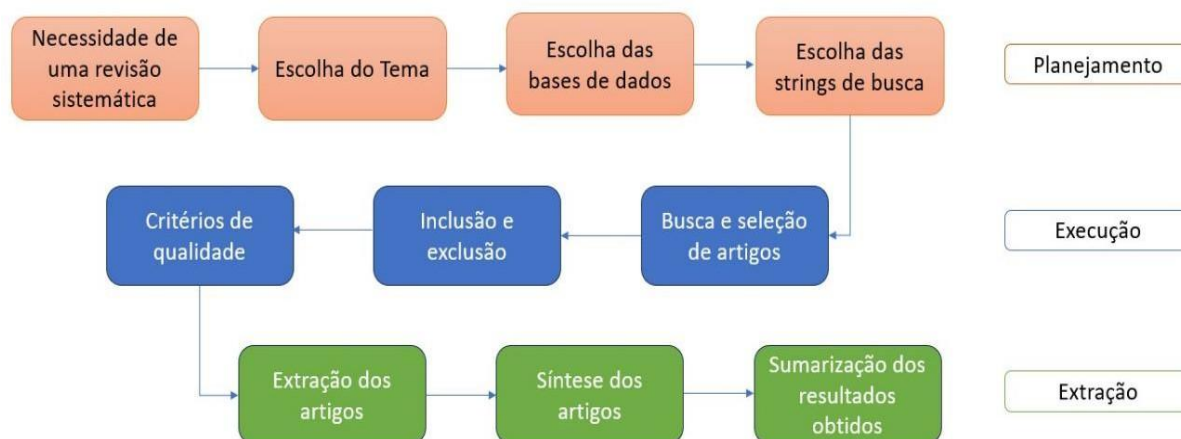
Pontos principais
Para garantir que uma revisão sistemática agregue valor aos usuários, os autores devem preparar
A declaração PRISMA 2020 fornece orientações para relato atualizadas para revisões sistemáticas, que refletem os avanços nos métodos para identificar, selecionar, avaliar e sintetizar estudos.
A declaração PRISMA 2020 consiste em uma lista de checagem de 27 itens, uma lista de checagem expandida que detalha as recomendações de relato para cada item, a lista de checagem PRISMA 2020 para resumos e fluxogramas revisados para novas revisões e para atualização de revisões.
Prevemos que a declaração PRISMA 2020 beneficiará autores, editores e revisores pares de revisões sistemáticas e diferentes usuários de revisões, incluindo desenvolvedores de diretrizes, formuladores de políticas, profissionais da saúde, pacientes e outras partes interessadas.

Quadro 1 – Protocolo Prisma

Fonte: Autor (2025)

Desse modo, segue-se a revisão por cada uma dessas etapas buscando atingir as exigências do protocolo. Na Tabela 1, destaca-se o check list que deve ser cumprido juntamente ao planejamento, assim para a fase metodológica da pesquisa faz-se necessário concluir os seguintes itens.

A partir das orientações da prima, o planejamento e os passos para a execução e desenvolvimento da RSL (Revisão sistemática de literatura) podem ser vistos na Figura 1.

**Figura 1** – Planejamento RSL

Fonte: Autor (2025)

Assim a revisão é dividida em três etapas principais, sendo elas:

- Planejamento;
- Execução;
- Extração.

2.1. Planejamento

2.1.1. Necessidade de Uma RSL e Escolha do Tema

A necessidade de uma revisão sobre o tema é justificada pela sua importância crucial na determinação das propriedades mecânicas, durabilidade e desempenho geral deste material amplamente utilizado na construção civil. O microconcreto, incluindo a distribuição e tamanho dos poros, a hidratação do cimento e a interface pasta- agregado, afeta diretamente características como resistência à compressão, tração e flexão. Entender e controlar esses aspectos permite a otimização das misturas de concreto, resultando em materiais mais resistentes e duráveis, que atendem melhor às demandas de diversas aplicações na engenharia civil.

Além disso, a pesquisa sobre o microconcreto contribui para a inovação na criação de novos materiais, como microconcretos autoadensáveis e de alta resistência, bem como na incorporação de aditivos e materiais reciclados. Estes avanços não só melhoram a performance e sustentabilidade do material, mas também oferecem soluções práticas para problemas comuns como fissuração e deterioração precoce. Com o apoio de técnicas

modernas de caracterização, como microscopia eletrônica de varredura (SEM) e difração de raios-X (XRD), é possível obter uma compreensão detalhada e precisa do microconcreto, facilitando o desenvolvimento de concretos mais eficientes e duráveis.

2.1.2. Definição de bases de dados

Para a definição das bases de dados, foi realizado a princípio pesquisas para definir quais artigos seriam encontrados em cada base de dado. Assim foram utilizados os seguintes critérios:

- **Multidisciplinares:**

Bases de dados com diversas áreas de estudo.

- **Múltiplas:**

Base de dado que uni várias bases de dados.

- **Específicas:**

Bases de dados com áreas específicas.

Nesse contexto, foram apresentadas as bases de dados selecionadas e suas justificativas:

- **Scopus:**

Base de dado multidisciplinar e múltipla, assim abrange diversas áreas e várias bases de dados. Além disso uma base muito renomada internacionalmente, trazendo uma quantidade significativa dos artigos.

- **Web of Science:**

Base de dado multidisciplinar e múltipla, assim abrange diversas áreas e várias bases de dados, porém menos trazendo menos artigos.

- **Science Direct:**

Base de dado multidisciplinar e múltipla, assim abrange diversas áreas e várias bases de dados, sendo uma boa fonte para artigos relacionados ao concreto.

- **Compendex - Engineering Village:**

Base de dado específica, trazendo artigos específicos da área da engenharia e artigos apenas publicados nela própria, assim tendo uma boa relação de artigos da área.

2.1.3. Definição de Strings de busca

Para a definição das strings de busca, foi realizado vários testes nas bases de dados selecionadas para analisar-se qual seria a melhor. A Quadro 2 apresenta o resultado desses testes.

Teste nas Strings sem nenhum filtro			
Scopus			
microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete	microstructure AND concrete	microstructure AND microconcrete	microconcrete AND expanded clay
1516	114.226	169	6
Web of science			
microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete	microstructure AND concrete	microstructure AND microconcrete	microconcrete AND expanded clay
186	17.896	6	0
Science direct			
microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete	microstructure AND concrete	microstructure AND microconcrete	microconcrete AND expanded clay
650	48.842	51	11
Compendex (Engineering Village – Elsevier)			
microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete	microstructure AND concrete	microstructure AND microconcrete	microconcrete AND expanded clay
324	13.601	9	1
Total			
microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete	microstructure AND concrete	microstructure AND microconcrete	microconcrete AND expanded clay
2676	194.565	235	18

Quadro 2 – Teste das Strings

Fonte: Autor (2025)

A partir dos testes foi analisada cada uma delas separadamente para encontrar o melhor conjunto de strings para a pesquisa. Desse modo, “microconcrete AND expanded clay” e microstructure AND microconcrete” foram encontrados uma quantidade baixa de artigos, delimitando a pesquisa de forma a excluir alguns artigos que tem potencial a serem analisados. Já “microstructure AND concrete” e “concrete AND expanded clay” foram strings

mais abrangentes que trouxeram uma grande quantidade de artigos, porém grande parte deles fugindo do objetivo da revisão. Ao final, foi escolhido a string: “microconcrete OR micro-concrete OR micro concrete”, para a realização da revisão pois abrange uma quantidade significativa de artigos e traz os principais artigos que realmente importam para o tema em questão.

