

**FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS
GABRIEL AGENOR DE ARAÚJO SOUZA**

**ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
DESAFIOS E SOLUÇÕES**

**Belo Horizonte
2024**

GABRIEL AGENOR DE ARAÚJO SOUZA

**ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
DESAFIOS E SOLUÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Prof.^o Diego de Jesus Queiroz
Rosa. como requisito parcial para aprovação na
disciplina de TCC

Belo Horizonte

2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. JUSTIFICATIVA	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1 Objetivo Geral.....	6
3.2 Objetivo Específicos	6
4. METODOLOGIA	7
5. INEFICIÊNCIA E DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	9
6. IMPACTOS DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA CLASSIFICAÇÃO	13
7. FORMAS DE MELHORIA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
8. AVALIAÇÃO DE MEDIDAS ADOTADAS E MUDANÇAS NO CENÁRIO ATUAL	21
9. CONCLUSÃO.....	24
10. REFERÊNCIAS:.....	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resoluções aplicáveis à construção civil	15
Quadro 2 - Etapas de Gerenciamento de resíduos	17
Quadro 3 - Usos comuns de agregados reciclados.....	21
Quadro 4 - Mudança de cenário na reciclagem de resíduos da construção civil.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de Desperdício de materiais.....	11
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Materiais mais reciclados de RCC (Res. Construção Civil)	10
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resíduos da construção Civil em margem de córrego.....	13
Figura 2 - Agregados reciclados.....	22

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos na construção civil representa um desafio significativo no contexto brasileiro, dada a magnitude do setor e sua contribuição para a geração de resíduos. A legislação pertinente, como a Lei Nº 12.305, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, e a Resolução Nº 307 do Conama, estabelece diretrizes e obrigações para os geradores de resíduos e os municípios, mas a eficácia de sua implementação ainda enfrenta obstáculos. Os resíduos da construção civil representam uma parcela substancial do total de resíduos gerados no país, com números impressionantes como os 84 milhões de metros cúbicos produzidos anualmente, conforme dados da ABRECON em 2022.

Esses resíduos, em sua maioria compostos por materiais de difícil degradação ou não degradáveis, apresentam desafios específicos em termos de disposição no solo, ocupando rapidamente os espaços disponíveis. A predominância de materiais como argamassa, especialmente argamassa de concreto, amplia a necessidade de reciclagem e reutilização, visando mitigar os impactos ambientais negativos.

Além do aspecto ambiental, a gestão inadequada de resíduos na construção civil impacta diretamente a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades circunvizinhas. A disposição inadequada desses resíduos pode resultar em contaminação do solo e da água, representando riscos tanto para os trabalhadores da construção quanto para os moradores das proximidades.

Diante desses desafios, torna-se imperativo explorar e implementar medidas que visem à melhoria da gestão de resíduos na construção civil. A educação ambiental emerge como uma ferramenta fundamental, promovendo uma conscientização efetiva nos canteiros de obras e contribuindo para uma melhor segregação, acondicionamento e transporte dos resíduos. Paralelamente, a adoção de tecnologias avançadas e práticas sustentáveis nos canteiros de obras pode reduzir desperdícios e promover a reciclagem de materiais, alinhando-se aos princípios da economia circular.

Nesse contexto, o presente trabalho visa analisar os desafios enfrentados na gestão de resíduos sólidos na construção civil, destacando as lacunas existentes e propondo soluções viáveis para aprimorar esse processo. Ao explorar medidas de melhoria, como a implementação de programas de educação ambiental, o fomento à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, e a promoção da reciclagem e reutilização de materiais, busca-se contribuir para a construção de um setor mais sustentável e responsável, capaz de atender às demandas presentes sem comprometer as necessidades das futuras gerações.

2. JUSTIFICATIVA

A gestão eficaz de resíduos sólidos na construção civil é essencial para minimizar impactos ambientais negativos. Com o setor sendo um dos maiores geradores de resíduos, a implementação de práticas sustentáveis é de grande importância. Essas medidas visam reduzir a poluição do solo e da água, além de promover a reutilização e reciclagem de materiais. A análise detalhada dos desafios enfrentados na gestão de resíduos é fundamental para identificar áreas de melhoria. Soluções eficazes podem ser encontradas através da adoção de tecnologias inovadoras e regulamentações mais rigorosas. Em última análise, uma gestão adequada de resíduos na construção civil é relevante para garantir a sustentabilidade ambiental e econômica do setor. Essa justificativa é sustentada conforme os dados expostos por Mesquita.

