

**DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES**

**FABIANA SANTOS DE JESUS
KAILANE SANTIAGO DOS SANTOS**

**GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL
SOB A ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR**

**SALVADOR
2023**

**FABIANA SANTOS DE JESUS
KAILANE SANTIAGO DOS SANTOS**

**GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL
SOB A ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal da Bahia - Campus Salvador, como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Edificações.

Orientadora: Prof^ª. MSc. Luanne Bastos de Britto Barbosa.

SALVADOR

2023

**FABIANA SANTOS DE JESUS
KAILANE SANTIAGO DOS SANTOS**

**GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL
SOB A ÓTICA DA ECONOMIA CIRCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal da Bahia - Campus Salvador, como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Edificações. Trabalho orientado pela Profª. MSc. Luanne Bastos de Britto Barbosa.
Salvador, 06 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Profª. MSc. Luanne Bastos de Britto Barbosa
Departamento de Construção Civil - Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profª. MSc. Juliane Santos Souza
Departamento de Construção Civil - Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Engº Darlan Souza Duarte Júnior
Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia (UFBA)

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus que nos deu a benção e determinação para finalizar mais uma conquista mesmo ela sendo árdua.

Expressar nossa gratidão a nossa professora que participou desta orientação, Luane, por embarcar nesse processo de construção e acreditar no nosso trabalho. Um agradecimento de coração às pessoas que nos acolheram durante o processo.

Kailane Santiago:

Quero agradecer imensamente aos meus pais, Antônio e Marisa, pelo apoio e compreensão nessa caminhada árdua durante 5 anos. Muito obrigada por tudo que fizeram e fazem por mim, sem vocês não estaria realizando esta conquista.

Expressar minha gratidão ao meu companheiro Robson, por ter sido meu apoio e incentivo no processo desse trabalho, essa conquista também é sua. Quero agradecer aos meus amigos, Caíque, Gabriel, Isabela, Laisa, Lorrana e Marina, que me acompanharam e foram minha fonte de apoio nesse processo, essa conquista também é de vocês. E de todo meu coração, expressar minha gratidão a minha parceira de TCC, Fabiana, sem ela nada estaria tão perfeito, você me acompanhou diariamente e aceitou realizar esse trabalho. “Você é brilhante”. Sucesso, Fabiana.

Fabiana Santos:

Agradeço aos meus pais, por terem acreditado que eu iria conseguir completar essa jornada apesar da rotina turbulenta que foi para poder estudar e adquirir o grau técnico. Agradeço também a todos que conheci e as amigadas que fiz neste período que foi tão importante e marcante na minha vida.

Agradeço também à minha parceira de TCC, Kailane por ter topado construir esse trabalho depois de tantas rejeições, seu futuro será brilhante e continue sendo essa pessoa maravilhosa e carismática que você é.

"O destino não é inevitável, mas uma questão de escolha" - Paulo Roberto.

JESUS, Fabiana Santos de; SANTOS, Kailane Santiago dos. **GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: Panorama da produção científica no Brasil sob a ótica da economia circular**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – Campus Salvador. Salvador, 2023.

RESUMO

Na atualidade, o crescente volume de resíduos sólidos vem sendo uma problemática mundial. A construção civil tem se preocupado cada vez mais em implementar sistemas de gestão que visem reduzir, reciclar ou reutilizar os resíduos sólidos gerados durante seu processo produtivo. Com o intuito de trazer uma discussão acerca da aplicação da economia circular no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, foi realizada uma análise bibliométrica e cientométrica, utilizando como referências, estudos publicados a partir de 2010 até novembro de 2023. Foi possível perceber que o Brasil se destaca em estudos sobre alternativas circulares no gerenciamento de resíduos, seja através do uso de materiais alternativos ou com a implementação de tecnologias como a IoT nesse processo. O principal núcleo de estudos sobre o assunto é a região sudeste do país, destacando-se a Universidade de São Paulo no número de publicações realizadas, tem-se como principais ferramentas utilizadas a avaliação do ciclo de vida dos resíduos, a implementação de sistemas reversos e a implementação de sistemas *lean*. Porém a falta de profissionais que conhecem esses sistemas, o alto custo inicial e a deficiência na disseminação das normativas, tornam-se barreiras que dificultam a transição de um sistema linear para um circular.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos. Economia Circular. Construção Civil. Meio Ambiente. Brasil.

JESUS, Fabiana Santos de; SANTOS, Kailane Santiago dos. **CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT: Overview of scientific production in Brazil from the perspective of the circular economy.** 2023. Course Completion Work (Building Technician) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia (IFBA) – Salvador Campus. Salvador, 2023.

ABSTRACT

Currently, the growing volume of solid waste has been a global problem. Civil construction has become increasingly concerned with implementing management systems that aim to reduce, recycle or reuse solid waste generated during its production process. In order to bring a discussion about the application of the circular economy in the management of solid waste from civil construction, a bibliometric and scientometric analysis was carried out, using as references, studies published from 2010 until November 2023. It was possible to notice that the Brazil stands out in studies on circular alternatives in waste management, whether through the use of alternative materials or the implementation of technologies such as IoT in this process. The main center of studies on the subject is the southeast region of the country, with the University of São Paulo standing out in the number of publications carried out, the main tools used are the assessment of the life cycle of waste, the implementation of reverse systems and the implementation of lean systems. However, the lack of professionals who know these systems, the high initial cost and the deficiency in the dissemination of regulations, become barriers that make the transition from a linear to a circular system difficult.

Keywords: Solid Waste Management. Circular Economy. Construction. Environment. Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Procedimentos metodológicos da primeira parte

Figura 2: String de pesquisa.

Figura 3: Procedimentos metodológicos da segunda parte.

Figura 5: Coleta de RCD pelo Brasil.

Figura 6: Quantidade de RCD coletado em 2021.

Figura 7: Etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos.

Figura 8: Classificação dos resíduos sólidos da construção civil.

Figura 9: RCC gerado por classe em 2019.

Figura 10: Destinação final do RCC em 2019.

Figura 11: Evolução das legislações sobre o assunto.

Figura 12: Estados com disposição final adequada de Resíduos sólidos (2019)

Figura 13: Modelo de gestão de resíduos

Figura 14: Ciclo aberto.

Figura 15: Ciclo fechado.

Figura 16: Publicações por ano (2010 - 2023)

Figura 17: Número de publicações por país (2010 - 2023)

Figura 18: Publicações por afiliação (2010 - 2023)

Figura 19: Publicações por autor no Scopus (2010 - 2023)

Figura 20: Publicações por autor no Web of Science (2010 – 2023).

Figura 21: Publicações por região (2010 – 2023)

Figura 22: Palavras chaves mais citadas no Scopus.

Figura 23: Palavras chaves mais citadas por período no Scopus.

Figura 24: Autores mais citados em coocorrência no Scopus.

Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

Figura 25: Relevâncias dos autores em coocorrência no Scopus.

Figura 26: Palavras chaves mais citadas no Web of Science.

Figura 27: Palavras chaves mais citadas por período no Web of Science.

Figura 28: Autores mais citados no Web of Science.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de RCD coletado em 2010.

Tabela 2: Resultado da avaliação

Tabela 3: Sistemas de logística reversa implantados.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultado da avaliação

Quadro 2: Sistemas de logística reversa implantados.

Quadro 3: Artigos com participações da população, instituições e poder público

Quadro 4: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Scopus. Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

Quadro 5: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Web of Science, parte 1.

Quadro 6: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Web of Science, parte 2.

Quadro 7: Artigos com aplicações práticas de sistemas circulares, reversos e enxutos na construção civil.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
ONU	Organização das Nações Unidas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
CNI	Confederação Nacional da Indústria
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
PIB	Produto Interno Bruto
IoT	Internet of Things

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVO GERAL	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
3. GERAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3.1. LEGISLAÇÃO DO BRASIL	21
3.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	24
3.2.1 Economia Circular	26
3.2.2 Logística Reversa	29
3.2.3 Lean Construction	30
4. PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL	32
4.1 CIENTOMETRIA: SCOPUS	36
4.2 CIENTOMETRIA: WEB OF SCIENCE	41
4.3 ECONOMIA CIRCULAR, LOGÍSTICA REVERSA E LEAN CONSTRUCTION APLICADAS À GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	45
5. CONCLUSÃO	47
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma participante ativa da economia do Brasil, representando cerca de 2,9% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022. Em contrapartida, é uma das principais geradoras de resíduos sólidos do país. Nas últimas décadas, tem-se observado uma crescente preocupação com temas relacionados ao meio ambiente e a sustentabilidade, principalmente nessa indústria, cujos principais produtos são oriundos de matérias-primas brutas naturais (ABRELPE, 2022).

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), cerca de 44 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil (RCC) foram coletados em 2019, sendo apenas 10% destinados à reciclagem (SINIR, 2019)

Devido ao alto crescimento de geração de RCC nos últimos anos, mesmo com legislações e normas vigentes, visualiza-se a necessidade de minimizar os impactos ocasionados pela indústria da construção civil. Desta forma, observa-se a carência da implantação de um sistema que maximize a utilização dos materiais, onde seja feito um controle desde a extração.

De acordo com RODRIGUES (2023), a economia circular é um sistema que tem por objetivo incentivar o uso mais consciente dos insumos, através de modelos que otimizem os processos de fabricação, priorizando materiais duráveis, recicláveis e renováveis.

Dessa forma, ao abranger na gestão de resíduos da construção civil à ótica da economia circular, pretende-se não apenas apresentar uma visão abrangente do estado atual do conhecimento no Brasil, como também uma análise das contribuições para a tomada de decisões estratégicas que promovam a sustentabilidade e a eficiência ambiental no setor da construção civil.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os resíduos da construção civil ocupam, anualmente, grandes áreas e a utilização inadequada desses resíduos causa diversos impactos negativos para o meio ambiente. No Brasil, um país marcado por grande desenvolvimento urbano, a geração de resíduos representa-se como um enorme desafio, requerendo assim disseminação de inovações e estudos sustentáveis para diminuir os impactos.

Na tentativa de reverter a atual situação, uma alternativa interessante é referente aos estudos sobre sistemas com ciclos reversos. Uma dessas abordagens sustentáveis é a economia circular, pautada na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais, que se inicia no gerador.

Por ser um conceito novo na indústria brasileira, poucos profissionais utilizam em suas rotinas de trabalho no país. Esta pesquisa tem como proposta principal apresentar um panorama da produção científica nacional sobre a gestão de resíduos da construção civil, sob o cenário da economia circular. O objetivo é mapear os principais autores e universidades que publicam sobre o assunto, as principais abordagens, avanços e desafios enfrentados no contexto brasileiro, promovendo uma análise das estratégias adotadas no descarte de resíduos.

No entanto, ao abordar a economia circular como perspectiva central, esta pesquisa objetiva compreender os desafios enfrentados na gestão de resíduos da construção civil no Brasil, analisar alternativas que promovam a redução do desperdício, a reutilização de materiais e a efetiva integração dos princípios da economia circular nos processos construtivos.

1.2 OBJETIVO GERAL

- Realizar uma revisão da literatura acerca do gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil, identificando seus instrumentos normativos e a aplicação da economia circular no processo de gerenciamento, bem como identificar contribuições significativas da pesquisa científica para o avanço de práticas sustentáveis no setor.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar instrumentos normativos para o gerenciamento de resíduos sólidos.
- Conhecer e analisar os princípios da economia circular na gestão de resíduos sólidos no Brasil.
- Apresentar uma análise bibliométrica e cientométrica da produção científica sobre gestão de resíduos e economia circular no Brasil.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão bibliográfica, segundo GIL (1987), consiste em um trabalho exploratório, elaborado a partir de materiais presentes na literatura, com o intuito de conhecer sobre um determinado tema, analisando as discussões e contribuições de outros autores para o trabalho a ser realizado.

Enquanto isso, a bibliometria e a cientometria buscam mensurar os aspectos quantitativos de disseminação, progresso e produção científica de um tema estudado (MACIAS-CHAPULA, 1998 apud RIBEIRO, 2018; SILVA; BIANCHI, 2001).