2.2. Execução

2.2.1. Busca e seleção de artigos

A revisão sistemática foi conduzida utilizando o software "Start", desenvolvido pela Universidade Federal de São Carlos. Este software representa uma ferramenta dedicada à assistência e automação no processo de revisões sistemáticas. Através do "Start", é viável categorizar os artigos analisados, aceitá-los ou rejeitá-los, estabelecer critérios de qualidade, selecionar bases de pesquisa, e desempenhar outras funções relevantes para o processo de revisão. Além disso foi aplicado um filtro de 10 anos nas próprias bases de dados antes de importar os artigos encontrados para o “Start”.

A pesquisa foi realizada em novembro de 2023, tendo sua última atualização em maio de 2024. Assim foi utilizado as strings citadas nas respectivas bases de dados e a quantidade de artigos encontrados pode ser observado na Quadro 3 abaixo.

Quantidade de artigos selecionados através da String de busca escolhida (nos últimos 10 anos)			
“Micro – concrete OR” “Microconcrete OR” “Micro concrete”			
Scopus	Web of science	Idirect	Enggeniring village
1065	74	55	107
Total	1301		

Quadro 3 – Resultado de busca

Fonte: Autor (2025)

Pelo resultado obtido, é possível observar que a scopus foi a base de dados onde teve o maior número de artigos encontrados.

2.2.2. Critérios de inclusão e exclusão e qualidade dos artigos

Posteriormente, foram estabelecidos itens predefinidos com ajuda do software, que classifica os artigos previamente através de um protocolo onde são caracterizados os seguintes itens:

- Objetivos;
- Principais questionamentos;
- Palavras-chave e sinônimos;
- Definição de principais critérios de escolha;
- Linguagens admissíveis;
- Fontes de métodos de pesquisa;
- Base de dados;
- Tipo de estudo;
- Qualidade do artigo.

Além disso, definiram-se os critérios de inclusão e exclusão, levando em consideração os objetivos específicos da pesquisa, conforme a Figura 02.

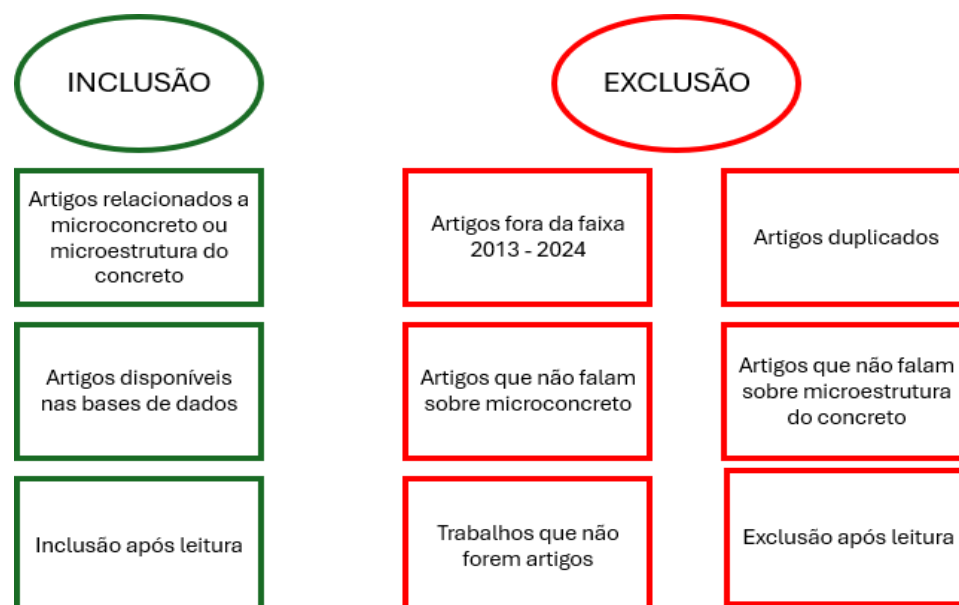


Figura 2 – Critérios de Inclusão e Exclusão

Fonte: Autor (2025)

Nesse contexto, destaca-se a definição dos principais critérios de escolha onde definiu-se que seria selecionado qualquer artigo que contivesse o estudo do microconcreto, porém, estando relacionado ao material ou elementos estruturais. Outro viés, foi a qualidade do artigo que foi definida através de um score que é dado com base nas palavras-chaves e

critérios de busca. Assim, foi realizada a inclusão e exclusão de artigos com base no score e na leitura dos títulos e resumos de cada artigo.

Todos os critérios de seleção, avaliação de qualidade e métodos de análise foram cuidadosamente definidos após uma revisão aprofundada das ferramentas disponíveis e sua compatibilidade com a temática. Este processo assegurou que os procedimentos adotados fossem os mais adequados para abordar as especificidades do estudo sobre o microconcreto, garantindo rigor metodológico e resultados confiáveis.

Dessa forma, foram encontrados 1301 artigos no total, após lançá-los no software retirou-se 226 duplicados, assim restando um total de artigos 1077 para a próxima etapa da RSL. A partir disso foi feita a exclusão pelo “score” dado pelo Start, fazendo uma pré exclusão dos artigos de classificação menor que 5 e lendo os títulos e palavras chaves de todos os artigos para trazer uma precisão maior à pesquisa. Desta forma, restaram 71 artigos e nesse grupo analisaram-se novamente os títulos e palavras chaves, além dos resumos de cada artigo, para fazer a última filtragem da revisão. Com isso, nesta última fase foi utilizado um critério onde foi selecionado os artigos cujos resultados se alinharam mais com os objetivos da pesquisa. Por fim, encontraram-se um total de 15 artigos para realizar a revisão. A Figura 3 representa o fluxograma de artigos encontrados.