No Brasil, a construção civil é responsável por cerca de 14% do PIB nacional. O setor também é um dos maiores consumidores de matérias-primas naturais. Estima-se que sejam utilizados entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. A indústria da construção civil também gera impactos no meio ambiente com a produção de resíduos, que se tornou um grande problema nas grandes cidades (MESQUITA, 2012).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a gestão de resíduos sólidos na construção civil, identificando os principais desafios enfrentados e propondo soluções eficazes para melhorar esse processo.

3.2 Objetivo Específicos

Identificar as principais causas da ineficiência na gestão de resíduos na construção civil,

Analisar as consequências negativas resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos da construção civil, destacando os impactos ambientais, sociais e econômicos

Estabelecer formas, que visa melhorar a gestão de resíduos sólidos na construção civil, através da implementação de medidas e estratégias eficazes.

Propor medidas específicas a serem implementadas para resolver as causas identificadas do problema na gestão de resíduos sólidos na construção civil

Avaliar como as medidas propostas têm o potencial de mudar o cenário atual da gestão de resíduos sólidos na construção civil, destacando sua importância para a sustentabilidade.

4. METODOLOGIA

A pesquisa adotará o método hipotético-dedutivo, conforme definido por Karl Popper em seu trabalho "A lógica da investigação científica". Esse método enfatiza a formulação de conjecturas e hipóteses, seguidas por testes rigorosos para falsear ou confirmar tais hipóteses. Popper argumenta que a indução não é uma base adequada para a ciência, pois o processo de generalização a partir de observações individuais é logicamente falho. No método hipotético-dedutivo, a ênfase está em buscar evidências empíricas para refutar hipóteses, ao invés de procurar confirmá-las a qualquer custo. Esse processo envolve a formulação clara de problemas, observação meticulosa, formulação de hipóteses e testes subsequentes para validar ou rejeitar essas hipóteses. Embora amplamente aceito nas ciências naturais, seu uso nas ciências sociais é mais questionável devido à complexidade das interações humanas e social (MAIRINK *apud* GIL, 2018).

Utilizando o método hipotético-dedutivo, foram formuladas perguntas para investigar a gestão de resíduos na construção civil, visando identificar desafios e propor soluções. Para alcançar esses objetivos, serão empregadas técnicas como pesquisa em referências teóricas online e investigação em sites de órgãos ambientais.

Através dessas abordagens, será possível identificar desafios enfrentados na gestão de resíduos sólidos na construção civil e propor soluções adequadas. Essa análise permitirá uma compreensão abrangente dos desafios específicos enfrentados em diferentes contextos geográficos, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de gestão de resíduos mais eficazes e sustentáveis.

As perguntas ou problemas que esse trabalho visa a responder são:

Como é a gestão de resíduos sólidos na construção civil atualmente e por que ela é ineficaz?

Quais são as principais causas da ineficiência na gestão de resíduos na construção civil, e por que essas causas persistem?

Quais são as consequências negativas da disposição inadequada de resíduos sólidos da construção civil, e por que essas consequências continuam a ocorrer?

O que este projeto busca alcançar para melhorar a gestão de resíduos sólidos na construção civil e por que essas ações são necessárias?

Quais medidas específicas podem ser implementadas para resolver as causas identificadas do problema, e por que essas medidas são apropriadas?

Como as medidas propostas planejam mudar o cenário atual da gestão de resíduos sólidos na construção civil, e por que essas mudanças são cruciais para a sustentabilidade do setor?

