

## **Sustentabilidade e redução de perdas de materiais em construções: uma revisão bibliográfica sistemática**

*Sustainability and reduction of material losses in constructions: a systematic bibliographical review*

*Sostenibilidad y reducción de pérdidas materiales en construcciones: una revisión bibliográfica sistemática*

**Lucas Broggio**

Engenheiro Civil, Mestrando PPGE Civ/UFSCar, Brasil  
lbroggio@hotmail.com

**Sheyla Mara Baptista Serra**

Professora Doutora, PPGE Civ/UFSCar, Brasil.  
sheylabs@ufscar.br

**José Carlos Paliari**

Professor Doutor, PPGE Civ/UFSCar, Brasil.  
jpaliari@ufscar.br

## RESUMO

A abordagem sustentável nas construções tem ganhado espaço no mercado devido sua viabilidade financeira e benefícios. O presente trabalho buscou resumir a evolução das pesquisas relacionadas a redução de desperdícios em obras associadas a práticas sustentáveis nos canteiros por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) dos artigos publicados entre 2017 e 2021. A metodologia utilizada para este estudo consiste em selecionar artigos publicados em revistas conceituadas nas áreas de construção, meio ambiente e gestão da construção por meio de uma revisão bibliográfica sistemática. As bases de dados empregadas para a busca foram: Engineering Village, Scopus, Web of Science e Scielo resultando em um total de 136 artigos selecionados, utilizando “Sustentabilidade” e “Perdas de materiais” como *strings* de busca no título ou nas palavras-chave. Os resultados da pesquisa mostraram que os estudos nessa área são divididos em grupos, sendo o principal o de sustentabilidade, seguido de reciclagem, impactos da indústria de construção, tecnologias dos materiais e desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Revisão bibliográfica sistemática; Construção Civil; Sustentabilidade; Perdas de materiais.

## SUMMARY

*The sustainable construction approach has gained market space due to its financial viability and benefits. The present work sought to summarize the evolution of research on waste reduction in works associated with sustainable practices in construction sites through a Systematic Bibliographic Review (SBR) of the articles published between 2017 and 2021. The methodology used for this study consists of selected articles published in reputable journals in the areas of construction, environment, and construction management through a systematic literature review. The databases used for the search were: Engineering Village, Scopus, Web of Science, and Scielo. This resulted in 136 selected articles using “Sustainability” and “Material losses” in the title or keywords. The survey results showed that studies in this area are divided into groups, mainly sustainability, recycling, construction industry impacts, materials technologies, and sustainable development.*

**KEYWORDS:** Systematic literature review; Construction; Sustainability; Material losses.

## RESUMEN

*El enfoque sustentable en la construcción ha ganado espacio en el mercado debido a su viabilidad financiera y beneficios, el presente trabajo buscó resumir la evolución de las investigaciones relacionadas con la reducción de residuos en obras asociadas a prácticas sustentables en las obras a través de una Revisión Bibliográfica Sistemática (RBS) de los artículos publicados entre 2017 y 2021. La metodología utilizada para este estudio consiste en seleccionar artículos publicados en revistas acreditadas en las áreas de construcción, medio ambiente y gestión de la construcción a través de una revisión sistemática de la literatura. Las bases de datos utilizadas para la búsqueda fueron: Engineering Village, Scopus, Web of Science y Scielo. Dando como resultado un total de 136 artículos seleccionados, utilizando “Sostenibilidad” y “Pérdidas materiales” en el título o palabras clave. Los resultados de la encuesta mostraron que los estudios en esta área se dividen en grupos, siendo el principal la sostenibilidad, seguido por el reciclaje, los impactos de la industria de la construcción, las tecnologías de materiales y el desarrollo sostenible.*

**PALABRAS LLAVE:** Revisión sistemática de la literatura; Construcción civil; Sustentabilidad; Pérdidas materiales.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é um dos setores mais importantes que apoiam o desenvolvimento econômico de um país. Contribuindo para a economia em cerca de 5,3% no Brasil e de 8-10% na média para diferentes países, também promove o desenvolvimento, fornece emprego rápido para mão de obra pouco qualificada e atua como um vínculo entre a economia e outras indústrias (NUNES *et al.*, 2020). A construção civil impulsiona o crescimento econômico de um país e cria uma correlação de serviços e bens com outros setores (ARDITI; MOCHTAR, 2000). Melhorar os parâmetros de sustentabilidade e, por consequência, de produtividade, permite uma economia de recursos e da receita das construtoras. Com aumento na receita é esperado um fluxo adicional na economia, já que o setor da construção civil está relacionado com as atividades de outras indústrias (ARASHPOUR *et al.*, 2014).

Nos últimos anos a indústria da construção civil tem enfrentado uma série de adversidades, incluindo baixos níveis de produtividade e uma alta variabilidade de crescimento, o que demanda das empresas a investigação dessas questões para reduzir as perdas de materiais e buscar os processos construtivos sustentáveis (DIXIT *et al.*, 2017). A sustentabilidade e produtividade na indústria da construção civil são estudadas e documentadas mundialmente e esta indústria se beneficia com mais de quatro décadas de pesquisas e estudos visando identificar seus problemas e desafios, materiais renováveis, inovações nos processos, uso de equipamentos e tecnologias, desenvolvimento de modelos, estudos em nível da indústria para reduzir as perdas de materiais e consumo de recursos naturais (DIXIT *et al.*, 2017).