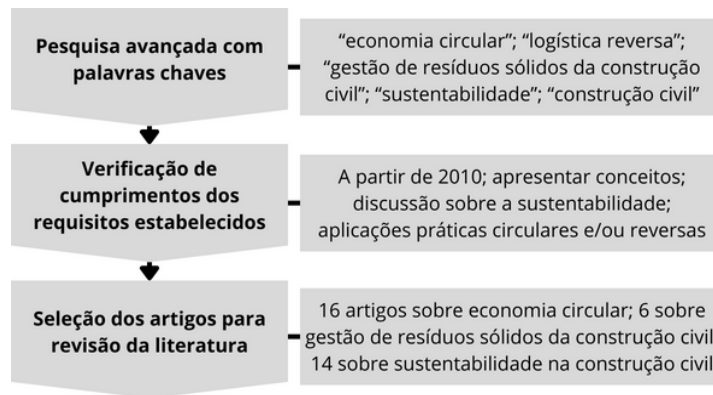
Desta forma, a obtenção de dados foi subdividida em duas etapas: panorama de legislação e normas técnicas brasileiras e a segunda, uma análise bibliográfica e cientométrica da produção científica no Brasil a partir de 2010 até novembro de 2023, sobre a gestão de resíduos sólidos da construção civil através de sistemas circulares e reversos.

Na primeira etapa do trabalho (Figura 1), utilizou-se plataformas de divulgação de produções científicas como o Portal de Periódicos CAPES e o Scientific Electronic Library Online (SCIELO), selecionou-se trabalhos e artigos, a partir das palavras-chave "Economia Circular", "Logística Reversa", "Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil", "Sustentabilidade" e "Construção Civil".

A partir destas palavras selecionou-se 36 trabalhos, atendendo requisitos como: apresentar conceitos e mecanismos da economia circular, apresentar uma discussão sobre a sustentabilidade e demonstrar aplicações de práticas circulares ou reversas na construção civil, bem como dois livros que retratavam sobre a economia circular e sobre boas práticas sustentáveis na construção civil.

Na segunda etapa, para a coleta de dados para a análise bibliométrica e cientométrica, foram utilizadas duas bases de dados: o Scopus e o Web of Science.

Figura 1: Procedimentos metodológicos da primeira parte



Fonte: das autoras, 2023.

Para a seleção dos dados, utilizou-se uma *string* de pesquisa avançada de título (Figura 2 e Figura 3), baseada em palavras chaves e seus sinônimos como: *civil construction*, *circular economy*, *construction solid waste* e *solid waste management*, bem como os operadores booleanos *AND*, *OR* e *AND NOT*.

Figura 2: String de pesquisa.

```
"civil construction" OR "construction solid waste" OR "construction and
demolition solid waste" OR "recycled waste construction" AND
"management of Construction Waste" OR "construction solid waste
management" OR "waste management" OR "solid waste management" OR
"circular economy" OR "Lean Manufacturing" OR "lean construction" OR
"Environmental indicators" OR "reverse logistics" AND NOT microbial OR
banana
```

Fonte: das autoras, 2023.

Com base na *string* aplicada, foi retornado um total de 126 documentos no Scopus e 18.623 no Web of Science. Utilizou-se filtros para que a amostra de dados seja compatível com o objetivo da pesquisa. Dessa forma, delimitou-se o intervalo de publicação para 2010 a 2023, o país de origem do trabalho seja o Brasil e o tipo de publicação classificado como artigos de jornais/revistas (*journals*).

Após a aplicação dos critérios, a amostra final foi de 57 e 706 para as bases Scopus e Web of Science, respectivamente.

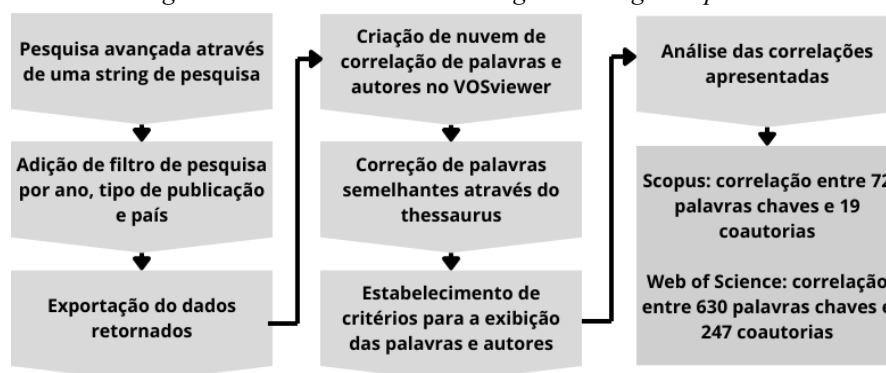
Feito isso, gerou-se um arquivo com extensão CVC e um em TXT, onde continha as informações sobre as publicações, com o intuito de criar mapas bibliográficos de coocorrência através do programa VOSviewer. As imagens foram geradas a partir das correlações entre

palavras-chave e autores, corrigindo as palavras semelhantes através da criação de um dicionário de sinônimos (*thesaurus*).

Para o mapeamento de correlações entre palavras-chaves, configurou-se como restrição a ocorrência mínima das palavras em dois documentos, gerando dois mapas com um total de 72 e 630 palavras chaves do Scopus e do Web of Science, respectivamente.

No mapeamento por coautoria, criou-se como critério a publicação de pelo menos um material e ter sido citado pelo menos três vezes em outras produções, aplicando o mesmo mecanismo de correção, reduzindo ao final à 19 e 247 relações de coautoria.

Figura 3: Procedimentos metodológicos da segunda parte.



Fonte: das autoras, 2023.

3. GERAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, um dos maiores desafios enfrentados na indústria da construção civil é gerenciar o grande volume de resíduos sólidos gerados a cada empreendimento. No Brasil, após a publicação da Lei 12.305/2010, foi instituído a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Após 12 anos, foi vetado o Decreto nº 10.936/2022, regulamentando a política nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo o Plano Nacional de Logística Reversa, integrado ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) e o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) (MMA, 2022).

Segundo a PNRS, são considerados resíduos de construção civil, os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, os quais são de responsabilidade do gerador dos mesmos (BRASIL, 2010).

Conforme o panorama publicado em 2010 pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), os municípios realizaram a coleta de cerca de 99.354 t/dia de resíduos da construção civil e demolição (RCD) neste período (Figura 4).

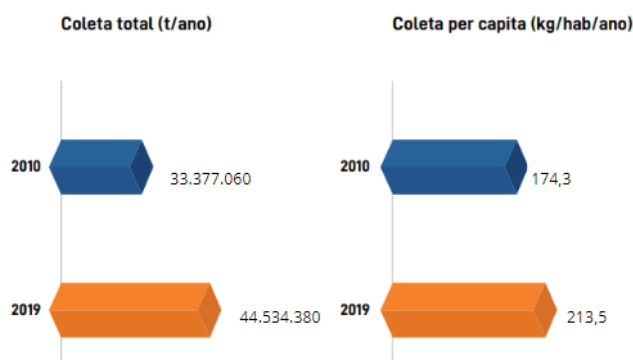
Figura 4: Quantidade de RCD coletado em 2010.

Região	2009	2010		
	RCD Coletado (t/dia)/ Índice (Kg/hab/dia)	População Urbana (hab)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (Kg/habitante/dia)
Norte	3.405 / 0,297	11.663.184	3.514	0,301
Nordeste	15.663 / 0,412	38.816.895	17.995	0,464
Centro-Oeste	10.997 / 0,918	12.479.872	11.525	0,923
Sudeste	46.990 / 0,632	74.661.877	51.582	0,691
Sul	14.389 / 0,630	23.257.880	14.738	0,634
BRASIL	91.444 / 0,576	160.879.708	99.354	0,618

Fonte: ABRELPE, 2010.

Em 2010, no Brasil, foram registrados 33 milhões de toneladas de RCD coletados, já em 2019, coletou-se 44,5 milhões de toneladas. Com isso, houve um aumento de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante durante um ano (ABRELPE, 2020).

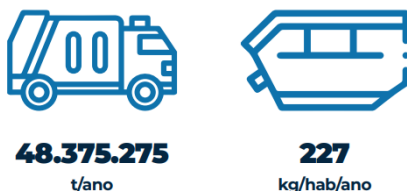
Figura 5: Coleta de RCD pelo Brasil.



Fonte: Adaptado de ABRELPE, 2020.

No período entre 2019 e 2021, o volume de resíduos coletados anualmente ainda é crescente, havendo um aumento de mais de 4 milhões de toneladas coletadas por ano, havendo um equivalente de 227 kg/hab/ano (Figura 6).

Figura 6: Quantidade de RCD coletado em 2021.



Fonte: ABRELPE, 2022.

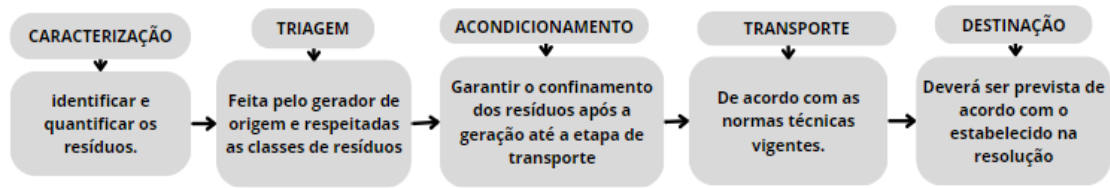
LUCHEZZI (2019, p. 101) aponta que “[...] os resíduos sólidos gerados pela sociedade urbana se tornaram uma problemática de difícil solução para os governos e municípios”. KINOSHITA et al. (2023) complementam que os impactos causados pela construção civil em sua maioria estão associados à falta de gestão de RCC, que vão desde o mal uso do material ao descarte inadequado.

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em sua resolução nº 307/2002, o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) é um sistema de gerenciamento de resíduos cujo objetivo é reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos sólidos. O PGRS é um documento que trata acerca do processo em que há a realização da coleta, reutilização, reaproveitamento, tratamento, reciclagem e a disposição final adequada dos resíduos sólidos.

Ainda de acordo com essa Resolução, os geradores "são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos[...]" e os transportadores "as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação" (CONAMA, 2002).

Essa Resolução (CONAMA, 2002) ainda reitera que os resíduos sólidos da construção civil, devem ser encaminhados para áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos. E para a criação do PGRS, a Resolução ressalta o mínimo de cinco etapas a serem estabelecidas, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7: Etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos.



Fonte: CONAMA, 2002, art. 9.

Os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes, sendo: classe A, classe B, classe C e classe D, conforme apresentado na Figura 8.

De acordo com SILVA (2015, p. 69), “o manejo dos resíduos sólidos e a limpeza urbana devem centrar-se no atendimento às dimensões ecológica, ambiental, cultural, demográfica, social, institucional, política, econômica, legal e ética”.

Figura 8: Classificação dos resíduos sólidos da construção civil.



Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/residuos-solidos-oriundos>. Acesso em: 14 de out. de 2023.

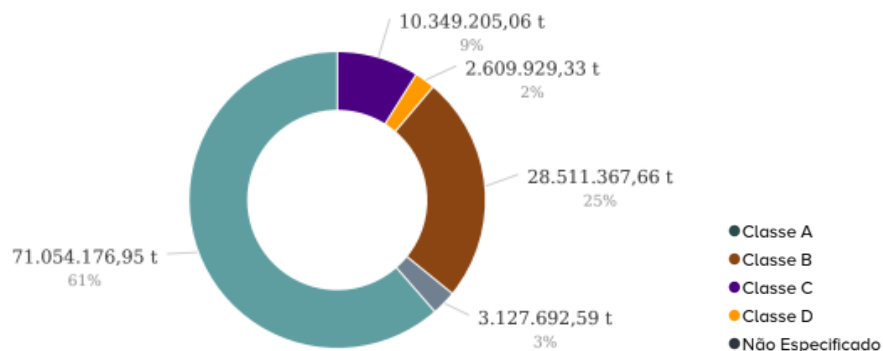
Conforme mencionado pelo autor, percebe-se a necessidade de um maior desenvolvimento na gestão pública envolvida, de forma a facilitar o descarte adequado dos resíduos, ainda carente SILVA (2015, p. 69).

As opções de reciclagem para os resíduos sólidos atualmente são pouco executadas, realidade corroborada ao observar que atualmente menos de 2% dos resíduos sólidos gerados no Brasil são reciclados. Para que essa realidade mude, as empresas devem estar cientes das metas e objetivos estabelecidos pelo Decreto Nº 11.043/2022, que estabelece o atual plano nacional, assim como devem ser estabelecidos limites temporais obrigatórios para o cumprimento das mesmas, a fim de gerar resultado no prazo estabelecido.

Atualmente no Brasil, segundo o relatório publicado pelo Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) em 2019, 3.127.692,59 t dos resíduos da construção civil gerados são de classe A, 28.511.367,66 t de classe B, 10.349.205,06 t de classe C, 2.609.929,33 t de classe D e 71.054.176,95 t não são categorizados (Figura 9).