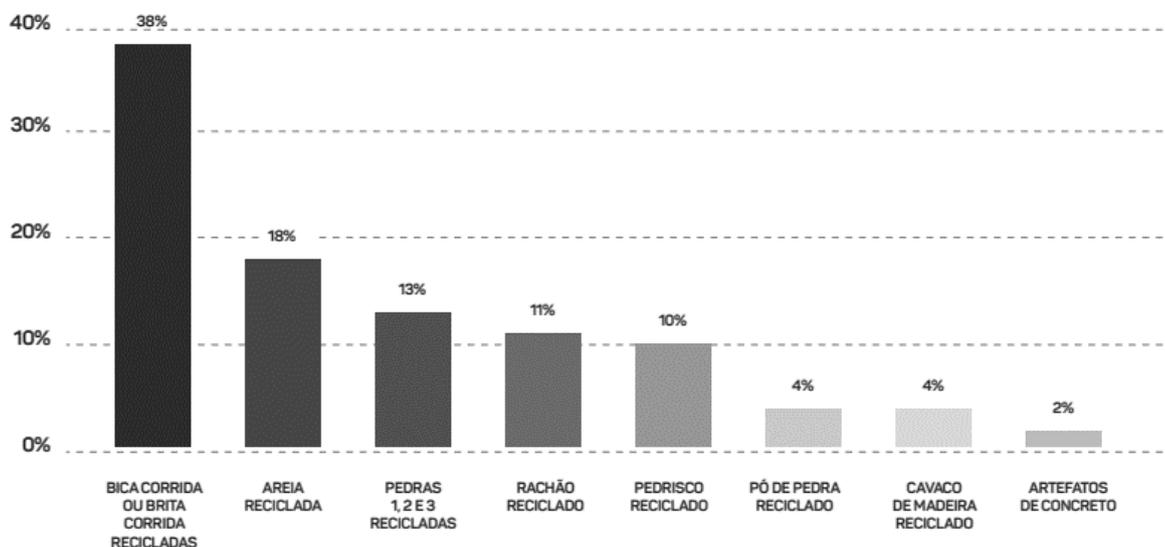
5. INEFICIÊNCIA E DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No Brasil, a legislação referente à gestão dos resíduos na construção civil é estabelecida pela Lei Nº 12.305, datada de 2 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei é complementada pela Resolução Nº 307, emitida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) em 5 de julho de 2002, a qual estipula obrigações tanto para os geradores de resíduos quanto para os municípios. Oliveira et. al (2020) destaca que os resíduos provenientes da indústria da construção são amplamente reconhecidos como uma das principais fontes de geração de resíduos globalmente. Essa realidade tem levado a preocupações significativas sobre os impactos ambientais decorrentes da falta de gestão adequada desses resíduos.

Segundo dados da ABRECON citado por Brasil (2022), o país produz aproximadamente 84 milhões de metros cúbicos de resíduos de construção civil e demolição por ano. De acordo com o Panorama da ABRELPE (2019), baseado em dados de 2018, os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas desses resíduos, com uma proporção significativa proveniente da região Sudeste, representando mais de 50% do total (BRASIL,2022).

Os resíduos provenientes da construção civil são principalmente compostos por materiais de difícil degradação ou não degradáveis, o que os distingue dos resíduos sólidos urbanos (RSU) em termos de disposição no solo. Esses resíduos tendem a manter seu volume ao longo do tempo, ocupando rapidamente os espaços de disposição e restringindo outros usos após o encerramento das atividades. Devido ao padrão construtivo predominante no Brasil, a maior parte dos resíduos de construção e demolição (RCC) consiste em argamassa, especialmente argamassa de concreto usada na composição de estruturas. Por isso, o material reciclável mais comum gerado nas instalações de reciclagem de RCC é a bica ou brita corrida reciclada, conforme gráfico abaixo (BRASIL, 2022).

Gráfico 1 - Materiais mais reciclados de RCC (Res. Construção Civil)



Fonte: (BRASIL,2022)

O IBGE que divulga os resultados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) 2020, indicou que o setor da construção civil gerou R\$ 325,1 bilhões em incorporações, obras e/ou serviços no ano passado. Em relação à contratação de mão de obra, houve um aumento de 3,8% em comparação com 2019, totalizando 2,0 milhões de empregados, sendo que a maior parcela, 35,3%, estava no ramo da construção de edifícios, com um crescimento de 4,9% em relação ao ano anterior. Dessa forma, é possível indicar a importância desse setor para economia do país.

Os resíduos na construção civil originam-se de perdas e desperdícios durante as etapas de concepção, execução e uso. Cerca de metade desses resíduos são incorporados à própria obra, enquanto a outra metade é descartada como entulho. A análise das taxas de desperdício revela uma variação significativa entre os diferentes materiais utilizados, refletindo diferenças nas metodologias de projeto, execução e controle de qualidade. Destaca-se que as pequenas construções e reformas apresentam um potencial significativo de geração de entulho, especialmente devido à frequência desses serviços (LINHARES, FERREIRA e RITTER, 2007).

Ao verificar a taxa de desperdício na tabela abaixo, percebe-se que as taxas de desperdício máxima são orientadas para o gesso e placas cerâmicas. Tal fato é comumente atribuído a fragilidade do material manuseado, medições imprecisas, erros de cortes e quebras durante a instalação. Assim, torna-se necessário o uso excessivo desses materiais gerando um maior volume de resíduos.