Na busca por melhorar os índices de produtividade e sustentabilidade da indústria da construção, Dallasega *et al.* (2018) observaram que as empresas desta indústria estão explorando diversas inovações nos processos construtivos, técnicas e práticas de gestão com potencial para renová-la com métodos menos agressivos ao meio ambiente e que reduzem os desperdícios na entrega de empreendimentos. Uma dessas práticas e princípios de gestão é a abordagem da produção enxuta, oriunda da produção de automóveis da Toyota que busca minimizar o desperdício, maximizar esforços e garantir a qualidade para os usuários finais, e que tem se destacado nas pesquisas relacionadas a construção civil nas últimas décadas (PAVNASKAR *et al.*, 2003).

## 2 OBJETIVO

Este artigo apresenta uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) com o objetivo de fornecer uma visão do atual estado do conhecimento relacionando os temas sustentabilidade na indústria da construção civil e perdas de materiais em obras de construção, com vistas a identificar e fomentar possibilidades de pesquisas envolvendo estes temas.

Está estruturado em mais quatro seções, além da Seção 1 relativa à introdução, em que foram apresentadas a contextualização, a relevância do tema e as contribuições de estudos anteriores e desta seção, em se apresentou o objetivo da pesquisa. Na Seção 3 são apresentados os conceitos de sustentabilidade e redução de perdas de materiais em construções. A metodologia utilizada e as etapas da RBS são apresentadas na Seção 4 enquanto na Seção 5 são apresentados os resultados e são resumidas as principais contribuições deste artigo. Finalmente, na Seção 6 são apontadas as principais conclusões.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os estudos anteriores relacionados à sustentabilidade na construção e ocorrência de perdas de materiais. Tais estudos foram identificados com base na RBS detalhada na Seção 3 deste artigo.

#### 3.1 Sustentabilidade na construção

Pode-se descrever o desenvolvimento sustentável como a preocupação com as condições dos recursos naturais explorados nas atividades econômicas, em não interferir na sua qualidade e atender as futuras gerações (BARBIERI, 2007). Na RBS realizada, observou-se que as metodologias quantitativas de avaliação da sustentabilidade na indústria da construção são fundamentais para reduzir incertezas na tomada de decisões e avaliação da sustentabilidade. Diversos autores têm se dedicado a desenvolver abordagens para identificar aspectos econômicos, desenvolver indicadores específicos, classificar e avaliar projetos de construção. Alguns métodos focam em levantamento e análise das medidas de sustentabilidade na fase de projetos, enquanto outros se concentram em quantificar os impactos ambientais gerados por uma obra. Alguns autores criaram abordagens qualitativas e desenvolveram índices de poluição e risco ambiental, enquanto outros parâmetros quantitativos.

Metodologias quantitativas sobre avaliação da sustentabilidade na indústria da construção foram desenvolvidas com base na International Organization for Standardization (ISO) - ISO 15392 (2008) ou / e ISO 21929 (2011) e aplicadas ao setor imobiliário, que inclui residências unifamiliares, multifamiliares e edifícios comerciais. Estas metodologias foram utilizadas para identificar aspectos econômicos; desenvolver indicadores para contexto específico, classificar e avaliar projetos de construção. Sánchez *et al* (2019) desenvolveram uma metodologia para identificar, classificar e priorizar os indicadores de sustentabilidade com base na gestão de riscos recorrentes. Krajangsri e Pongpeng (2017) avaliaram o projeto de uma infraestrutura como sustentável com base em questionários e em dados coletados considerando diferentes critérios de desempenho no desenvolvimento do projeto e construção.

Dentre os métodos desenvolvidos podem ser citadas as pesquisas relacionadas ao levantamento de critérios para avaliação do nível de sustentabilidade nas construções, com a finalidade de reduzir incertezas no processo de tomada de decisões e de avaliação da sustentabilidade (APANAVICIENE *et al.*, 2015; HASSAN, 2016; NAMINI *et al.*, 2014; RUIZ; FERNANDEZ, 2009); outros autores tiveram o enfoque em metodologias que possibilitam o levantamento e análise das medidas de sustentabilidade na fase de projetos (BORJA *et al.*, 2018; FIRMAWAN *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2014). Chen *et al.* (2005) criaram uma abordagem qualitativa e desenvolveu um índice de poluição para o setor da construção civil com o intuito de proporcionar a classificação da geração de resíduos de materiais utilizando uma taxa de desperdício relacionada ao custo dos materiais. Tam *et al.* (2006) propuseram uma ferramenta voltada ao setor da construção civil capaz de avaliar o nível de sustentabilidade das atividades de construção e levantar indicadores de desempenho ambiental no empreendimento. Eom e Paek (2009) criaram um índice de risco ambiental em canteiros de obras para empresas de terceirizados.