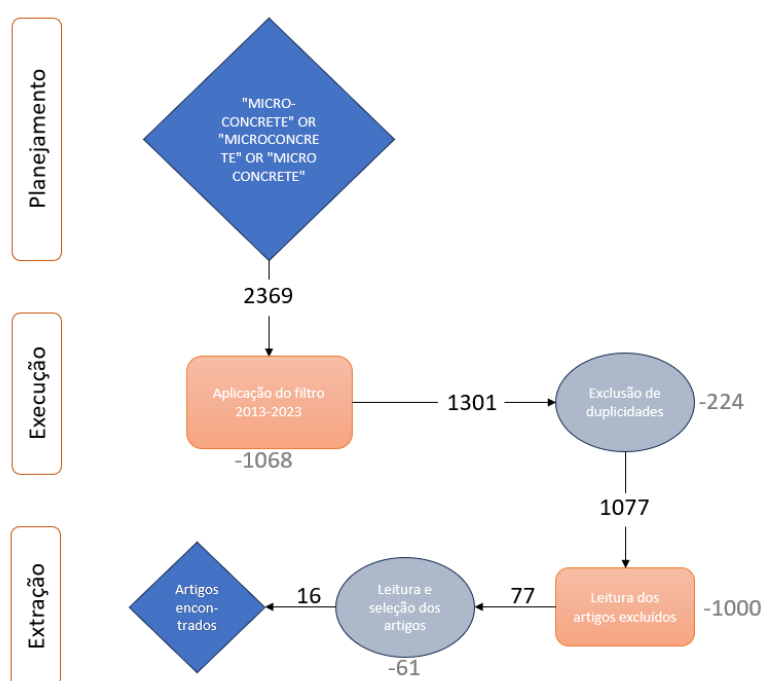


Figura 3 – Fluxograma de execução da RLS

Fonte: Autor (2025)

2.3. Extração

Uma vez selecionados os estudos, a próxima etapa foi a extração de dados e a avaliação da qualidade metodológica de cada artigo. Dados relevantes, como características dos participantes, intervenções, comparações e desfechos, foram extraídos utilizando formulários padronizados para garantir consistência. Simultaneamente, a qualidade dos estudos foi avaliada utilizando ferramentas específicas, como a ferramenta Cochrane de risco de viés para ensaios clínicos randomizados ou a escala de Newcastle- Ottawa para estudos observacionais. Esta avaliação crítica foi essencial para identificar potenciais fontes de viés e variabilidade nos estudos, proporcionando uma base sólida para a síntese dos resultados.

A síntese dos dados pode ser conduzida de forma qualitativa ou quantitativa. Na abordagem qualitativa, os resultados dos estudos são descritos e comparados de maneira narrativa, destacando semelhanças e diferenças, bem como identificando padrões emergentes. Quando a meta-análise é viável, os resultados quantitativos dos estudos incluídos são combinados estatisticamente para produzir estimativas mais precisas dos efeitos das intervenções ou associações investigadas. Este processo inclui a avaliação da heterogeneidade entre os estudos, que pode influenciar a interpretação dos resultados agregados.

Finalmente, a transparência e a reprodutibilidade são garantidas através de uma documentação detalhada de todos os passos do processo de revisão, conforme recomendado pelo PRISMA. O uso de um diagrama de fluxograma PRISMA para ilustrar o processo de seleção dos estudos, desde a identificação até a inclusão final, é uma prática padrão que facilita a compreensão e a avaliação crítica do estudo. Este método estruturado assegura que a revisão sistemática seja conduzida de maneira rigorosa, produzindo evidências robustas e confiáveis que podem impactar futuras pesquisas.

3. ANÁLISES E RESULTADOS (se for o caso)

A partir da estruturação e síntese dos dados obtidos nas fases da revisão sistemática, foi fundamental realizar análises e ponderações. Assim, uma nova sistematização com os artigos aprovados foi realizada com foco em coletar dados adicionais sobre artigos. Desta forma, para uma melhor exposição dos artigos e dados aprovados, a Tabela 4 apresenta um

número de referência para cada trabalho aceito. Este número está indicado na tabela e nas referências e pode ser consultado para identificar de qual trabalho se trata.

01	Structural Behavior of Recycled Aggregate Concrete Beam-Column Connection in Presence of Micro Concrete at Joint Region
02	Seismic Risk Assessment and Rehabilitation Method of Existing RCC Structures Using Micro Concrete.
03	Effect of high temperature and accelerated aging in high density micro-concrete
04	Effect of high dosage lignosulphonate and naphthalene sulphonate based plasticizer usage on micro concrete Properties.
05	Mechanical recycling of GFRP waste as short-fiber reinforcements in microconcrete.
06	Microconcrete with partial replacement of Portland cement by fly ash and hydrated lime addition.
07	Self-compacting micro concrete in structural strengthening: application as a bond bridge.
08	Effect of glass sand used as aggregate on micro-concrete Properties.
09	Study on relative shrinkage of cement-based micro-concrete for durable concrete repair.
10	Production and evaluation of microconcretes with iron ore tailings to produce construction components.
11	Microconcrete of high performance: properties and behavior under combined compression and torsion.
12	Functional micro-concrete 3D hybrid structures fabricated by two-photon polymerization.
13	Shear strengthening of RC Beam using Ferro-cement & Micro-concrete.
14	Durability to Chemical Attack by Acids of Epoxy Microconcretes by Comparison to Cementitious Ones.
15	Effectiveness of various methods of jacketing for RC beams.

Quadro 4 – Artigos encontrados com RSL

Fonte: Autor (2025)

3.1. Extração

A partir dessas considerações, a distribuição dos artigos coletados nas bases de dados foi disposta de acordo com o Gráfico 01. Este gráfico ilustra de maneira clara e objetiva a categorização dos artigos selecionados conforme os critérios previamente estabelecidos. Observa-se que a maior concentração de artigos se encontra na base “scopus”, representando 82% do total, o que reflete um alto número de artigos nessa base dos dados.

A análise dos dados gráficos revela tendências importantes. Primeiramente, observa-se que a base “Engineering Village”, embora menos representada, ainda demonstra uma relevância significativa, com 8% dos artigos coletados. Esse fato sugere que, apesar de

receber menos atenção, essa área possui uma contribuição notável para o corpo geral de conhecimento abordado na pesquisa, com artigos mais específicos do tema em questão.

Além disso, a dispersão dos artigos entre as diversas categorias evidencia a abrangência e a diversidade dos temas tratados. Cada base de dados foi rigorosamente avaliada com critérios metodológicos estabelecidos na metodologia, garantindo assim a qualidade e a pertinência dos artigos selecionados para esta revisão.

Desta maneira as duas bases de dados restantes, serviram para complementar a pesquisa de forma que abrangesse uma área de pesquisa maior.