Segundo dados do SINIR (2019), apenas 10% é destinado a reciclagem, 33% destinados a aterros sanitários, 35% a aterros de inertes e 22% não foram especificados (Figura 10).

Figura 9: RCC gerado por classe em 2019.

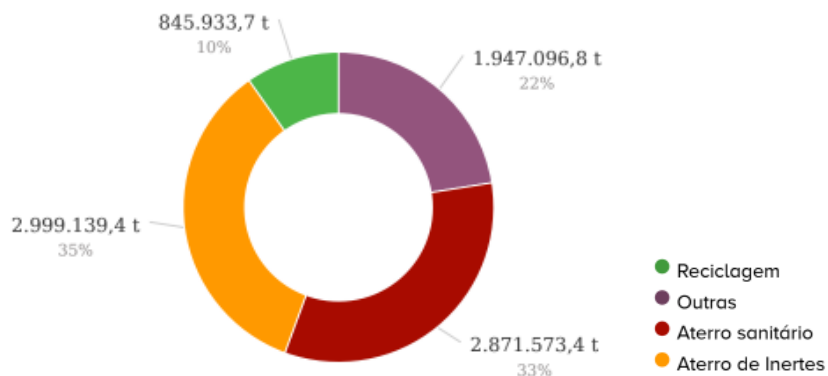


Fonte: SINIR, 2019.

O PGRS prevê que a reciclagem de resíduos da construção civil deve aumentar para 25% nos próximos 20 anos, assim como a erradicação de lixões, encaminhando esses resíduos para reciclagem e reutilização, sendo a última instância o depósito em aterros sanitários.

Houve avanços, apesar disso, medidas devem ser tomadas a fim de aumentar o percentual de resíduos reciclados, reutilizados e reconicionados no Brasil, e para que isso ocorra as empresas, organizações e profissionais devem ser conscientizados sobre os procedimentos corretos para a realização desse gerenciamento.

Figura 10: Destinação final do RCC em 2019.



Fonte: SINIR, 2019.

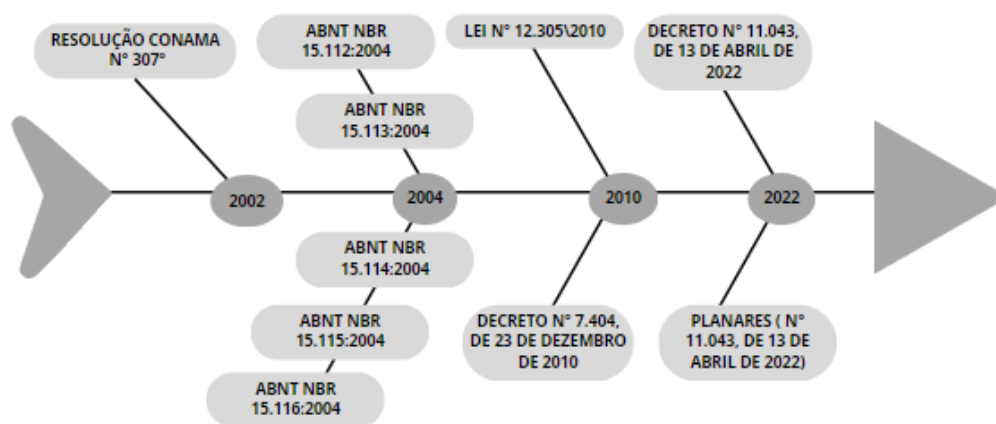
3.1. LEGISLAÇÃO DO BRASIL

Devido às repercussões relacionadas ao meio ambiente, os países precisavam começar a se adequar às novas tendências mundiais, seja através de normas, decretos ou leis em âmbito local, nacional e mundial, ou em investimentos em tecnologias e pesquisas que visem o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a primeira ação governamental que impactou diretamente a construção civil, foi tomada em 5 de julho de 2002, com a publicação da Resolução CONAMA nº 307, a qual "estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de dos resíduos sólidos da construção civil" (CONAMA, 2002).

Como consequência da publicação da Resolução Conama, uma série de normas foram estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros de resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos inertes (Figura 11).

Figura 11: Evolução das legislações sobre o assunto.



Fonte: das autoras, 2023.

Segundo COSENTINO e BORGES (2016, p. 379), "mudanças significativas vêm sendo implantadas na construção civil, principalmente no que tange às leis e normas" e essas mudanças são um dos principais motivadores das mudanças sustentáveis dentro da indústria da construção civil.

Em 2 de agosto de 2010, foi instituída a Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecendo diretrizes para a criação de um plano integrado de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

No entanto, a baixa eficiência dessas políticas se dá pela falta de ação por parte dos órgãos públicos que obrigue as empresas a se adequarem, levando a um atraso no cumprimento dessas políticas. Os geradores devem responsabilizar-se pela correta destinação do RCD, aplicando sistemas de gerenciamento que visem reduzir, reutilizar ou reciclar os mesmos (BRASIL, 2010).

Como relatado por ALVES et al. (2014), o descarte de resíduos no Brasil ainda é inadequado, em contrapartida, tem-se aumentado o conhecimento e ações para solucionar esse problema.

Há a necessidade tanto dos órgãos públicos quanto da população dialogarem entre si para o devido estabelecimento de planos de gestão de RCC nos municípios. Tendo este plano estabelecido, poderão ser traçadas rotas estratégicas que viabilizem o adequado descarte e destinação dos resíduos gerados (ALVES et al., 2014).

Feito isso, haverá então um fluxo mais estável da disposição de resíduos para sistemas de reutilização, reciclagem e reintegração no ciclo produtivo. Na literatura, está claro a importância da gestão de RCC, evitando consequências como a disseminação de doenças, alagamentos, desmatamento, contaminação e assoreamentos devido à má disposição dos mesmos (ALVES et al. 2014).

Como está exposto no Decreto nº 11.043/2022 acerca do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), “[...] é importante estimular que a produção, a distribuição e o consumo sejam repensados, incentivando, quando viável, modelos que não resultem, ou pelo menos reduzam a geração de resíduos” (MMA, 2022, p. 16).

Ao reutilizar, reciclar ou reintegrar os resíduos sólidos gerados, passamos a reintegrá-los na cadeia de valor, de forma que haja a geração de novas fontes de renda e trabalho, bem como contribuir para a sustentabilidade do meio ambiente. ALVES et al. (2014, p. 133) reforçam que "os resíduos gerados deviam ter como destinação prioritária a reutilização (reprocesso), seguida da reciclagem [...]".

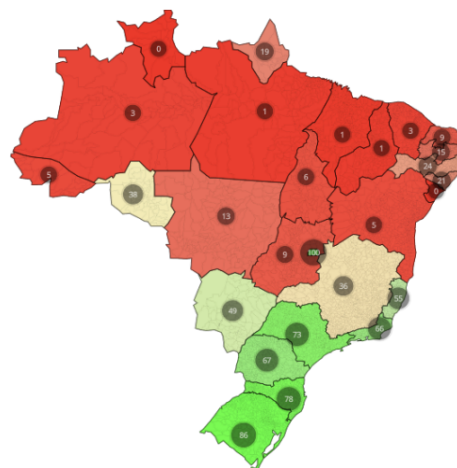
Após a publicação do Decreto nº 11.043/2022, estabelecendo também o SINIR, que regulamenta os planos de resíduos sólidos estaduais, microrregionais, de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, intermunicipais e municipais deverão estar em conformidade com o PLANARES (BRASIL, 2022).

O PLANARES foi um marco importante para o cumprimento da Agenda 2030, plano que estabelece metas a serem alcançadas a fim de promover o desenvolvimento sustentável, em especial no quesito produção e consumo sustentáveis, principalmente na tomada de ações e medidas para cumprir as metas de gestão sustentável, uso eficiente dos recursos naturais e no manejo ambientalmente correto dos resíduos.

Segundo dados do SINIR (2019), no período de 2015 a 2019, pode-se observar algumas mudanças em relação a destinação, recuperação e disposição final dos resíduos da construção civil, no entanto, apesar das mudanças ocorridas, percebe-se uma dificuldade em gerenciar os resíduos devido ao seu aumento gradativo ao decorrer dos anos.

Em contrapartida, poucos são os estados com locais com disposição adequada de resíduos sólidos, como pode ser observado na Figura 12, onde as áreas mais avermelhadas são aqueles com disposição inadequada e as mais próximas do verde com disposição adequada.

Figura 12: Estados com disposição final adequada de Resíduos sólidos (2019)



Fonte: SINIR, 2019.

Este é um problema de caráter público e social, logo, é uma problemática de preocupação global, o ser humano nunca impactou tanto negativamente o meio ambiente quanto atualmente e fica evidente ainda a falta de conscientização por parte das pessoas envolvidas na existência de mecanismos que podem ser utilizados para que este problema venha a ser minimizado.

Desta forma, o estabelecimento de diretrizes e estratégias que podem ser tomadas pelo PLANARES surge como uma forma de reafirmar a necessidade do estabelecimento de rotas circulares e claras para os geradores de resíduos.

Por isso, o PLANARES estabelece algumas diretrizes para auxiliar essa destinação, algumas aplicáveis na construção civil que podemos citar, quanto a destinação correta são:

1. Desenvolver capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento do RCC;
2. Orientar os setores público e privado na construção de áreas de destinação final adequada de RCC;
3. Incentivar os municípios a adotarem definições para grandes geradores de RCC, visando facilitar a sua identificação e a fiscalização para o cumprimento de suas responsabilidades.

E em relação ao aumento da reciclagem do RCC:

1. Incentivar o uso de RCC ou de material reciclado a partir de RCC em obras públicas e privadas financiadas com recursos públicos;
2. Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem de RCC;
3. Criar instrumentos econômicos e disponibilizar linhas de financiamento para aquisição de equipamentos e sistemas voltados à redução da geração e ao aproveitamento de RCC.

O PLANARES define apenas uma meta a ser alcançada até o ano de 2040 para a gestão de RCC, aumentar a reciclagem dos resíduos da construção civil e reciclar 25% do RCC gerado até 2040.

3.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), o desenvolvimento sustentável é aquele que "não esgota os recursos para o futuro", conceito estabelecido em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, na Suécia. Com o fim da Segunda Guerra Mundial e o aumento do movimento ambientalista, o mundo percebeu pela primeira vez as consequências do consumo desenfreado.

Com a finalização da Conferência, devido a necessidade de “inspirar e guiar a melhoria do ambiente humano” (ONU, 2020), foi publicado um Manifesto Ambiental com a declaração de 19 princípios, o que seria a base para as futuras agendas ambientais.

Na construção civil, em 1976, essa problemática foi trazida para dentro do setor com a primeira conferência pautada na construção sustentável, denominada Habitat I. Evento proposto pela ONU por conta da expressão de inquietude por parte das nações, referente às condições dos assentamentos humanos dos países em desenvolvimento (ONU, 2020).

Em 2021, mais de 48 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil (RCC) foram coletados, havendo uma diminuição de apenas 2,9% em relação ao período anterior, sendo o nordeste responsável por mais de 9 mil toneladas. Cerca de 11 anos depois, pouco mudou, destes resíduos cerca de 10% são reciclados, sendo 52% descartados de forma inadequada, agravando a poluição causada pelo setor (ABRELPE, 2022; SINIR, 2019).

"Devido a uma gestão ruim dos RCD, a construção civil representa aproximadamente 50% de todo o resíduo gerado no Brasil" (ABRELPE, p. 9). Este é um cenário que deve ser mudado e somente após alcançado pode-se ter então, um avanço no desenvolvimento de práticas sustentáveis em escala nacional.

LUCHEZZI (2019, p. 37) pontua que para ocorrer a diminuição dos impactos ambientais causados pela construção civil, as ações corretivas devem ser ecologicamente corretas, economicamente viável, socialmente justa e ser culturalmente aceita".

Uma medida que deve vir a ser implementada é, por exemplo, mecanismos que utilizam do conceito de logística reversa, conceito que visa a implementação dos resíduos sólidos gerados dentro dos canteiros, de forma que possam ser revalorizados ou reaproveitados em novos produtos.

Segundo MARVILA et al (2021), a produção de cerâmicas e cimento é responsável por emissão de valores consideráveis de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂)

A substituição da cal hidratada por resíduos de argila e mármore recolhidos em indústrias de pedras ornamentais, apresenta a economia circular dentro da fabricação das cerâmicas, apresentando ganhos financeiros e redução nos impactos ambientais MARVILA et al, (2021).