Gangoellis *et al.* (2011) produziram um método para quantificar os impactos

ambientais gerados por uma obra, nos processos e atividades de instalação e complementando com o cálculo do grau de influência das partes interessadas, previsto pela ISO 14.004 (2007). Gangolells *et al.* (2013) desenvolveram uma nova metodologia para aperfeiçoar a associação da gestão ambiental e sistemas de saúde e segurança nas construtoras. Li *et al.* (2010) adequaram a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida aos processos de construção, criando uma avaliação quantitativa dos impactos ambientais com foco nos equipamentos e materiais de construção. Jang *et al.* (2018) apresentaram um índice de desenvolvimento sustentável para avaliar tecnologias de construções verdes. Shen *et al.* (2005) desenvolveram um método de pontuação para medir o desempenho ambiental das construtoras e incorporadoras e determinar quais fatores afetam sua eficiência. Babalola *et al.* (2019) evidenciaram que as práticas de construção enxuta implementadas na indústria da construção civil eram principalmente ferramentas de gestão que buscavam abordar custo e tempo (questões econômicas) e melhorar a qualidade dos projetos imobiliários e satisfação do usuário final (questões sociais), mas muito pouco ambientalmente relevantes.

Observa-se, nas pesquisas, a recorrente tentativa dos autores em otimizar os processos produtivos e aprimorar as metodologias e técnicas de gestão no âmbito da construção civil, surgindo também o termo construção enxuta, devido a uma necessidade do mercado na busca por maior eficiência nos seus projetos e visando a sustentabilidade de seus produtos.

### 3.2 Estudos anteriores sobre perdas de materiais na construção

As perdas de materiais nos canteiros de obras podem ocorrer por diversos motivos: erros na estocagem, falta de planejamento, mão de obra sem qualificação, dentre outros comuns a maioria das obras. Assim, é de extrema importância a realização de pesquisas que busquem soluções para reduzi-las. A seguir serão apresentados os trabalhos relacionados às propostas de desenvolvimento ligadas aos aspectos de perdas de materiais em obras, em que foi possível perceber a ligação com os conceitos de produtividade e eficiência nos processos.

As perdas podem ser categorizadas como evitáveis e inevitáveis, sendo o termo desperdício relacionado apenas às ocorrências evitáveis (SOIBELMAN, 1993). Caldera, Desha e Dawes (2018) relataram que as perdas podem aumentar o custo total do projeto em mais de 10% e, portanto, reduzi-las tornou-se uma estratégia crucial para a melhoria do desempenho da construção.

Bajjou, Chafi e Ennadi (2018) descrevem a construção enxuta como uma forma inovadora de gerenciar projetos de construção com o objetivo de minimizar as perdas e, ao mesmo tempo, agregar o máximo valor ao cliente. Bajjou e Chafi (2019) determinaram os cinco fatores mais frequentes para a ocorrência perdas em obras: (1) atrasos no início da atividade, (2) retrabalhos, (3) mão de obra não qualificada, (4) demora na aprovação de processos, e (5) espera devido às atividades predecessoras não concluídas.

Para a redução das perdas em geral na construção é recomendado promover algumas ações no planejamento da obra, como um treinamento específico para conscientização da mão de obra. Este treinamento pode ser realizado por meio de palestras, cursos, de conscientização não apenas do impacto financeiro, como também dos danos ao meio ambiente (DE BRITO; MENDES, 2017).

Um projeto de construção irá inevitavelmente gerar perdas, retrabalho, excesso de processamento e atraso ao longo dos processos de construção. Observa-se a ocorrência da

necessidade de reparos, quebra de equipamentos, material danificado, necessidades de esclarecimento e trabalho interrupções como causa dos resíduos gerados no local. Esses resíduos de construção irão influenciar o lucro do empreiteiro e o desempenho do projeto. Um contratante deve realizar um trabalho de monitoramento da mão de obra e ter uma adequada programação de manutenção de cada um de seus equipamentos. O contratante deve manter um ambiente excelente e comunicar-se bem com suas equipes de consultores para evitar a ocorrência de desperdícios (MARHANI *et al.*, 2018). Ainda em Marhani *et al.* (2018), foram elaborados questionários e aplicados em especialistas do setor que apresentaram as ferramentas mais apropriadas para melhor desempenho e eficiência dos projetos, sendo elas: reuniões diárias dos problemas, trabalho em equipe e uso do 5S (Classificação, Ordem, Limpeza, Padronização, Disciplina).

Nos trabalhos levantados foi possível observar a correlação que os autores fazem entre a redução de perdas de materiais com a eficiência dos projetos e processos, busca por melhoria da produtividade e por ferramentas de otimização e de gestão, além de serem associadas também ao termo de *Lean Construction* (Construção Enxuta).