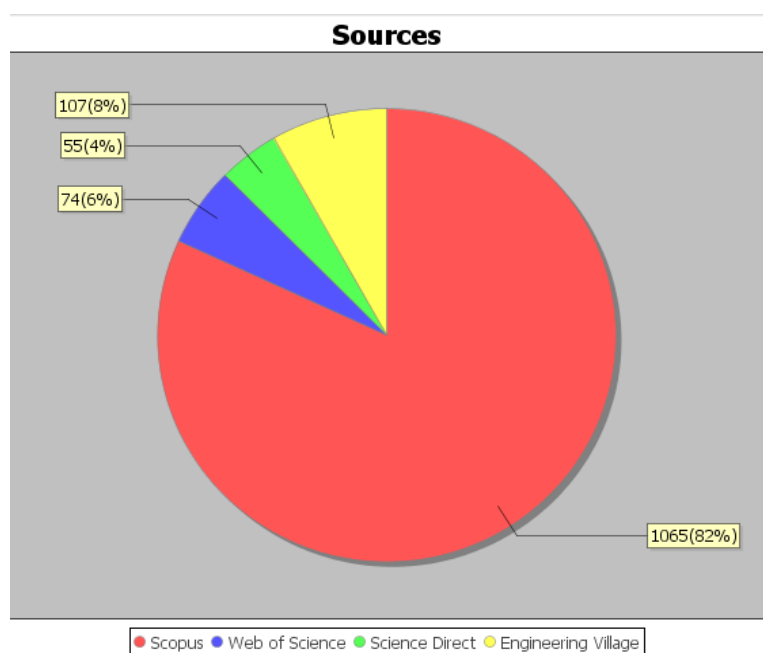


Figura 4 – Distribuição de artigos encontrados nas bases de dados

Fonte: Autor (2025)

Após a finalização da seleção, a distribuição de artigos por bases de dados ficou da seguinte forma, conforme Quadro 5:

Scopus	Web of science	Science Direct	Engineering village
8	3	3	1

Quadro 5 – Quantidade de artigos aprovados nas bases de dados

Fonte: Autor (2025)

A análise final da pesquisa revelou também uma distribuição significativa da quantidade de artigos por país, conforme na Tabela 6. Desta forma, apresenta-se uma visão detalhada da contribuição de cada país para o corpo de conhecimento examinado,

destacando tanto a diversidade geográfica quanto a concentração de produção científica em determinadas regiões. Observa-se que o Brasil é o terceiro colocado com 14% dos artigos, empatado com Espanha.

País de origem	Quantidade	%
China	2	13
Índia	4	27
Turquia	2	13
Espanha	3	20
França	1	7
Brasil	3	20

Tabela 1 – Percentual de artigos aprovados por nacionalidade

Fonte: Autor (2025)

3.2. Características de artigos aprovados

Após uma análise criteriosa dos 15 artigos aprovados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre microconcreto, verificou-se que esses estudos compartilharam várias características comuns e relevantes, destacando-se pela pertinência e pela profundidade das investigações realizadas.

Primeiramente, todos os artigos abordaram de maneira abrangente as propriedades mecânicas do microconcreto. Eles incluíram detalhamentos sobre a composição dos materiais, os métodos de preparação e as técnicas de ensaio empregadas para avaliar a resistência, durabilidade, ductilidade e comportamento sob diferentes condições de carga. Essa uniformidade na abordagem permitiu uma comparação consistente entre os diferentes estudos, facilitando a identificação de tendências e padrões nos resultados obtidos.

Outro ponto comum entre os artigos foi a aplicação de métodos experimentais rigorosos e bem documentados. Cada estudo seguiu protocolos de ensaio padronizados, o que garante a reprodutibilidade dos resultados e a confiabilidade das conclusões apresentadas. Os autores forneceram descrições detalhadas dos equipamentos utilizados, das condições de teste e das metodologias de análise, assegurando a transparência e a precisão das pesquisas.

Os artigos também se destacaram pela apresentação clara e detalhada dos resultados. Gráficos, tabelas e figuras foram amplamente utilizados para ilustrar os dados experimentais, facilitando a interpretação e a comparação dos achados. Além disso, muitos estudos complementaram os resultados experimentais com análises teóricas ou modelos numéricos, enriquecendo a compreensão dos comportamentos observados.

A diversidade geográfica dos artigos aprovados foi outro aspecto relevante. Os estudos foram conduzidos por pesquisadores de diferentes partes do mundo, refletindo uma ampla gama de condições ambientais e contextos de aplicação do microconcreto. Essa variedade contribui para uma visão global das potencialidades e limitações do material, permitindo a extrapolação dos resultados para diferentes cenários e necessidades.

Por fim, todos os artigos discutiram as implicações práticas dos resultados obtidos, propondo recomendações para a aplicação do microconcreto em projetos reais de engenharia. Eles abordaram tanto as vantagens quanto as limitações do material, oferecendo uma visão equilibrada e informada que pode guiar futuras pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos.

Em resumo, os 15 artigos aprovados na RSL sobre microconcreto apresentaram características que garantem a sua relevância e contribuição significativa para o avanço do conhecimento na área. Assim, para uma análise mais detalhada de cada artigo, foi realizada uma comparação dos resultados obtidos, organizados em tópicos específicos, sendo eles:

- Microconcreto em reforço estrutural;
- Microconcreto em ligações e desempenho sísmico;
- Propriedades físicas e mecânicas do microconcreto;
- Aspectos de sustentabilidade.

3.3. Microconcreto em reforço estrutural

Para uma análise detalhada e comparativa dos resultados obtidos nos estudos sobre microconcreto, quatro artigos foram selecionados e revisados sobre microconcreto em reforço estrutural. Esses forneceram uma visão abrangente sobre as propriedades mecânicas, métodos de preparação e aplicações do microconcreto, destacando tanto as similaridades quanto as diferenças em suas abordagens e conclusões.

A primeira análise, feita a respeito do uso de microconcreto autoadensável como ponte de aderência entre concreto velho e novo para melhorias estruturais, segundo

Machado et al. (2023). O artigo mostrou que a adição de filler de granito melhorou a ligação entre os concretos, aumentando a resistência ao cisalhamento em cerca de 30%. As propriedades autoadensáveis foram satisfatórias, indicando potencial para reforços estruturais.

Outro trabalho, que analisou os métodos de jacketting, dos autores Raval et al. (2013), abordou três métodos, sendo eles:

- CFRP: Alta resistência à tração e leveza, aumentando a capacidade de carga e ductilidade das vigas;
- Jaquetas de Aço: Elevada resistência e rigidez, excelente desempenho em cargas cíclicas, mas com instalação complexa e aumento de peso;
- SCC: Facilidade de aplicação e boa aderência, mas suscetível à fissuração e retração.

Assim, cada método teve vantagens específicas, com o CFRP destacando-se pela sua eficácia em aumentar a capacidade de carga e ductilidade, enquanto o SCC foi prático e eficiente em aplicações em estruturas complexas. As jaquetas de aço, embora eficazes, foram menos preferidas devido ao aumento de peso e complexidade de instalação.

Por outro lado, o estudo conduzido por Nayak et al. (2022) analisa-se a retração do microconcreto à base de cimento em reparos duráveis de concreto, utilizando um procedimento modificado do teste ASTM C157. Foram testadas várias formulações de microconcreto sob diferentes temperaturas de secagem, revelando que a retração livre variava significativamente com a temperatura, sendo menor em condições de baixa umidade.