Tabela 1 - Taxa de Desperdício de materiais

Taxas de Desperdício (%)			
Materiais	Média	Mínimo	máximo
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Concreto usinado	9	2	23
Condutores	27	14	35
Eletrodutos	15	13	18
Gesso	30	14	120
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento Têxtil	14	14	14
Tintas	17	8	24
Tubos para sistemas prediais	15	8	56

Fonte: (LINHARES, FERREIRA e RITTER, 2007 *apud* ESPINELLI, 2005)

Em relação a ineficácia da gestão de resíduos sólidos no Brasil, Da Silva (2015) salienta a importância da educação ambiental, pois quando há uma participação ativa dos trabalhadores no canteiro de obras, isso contribui para uma prevenção mais eficaz de falhas no planejamento das etapas de segregação, acondicionamento e transporte dos resíduos. Além disso, observa-se um benefício social significativo, uma vez que o conhecimento adquirido não se limita apenas ao ambiente de trabalho, mas pode ser aplicado no cotidiano das pessoas.

Garcez *et al* (2020) destaca que o desafio enfrentado pela construção civil reside no processo de reintrodução de resíduos como parte integrante das construções. Isso envolve considerações sobre alternativas de reciclagem para diversos materiais, levando em conta variáveis como o tipo de resíduo, a tecnologia empregada e a utilização proposta para o material reciclado. É importante destacar a necessidade de implementação de práticas sustentáveis nos canteiros de obras, visando à redução dos impactos negativos e ao cumprimento de estratégias

tecnológicas e gerenciais. No entanto, os desafios persistem, especialmente em relação à falta de conhecimento e interesse por parte dos construtores, bem como à necessidade de investimento em pesquisas para viabilizar a reciclagem e reutilização de materiais na construção civil.

6. IMPACTOS DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA CLASSIFICAÇÃO

Nos últimos tempos, o meio ambiente tem sido consideravelmente afetado pela indústria da construção. Essa realidade não é surpreendente, pois, conforme apontado pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (2019), o setor é responsável por uma grande parcela do consumo de recursos naturais, variando de 40% a 75%, e também pela produção considerável de resíduos, estimada em cerca de 30% do resíduo sólido.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2016), é evidente que o manejo inadequado dos resíduos da construção civil acarreta uma série de consequências sociais e ambientais, tais como a poluição do solo por substâncias como gesso, tintas e solventes, além da propagação rápida de insetos e outros vetores, o que pode agravar os problemas de saúde pública. O autor exemplifica ainda resíduos de construção civil nas margens do rio Colônia, Iitororó, Bahia, conforme figura abaixo.

Figura 1 - Resíduos da construção Civil em margem de córrego.



Fonte: Rodrigues *et al.* (2016)

Freqüentemente, os resíduos provenientes da construção civil são descartados de forma inadequada, especialmente em áreas de vulnerabilidade

social ou regiões carentes. Quando depositados nas margens de córregos, esses resíduos têm o potencial de causar o assoreamento dos cursos d'água, além de contaminar as águas com substâncias perigosas como tintas, solventes, óleos e graxas, que podem lixiviar para os sistemas de drenagem. Além disso, tais materiais incluem itens cortantes e perfurantes, como pregos, vergalhões, cacos de vidro e cerâmicas, representando um risco significativo de acidentes tanto para a população quanto para a fauna local quando expostos.

Em relação as consequências, à medida que os materiais utilizados na construção civil avançam em seu ciclo de vida, é inevitável a geração de resíduos. No entanto, quando esses resíduos são mal gerenciados e descartados de forma inadequada, persistem em causar impactos ambientais significativos, como a degradação do solo, a poluição de corpos d'água, a obstrução dos sistemas de drenagem, o aumento das enchentes, a deterioração da paisagem urbana e a ocupação indevida de vias públicas por resíduos. Esses efeitos negativos têm sido associados à proliferação de pragas como moscas, baratas, ratos e outros vetores (KLEIN, 2017).