## 4 MÉTODO DE PESQUISA

Para cumprir o objetivo do estudo se adotou a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) como estratégia de pesquisa, é definida como uma descrição detalhada das etapas executadas para selecionar, digitalizar e analisar a literatura, visando reduzir vieses e aumentar transparência (COOK *et al.*, 1997). A RBS habilita o autor para cobrir a literatura de uma forma sistemática e mais abrangente dos assuntos levantados. Para Green (2005), um sistema de revisão temática é uma abordagem de pesquisa científica importante que pode ser usado para avaliar, resumir e comunicar as descobertas e publicações de grande quantidade de publicações de pesquisa em um determinado tema.

A RBS sobre sustentabilidade e redução de perdas de materiais na indústria da construção civil foi baseada no método quantitativo empregado por Seuring e Müller (2008), constituído em quatro etapas: (1) coleta, (2) análise descritiva, (3) seleção das categorias e (4) avaliação do material. Esse procedimento permite a replicabilidade para identificar, selecionar e avaliar artigos na literatura sobre o tema das pesquisas realizadas.

Em todas as bases de artigos se utilizou o mesmo método de busca, inicialmente abrangendo todo o período de publicação e posteriormente restringindo-se a busca considerando os últimos cinco anos anteriores a 2022, ou seja, entre 2017 e 2021. Em paralelo, foram utilizados quatro grupos de *strings* de busca, devidamente adaptada para cada base, julgados como essenciais ao tema proposto: o primeiro foi relacionado ao setor de construção ("*construction*" or "*building*"); o segundo referente ao meio ambiente e sustentabilidade ("*environment*" or "*sustainability*"); o terceiro relativo à redução de perdas de materiais ("*material and losses*") e o quarto relativo a resíduos ("*waste*"). As combinações de busca considerando estes grupos de *strings* estão apresentadas no Quadro 1.

A primeira base de artigos utilizada foi a Engineering Village, em que foram aplicados os filtros já citados retornando os seguintes resultados: 321 artigos para todo o período (mais antigo 1991) e 61 artigos para o período especificado. A segunda base utilizada foi a *Scopus*, em que foram aplicados os filtros já citados, obtendo-se 102 artigos para todo o período (mais antigo

1989) e 31 artigos para o período especificado. Posteriormente foi feita uma busca na base *Web of Science*, retornando seguintes resultados: 26 artigos para todo o período (mais antigo 2006) e 13 artigos para o período especificado. Se aplicou o mesmo filtro para a base de artigos *Scielo*, retornando os seguintes resultados: 45 artigos para todo o período (mais antigo 2010) e 31 artigos para o período especificado. O Quadro 1, apresentado a seguir, apresenta o resumo do procedimento realizado com as respectivas bases e *strings* utilizadas.

Quadro 1: Quantidade de artigos encontrados em cada base e suas respectivas formatações de *strings* e período analisado

| Base                       | Combinação de <i>Strings</i> de pesquisa  | Resultado  | Período     |
|----------------------------|---|------------|-------------|
| <b>Engineering Village</b> | <i>(construction OR building) AND (material AND losses) AND (environment OR sustainability)</i> | 321        | 1991 – 2021 |
|                            |   | 61         | 2017 - 2021 |
| <b>Scopus</b>              | <i>(construction OR building) AND (material AND losses) AND (environment OR sustainability)</i> | 102        | 1989 – 2021 |
|                            |   | 31         | 2017 - 2021 |
| <b>Web of Science</b>      | <i>(construction OR building) AND (material AND losses) AND (environment OR sustainability)</i> | 26         | 2006 - 2021 |
|                            |   | 13         | 2017 - 2021 |
| <b>Scielo</b>              | <i>(construction OR building) AND (waste) AND (environment OR sustainability)</i>               | 45         | 2010 - 2021 |
|                            |   | 31         | 2017 - 2021 |
| <b>Total</b>               |   | <b>136</b> |             |

Fonte: Os autores.