Desta forma, conforme a Figura 5, a análise de elementos finitos mostrou que formulações com menor retração reduziram a ocorrência de fissuras na interface entre o microconcreto e o concreto existente. Assim, microscopicamente, conforme o gráfico de deformação, observou-se que formulações com menor retração apresentaram melhor compatibilidade e desempenho em termos de resistência e durabilidade dos reparos.

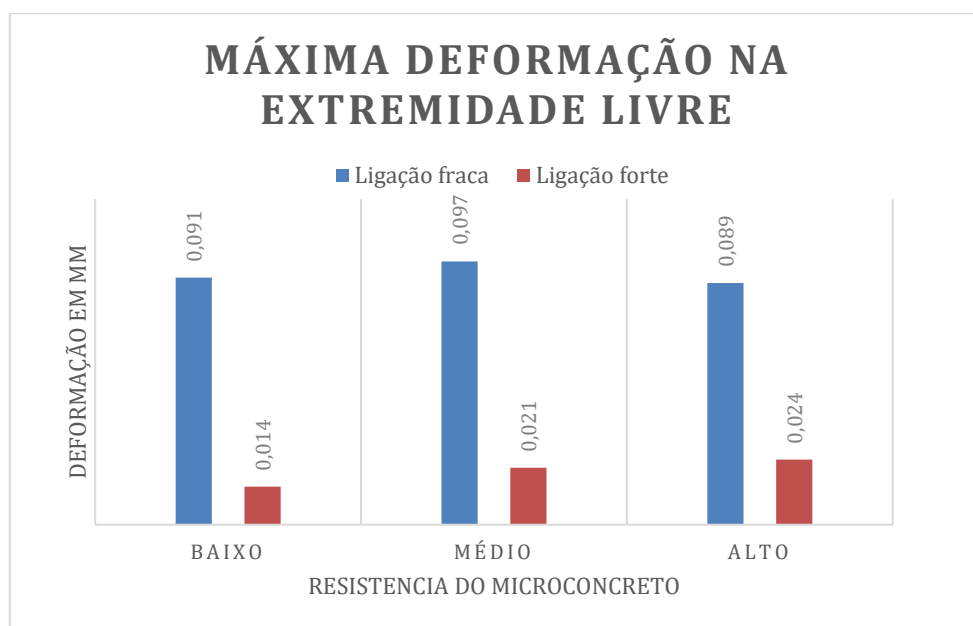


Figura 4 – Saída de elementos finitos devido à contração diferencial
Fonte: NAYAK, Dipti Ranjan; PATTAIK, Rashmi R.; PANDA, Bikash Chandra (2022).

Em comparação, os artigos demonstram a importância de selecionar o método de reforço adequado conforme as necessidades específicas do projeto. O microconcreto autoadensável destacou-se pela facilidade de aplicação e melhoria significativa na resistência ao cisalhamento. Em contrapartida, o estudo sobre métodos de Jacketting ofereceu uma visão abrangente das vantagens e desvantagens de várias técnicas, com destaque para a alta eficácia do CFRP e a praticidade do SCC. O trabalho de Nayak et al. complementou esses achados ao abordar a importância de minimizar a retração para aumentar a durabilidade dos reparos, enfatizando a necessidade de uma abordagem holística na aplicação do microconcreto para reparos e reforços estruturais.

3.4. Microconcreto em ligações e desempenho sísmico

Para uma análise direta e comparativa dos resultados obtidos nos estudos sobre este item, foram revisados artigos selecionados que investigam diferentes aspectos e aplicações do material.

No artigo Yin et al. (2023) a reabilitação de um edifício de concreto armado de três andares, que originalmente carecia de estribos e reforços longitudinais, foi realizada utilizando-se o microconcreto e revestimento de colunas de concreto. A análise inicial e a

comparação entre o modelo original e o reabilitado focaram na adequação dos membros estruturais.

A análise revelou que a utilização de microconcreto e o revestimento das colunas proporcionaram um reforço significativo. A avaliação das derivações de andares e deslocamentos mostrou que, enquanto os deslocamentos iniciais estavam fora dos limites aceitáveis, após a reabilitação, todos os deslocamentos dos andares estavam dentro da faixa permitida. A análise de histórico de tempo e a avaliação da rigidez confirmaram que a estrutura reabilitada era mais rígida e segura contra cargas sísmicas em comparação com a estrutura original, conforme Figura 6. Além disso, a adequação de vigas, lajes e colunas para cargas laterais, cargas estáticas e dinâmicas foi revisada, resultando na conclusão de que, apesar de algumas colunas estarem sobrecarregadas e perigosas anteriormente, a estrutura atual atendeu aos requisitos do código chinês GB50011-2010, garantindo a segurança estrutural. A reabilitação resultou em uma estrutura mais robusta e resistente a cargas sísmicas, demonstrando a eficácia dos métodos aplicados.

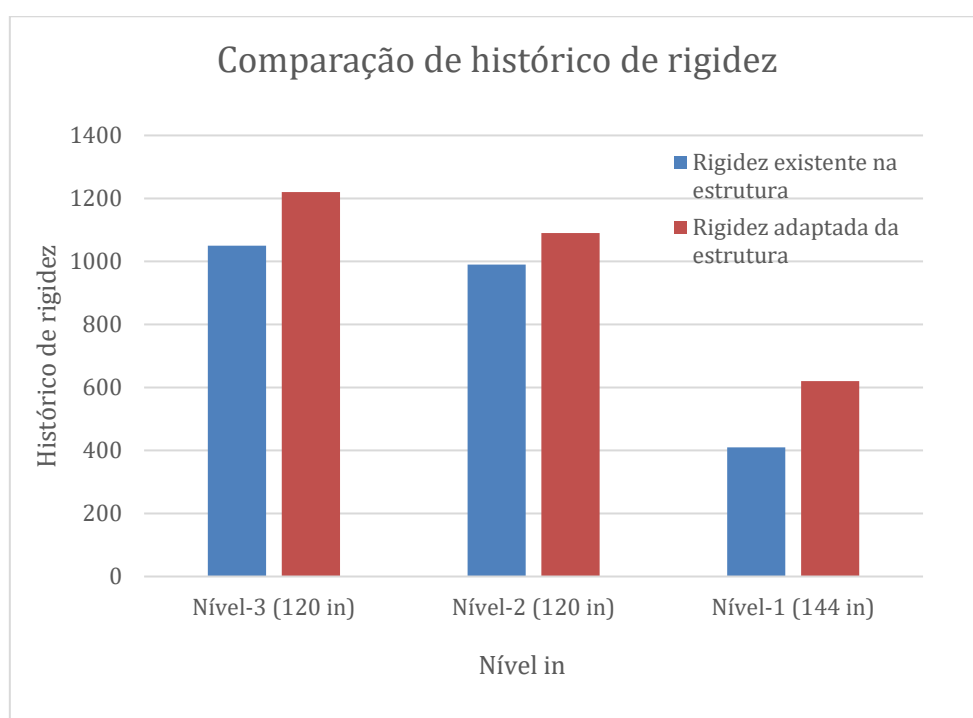


Figura 6 – Comparação da rigidez do piso entre estruturas existentes e reformadas
Fonte: YIN, Jijing (2023)

3.5. Propriedades físicas e mecânicas do microconcreto

Para comparar diretamente os resultados dos artigos mencionados sobre as propriedades físicas e mecânicas do microconcreto, serão analisados alguns pontos chave de cada estudo e suas respectivas contribuições.