A Resolução CONAMA 307 de 2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visando minimizar os impactos ambientais decorrentes da atividade. Os resíduos são classificados em quatro categorias principais:

- **Classe A**, composta por materiais reutilizáveis ou recicláveis, como concreto, argamassa e componentes cerâmicos;
- **Classe B**, constituída por resíduos recicláveis para outras destinações, como plásticos, papel, metais e madeiras;
- **Classe C**, englobando resíduos para os quais não há tecnologias economicamente viáveis de reciclagem, exemplificados pelo gesso; e
- **Classe D**, que inclui resíduos perigosos, como tintas, solventes e óleos, bem como materiais contaminados provenientes de demolições de instalações industriais e clínicas radiológicas.

A resolução também estabelece prazos para a inclusão de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em projetos de obras a serem

submetidos à aprovação ou licenciamento, bem como para a cessação da disposição de resíduos em aterros de resíduos domiciliares e áreas de "bota fora".

A classificação dos resíduos prevista na Resolução CONAMA 307 reflete uma abordagem abrangente e estruturada para a gestão dos resíduos da construção civil, considerando tanto a possibilidade de reciclagem e reutilização quanto a necessidade de tratamento específico para materiais perigosos. A divisão em quatro classes permite uma melhor identificação dos tipos de resíduos e facilita a implementação de práticas adequadas de manejo e destinação.

Outras resoluções CONAMA que são de importância para o adequado gerenciamento de resíduos da construção civil são descritas no quadro abaixo:

Quadro 1 - Resoluções aplicáveis à construção civil

CONAMA	Objetivo	Aplicação na construção civil
Resolução CONAMA Nº 348, de 16 de agosto de 2004	Altera a Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.	Influencia na aplicação dos materiais da construção civil – proibição do uso do amianto.
Resolução CONAMA Nº 401, de 04 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.	Influencia no dimensionamento das instalações elétricas em uso de materiais mais sustentáveis.
Resolução CONAMA Nº 362, de 23 de junho de 2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.	Gerenciamento de óleos utilizados em oficinas de canteiros de obras, bem como manutenção de maquinários.
Resolução CONAMA Nº 416, de 30 de setembro de 2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.	Manutenção de veículos utilizados no canteiro de obras.

CONAMA	Objetivo	Aplicação na construção civil
Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.	Ambulatório em canteiro de obras.
Resolução CONAMA nº 275 de 25 de Abril 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.	identificação de coletores da obra.

7. FORMAS DE MELHORIA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Uma adequada gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC) requer uma caracterização prévia dos resíduos a serem produzidos. Esse entendimento direciona a definição das várias etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), como a segregação e classificação, o acondicionamento, o transporte, bem como o tratamento dos resíduos e a disposição final dos rejeitos. É imprescindível que esse plano seja elaborado de acordo com a legislação em vigor (DA SILVA *et al.* 2015).

As etapas de gerenciamento podem ser identificadas na tabela abaixo.

Quadro 2 - Etapas de Gerenciamento de resíduos

Etapa 1	Classificação e Segregação		
A	B	C	D
			
Agregados	Recicláveis	Sem tecnologia de reciclagem	Perigosos
Etapa 2	Armazenamento / Acondicionamento		
			
Caçambas (acondicionamento)	Baías de resíduos (armazenamento)	Abrigos (armazenamento)	Bags (acondicionamento)
Etapa 3	Transporte		

			
Carrinho pequenos volumes	Sacos de Ráfia	Retroescavadeira para grandes volumes	
Etapa 4	Tratamento / Destinação final / Disposição final		
			
Triturador de Gesso (tratamento)	Moinho Classe A (tratamento)	Blocos mestrado (destinação final)	Aterro Classe A (disposição final)

Fonte: (PEXELS, 2024) e (LAFAYETTE, S.D.)

Uma adequada gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC) requer uma caracterização prévia dos resíduos a serem produzidos. Esse entendimento direciona a definição das várias etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), como a segregação, o acondicionamento, o transporte, bem como o tratamento dos resíduos e a disposição final dos rejeitos. É imprescindível que esse plano seja elaborado de acordo com a legislação em vigor.

Oliveira e Mendes (2008) destacam ações de melhoria na gestão de resíduos da construção civil bem como sua redução, no qual, inclui a adoção de tecnologias avançadas para minimizar perdas, aprimoramento de projetos e flexibilidade, melhoria da qualidade da construção para reduzir defeitos e manutenção, seleção cuidadosa de materiais visando à durabilidade, capacitação de recursos humanos, uso de ferramentas adequadas, gestão eficiente de processos, estímulo para modificações em vez de demolições, aplicação de taxas sobre a geração de

resíduos, implementação de medidas de controle na disposição e campanhas educativas. Essas medidas visam a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental na indústria da construção.