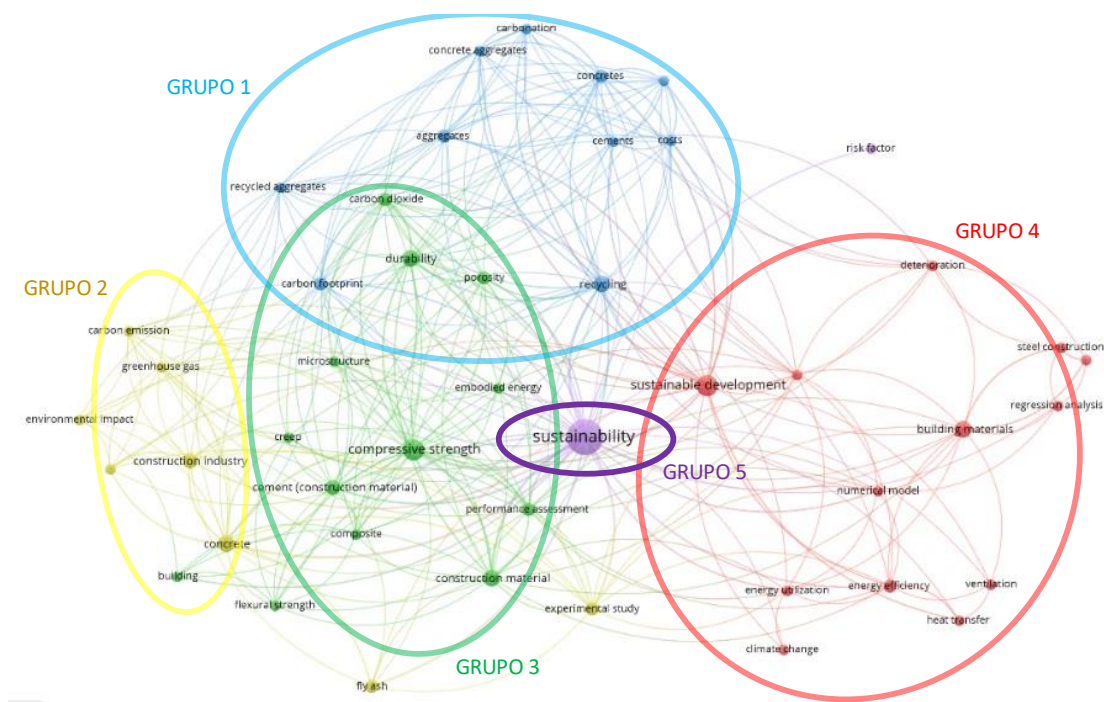
Os arquivos selecionados foram exportados das bases citadas e inseridos em programas de análise. Posteriormente à avaliação dos artigos, se realizou a meta-análise utilizando os *softwares* VOSviewer e StArt (desenvolvido e fornecido pela instituição UFSCar), contendo as informações das pesquisas levantadas considerando os autores, os títulos e as palavras-chave dos 136 documentos. Com o StArt foi possível organizar os manuscritos em três etapas: planejamento, execução e publicação (FABBRI *et al.*, 2016). Assim, foram produzidos os mapas de dados, nos quais o tamanho do círculo identifica a relevância do item e as linhas correspondem a ligação entre os elementos analisados (ECK; WALTMAN, 2017).

Ao final é apresentado um levantamento contendo as principais indagações relativas à sustentabilidade usados no setor da construção civil encontrada nos artigos da revisão, principalmente direcionados à aplicabilidade no canteiro de obras.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta a coocorrência das palavras-chave mais empregadas nos documentos selecionados. Cada nó representa uma palavra-chave e seu tamanho representa a frequência. As linhas retratam a ligação entre elas quanto ao seu emprego simultâneo em um documento e as cores são baseadas nos padrões de coocorrência.

Figura 1—Análise de coocorrência de palavras-chave organizadas por grupos



Fonte: Os autores.

Foram identificados cinco grupos maiores em que as palavras-chave aparecem e, analisando-se a média de aparição, compreende-se que o grupo 1 volta-se às pesquisas ligadas à área de tecnologias de reciclagem e aproveitamento de agregados do concreto. O grupo 2 tende a pesquisas realizadas para o desenvolvimento sustentável da indústria de construção. No grupo 3 percebe-se a tendência de avaliar as tecnologias de durabilidade e performance dos materiais empregados na construção. Nota-se que os grupos 1 e 3 se mesclam e se relacionam entre suas temáticas. O grupo 4 aponta pesquisas voltadas para o projeto e desenvolvimento sustentável da construção. Por fim, o grupo 5, que diz respeito ao tema principal (sustentabilidade) está correlacionado com todos os outros grupos.

Na Figura 2 tem-se a representação do mapa de análise temporal das palavras-chave, em que as cores representam a média dos anos de publicação com maior ocorrência das expressões.