O estudo de Topçu et al. (2016) sobre o uso de plastificantes à base de lignossulfonato (LS) e sulfonato de naftaleno (NS) em alta dosagem no microconcreto revelou melhorias significativas nas propriedades do material. Ambos os aditivos aumentaram a trabalhabilidade e a resistência à compressão do concreto representado na Figura 7, com o NS demonstrando um impacto mais pronunciado em ambas as áreas.

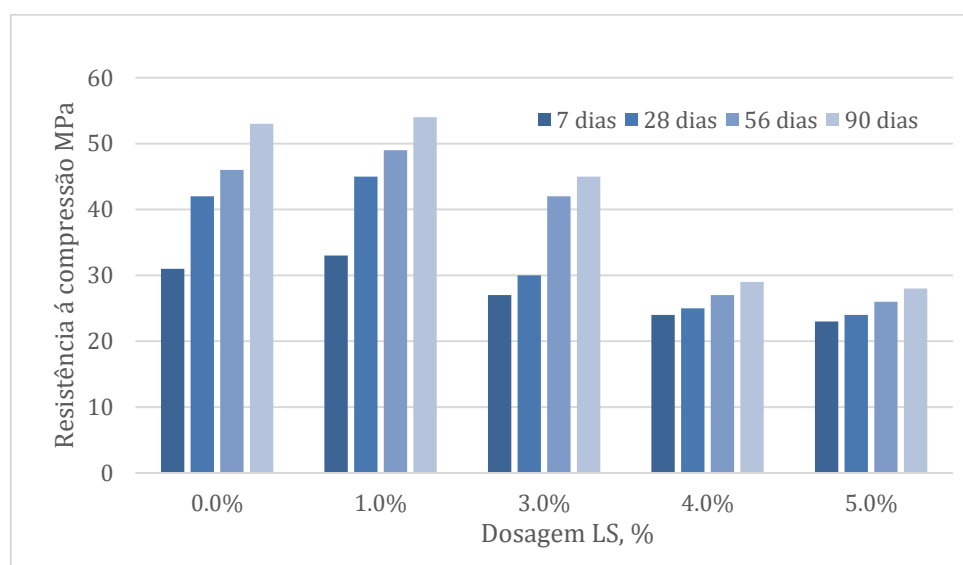


Figura 7 – Variação da resistência à compressão das argamassas da série LS em função da dosagem do aditivo (a/c = 0,5).

Fonte: TOPÇU, İ, B; ATESIN (2016)

Análises microestruturais indicaram que o NS resultou em uma microestrutura mais densa e homogênea, contribuindo para um material com melhores propriedades mecânicas e maior durabilidade.

Segundo Bessa et al. (2023), explorou a substituição de agregados miúdos por rejeito de minério de ferro (RMF) em microconcretos. Os resultados mostraram que a incorporação de 100% de RMF não comprometeu a resistência à compressão dos microconcretos aos 28 dias, como representado na Tabela 7. Contudo, houve um aumento no índice de vazios e na absorção de água, embora a massa específica tenha sido maior no concreto com RMF, sugerindo uma matriz mais densa e porosa.

Resistência à compressão (MPa)					
Idade	TR 0	TR 25	TR 50	TR 75	TR 100
7 dias	22,04	22,91	21,81	23,26	21,23
Desvio padrão	0,65	0,85	0,75	0,47	0,47
Cv (%)	2,96	3,70	3,43	2,00	2,22
28 dias	32,32	31,58	29,08	30,30	30,36
Desvio padrão	1,89	1,77	1,72	1,93	1,32
Cv (%)	5,83	5,6	5,92	6,38	4,36

Quadro 6 – Resistência a compressão dos microconcretos.

Fonte: : BESSA, Sofia Araújo Lima (2023).

Com isso, a análise de carbonatação acelerada indicou valores mais elevados para o microconcreto com RMF, enquanto a carbonatação natural não mostrou diferenças significativas. Em termos de durabilidade, o microconcreto com RMF apresentou menor perda de massa em testes de resistência ao ataque ácido, atribuída à matriz mais densa. Esses resultados sugerem que o uso de RMF como agregado miúdo é viável, oferecendo durabilidade semelhante aos concretos convencionais, mesmo quando expostos ao intemperismo sem revestimento.

Outrossim, de acordo com Silva et al. (2018), investigou o desempenho de microconcreto de alto desempenho (MADP) em comparação com concreto convencional, especialmente em pilares submetidos à flexão normal composta. O estudo avaliou propriedades no estado fresco, propriedades mecânicas e durabilidade. Os resultados mostraram que o MADP apresentou melhor desempenho, atribuído a uma zona de interface pasta-agregado mais eficaz, resultando em maior rigidez e resistência. Desta forma, os pilares de MADP romperam por esmagamento na face comprimida, enquanto os pilares de concreto convencional apresentaram ruptura por deslocamento do concreto em duas faces adjacentes. A análise comparativa usando o software Esbelt 2.1 confirmou que o MADP proporcionou maior rigidez e melhores propriedades mecânicas, apresentados na Tabela 8. Esses achados sugerem que o MADP é uma opção viável e vantajosa para elementos

estruturais, especialmente em aplicações que exigem seções transversais delgadas e maior desempenho estrutural.

Concreto	FC (Mpa)	Esc (GPa)	FrcD (Mpa)	ABS (Y.)	Iv (%)
REF	52,7 (3,5)	32,1 (1,2)	4,73 (0,63)	5,97 (0,33)	12,67 (0,63)
MIC	56,4 (5,7)	34,8 (1,5)	5,81 (0,52)	5,61 (0,12)	11,76 (0,22)

Quadro 7 – Propriedades mecânicas e de durabilidade dos concretos.

Fonte: : SILVA, Augusto Costa (2018)

O artigo de Li et al. (2017) explorou o uso da polimerização a dois fótons para criar estruturas híbridas de microconcreto com alta precisão. A pesquisa demonstrou que a combinação dessa técnica avançada com o microconcreto permite a fabricação de estruturas tridimensionais complexas com propriedades mecânicas e funcionais aprimoradas. Os resultados mostraram que é possível obter detalhes finos e estruturas complexas, como suportes de carga e elementos estruturais integrados, com uma resolução muito superior à de métodos convencionais. Os testes realizados indicaram que as estruturas fabricadas apresentam uma combinação eficaz de resistência e funcionalidade, aproveitando as propriedades únicas do microconcreto e a precisão da polimerização a dois fótons. A pesquisa também destacou a versatilidade dessa abordagem para diversas aplicações em engenharia e arquitetura, sugerindo que essa tecnologia pode abrir novas possibilidades para a criação de componentes estruturais personalizados e altamente eficientes.