“As empresas ao usarem resíduos reciclados podem: reduzir o consumo de recursos naturais não renováveis, [reduzindo] áreas necessárias para aterro" (LUCHEZZI, 2019, p. 144).

Assim, os empreendimentos passam a agregar o conceito de desenvolvimento sustentável, passando a contribuir para a redução do desequilíbrio ecológico atual, causado pelo alto consumo de recursos.

3.2.1 Economia Circular

A economia circular, é um modelo alternativo de gestão para que seja alcançada a coexistência saudável entre o meio ambiente e a economia, promovendo um sistema em que os recursos e os seus subprodutos sejam revalorizados dentro da cadeia produtiva. (FERREIRA apud BORCHIVER; TAVARES, 2022).

Esse conceito passou a ser amplamente discutidos a partir de 2015, com a publicação de um documento pela *University of Science and Technology Beijing* (China) intitulado “*Designing a multi-echelon reverse logistics operation and network: a case study of office paper in Beijing*”.

De acordo com RODRIGUES (2023), a economia circular é uma abordagem holística de gerenciamento de recursos, que visa maximizar o valor dos produtos, materiais e recursos, enquanto minimiza o desperdício e a poluição.

Comumente utilizado no contexto empresarial, a economia circular é um mecanismo que visa o controle de ciclos produtivos que vão desde a extração ou obtenção das matérias-primas, até seu descarte. Ela surge como um mecanismo que visa contornar a problemática relacionada ao esgotamento dos recursos naturais e o desperdício nos processos de execução, consequência do pensamento de "usar e jogar fora" do sistema linear (RODRIGUES, 2023). O autor ainda relata que a economia circular utiliza de um conjunto de estratégias baseadas em quatro princípios: pensar, preservar, produzir e participar (RODRIGUES, 2023).

Segundo MAURRICI apud TIMM, MACIEL e PASSUELLO (2023), o modelo circular de Ecodesign (ED), que mantém o valor dos produtos e isento de resíduos, pode ser uma estratégia para diminuir os impactos no ambiente construído.

Após as análises resultou-se que se os designers devem avaliar o desempenho dos edifícios através da avaliação de ciclo de vida, com a proposta de ajudar os usuários a compreender os desafios ambientais de todo o ciclo de vida, identificando os pontos críticos e a resolução pela economia circular (MAURRICI apud TIMM; MACIEL; PASSUELLO 2023).

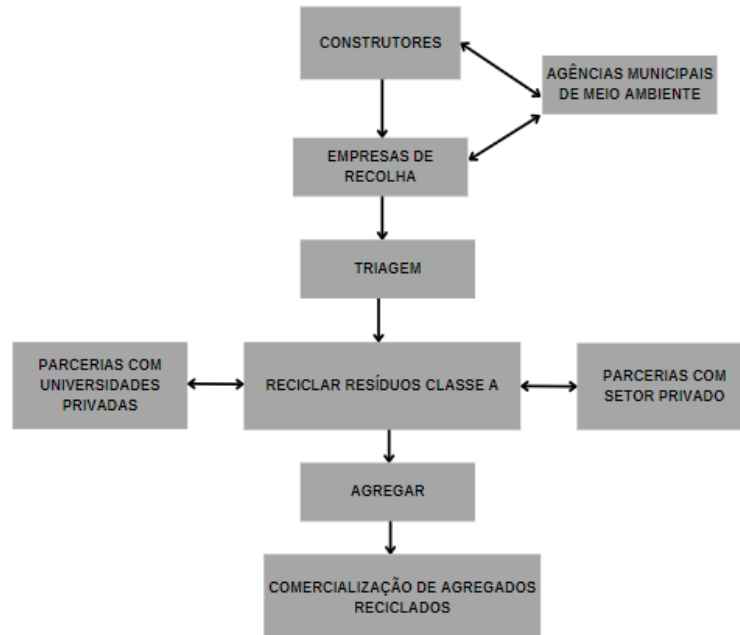
Atualmente, no Brasil, observa-se as primeiras iniciativas da implantação de sistemas de gestão circulares em empreendimentos da construção civil, seja através da adoção de materiais reconicionados, reciclados ou reutilizados.

A construção civil, por ser uma indústria ainda muito manual, é lenta na efetiva implantação de novos sistemas e tecnologias, porém, observa-se as mudanças bem sucedidas nos últimos anos.

SILVA et al. (2022) apresentam um estudo para um modelo de gestão de resíduos sólidos na construção civil baseado na reciclagem e reaproveitamento de agregados. De acordo com os autores, a utilização de reciclagem para o resíduos com o método híbrido composto por Fuzzy TOPSIS e Entropia de Shannon, sendo testado em um caso no Sul do Brasil para demonstrar evidências.

O estudo contou com a participação dos entes públicos como universidades, centro de pesquisas e empresas privadas no desenvolvimento ambiental, econômico e social e a integração tecnológica, representada na Figura 13.

Figura 13: Modelo de gestão de resíduos



Fonte: adaptado de SILVA et al, 2022.

Com uma análise multicritério para avaliar o melhor modelo de gestão de RCC da classe A, de acordo com a resolução CONAMA nº 307. Conforme SILVA (2022), para analisar as

alternativas e os critérios, o engenheiro responsável pela gestão ambiental da região foi questionado sobre o nível de importância de cada alternativa, levando em consideração os critérios previamente definidos, utilizando escalas linguísticas para avaliar números triangulares difusos.

Assim, o Quadro 1 apresenta a avaliação dada pelo entrevistado, utilizando as escalas de avaliação expressas de 1 a 10 conforme o nível de importância.

Quadro 1: Resultado da avaliação

Alternativas	Custo de produção	Preço de vendas	Tempo de produção	Diversidade de uso	Quantidade	Armazenar	Transporte
Terreno Industrial	(1;3;5)	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)
Pó de pedra	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)
Granito	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)
Cascalho 0	(1;3;5)	(7;9;9)	(3;5;7)	(7;9;9)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)
Cascalho 1	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(7;9;9)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)
Cascalho 2	(1;3;5)	(5;7;9)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)	(5;7;9)
Rachadura	(1;3;5)	(3;5;7)	(3;5;7)	(3;5;7)	(3;5;7)	(5;7;9)	(5;7;9)
Peso	(7;9;9)	(5;7;9)	(3;5;7)	(7;9;9)	(7;9;9)	(5;7;9)	(3;5;7)

Fonte: Adaptado de SILVA et al, 2022.

Dentro da economia circular, tem-se alguns modelos, designs e ciclos que nos ajudam a categorizá-la e implementá-la de acordo com as necessidades do empreendimento ou do setor no qual será aplicado. Os principais ciclos podem ser categorizados como ciclos de design aberto ou fechado, sendo a principal diferença entre ambos os designs, o fato de retornar diretamente ou não para o consumidor inicial. No design de ciclo aberto, segundo COELHO (2023), “[...] os resíduos são coletados e direcionados [...], a fim de serem reintroduzidos na cadeia produtiva” (Figura 14).

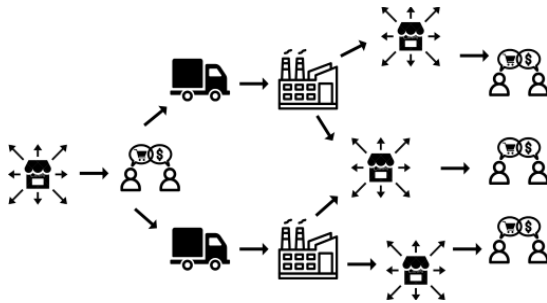
O autor também relata que nesse design, há uma ausência de vínculo entre o produtor e o consumidor, de forma que o resíduo gerado seja encaminhado para um sistema de gestão mais amplo. Ele pode ser observado em um estudo realizado por TESKE et al. (2015), onde resíduos de gesso e de materiais plásticos à base de polietileno tereftalato (PET), são utilizados como matérias prima para a produção de telhas ecológicas.

No ciclo fechado (Figura 15), os resíduos gerados são reciclados ou recuperados, a fim de serem reintegrados no ciclo produtivo, voltando para o consumidor inicial (COELHO, 2023).

Um exemplo deste ciclo é citado por FILHO et al. (2017), onde ocorre a reutilização dos resíduos gerados dentro do próprio canteiro, em especial aqueles de classe A, seja para a

realização de re-aterros ou na substituição em composições cimentícias, como a argamassa, após serem reprocessados.

Figura 14: Ciclo aberto.



Fonte: Adaptado de Coelho (2023).

Figura 15: Ciclo fechado.



Fonte: Adaptado de Coelho (2023).

3.2.2 Logística Reversa

Na construção civil, a logística reversa vem sendo vista como uma poderosa ferramenta de gestão de resíduos sólidos, visto sua "[...] agregação de valor em termos de produção limpa e sustentável e ecoeficiência" (PEIXOTO et al., 2019, p. 12).

As empresas e profissionais devem buscar melhorias de gerenciamento de resíduos dentro da cadeia produtiva da construção civil, sendo a logística reversa uma ferramenta propícia para esse gerenciamento mais eficiente. Para que isso seja possível é preciso realizar uma análise do ciclo de vida dos materiais utilizados, para que então seja proposto formas de reutilizar e/ou reciclar os mesmos (MATOS, ALENCAR, 2019).

Segundo LEITE (2009 apud SCHAMNE, 2016), a logística reversa é parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de forma eficiente e eficaz o fluxo direto e reverso e o estoque de bens, serviços e informações entre o ponto de origem e o ponto de consumo com o propósito de atender aos requisitos dos clientes.

Nesse sistema é valorizado o retorno dos produtos da destinação final para o ciclo de negócios, ou para disposição final adequada (LEITE, 2009 apud SCHAMNE, 2016).

Após o estabelecimento da lei que rege a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a lei 12.305/2010, percebe-se um crescimento na implementação de sistema circulares e reversos

nas mais diversas indústrias, principalmente em materiais como baterias, resíduos de embalagem, eletrônicos, pneus, entre outros (Quadro 2) (SINIR, 2019).

Quadro 2: Sistemas de logística reversa implantados.

Sistemas de logística reversa implementadas (2019)	
Sistema	Quantidade de Municípios atendidos (2019)
Baterias chumbo Ácido	4456
Defensivos agrícolas, seus resíduos e embalagens	221
Eletroeletrônicos e seus componentes	70
Embalagens de aço	36
Embalagens em geral	277
Embalagens plásticas de Óleo lubrificante	4310
Lâmpadas fluorescentes	429
Óleo lubrificante usado ou contaminado	4249
Pilhas e Baterias	560
Pneus inservíveis	1

Fonte: adaptado de SINIR (2019).

Nos últimos anos, percebeu-se o aumento na frequência de artigos (Quadro 3), dentre outras publicações empresariais e acadêmicas, visando a transição do sistema linear de consumo para um circular. Segundo BORSCHIVER e TAVARES (2022), essa transição apenas pode ser possível através de esforços de todas as partes envolvidas, sendo elas a população, as instituições e o poder público.

A procura por sistemas que diminuam o desperdício de recursos e um meio de descarte adequado para os resíduos gerados é crescente, no entanto o alto custo inicial para a aplicação de alguns destes sistemas vêm sendo uma barreira na atualidade.

3.2.3 Lean Construction

A metodologia *Lean* vem ganhando popularidade nos últimos anos tanto em questões de aplicabilidade prática quanto estudos acadêmicos, apesar de ser um termo popularmente discutido no final do século XX e início do século XXI.

De acordo com PEDRÃO (2014), o princípio básico da metodologia *Lean* é utilizar o que tem disponível, da melhor forma possível, conseguindo os melhores resultados e diminuindo os desperdícios.

A aplicação do *Lean* está sendo amplamente discutida na construção civil atualmente. O *Lean Construction*, se trata de uma filosofia "criada com o intuito de promover na construção civil a produção com qualidade, reduzindo ao mínimo possível os custos e desperdícios no processo" (SEBRAE, 2016). No entanto, para que este conceito seja implementado de forma plena em canteiros de obras, é necessário que as empresas interessadas disponham de tempo para esse planejamento prévio.