Para aprimorar o gerenciamento de resíduos da construção civil, é fundamental seguir diretrizes e estratégias específicas. Isso envolve, primeiramente, a eliminação de áreas inadequadas para a disposição final de resíduos da construção civil, através da criação de linhas de financiamento destinadas à recuperação dessas áreas e disponibilização de relatórios detalhados sobre a movimentação desses resíduos. Além disso, é necessário investir em capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento desses resíduos, orientar tanto o setor público quanto privado na construção de áreas adequadas para destinação final e definir procedimentos para encerramento de aterros e recuperação de áreas inadequadas (BRASIL, 2022).

Também é importante incentivar a identificação e fiscalização de grandes geradores de resíduos da construção civil, implantar ecopontos e ecocentros para recebimento de pequenas quantidades desses resíduos e evitar a criação de pontos de disposição inadequada. Além disso, é essencial promover a reciclagem dos resíduos da construção civil, incentivando o uso de materiais reciclados em obras públicas e privadas, fomentando a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem desses materiais e disponibilizando instrumentos econômicos e linhas de financiamento para aquisição de equipamentos voltados à redução da geração e ao aproveitamento desses resíduos (BRASIL, 2022).

A Agenda 21 Brasileira representa um processo e ferramenta de planejamento inclusivo voltado para o desenvolvimento sustentável, centrado na ideia de sustentabilidade, que busca conciliar a preservação ambiental, a equidade social e o crescimento econômico. Implementada em 2003, essa agenda se fundamenta em diversas propostas, como a otimização dos processos construtivos para reduzir perdas de materiais, a promoção da reciclagem dos resíduos da indústria da construção civil para sua reutilização como materiais de construção, e o estímulo à durabilidade e à manutenção adequada das edificações.

Em relação a outra forma de melhoria na gestão de resíduos sólidos, a logística reversa na indústria da construção civil, embora ainda esteja em estágio inicial no Brasil, é uma prática consolidada em muitos outros países. Revelou-se uma ferramenta importante para mitigar os impactos ambientais, reduzir o consumo de recursos naturais e minimizar o volume de resíduos descartados. Além disso, representa um mecanismo importante para o desenvolvimento socioeconômico sustentável, promovendo o surgimento de novos negócios, proporcionando retorno financeiro para as empresas envolvidas e contribuindo para a preservação ambiental para as gerações futuras (FONSECA, MAINTINGUER, 2018).

8. AVALIAÇÃO DE MEDIDAS ADOTADAS E MUDANÇAS NO CENÁRIO ATUAL

Na avaliação das medidas adotadas para a gestão de resíduos na construção civil, destaca-se que a maior parte dos resíduos reciclados são classificados como classe A, sendo predominantemente processados para confecção de novos materiais por meio da britagem. Essa prática demonstra uma importante contribuição para a redução do volume de resíduos destinados a aterros e para a promoção da sustentabilidade na indústria da construção.

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON (2020), apesar do crescimento da capacidade máxima de produção das usinas brasileiras até 2018, atingir aproximadamente 45% de todo o resíduo de construção e demolição (RCD) gerado no país, a produção efetiva de agregados reciclados tem sido inferior a essa capacidade máxima. De fato, a produção tem se mantido constante ao longo dos anos, não ultrapassando a marca de 20 milhões de toneladas por ano, operando a menos de 50% de sua capacidade. Mesmo diante desse cenário, as condições de operação foram suficientes para alcançar índices de reciclagem nacionais na ordem de 15%.

Os produtos resultantes da reciclagem de resíduos da construção civil desempenham uma variedade de funções, embora não tenham uma função estrutural direta. Abaixo está retratado os principais usos comumente difundidos

Quadro 3 - Usos comuns de agregados reciclados

Agregado Reciclado	Origem	Uso
Areia reciclada	reciclagem de concreto e blocos de concreto	produção de argamassa de assentamentos de alvenaria para vedação, blocos, contrapisos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	reciclagem de concreto e blocos de concreto	fabricação de artefatos de concreto (bancos e mesas de praças), blocos de vedação, pisos intertravados e manilhas de esgoto
Brita reciclada	reciclagem de concreto e blocos de concreto	fabricação de concretos não estruturais e em obras de drenagem
Bica corrida reciclada	reciclagem de resíduos da construção civil	reforço de subleito de pavimentos, obras de sub-base de pavimentos e acerto topográfico de terrenos