Ao comparar os artigos mencionados neste item, observam-se distintas abordagens e inovações em suas respectivas áreas de estudo. O artigo de Topçu et al. (2016) focou na aplicação de plastificantes, onde o sulfonato de naftaleno (NS) se destacou ao proporcionar uma microestrutura mais densa e homogênea, melhorando significativamente a trabalhabilidade e a resistência à compressão do microconcreto. Por outro lado, Bessa et al. (2023) investigou a substituição de agregados tradicionais por rejeito de minério de ferro (RMF), revelando que, apesar de um aumento na absorção de água e no índice de vazios, o RMF não comprometeu a resistência à compressão e proporcionou uma matriz mais densa com melhor desempenho em testes de resistência ao ataque ácido. Já o estudo de Silva et al. (2018) comparou o microconcreto de alto desempenho (MADP) com o concreto convencional, mostrando que o MADP ofereceu maior rigidez e resistência, especialmente em pilares submetidos a flexão normal composta, devido a uma interface pasta-agregado mais

eficiente. Por último, Li et al. (2017) explorou a polimerização a dois fótons, permitindo a fabricação de estruturas tridimensionais complexas com alta precisão e propriedades mecânicas aprimoradas, destacando-se pela capacidade de criar componentes estruturais personalizados com detalhes finos e alta resolução. Cada estudo contribuiu de forma única para o avanço das aplicações e propriedades do microconcreto, evidenciando melhorias em trabalhabilidade, durabilidade, desempenho estrutural e precisão de fabricação

3.6. Aspecto de sustentabilidade

Para realizar uma análise comparativa dos resultados obtidos nos artigos sobre sustentabilidade, foi essencial explorar detalhadamente vários aspectos fundamentais abordados em cada pesquisa.

O artigo de Marthong et al. (2017) apresentou uma análise detalhada do comportamento estrutural de conexões de vigas e colunas feitas com concreto reciclado, quando reforçadas com microconcreto nas regiões das juntas. Os resultados mostram que a introdução de microconcreto nas regiões de junção proporcionou um aumento significativo na capacidade de carga e na rigidez das conexões. O estudo revelou que, enquanto o concreto reciclado por si só apresentava algumas limitações em termos de resistência e durabilidade, a aplicação de microconcreto nas juntas melhorou a distribuição das cargas e reduziu a ocorrência de fissuras, resultando em um comportamento estrutural mais robusto e confiável. Além disso, os testes indicaram que as conexões reforçadas com microconcreto exibiram uma performance superior sob condições severas de carga, mostrando uma redução nas deformações e uma melhoria na resistência à carga lateral. Os resultados confirmaram a eficácia do uso de microconcreto para fortalecer as regiões críticas de junção, oferecendo uma solução viável para melhorar a integridade estrutural e prolongar a vida útil de estruturas feitas com concreto reciclado.

Já o estudo realizado por Lorca et al. (2014), explorou os efeitos da substituição parcial do cimento Portland por cinzas volantes e a adição de cal hidratada na formulação de microconcreto. Os resultados mostraram que a substituição de até 30% do cimento Portland por cinzas volantes resultou em uma redução significativa no calor de hidratação e na coesão do concreto, além de melhorar a trabalhabilidade e a durabilidade do microconcreto. A adição de cal hidratada, por sua vez, contribuiu para melhora na reatividade das cinzas volantes e aumentou a coesão do material, o que se traduziu em uma resistência à

compressão superior em comparação com as misturas que não incluíam cal. Outrossim, o estudo indicou que o microconcreto com essas substituições exibiu uma menor permeabilidade e melhor resistência a ciclos de umidade e secagem, demonstrando uma maior durabilidade em ambientes agressivos. Esses resultados confirmam que a utilização de cinzas volantes e cal hidratada não apenas promove uma alternativa mais sustentável e econômica ao cimento Portland, mas também melhora as propriedades estruturais e de desempenho do microconcreto. A pesquisa sugere que a combinação desses materiais pode ser uma solução eficaz para a produção de microconcreto com características aprimoradas e menor impacto ambiental.

Por fim, o trabalho conduzido por Etli. (2023), examinou como a substituição do agregado convencional por areia de vidro pode influenciar as propriedades do microconcreto. Os resultados mostraram que a incorporação de areia de vidro como agregado pode melhorar a resistência à compressão do microconcreto, com aumentos significativos observados em comparação com misturas que utilizam agregados tradicionais. Esse ganho de resistência é atribuído à alta densidade e resistência intrínseca do vidro, que contribui para uma estrutura mais sólida e compacta do microconcreto. Desta maneira, a pesquisa indicou que a utilização de areia de vidro também teve um impacto positivo na durabilidade do microconcreto, reduzindo a permeabilidade e aumentando a resistência a ciclos de umidade e secagem. No entanto, a trabalhabilidade do microconcreto foi levemente afetada, com uma menor facilidade de aplicação em comparação com misturas que utilizam agregados convencionais. Apesar disso, o estudo concluiu que a areia de vidro representa uma alternativa sustentável e eficaz, promovendo a reciclagem de resíduos de vidro e melhorando o desempenho estrutural do microconcreto.

Comparando os três estudos, fica evidente que cada abordagem oferece benefícios distintos: Marthong et al. (2017). melhoram a integridade estrutural de concreto reciclado, Lorca et al. (2014), promovem a sustentabilidade ao reduzir o uso de cimento Portland, e Etli. (2023) mostram como resíduos de vidro podem ser reciclados para melhorar as propriedades do microconcreto. Juntas, essas pesquisas oferecem soluções inovadoras e sustentáveis para otimizar o desempenho e a durabilidade do microconcreto.

4. CONCLUSÕES (ou CONSIDERAÇÕES FINAIS/REFLEXÕES FINAIS)

Com base nos artigos analisados, percebe-se que o estudo do microconcreto é amplo e realizado globalmente. Diante da diversidade de pesquisas publicadas, uma revisão sistemática é essencial para selecionar os trabalhos mais relevantes, que apresentam resultados significativos e contribuem para o avanço do tema.

A revisão sistemática da literatura (RSL) sobre microconcreto revelou diversos achados importantes que destacam o potencial do material para melhorar as propriedades mecânicas e físicas das estruturas. Neste artigo, que analisou 15 artigos resultantes de uma seleção inicial de 2369. A análise destes artigos permitiu identificar e preencher as lacunas que podem orientar futuros estudos envolvendo o uso deste material.