Quadro 3: Artigos com participações da população, instituições e poder público

Autor	Artigo	Ano
Emmel Silva A, Ribas Moraes J, Machado E	Proposta de práticas voltadas à produção mais limpa, ecodesign e reverso logística	2015
Silva Santos M., Penteado Marchesini M	Logística reversa para destinação ambientalmente sustentável de resíduos de construção e demolição (RCD)	2018
Schamne A, Nagalli A	Avaliação do potencial de aplicação dos preceitos da logística reversa de resíduos sólidos ao setor da construção civil em Curitiba, Paraná	2018
Mattos Nascimento D, Alencastro V, Goncalves Quelhas	Explorando tecnologias da Indústria 4.0 para permitir práticas de economia circular em um contexto de manufatura Uma proposta de modelo de negócios	2019
Hammes G., De Souza E., Taboada Rodriguez C. et al.	Avaliação do desempenho da logística reversa na construção civil	2020
De Oliveira U, Neto L, Abreu P, et al.	Gestão de riscos aplicada à logística reversa de resíduos sólidos	2021
Silva D, Schaefer J. Baierle I, et al.	Proposition of the waste management model	2022

Fonte: das autoras, 2023.

RODEGHERI e BAPTISTA (2020) apresentaram a análise da maturidade para desempenho da implantação do *Lean Construction* em pequenas e médias empresas brasileiras da construção. De acordo com o mesmo, a implantação deste sistema deve ocorrer de acordo com a cultura das empresas, sendo o baixo nível de iniciativas e conhecimento sobre o assunto o principal empecilho para a implementação nessas empresas.

De acordo com seus princípios, a empresa ou empreendimento que utilizar a ferramenta, deve promover mudanças na corporação produtiva e administrativa, sendo um dos modelos mais utilizados os 5 S's: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*. Os 5 S's, funcionam como um ciclo contínuo de planejamento, ação e correção, que se renovam a cada ciclo, encontrando e aprimorando os erros cometidos, aprimorando sua eficiência.

No *seiketsu* (higiene e saúde) e *shitsuke* (disciplina), enfim são analisados se após os processos anteriores serem realizados, foram garantidos padrões de qualidade, segurança e comprometimento, fechando o ciclo, revisando e eliminando etapas desnecessárias e que prejudicaram a execução do procedimento (QUEIROZ et al. 2022).

Logo, é preciso planejar (*plan*) de forma completa, aplicar o planejado (*do*), checar (*check*) se o que foi proposto foi feito corretamente e por fim agir (*act*) em cima dos erros a fim de corrigi-los, fechando o chamado ciclo PDCA: *plan, do, check e act*.

De acordo com MANO, COSTA LIMA et al. (2021), a literatura apresenta muitas barreiras para que as empresas possam diagnosticar as dificuldades que enfrentarão para aplicar o *Lean Construction*. Após uma pesquisa realizada com 135 gestores que atuam na construção civil no país, o autor através do software SPSS, concluiu-se que existem sete fatores como barreiras para implementação, são:

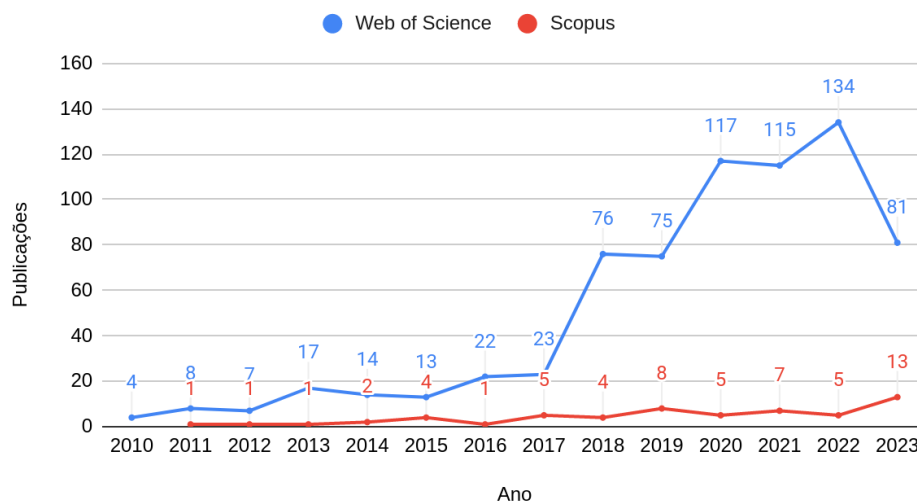
1. Grau de cooperação entre as equipes de trabalho;
2. Utilização de sistema adequado de medição de desempenho;
3. Ocorrência de atrasos no trabalho;
4. Nível de participação dos envolvidos na construção das decisões
5. Grau de abertura da liderança;
6. Posicionamento diante de novidades
7. Problemas no fluxo de informações.

4. PANORAMA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

No período entre 2010 a novembro de 2023, pode ser notado um aumento crescente no número de publicações científicas em ambos banco de dados sobre a gestão de resíduos sólidos da construção civil, destacando-se o Web of Science com 134 publicações em 2022. Percebe-se que uma tendência semelhante ocorre no Scopus, porém em menor escala, tendo seu maior número em 2023, totalizando 18 publicações científicas (Figura 16).

Este aumento se dá principalmente devido ao intenso contexto de preocupação ambiental na última década, período marcado pelo aumento dos desastres naturais, conscientização e ativismo ambiental e o estabelecimento de acordos internacionais como o Acordo de Paris e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável em 2015.

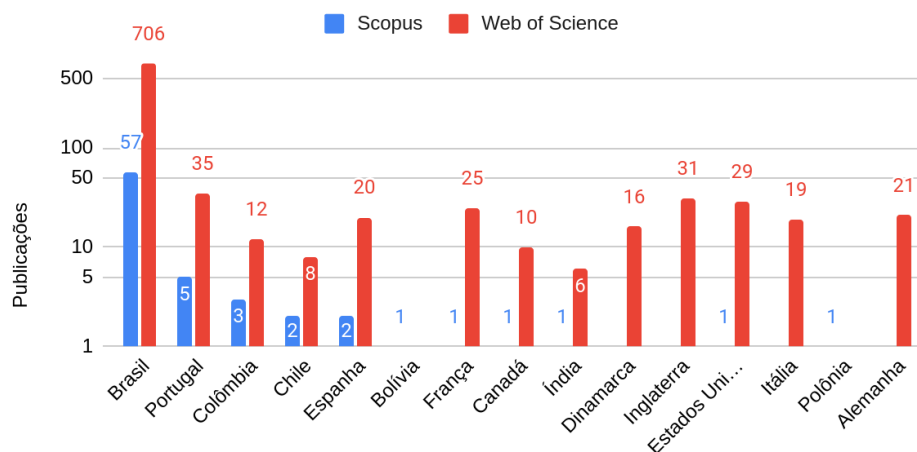
Figura 16: Publicações por ano (2010 - 2023)



Fonte: adaptado de Scopus e Web of Science, 2023.

Quando analisados os países que mais publicaram sobre os assuntos (Figura 17), o Brasil aparece como principal fonte destas publicações, seguido por Portugal, Colômbia e Espanha em ambas as plataformas, havendo ainda um número significativo de publicações de outros países como a Inglaterra, Estados Unidos, Alemanha e França.

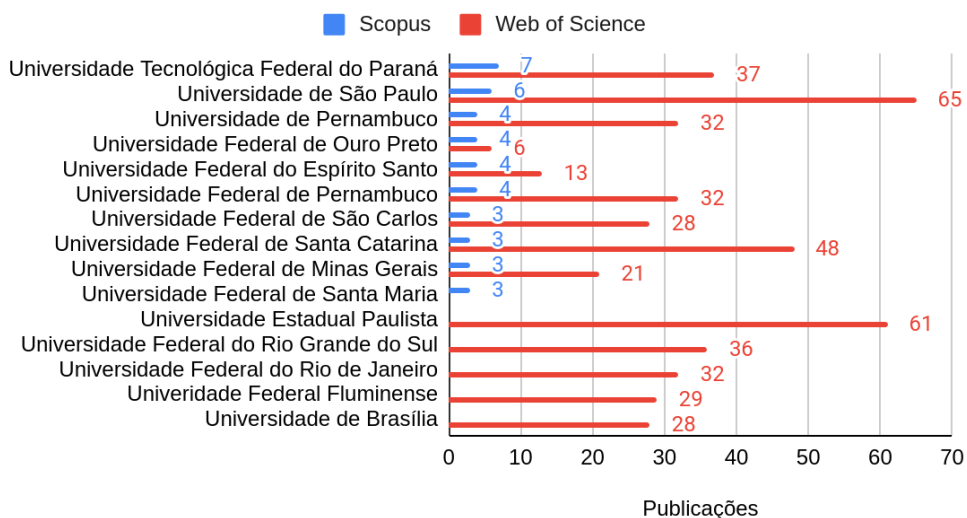
Figura 17: Número de publicações por país (2010 - 2023)



Fonte: adaptado de Scopus e Web of Science, 2023.

Tendo como base os números representativos do Brasil, as universidades que mais publicam são a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, a Universidade de São Paulo, a Universidade Estadual Paulista e a Universidade Federal de Santa Catarina (Figura 18).

Figura 18: Publicações por afiliação (2010 - 2023)

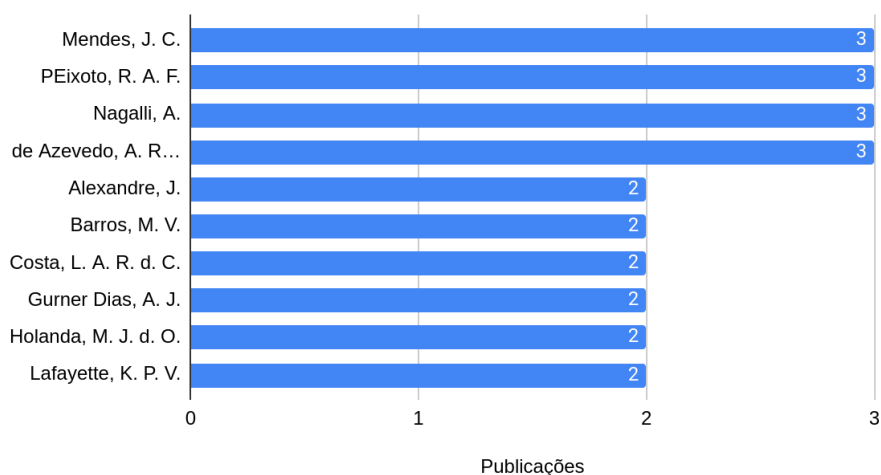


Fonte: adaptado de Scopus e Web of Science, 2023.

Dentre elas, destacam-se a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), presentes no ranking entre as universidades mais sustentáveis do mundo, no quesito de desenvolver uma infraestrutura “ambientalmente amigável”, dando espaço para práticas sustentáveis, em especial a USP, ocupando a 3ª posição do ranking em 2022 (UI GREEN METRIC, 2022).

Quanto aos autores com maior números de divulgações no banco de dados do Scopus (figura 18), Mendes, Nagalli, Peixoto e Azevedo possuem a maior representatividade, com 3 publicações cada sobre o assunto (Figura 19).

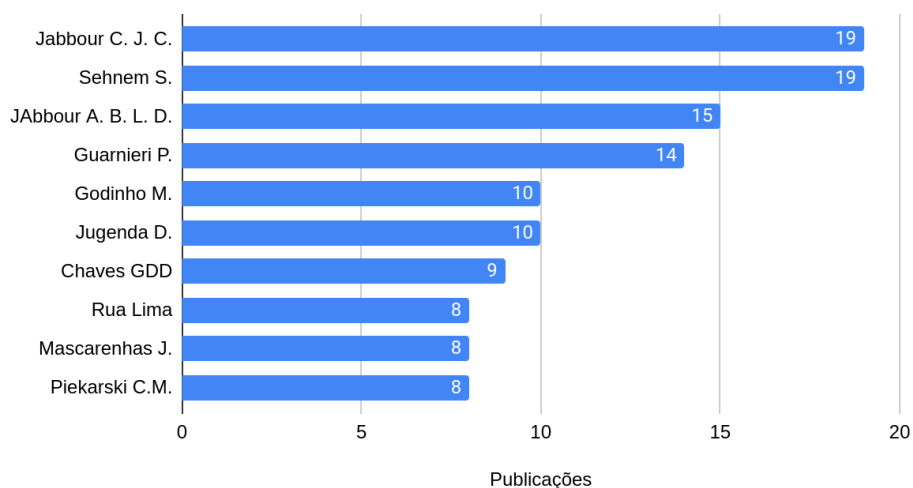
Figura 19: Publicações por autor no Scopus (2010 - 2023)



Fonte: Adaptado de Scopus, 2023.

No Web of Science, os que se destacam neste quesito são Jabbour C. J. C, Sehnem, Jabbour A. B. L. D. e Guarnieri P. com 19, 19, 15 e 14 publicações, respectivamente (Figura 20).