Agregado Reciclado	Origem	Uso
Pedra reciclada (rachão)	reciclagem de concreto e blocos de concreto	obras de pavimentação, terraplanagem e drenagem

Fonte: Salomão et. al. 2019

Figura 2 - Agregados reciclados



Fonte: Salomão et. al. 2019

Ao longo dos anos, ocorreram mudanças significativas nas tecnologias empregadas nas usinas de reciclagem no Brasil. Segundo dados levantados pela Abrecon (2020) citados por Paulino et. al (2023), foram identificadas diferentes gerações de usinas, sendo a primeira instalada até 2002, caracterizada por um ambiente de negócios com pouca regulamentação e predominância de usinas públicas de reciclagem, com produção limitada e foco principal na aquisição de britadores. Entre 2002 e 2010, surgiram novas gerações de usinas, com a entrada da iniciativa privada. A partir de 2010, observou-se uma disseminação de usinas móveis e híbridas, além da introdução de mais operações de processamento, como áreas de transbordo e triagem, e o surgimento de usinas de grande porte com tecnologias mais avançadas, incluindo a implementação de processos de lavagem para a remoção de impurezas e aprimoramento da qualidade dos produtos reciclados. Essas mudanças resultaram em uma maior diversidade e qualidade de

produtos obtidos, refletindo o desenvolvimento do mercado dos agregados reciclados e uma maior preocupação com a descontaminação do material e o controle da produção.

Quadro 4 - Mudança de cenário na reciclagem de resíduos da construção civil

Geração	Mudanças de Cenário
1º Geração Maioria das usinas até 2002	O cenário empresarial caracterizado por uma falta de regulamentação significativa e pela presença predominante de usinas públicas de reciclagem era marcado por uma produção limitada e uma escassez de instrumentos de operação. As atividades das usinas estavam principalmente focadas na aquisição de britadores, com pouca atenção voltada para outras etapas do processo de reciclagem.
2ª Geração Entre 2002 e 2010	Com o aumento da regulamentação e a maior institucionalização do setor, houve um crescimento modesto no número de usinas, enquanto a participação relativa das usinas públicas em relação ao total (incluindo usinas públicas e privadas) diminuiu.
3ª Geração Entre 2010 e 2020	A implementação de controles eletrônicos para o gerenciamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e a disseminação de conhecimento através de cursos, workshops, seminários e missões técnicas foram características marcantes deste período. Houve um crescimento mais acentuado do mercado de usinas, áreas de transbordo e triagem (ATI) e aterros de inertes, representando um avanço significativo na história do setor.
4ª Geração A partir de 2020	As unidades de reciclagem passaram a adotar um controle mais rigoroso da produção, utilizando conjuntos mais completos de triagem e britagem. Além disso, houve a introdução de procedimentos de lavagem em algumas usinas, e as normas técnicas e medidas de produtividade foram sofisticadas por meio de softwares especializados.

Fonte: Paulino et. al (2023)

9. CONCLUSÃO

É indubitável que o tema da gestão de resíduos sólidos na construção civil é de suma relevância para a sociedade, impactando diretamente a gestão ambiental do país. No entanto, atualmente, enfrentamos significativos impasses relacionados a esse tema, destacando-se a ineficácia na gestão adequada dos resíduos, principalmente em obras de pequeno porte, e os desafios associados à destinação ambientalmente correta desses resíduos.

Primeiramente, é crucial reconhecer que a ineficácia na gestão de resíduos impede a resolução do problema. Os principais problemas incluem a falta de educação ambiental nos canteiros de obras e as dificuldades dos gestores em classificar, transportar, armazenar e dispor adequadamente os resíduos. Isso é especialmente evidente em obras de pequeno porte, onde os resíduos são comumente descartados de forma irregular, aumentando a poluição ambiental, inclusive em áreas próximas a corpos d'água.

Além disso, o alto índice de desperdício de materiais contribui para o aumento do volume de resíduos gerados, exacerbando os problemas relacionados à gestão de resíduos sólidos e seus impactos ambientais. Conforme destacado por Thomas Hobbes, filósofo inglês, "o homem é o lobo do homem", ressaltando a capacidade humana de destruir o meio ambiente do qual depende para sua sobrevivência. Portanto, é fundamental reconhecer que a má gestão de resíduos afeta não apenas o meio ambiente, mas também a saúde humana e a própria sobrevivência da sociedade.