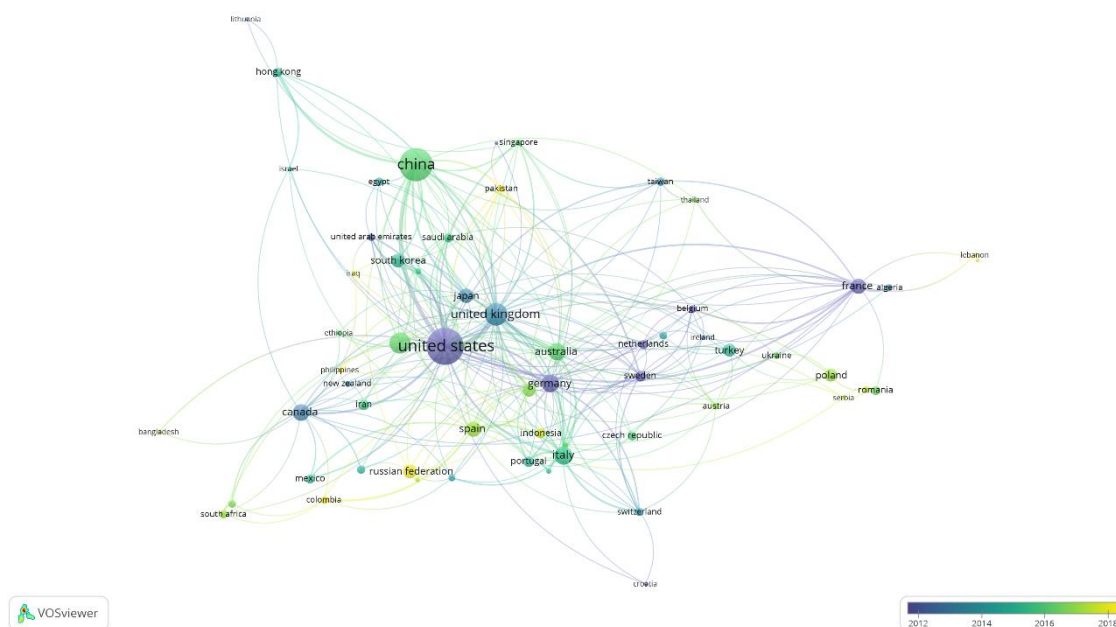
Verifica-se que as pesquisas estão concentradas em um período de 2018 até 2020. Também é possível notar que as pesquisas mais antigas estão, em sua maioria, concentradas no grupo 1, voltados para qualidade do concreto e agregados e mais distantes do tema foco deste artigo de sustentabilidade na construção civil. Os estudos mais recentes se distribuem no grupo 3, demonstrando um aumento da investigação da durabilidade e performance dos materiais de construção. Nota-se também que os termos mais empregados são relacionados ao desenvolvimento sustentável da construção civil, evidenciando uma preocupação em tornar a construção civil menos agressiva ao meio ambiente.





A seguir, é apresentada, na Figura 4, uma análise das citações entre os países ao longo dos anos, com a mesma representação descrita anteriormente. Estão incluídos 144 países com pelo menos um artigo citado e 56 países com citações interligadas.

Figura 4—Análise temporal de citação entre países



Fonte: Os autores.

Pode-se notar que os Estados Unidos é país com maior número de publicações e citações, seguido pela China e Reino Unido. Observa-se também que Estados Unidos, Alemanha e França possuem a média mais antiga de documentos. Os países com publicações mais recentes são Colômbia, Rússia e Indonésia.

A rede bibliométrica apresentada evidencia um crescente interesse de países em diferentes níveis de desenvolvimento em pesquisar sistemas e ferramentas de sustentabilidade em construções. Da mesma maneira, infere-se que estão em desenvolvimento e necessitam racionalizar recursos para um crescimento sustentável.

Dentre as pesquisas mais relevantes levantadas, foi possível selecionar as principais oportunidades de pesquisas sugeridas pelos autores. Essas sugestões de pesquisa foram organizadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Sugestões de Pesquisa de acordo com autores identificados

| Artigo                          | Sugestões de pesquisa   |
|---------------------------------|---|
| <b>Bajjou e Chafi (2019)</b>    | “Desenvolver um sistema crítico com o objetivo de ajudar os gerentes de engenharia a melhorar o desempenho geral dos projetos através da redução dos principais fatores de desperdício.”  |
| <b>Abadia e Carvalho (2018)</b> | “Entre os temas de maior destaque foram identificadas como lacunas de pesquisas e tendências a gestão de stakeholders (todos que estão interessados direta ou indiretamente em um projeto) e aspectos de habilidades e conhecimentos para adaptação do gestor de projetos a projetos sustentáveis.”   |
| <b>Morioka et al. (2018)</b>    | “Futuros estudos são necessários para compreender as razões que levam à falta de SMDS (sistemas de mensuração de desempenho de sustentabilidade) mais estratégicos e multidimensionais. Há ainda pouca evidência empírica das consequências da implantação de um sistema de medição e dos seus resultados ao longo do tempo.”<br>“Novas oportunidades de pesquisa podem ser encontradas na exploração de SMDS como uma ferramenta para traduzir e implantar a estratégia corporativa, incentivar o alinhamento estratégico e, por fim, promover as vantagens competitivas das empresas alinhadas à sustentabilidade corporativa.”<br>“Estudos futuros relacionados com SMDS podem ser focados na consolidação de soluções de gestão para implantar ferramentas de controle que apoiem a implantação da sustentabilidade corporativa em toda a organização.” |
| <b>Lira e Martins (2021)</b>    | “Como sugestão para futuras pesquisas, estudos dirigidos à qualificação de profissionais da educação com foco na sustentabilidade podem ser bastante representativos para o cenário atual, incluindo todos os níveis organizacionais, considerando a participação da liderança e dos diferentes stakeholders, e que possa contribuir com aspectos conceituais e metodológicos.”   |

Fonte: Os autores.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram identificadas, categorizadas e analisadas as diferentes linhas de pesquisa relacionadas à “Sustentabilidade” e “Perdas de materiais” na indústria da construção civil, por meio de uma revisão bibliográfica sistemática nas principais bases de dados internacionais. Os resultados indicaram que os estudos nessa área são divididos em cinco grupos, sendo o principal o de sustentabilidade, seguido de reciclagem, impactos da indústria de construção, tecnologias dos materiais e desenvolvimento sustentável. Também foram identificados vários termos em comum entre os artigos encontrados, como práticas de gestão e de planejamento de obras, que afetam diretamente na sustentabilidade e redução de desperdícios nas obras.