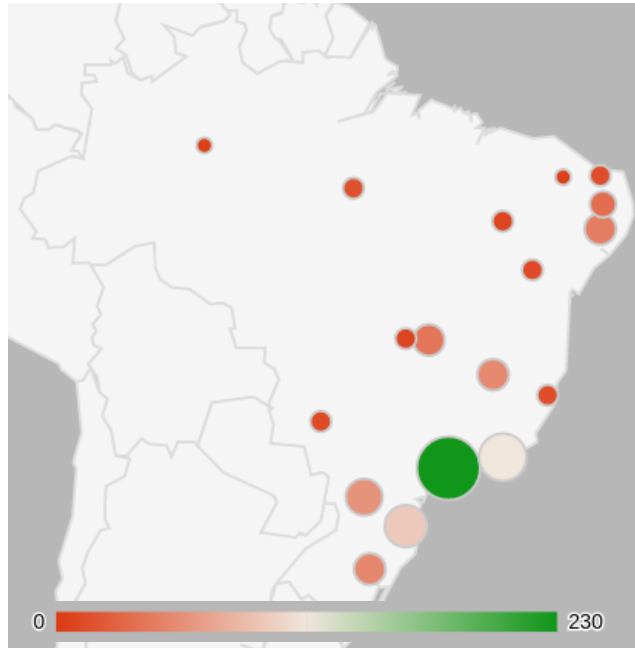
Figura 20: Publicações por autor no Web of Science (2010 – 2023).



Fonte: Adaptado de Web of Science, 2023.

Com base ainda nos dados retornados, percebe-se uma predominância destas publicações nas regiões sul e sudeste do país, como pode ser observado na Figura 21, sendo São Paulo e o Rio de Janeiro os estados com maior número de publicações.

Figura 21: Publicações por região (2010 – 2023)



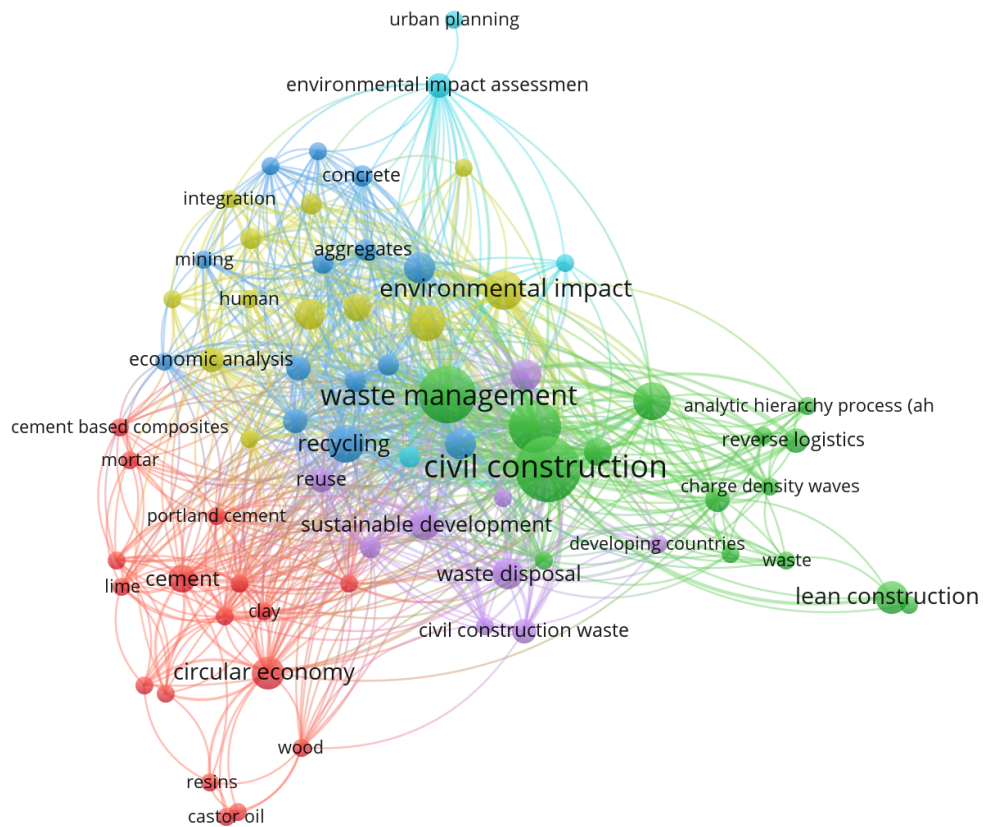
Fonte: adaptado de Web of Science, 2023.

Percebe-se que a ocorrência das publicações decorre atualmente de todas as regiões do país, abrangendo 17 dos 26 estados brasileiros. Sendo aqueles não abrangidos: o Acre, Alagoas, Amapá, Mato Grosso, Maranhão, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins.

4.1 CIENTOMETRIA: SCOPUS

Analisando as palavras chaves mais utilizadas pelos artigos pesquisados, percebe-se nas pesquisas no Scopus, 5 grandes grupos (*clusters*) que tendem para pesquisas relacionadas à construção enxuta, economia circular, impacto ambiental, reciclagem e desenvolvimento sustentável, tendo como principal palavra de ligação entre os grupos, o gerenciamento de resíduos. Outros temas como a logística reversa e o *lean construction* demonstram uma ligação próxima ao gerenciamento de resíduos.

Figura 22: Palavras chaves mais citadas no Scopus.



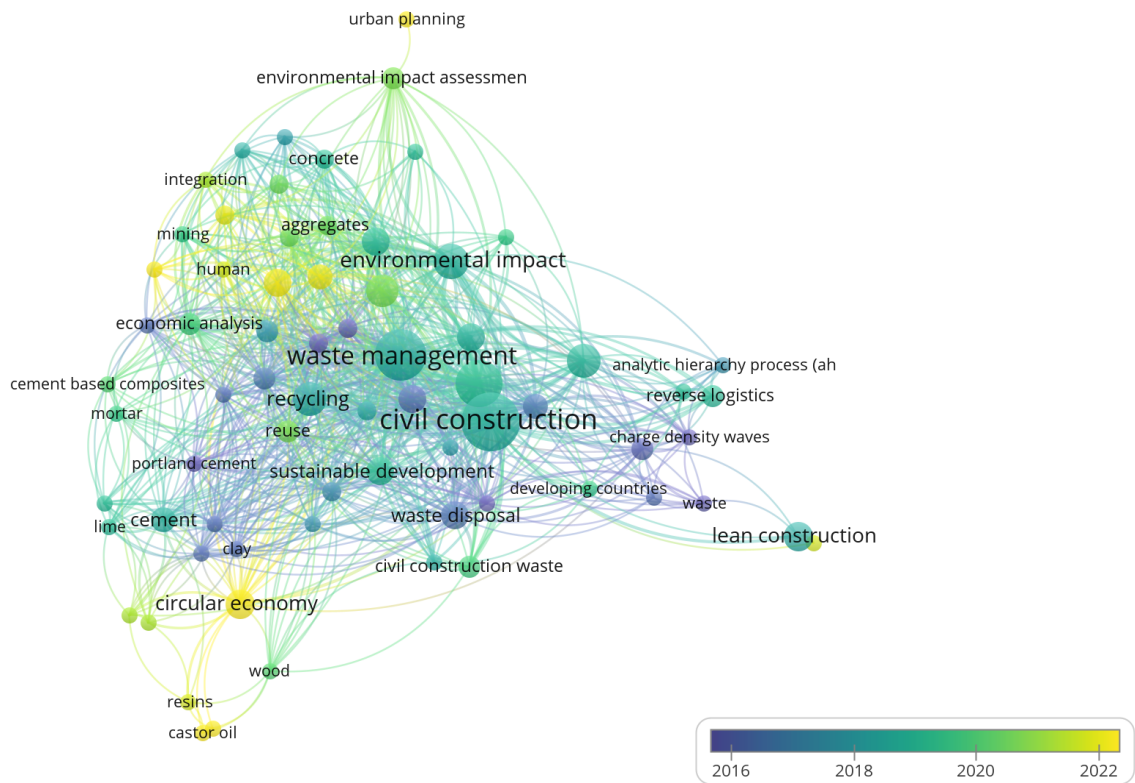
Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

O gerenciamento de resíduos e a reciclagem, como pode ser observado na Figura 22, vem sendo pesquisado desde 2018, sendo os assuntos abordados de forma mais recente a economia circular e o impacto ambiental causado pelos resíduos. Enquanto isso, assuntos como a construção enxuta e a disposição de resíduos são temas pesquisados a mais tempo.

Também vale salientar que outros temas como a utilização de materiais alternativos, provenientes do condicionamento dos resíduos são temas emergentes nos últimos anos. Principalmente para a fabricação de resinas e bases cimentícias.

Esses assuntos são discutidos, na maior parte dos casos, relacionando o impacto causado pelo ser humano no ambiente, bem como a importância de estabelecer planos e políticas urbanas claras para o gerenciamento adequado de resíduos.

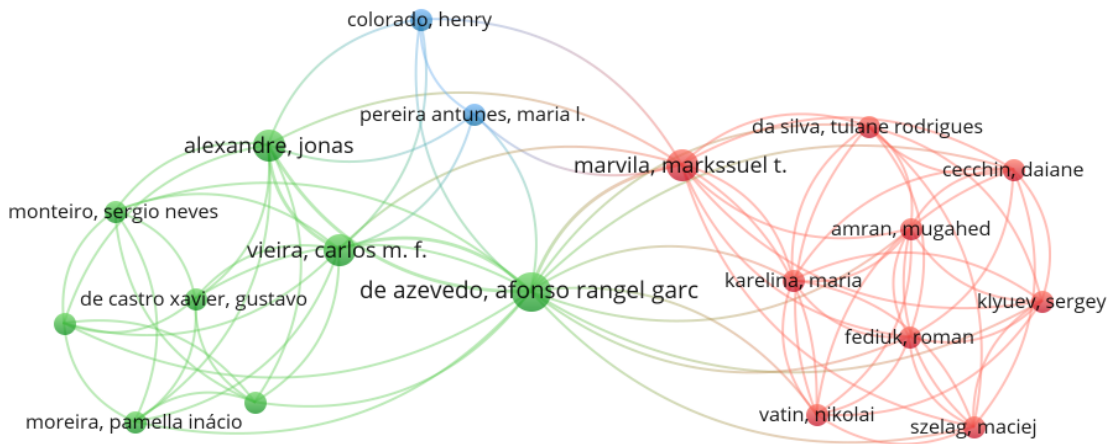
Figura 23: Palavras chaves mais citadas por período no Scopus.



Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

Quando analisados os autores mais citados, percebe-se três grandes divisões, tendo como núcleos interligando-os, AZEVEDO e MARVILA.

Figura 24: Autores mais citados em coocorrência no Scopus.



Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

Estes dois autores encontram-se como os pesquisadores mais lidos para a produção de novos trabalhos, servindo como um “link” para novos trabalhos que vêm sendo publicados nos últimos anos, como pode ser observado na imagem abaixo, onde a intensidade da cor amarela representa a relevância do trabalho do autor para os demais.

Figura 25: Relevâncias dos autores em coocorrência no Scopus.



Fonte: das autoras a partir de Scopus.

Visto estes três grandes grupos, podemos ainda dividi-los quanto ao tipo de resíduo pesquisado, bem como a principal ferramenta ou proposta de gestão utilizada.

Como apresentado no Quadro 4, os agrupamentos se dividem em investigações relacionadas ao gerenciamento de resíduos plásticos, rochas ornamentais e cerâmicas cimentícias,

materiais que podem ser reaproveitados na produção de cimentos e argamassa, segundo os trabalhos publicados.

Quadro 4: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Scopus.