A partir da leitura de análise dados obtidos microconcreto demonstrou ser uma solução eficaz para reforço estrutural, melhorando a aderência, resistência e durabilidade de reparos. Estudos destacaram a importância da formulação adequada para minimizar retração e fissuras, além das vantagens de diferentes métodos, como o CFRP para resistência e ductilidade e o SCC para aplicações práticas. Seu uso deve considerar as necessidades específicas de cada projeto para um desempenho otimizado.

Outrossim, estudos analisados demonstraram a eficácia do microconcreto na reabilitação estrutural, melhorando a resistência, rigidez e segurança das edificações. A aplicação do material reduziu deslocamentos, reforçou elementos estruturais e garantiu conformidade com normas técnicas, tornando as estruturas mais seguras e resistentes a cargas sísmicas.

Além disso, os estudos revisados demonstraram a versatilidade do microconcreto e suas diversas aplicações na engenharia. A incorporação de plastificantes, a substituição de agregados tradicionais por rejeitos, o desenvolvimento de microconcreto de alto desempenho e a utilização de técnicas avançadas de fabricação evidenciaram melhorias em resistência, durabilidade e precisão estrutural. Cada abordagem apresentou contribuições relevantes, reforçando o potencial do microconcreto como solução eficiente para reforço estrutural, otimização de materiais e inovação na construção civil.

Mediante ao que foi exposto, nota-se as seguintes lacunas que podem ser exploradas em trabalhos futuros:

Investigar diferentes proporções de componentes e aditivos para minimizar retração e fissuras, visando maior durabilidade e resistência.

Explorar o impacto da granulometria dos agregados na trabalhabilidade e resistência do microconcreto.

Estudos sobre a aderência entre microconcreto e sistemas de reforço com fibras de carbono (CFRP) e fibras metálicas.

Avaliação da substituição de agregados convencionais por resíduos industriais e sua influência nas propriedades mecânicas do microconcreto.

Por fim, faz-se notável que o microconcreto pode melhorar a sustentabilidade na construção civil. O uso em conexões de concreto reciclado fortalece a estrutura, enquanto a substituição do cimento por cinzas volantes reduz o impacto ambiental sem afetar a durabilidade. Além disso, o uso de areia de vidro como agregado recicla resíduos e melhora as propriedades do material. Essas soluções tornam o microconcreto mais eficiente e sustentável.

5. REFERÊNCIAS

Livros:

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 5.ed. São Paulo: Editora Bookman, 2016.

Artigos em periódicos:

Production and evaluation of microconcretes with iron ore tailings to produce construction components. *Revista Matéria*, v. 22, n. 22, 2023.

ELHEM, G.; MURHAF, H. Durability to Chemical Attack by Acids of Epoxy Microconcretes by Comparison to Cementitious Ones. *Advances in Civil Engineering*, 2016.

ETILI, E. S. Effect of glass sand used as aggregate on micro-concrete Properties. *GRAĐEVINAR*, v. 75, n. 1, p. 39–51, 2023.

GARCIA, D.; VEGAS, I. J.; CACHO, Í. Mechanical recycling of GFRP waste as short-fiber reinforcements in microconcrete. *Construction and Building Materials*, v. 64, p. 293–300, 2014.

KELM, S.; SCHAUER, R. Sialic acids in molecular and cellular interactions. *International Review of Cytology*, v. 175, p. 137–240, 1997.

LI, Y. et al. Functional micro-concrete 3D hybrid structures fabricated by two-photon polymerization. *Opto-Electronic Engineering*, v. 44, n. 4, p. 393–399, 2017.

LORCA, P. et al. Microconcrete with partial replacement of Portland cement by fly ash and hydrated lime addition. *Materials & Design*, v. 64, p. 535–541, 2014.

- MACHADO, M.; BACARJI, E.; CARASEK, H. Self-compacting micro concrete in structural strengthening: application as a bond bridge. *Revista Matéria*, v. 22, n. 22, 2023.
- MARTHONG, C. et al. Structural Behavior of Recycled Aggregate Concrete Beam-Column Connection in Presence of Micro Concrete at Joint Region. *Structures*, v. 11, p. 243–251, 2017.
- NAYAK, D. R.; PATTNAIK, R. R.; PANDA, B. C. Study on relative shrinkage of cement-based micro-concrete for durable concrete repair. *Cleaner Engineering and Technology*, v. 8, 2022.
- PATEL, M. et al. Shear strengthening of RC beam using ferro-cement & micro-concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, v. 8, n. 5, p. 881–894, 2017.
- RAVAL, S. S.; DAVE, U. V. Effectiveness of Various Methods of Jacketing for RC Beams. *Procedia Engineering*, v. 51, p. 230–239, 2013.
- SILVA, A. C. et al. Microconcrete of high performance: properties and behavior under combined compression and one-axis bending. *Revista Matéria*, v. 23, n. 3, 2018.
- THOMAS, T. C. et al. Effect of high temperature and accelerated aging in high density micro-concrete. *Construction and Building Materials*, 2021, p. 272.
- TOPÇU, İ. B.; ATESIN, O. Effect of high dosage lignosulphonate and naphthalene sulphonate based plasticizer usage on micro concrete Properties. *Construction and Building Materials*, v. 120, p. 189–197, 2016.
- YIN, J. et al. Seismic Risk Assessment and Rehabilitation Method of Existing RCC Structures Using Micro Concrete. *Civil Engineering Journal*, v. 9, n. 12, 2023.

Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso:

SOKOLOVICZ, B. C. *Microestrutura e durabilidade a cloretos de protótipos de concreto com cinza de casca de arroz com e sem a moagem prévia*. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

APÊNDICE – Informações sobre o artigo

Contribuição dos autores

Resumo/Abstract/Resumen: Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Introdução ou Considerações iniciais:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Referencial teórico:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Metodologia:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Análise de dados:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Discussão dos resultados:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Conclusão ou Considerações finais:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Referências:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Revisão do manuscrito:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves; **Aprovação da versão final publicada:** Edgar Bacarji, Gabriel Souza Costa, Michell Macedo Alves.

CRediT - Taxonomia de Papéis de Colaborador - <https://credit.niso.org/>

As opiniões e informações expressas neste manuscrito, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião da **Tecnia – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG**, de seus editores e do Instituto Federal de Goiás. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

Histórico editorial

Submetido: 11 de maio de 2025.

Aprovado: 12 de março de 2026.

Publicado: 13 de outubro de 2026.



Como citar o artigo - ABNT

BACARJI, Edgar; SOUZA COSTA, Gabriel; ALVES MACEDO, Michell. Estudo do microconcreto: uma revisão sistemática de literatura. **Tecnia – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFG, Goiânia**, v. 11, n. 2, p. e110217, [s.d.]. DOI: 10.56762/tecnica.v11i2.2297.

Processo de Avaliação

Revisão por pares duplo-cega (*Double blind peer review*).

Conflito de Interesses

Não declarado.

Avaliadores

Dois pareceristas ad hoc avaliaram este artigo e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

Editor(a) Seção

Profa. Dra. Marise Santos Maranhão Takano (IFG).