Observou-se que a maioria dos trabalhos abordando os temas sustentabilidade e perdas de materiais está concentrada nos Estados Unidos e China e alguns países da Europa, porém outros países também tem publicações relacionadas a estes temas em conjunto. Em contrapartida, não se identificou trabalhos oriundos de autores sediados em países da América do Sul.

Constata-se também um crescimento de publicações nesse assunto devido ao interesse do mercado em buscar por eficiência no setor. Estudos futuros devem focar na consolidação de soluções de gestão para apoiar a implantação da sustentabilidade corporativa em toda a organização, bem como na qualificação de profissionais da educação com foco na sustentabilidade. Por fim, entende-se que ainda existem lacunas a serem exploradas nas áreas de construção civil sustentável e eficiente, direcionada no aprimoramento das técnicas de gestão de planejamento das edificações.

## 7 Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## 8 Referências

ABADIA, L. G.; CARVALHO, M. M. **Sustentabilidade na literatura de Gestão de Projetos: temas centrais, tendências e lacunas.** GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 14, nº 4, out-dez/2018, p. 52-75. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v13i4.1971>.

APANAVICIENE, R., DAUGELIENE, A., BALTRAMONAITIS, T., MALIENE, V., 2015. **Sustainability aspects of real estate development: Lithuanian case study of sports and entertainment arenas.** Sustainability 7, 6497e6522. DOI: <https://doi.org/10.3390/su7066497>.

ARASHPOUR, M., WAKEFIELD, R., BLISMAS, N., LEE, E.. Analysis of disruptions caused by construction field rework on productivity in residential projects. **Journal of Construction Engineering and Management** , v. 140, n. 2, pág. 04013053, 2014.

ARDITI, D.; MOCHTAR, K. Trends in productivity improvement in the US construction industry. **Construction Management & Economics**, v. 18, n. 1, p. 15-27, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 14004.** Rio de Janeiro. 45 p. 2005.

BABALOLA, O.; IBEM, E. O.; EZEMA, I. C. **Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review.** Building and Environment, v. 148, p. 34-43, Jan. 2019.

BAJJOU, M. S., CHAFI, A., & ENNADI, A. (2018e). **Development of a conceptual framework of lean construction principles: An input-output model.** Journal of Advanced Manufacturing Systems, 18(1), 1–34. DOI: <https://doi.org/10.1142/S021968671950001X>.

BAJJOU, M.S.; CHAFI, A. (2019). **Identifying and Managing Critical Waste Factors for Lean Construction Projects.** Engineering Management Journal, DOI: <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1656479>.

BARBIERI, J. C. 2007. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos (2ª ed.).** São Paulo: Saraiva.

BORJA, L.C.A., CESAR, S.F., CUNHA, R.D.A., KIPERSTOK, A., 2018. **A quantitative method for prediction of environmental aspects in construction sites of residential buildings.** Sustainability 10, 1e38. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10061870>.

CALDERA, H. T. S., DESHA, C.; & DAWES, L. (2018). **Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review.** Journal of Cleaner Production, Elsevier Ltd, 167, 1546–1565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.126>.

CHEN, Z., LI, H., WONG, C.T.C., 2005. **Environal Planning: analytic network process model for environmentally conscious construction planning.** J. Construct. Eng. Manag. 131, 92e101. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:1\(92\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:1(92)).

COOK, D.J.; MULROW, C.D.; HAYNES, R.B. **Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions.** Annals of Internal Medicine, v.126, n.5, pp.376-380, 1997.

DALLASEGA, P., RAUCH, E., FROSOLINI, M.. **A lean approach for real-time planning and monitoring in engineer-to-Order construction projects,** Buildings 38 (8) (2018) 1–22.

DE BRITO, JEAN FLÁVIO FERREIRA; MENDES, SANTIAGO SILVA. **Desperdícios e perdas de materias na construção civil.** Trabalho de conclusão de curso – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017.

DIXIT, S., PANDEY, AK., MANDAL, SN., BANSAL, S.. A study of enabling factors affecting construction productivity: Indian scnerio. *Int J Civ Eng Technol* 2017;8:6.

ECK, N.J. VAN; WALTMAN, L., 2017. **VOSviewer Manual**. Disponível em: <[https://www.vosviewer.com/documentation/Manual\\_VOSviewer\\_1.6.6.pdf](https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.6.pdf)>.

EOM, C.S.J., PAEK, J.H., 2009. **Risk index model for minimizing environmental disputes in construction**. J. Construct. Eng. Manag. 135, 34e41. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2009\)135:1\(34\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:1(34)).

FABBRI, S., SILVA, C., HERNANDES, E., OCTAVIANO, F., THOMMAZO, A.D., BELGAMO, A., 2016. **Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process**. In: Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. ACM Press, pp. 1–5.