Autor	Resíduo	Ferramenta ou proposta de gestão adotada ou sugerida	Ano	Universidade
da Silva, Tulane Rodrigues	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Universidade Federal Fluminense
Cecchin, Daiane	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Universidade Federal Fluminense
Amran, Mughahed	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Prince Sattam Bin Abdulaziz University, (Arábia Saudita)
Klyuev, Sergey	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Belgorod State Technological University (Rússia)
Karelira, Maria	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Moscow Automobile and Road Construction University(Russia)
Fediuk, Roman	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University (Russia)
Szelag, Maciej	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Lublin University of Technology (Polônia)
Vatin, Nikolai	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (Rússia)
Marvila, Marksuel T.	Plástico (PET)	Avaliação do ciclo de vida (ACV)	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
de azevedo, Afonso Rangel Garc	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
	Rochas ornamentais	Beneficiamento	2022	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
Colorado, Henry	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade de Antioquia (Colômbia)
Perreira Antunes, Maria I.	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual Paulista
Alexandre, Jonas	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
	Rochas ornamentais	Beneficiamento	2022	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
Vieira, Carlos M. F.	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
Monteiro, Sergio Neves	Cerâmicas cimentícias	Economia circular	2021	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
de Castro Xavier, Gustavo	Rochas ornamentais	Beneficiamento	2022	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro
de Oliveira Dias, Josinaldo	Rochas ornamentais	Beneficiamento	2022	Universidade Federal do Espírito Santo
Moreira, Pamella Inácio	Rochas ornamentais	Beneficiamento	2022	Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro

Fonte: das autoras a partir de Scopus, 2023.

A principal sugestão de gestão propostas que puderam ser observadas é a análise de ciclo de vida, o beneficiamento dos resíduos, bem como a implantação de sistemas circulares. Os trabalhos apresentados são recentes, tendo como principais afiliações a Universidade Estadual do Norte do Rio de Janeiro e a Universidade Fluminense.

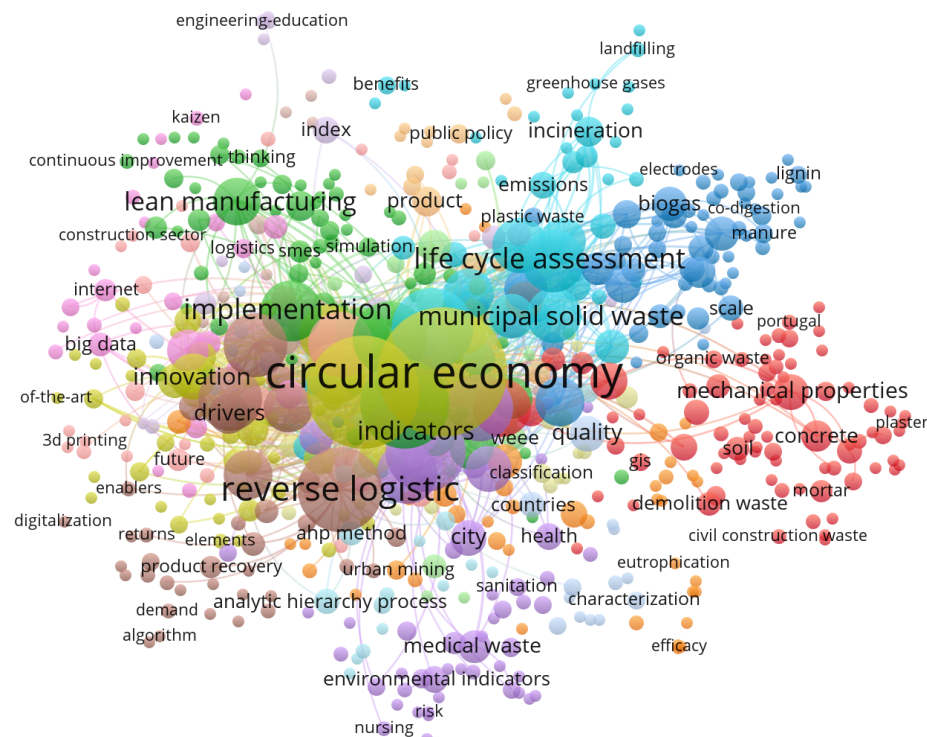
Percebe-se também a presença de cooperações entre universidades estrangeiras de países da Arábia Saudita, Rússia, Polônia e Colômbia, sendo pesquisas financiadas e realizadas por instituições brasileiras, trazendo perspectivas de outros países para o contexto do país.

4.2 CIENTOMETRIA: WEB OF SCIENCE

No Web of Science, as palavras chaves mais citadas pelos autores demonstraram uma tendência diferente, tendo como principal foco das produções científicas a economia circular, seguido pela gestão de resíduos, logística reversa, a metodologia lean e a análise do ciclo de vida dos materiais.

Também pode ser observado que neste banco de dados, as ramificações das pesquisas realizadas são mais diversificadas, retratando assuntos como a utilização do big data, do sistema kaizen, implementação de políticas públicas, recuperação de produtos, co-digestão e produção de concreto.

Figura 26: Palavras chaves mais citadas no Web of Science.

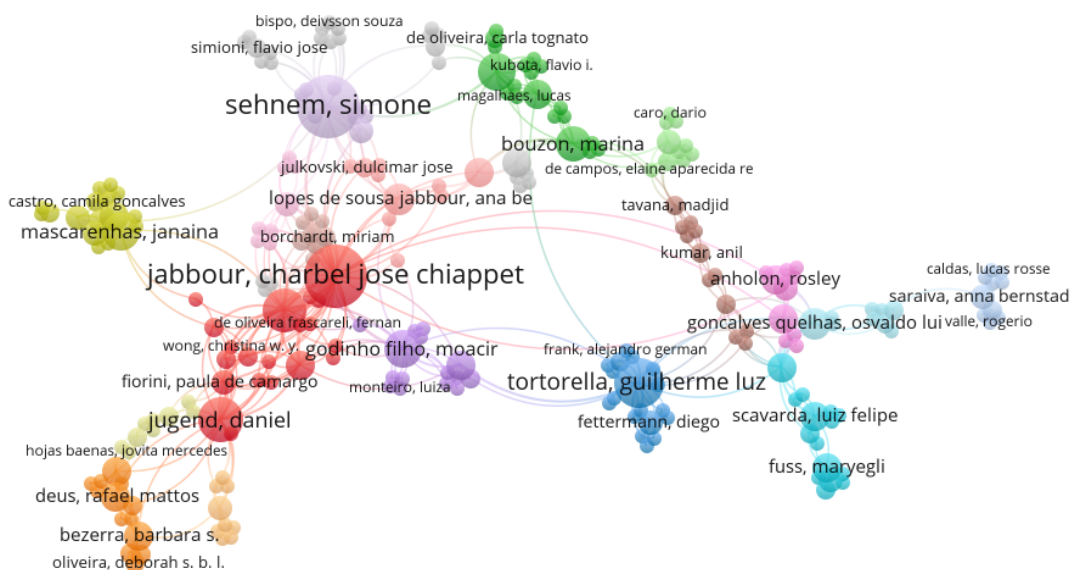


Fonte: das autoras a partir de web of science, 2023.

Quanto ao período em que essas pesquisas surgiram, nota-se uma certa homogeneidade, sendo a maior parte dos temas datados do período entre 2018 e 2019, com um núcleo de pesquisas mais recente, com publicações entre 2020 e 2022.

Diferente do Scopus, as palavras chaves mais citadas datam a partir de 2018, momento em que houve um aumento crescente no número de publicações, saindo de 23, em 2017, para 76 publicações no ano subsequente.

Figura 28: Autores mais citados no Web of Science.



Fonte: das autoras a partir de Web of Science, 2023.

SEHMEN e JABBOUR, por exemplo, apresentam em seus trabalhos um foco no estudo da economia circular, estudando formas de gerenciamento de resíduos orgânicos. Semelhante à JUREND que foca na gestão de materiais metálicos em sistemas circulares.

Quadro 5: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Web of Science, parte 1.

Autor	Resíduo	Ferramenta ou proposta de gestão adotada ou sugerida	Ano	Universidade
Alencastro, Viviam	Sucata e lixo eletrônico	Economia circular	2019	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
de Oliveira, Carla Tognato	EPS	Economia circular e logística reversa	2019	Universidade Federal de Santa Catarina
Campos, Lucila M. S.	EPS	Economia circular e logística reversa	2019	Universidade Federal de Santa Catarina
Caro, Dario	Resíduos e biomassa	Economia circular	2022	Directorate Growth and Innovation, Circular Economy and Industrial Leadership Unit (Espanha)
Simioni, Flavio Jose	Resíduo orgânico	Economia circular	2020	Universidade do Oeste de Santa Catarina
Coelho Junior, Luiz Moreira	Resíduo vegetal	Economia circular	2022	Universidade Federal da Paraíba
Bertoglio, Oscar	Resíduo orgânico	Economia circular	2022	Universidade do Oeste de Santa Catarina
Sehnm, Simone	Resíduos da construção civil	Economia circular	2022	Universidade do Oeste de Santa Catarina
Govindan Kannan	Minerais	Logística reversa	2015	Universidade Federal de Santa Catarina
Preschlack, Daniela	Resíduo orgânico	Economia circular	2020	Universidade do Oeste de Santa Catarina
Lopes de Sousa Jabbour, Ana Be	Resíduo orgânico	Economia circular	2021	EM Normandie Business School (França)
Chiappetta Jabbour, Charbel Jo	Resíduo orgânico	Economia circular	2021	Emlyon Business School (França)
Fiorini, Paula de Camargo	Metal	Economia circular	2020	Universidade Federal de São Carlos
Jugend, Daniel	Metal	Economia circular	2020	Universidade Estadual de São Paulo
Domingues, Ana Mariele	Resíduos da construção civil	Gestão 4.0	2022	Universidade Estadual de São Paulo
Esguicero, Fabio Jose	Resíduos da construção civil	Gestão sustentável	2021	Universidade Estadual de São Paulo
Bezerra, Barbara S.	PET	Análise de ciclo de vida	2020	Universidade Estadual de São Paulo

Fonte: das autoras a partir de Web of Science, 2023.

Enquanto isso, outros pesquisadores como NAMORADO e SARAIVA, focam na análise do ciclo de vida de resíduos, sejam eles orgânicos, sólidos ou eletrônicos.

Quadro 6: Autores, resíduos, gerenciamento pesquisado e suas afiliações no Web of Science, parte 2.

Autor	Resíduo	Ferramenta ou proposta de gestão adotada ou sugerida	Ano	Universidade
Namorado Climaco, João Carlos	Equipamentos elétricos e eletrônicos	Análise de ciclo de vida	2016	Universidade de Coimbra (Portugal)
	Resíduo orgânico	Análise de ciclo de vida	2017	
	Resíduo orgânico	Análise de ciclo de vida	2021	
Saraiva, Anna Bernstad	Resíduos sólidos	Análise de ciclo de vida	2017	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	Resíduos orgânico	Análise de ciclo de vida	2017	
	Madeira	Economia circular	2021	
	Resíduo orgânico	Análise de ciclo de vida	2021	
Santos, Andrea Souza	Madeira	Economia circular	2021	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Gonçalves Quelhas, Osvaldo Lui	Resíduos da construção civil	Planejamento de recursos empresariais	2012	Universidade Federal Fluminense
	Resíduos eletrônicos	Logística reversa e análise de ciclo de vida	2016	
	Resíduos eletrônicos	Economia circular	2019	
	Resíduo sólidos	Gestão de resíduos sólidos integrada e sustentável	2021	
Rampasso, Izabela Simon	Garrafas descartáveis	Logística reversa	2022	Universidade Estadual de Campinas
	Resíduos sólidos	-	2022	
Scavarda, Luiz Felipe	Resíduo sólidos	Gestão sustentável da cadeia de suprimentos	2019	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
	Resíduos sólidos domésticos	Gestão sustentável	2021	
Fuss, Maryegli	Resíduo sólidos	diagrama de resíduos sólidos	2018	Karlsruhe Institute of Technology (Alemanha)
	Resíduo sólidos	Tratamento biológico mecânico	2020	
	Resíduo sólidos	Gestão sustentável	2021	
	Resíduos sólidos	Economia circular	2021	
Vergara-Araya, Monica	Resíduos sólidos	Economia circular	2021	Magdeburg-Stendal University of A. Sciences (Alemanha)
Garza-Reyes, José Arturo	Sucata e lixo eletrônico	Economia circular	2019	The University of Derby (EUA)
	Minérios	Economia circular	2020	

Fonte: das autoras a partir de Web of Science, 2023.

Quanto a afiliações, há uma predominância de pesquisadores na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Estadual de São Paulo e da Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Assim como ocorreu no Scopus, há a presença de colaborações internacionais através de financiamento brasileiro, com a presença de universidades dos Estados Unidos, Alemanha, Portugal e França.

4.3 ECONOMIA CIRCULAR, LOGÍSTICA REVERSA E LEAN CONSTRUCTION APLICADAS À GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As pesquisas retornadas apontam várias possibilidades de gerenciar os resíduos da construção civil, de forma a diminuir o impacto negativo causado pela indústria, reduzindo as áreas de descarte e trazendo novos mecanismos e materiais para a construção de uma indústria mais sustentável.