FIRMAWAN, F., OTHMAN, F., YAHYA, K., HARON, Z., 2016. **The green construction site index (GCSI): a quantitative tool used to assess an ongoing project to meet the green construction concept**. Int. J. Technol. 4, 530e543. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v7i4.2660>, 2016.

GANGOLELLS, M., CASALS, M., FORCADA, N., FUERTES, A., ROCA, X., 2013. **Model for enhancing integrated identification, assessment, and operational control of onsite environmental impacts and health and safety risks in construction firms**. J. Construct. Eng. Manag. 139, 138e147. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000579](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000579).

GANGOLELLS, M., CASALS, M., GASSO, S., FORCADA, N., ROCA, X., FUERTES, A., 2011. **Assessing concerns of interested parties when predicting the significance of environmental impacts related to the construction process of residential buildings**. Build. Environ. 46, 1023e1037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.11.004>.

GREEN, S. **Systematic reviews and meta-analysis**. Singapore Med J. 2005;46(6):270-3; quiz 274.

HASSAN, O.A.B., 2016. **An integrated approach to assessing the sustainability of buildings**. J. Eng. Des. Technol. 14, 835e850. <https://doi.org/10.1108/JEDT-12-2014-0077>. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 21929, 2011. INTERNATIONAL STANDARD **Sustainability in Building Construction - Sustainability Indicators**.

ISO 15392, 2008. **Sustainability in Building Construction d General Principles**. General principles Geneva, Switzerland, 2008. p. 20.

KRAJANGSRI, T.; PONGPENG, . **Effect of Sustainable Infrastructure Assessments on Construction Project Success Using Structural Equation Modeling**. Journal of Management in Engineering, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 04016056, 2017

JANG, W., LEE, S.K., HAN, S.H., 2018. **Sustainable performance index for assessing the green technologies in urban infrastructure projects**. J. Manag. Eng. 34, 1e10. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000582](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000582)

LI, X., ZHU, Y., ZHANG, Z., 2010. **An LCA-based environmental impact assessment model for construction processes**. Build. Environ. 45, 766e775. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.010>.

LIRA, J. OL.; MARTINS, M. F. **Competências de sustentabilidade nas universidades: revisão sistemática da literatura**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , [S. l.] , v. 10, n. 13, pág. e444101321430, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21430>.

MARHANI, M.A.; AHMAD BARI, N.A.; AHMAD K.; JAAPAR, A.; 2018, **The Implementation of Lean Construction Tools: Findings from a Qualitative Study**. Chemical Engineering Transactions, 63, 295-300.

MORIOKA, S. N., IRITANI, D. R., OMETTO, A. R., & CARVALHO, M. M. D. (2018). **Revisão sistemática da literatura sobre medição de desempenho de sustentabilidade corporativa: uma discussão sobre contribuições e lacunas**. Gestão & Produção [online]. 2018, v. 25, n. 2 [Acessado 11 Novembro 2021] , pp. 284-303. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-530X2720-18>.

NAMINI, S.B., SHAKOURI, M., TAHMASEBI, M.M., PREECE, C.N., 2014. **Managerial sustainability assessment tool for Iran ' s buildings**. Engineering Sustainability 167, 12e23. <https://doi.org/10.1680/ensu.12.00041>.

NUNES, JM; LONGO, OC; ALCOFORADO, LF; PINTO, GO. **O setor da construção civil no Brasil e a atual crise econômica.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.] , v. 9, n. 9, pág. e393997274, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7274>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7274>. Acesso em: 3 nov. 2021.

PAVNASKAR, S.J., GERSHENSON, J.K., JAMBEKAR, A.B.. **Classification scheme for Lean manufacturing tools**, Int. J. Prod. Res. 41 (13) (2003) 3075–3090.

RUIZ, M.C., FERNANDEZ, I., 2009. **Environmental assessment in construction using a spatial decision support system.** Autom. ConStruct. 18, 1135e1143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.005>.

SÁNCHEZ CORDERO, A.; GÓMEZ MELGAR, S.; & ANDÚJAR MÁRQUEZ, J. M. (2019). **Green Building Rating Systems and the New Framework Level(s): A Critical Review of Sustainability Certification within Europe.** Energies, 13(1), 66. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13010066>.

SEURING, S.; MÜLLER, M., 2008. **From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management.** J. Clean. Prod. 16, 1699-1710. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>.

SHEN, L.Y., LU, W.S., YAO, H., WU, D.H., 2005. **A computer-based scoring method for measuring the environmental performance of construction activities.** Autom. ConStruct. 14, 297e309. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.08.017>

SOIBELMAN, Lucio. **As perdas de materiais na construção de edificações: Sua incidência e seu controle.** Dissertação. 1993. (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. Disponível em: . Acesso em: 17 de out. 2021

TAM, V.W.Y., TAM, C.M., ZENG, S.X., CHAN, K.K., 2006. **Environmental performance measurement indicators in construction.** Build. Environ. 41, 164e173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.01.009>.

ZHANG, X., WU, Y., SHEN, L., SKITMORE, M., 2014. **A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects.** Int. J. Proj. Manag. 32, 66e76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.01.009>.