Quanto ao gerenciamento circular e reverso dos resíduos, os estudos apontam para a utilização de materiais normalmente descartados como o entulho de demolição, o gesso, cerâmicas, vidro, o polietileno tereftalato (PET) e a escória de alto forno nas composições cimentícias.

Quadro 7: Artigos com aplicações práticas de sistemas circulares, reversos e enxutos na construção civil.

Autor	Artigo	Ano
de Moraes N, da Silva, Lima H	Uso de entulho de construção civil como sistema de cobertura para abatimento de drenagem ácida de mina em uma mina abandonada de pirita	2011
Scremin L, de Castilhos Junior A, Rocha J.	Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte (software)	2014
Godinho-Castro A, Testolin R, Janke L, et al.	Incorporação de resíduos de gesso na produção de blocos cerâmicos: Proposta de bateria mínima de testes para avaliar a viabilidade técnica e ambiental deste processo de reciclagem	2012
Gonçalves R, Kaufmann M, Souza A.	Utilização de conceitos da lean construction para análise de perdas na execução de uma obra rodoviária	2014
Marinho A, Mol Santos C, de Carvalho J, et al.	Escória de forno panela como aglutinante para compósitos à base de cimento	2017
Gonçalves W, de Freitas R, Zatta F.	Localização de instalações para destinação de resíduos sólidos da construção civil por meio da logística reversa e de um método de multi-critério	2017
da Silva T. de Azevedo A, Checchin D, et al.	Aplicação de resíduos plásticos em materiais de construção: uma revisão utilizando o conceito de avaliação do ciclo de vida no contexto de pesquisas recentes para perspectivas futuras	2021
Ferreira T, Mendes G, de Oliveira A, et al.	Fabricação e Caracterização de Polipropileno (PP) e Alta Densidade Blocos de polietileno (HDPE) para uso potencial como componente de alvenaria na Construção civil	2022

Fonte: das autoras a partir de Scopus e Web of Science, 2023.

Outra alternativa também estudada foi a utilização de resíduos de gesso na fabricação de blocos cerâmicos, substituindo-se 20% da argila durante sua fabricação, bem como a uso de escória de alto forno como substituta para a cal na composição de argamassa de assentamento,

ambos estudos demonstraram que essas substituições foram economicamente e tecnicamente viáveis (GODINHO-CASTRO et al 2012; MARINHO et al 2017).

Em um estudo realizado por TIMM, MACIEL e PASSUELLO (2023), ao utilizar sistemas circulares, percebe-se a diminuição dos impactos ambientais dos produtos gerados, reduzindo custos, estimulando a inovação e abrindo novas oportunidades de negócio, minimizando o consumo de recursos primários, prolongando a vida útil dos materiais e aumentando a utilização de materiais reciclados e a eficiência no tratamento de resíduos.

A *Internet of Things* (IoT) para a implementação de sistemas reversos e de destinação adequada de resíduos foi também um mecanismo que se mostrou eficiente em estudos realizados, SCREMIN, JUNIOR E ROCHA (2014) por exemplo, elaboraram um software, baseado em um banco de dados onde os geradores podem registrar o RCD gerado, bem como identificar os transportadores, áreas de triagem e destinação para municípios de pequeno porte, software aplicado na prática em Pelotas, no Rio Grande do Sul, atestando sua eficiência.

O *Lean Construction* é outro sistema comumente utilizado, sendo vista como uma excelente ferramenta de melhoria contínua para o gerenciamento de recursos e resíduos, diminuindo os desperdícios. AZIZ e HAFEZ (2013), relatam que as principais técnicas deste pensamento são: a engenharia concorrente, o último planejador, reuniões diárias, o sistema kanban, o plano de condições e ambiente de trabalho na construção, ferramentas de gestão da qualidade e a inspeção visual.

Apesar destes indicativos que demonstram a viabilidade e os benefícios na utilização destas tecnologias, ainda há barreiras para que sejam amplamente utilizadas no país como um todo.

Quanto ao desperdício de materiais, percebe-se que normalmente são ocasionados devido a falta de conhecimento técnico, utilização de materiais de qualidade inferior e a falta de profissionais como conhecimento nesses sistemas de gestão (TRINDADE, LIMA, ALENCAR; 2020).

Para a aplicação de sistemas enxutos, a resistência quanto às novidades e problemas no fluxo de informações, diminuem sua eficiência. Na implementação de sistemas circulares e reversos ocorre o mesmo, juntamente ao alto custo e a falta de normas regulamentadoras claras, dificultam sua implantação (MANO; COSTA; LIMA; 2023; CAMPOS et al. 2013).

5. CONCLUSÃO

O grande volume de RCC vem sendo um problema de caráter sanitário, e a economia circular surge como uma possível rota e solução para o estabelecimento de planos sustentáveis, economicamente viáveis e aplicáveis no cotidiano da indústria.

O Brasil é um dos principais disseminadores de pesquisas sobre a economia circular no gerenciamento de resíduos. As análises realizadas mostram que muitos estudos foram produzidos nas últimas duas décadas, em contrapartida, poucos profissionais utilizam deste sistema em suas rotinas profissionais.

Com esta revisão foi possível analisar os benefícios da economia circular para a construção civil, bem como entender o que impede sua implementação. Foi possível concluir que apesar de ser um mecanismo amplamente pesquisado, a falta de disseminação sobre sua aplicação, bem como o fato de ainda ser um sistema oneroso pode ser uma das principais barreiras atualmente.

As pesquisas realizadas atualmente no Brasil demonstram que a aplicação de sistemas circulares traz diversos benefícios como a redução da dependência de materiais brutos, ganhos no quesito ambiental e social, diminuição da emissão de gases de efeito estufa e compostos poluentes, além de possibilitar a criação de novas oportunidades de emprego, trazendo inovações ao setor da construção civil.

A legislação atual do país propicia a aplicação de sistema reversos e circulares, no entanto a falta de clareza e do estabelecimento de mecanismo para que essa transição ocorra, demonstra ser um empecilho.

Estudos prévios apontam que a utilização desses sistemas é eficaz e tecnicamente viável. Embora a sua implantação inicial seja economicamente inviável, seja pela falta de empresas ou instituições que forneçam aparatos que possibilitem sua produção e aplicação em maior escala, desenvolvendo materiais alternativos mais sustentáveis e propiciando a diminuição do volume dos resíduos gerados.

Apesar de ser um tema recente, o Brasil tem contribuído de forma significativa para a disseminação de modelos de consumo e produção com princípios circulares no meio acadêmico e científico, propondo uma nova visão ampla do desenvolvimento sustentável na construção civil.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Visto o principal foco dos estudos realizados no Brasil, relacionados a gestão de resíduos da construção civil sob a ótica da economia circular, percebe-se algumas abordagens que podem ser realizadas. Tendo-se como sugestões para trabalhos futuros:

- Realizar uma avaliação técnica da utilização de resíduos para a fabricação de resinas;
- Produção de vidros a partir de resíduos da construção;
- Utilização de resíduos na fabricação de tintas e vernizes;
- Estudo de viabilidade técnica para a substituição de substâncias petrolíferas por resíduos na produção de impermeabilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. [s.l: s.n.].

ALVES, L. et al. **Uma Breve Discussão do Papel da Gestão Integrada dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) para Transformá-los em Recursos**. Para Onde!?, v. 8, n. 2, p. 123–136, dez. 2014.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. **Applying lean thinking in construction and performance improvement**. Alexandria Engineering Journal, v. 52, n. 4, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (ABRECON). **Pesquisa setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. 1. ed. v. 1, São Paulo: ABRECON, 2022.

BORSCHIVER, S.; TAVARES, A. **Catalisando a Economia Circular: conceitos, modelos de negócios e sua aplicação em setores da economia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, v. 1, 2022.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Congresso nacional, Brasília, 2010.

COELHO, J. **Desvendando o Ciclo Reverso: Explorando os Segredos do Ciclo Aberto e do Ciclo Fechado na Logística Reversa**. Disponível em: <<https://www.inbec.com.br/blog/desvendando-ciclo-reverso-explorando-segredos-ciclo-aberto-ciclo-fechado-logistica-reversa>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 305**. Conselho Nacional do Meio AmbienteBrasilCONAMA, , 2002.

COSENTINO, L.; BORGES, M. **Panorama da sustentabilidade na construção civil: da teoria à realidade do mercado**. Florianópolis: [s.n.].

FILHO, J. A. P. et al. **Management of civil construction waste in residential buildings in the municipality of são paulo | Gerenciamento de resíduos de construção civil em edifícios residenciais no município de são paulo**. Revista de Gestao Social e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 73–89, 2017.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. [s.n]. 1987.

KINOSHITA, A. et al. **Uso de Resíduos da Construção Civil na Fabricação de Materiais Construtivos Alternativos: Resíduos da Construção Civil**. Em: A Construção Civil: em uma perspectiva econômica, ambiental e social - Volume 3. [s.l.] Editora Científica Digital, 2023. p. 83–93.

LUCHEZZI, C. **Boas Práticas Sustentáveis para a Construção Civil**. 1. ed. v. 1, [s.l.] Editora Haryon, 2019.

MARVILA, M. T. et al. **Circular economy in cementitious ceramics: Replacement of hydrated lime with a stoichiometric balanced combination of clay and marble waste**. International Journal of Applied Ceramic Technology, v. 18, n. 1, p. 192–202, 2021.

MATOS, J.; ALENCAR, T. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos e a Aplicação da Logística Reversa no Segmento da Construção Civil**. Id on Line Revista Multidisciplina de Psicologia, v. 13, n. 43, p. 784–807, 2019.

MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2. ed. v. 1, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2022.

ONU. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

PEDRÃO, L. **Gerenciamento de Projetos Lean utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos**. Lean Institute Brasil, p. 1–12, 23 jun. 2014.

PEIXOTO, B. et al. **A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e a perspectiva econômica**. XI Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, v. 1, n. 1, p. 164–177, 22 nov. 2019.

QUEIROZ, E. et al. **Lean manufacturing em uma cooperativa de reciclagem**. [s.l: s.n.].

RIBEIRO, H. C. M. **Bibliometria: quinze anos de análise da produção acadêmica em periódicos brasileiros**. Biblios Journal of Librarianship and Information Science, n. 69, 2018.

RODEGHERI, P. M.; BAPTISTA SERRA, S. M. **Maturity models to evaluate lean construction in Brazilian projects**. Brazilian Journal Of Operations & Production Management, v. 17, n. 2, jun. 2020.

RODRIGUES, R. **Economia Circular: Estratégias**. 1. ed. [s.l: s.n.].

SCREMIN, L. B.; DE CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ROCHA, J. C. **Expert system that managemently of construction and demolition waste for small municipality | Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 2, p. 203–206, 2014.

SEBRAE. **Lean Construction**. Sistema de Inteligência de Mercado, p. 1–5, 2016.

SILVA, D. J. C. D. et al. **Proposition of the waste management model**. Resources, Conservation and Recycling Advances, v. 15, 2022.

SILVA, J. A. DA; BIANCHI, M. DE L. P. **Cientometria: a métrica da ciência**. Paidéia (Ribeirão Preto), v. 11, n. 21, 2001.

SILVA, J. **Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no Brasil: Uma análise regionalizada baseada em dados do SINIS**. IPEA - boletim regional, urbano e ambiental, v. 1, n. 1, p. 61–70, dez. 2015.

SINIR. **Relatórios SINIR**. Disponível em: <<https://www.sinir.gov.br/relatorios/>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

UI GREEN METRIC. **Ranking by Category 2022 - Setting and Infrastructure**. Acesso em: <<https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/ranking-by-category-2022/1>>. Acesso em: 02 dez. de 2023.

TESKE, S.; GONÇALVES, P. F. A.; NAGALLI, A. **Development of a conceptual model of an ecologic tile using building plasters waste | Desenvolvimento de modelo conceitual de telha ecológica a partir de resíduos de PET e gesso da construção**. Ceramica, v. 61, n. 358, p. 190–198, 2015.

TIMM, J. F. G.; MACIEL, V. G.; PASSUELLO, A. **Towards Sustainable Construction: A Systematic Review of Circular Economy Strategies and Ecodesign in the Built Environment**. Buildings, v. 13, n. 8, 2023.

TRINDADE, E. L. G.; LIMA, L. R.; ALENCAR LUCIANA H. AND ALENCAR, M. H. **Identification of Obstacles to Implementing Sustainability in the Civil Construction Industry Using Bow-Tie Tool**. BUILDINGS, v. 10, n. 9, set. 2020.