Além dos desafios operacionais, existem questões relacionadas às inovações tecnológicas necessárias para uma gestão eficiente de resíduos. É crucial investir em novas tecnologias e promover a incorporação de produtos provenientes do mercado de reciclagem na cadeia de valor dos materiais de construção. Nesse sentido, é necessário fortalecer parcerias entre construtoras e instituições de pesquisa para desenvolver novos materiais que atendam aos requisitos estruturais, além de promover o pleno funcionamento das usinas de reciclagem.

Em resumo, para superar esses desafios, é fundamental implementar programas de educação ambiental nas obras, especialmente para os trabalhadores envolvidos. Esses programas devem ser estabelecidos como requisitos ambientais vinculados às licenças das obras. Além disso, é essencial promover o desenvolvimento e a

adoção de tecnologias inovadoras, por meio de parcerias e investimentos estratégicos. Somente assim poderemos garantir uma gestão eficaz de resíduos sólidos na construção civil, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento social.

10.REFERÊNCIAS:

Angulo, S. C.; Oliveira, L. S.; Machado, L. (Orgs.). **Pesquisa setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Paulo: Epusp, 2022. 104 p. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/pesquisa-setorial-abrecon-2020>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DOU de 03/08/2010

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Capítulo 1 “**Diagnóstico dos Resíduos Sólidos no Brasil**” do **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares**. Brasília: 2022, p. 13-64. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao/zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf

CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Materiais, componentes e a construção sustentável**. 2009. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS_CT Materiais_Posicionamento_Materiais%20componentes.pdf. Acesso em: 17 mar. 2024.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Brasília: DOU de 17/07/2002.

Da Silva, O. H., Umada, M. K., Polastri, P., De Angelis Neto, G., De Angelis, B. L. D., & Miotto, J. L. (2015). **Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Ed. Especial, Maringá, PR. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Acesso em: 15 de março de 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/20558/pdf>.

Fonseca, M. J. M., Maintinguer, S. I., & Maintinguer, S. I. (2018). **Aplicação da logística reversa na construção civil como mecanismo ambiental sustentável**

em políticas públicas. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/872>. Acesso em:
18 mar. 2024.

Garcez, L. R., Leite, H. E. S. C., Araújo, J. da S., & França, B. de S. M. (2020). **Desafios no gerenciamento de resíduos em construção de pequeno porte**. Revista Engenharia de Interesse Social, 5(6), 150-172. UEMG - Universidade Estadual de Minas Gerais, Belo Horizonte. Acesso em 17 de março de 2024. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/view/4682/3207>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2020. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro. Acesso em: 1 de março de 2024. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>

Klein, F. B., & Gonçalves-Dias, S. L. F. (2017). **A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 40, p. 483-506, abril 2017. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR. Acesso em: 5 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703/32121>.

Lafayette, Kalinny P. V. **Gestão de RCC em canteiros de obras**. Universidade de Pernambuco. Escola Politécnica de Pernambuco. Mestrado em Engenharia Civil. Sem data. Disponível em:
https://pecpoli.com.br/login/adm/material_disciplina/fotos/IGDITC_2019_1%20VERS%C3%83O.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

Linhares, S. P., Ferreira, J. A., & Ritter, E. (2007). **Avaliação da implantação da Resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil**. Estudos Tecnológicos em Engenharia, 3(3), 176-194. Disponível em: https://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5801. Acesso em 17 de março de 2024.

MAIRINK, Carlos Henrique Passos. **Descomplicando o Projeto de Pesquisa**. [recurso eletrônico] / Carlos Henrique Passos Mairink - Belo Horizonte, MG: CaMaiK, 2018

Mesquita, A. S. G. (2012). **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina**, Piauí. HOLOS, Ano 28, Vol. 258. Instituto Federal do Piauí. Acesso em: 1 de março de 2024. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/835/530>.

Oliveira, E. G., Mendes, O. (2008). **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA**. Goiânia. Disponível em: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/estudo-de-caso-construtora-consciente.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Oliveira, L. J. C.; Soares, M. C. B.; Quaresma, W. M. G.; Adorno, A. L. C. (2020). **Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 24447-24462, maio 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-047. ISSN 2525-8761. Acesso em: 15 de março de 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9550/8039>.

Paulino, R. S., Lazari, C. H., Miranda, L. F. R., & Vogt, V. (2023). **Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020**. Ambiente. construído. Curitiba - PR - Brasil; Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/QNNFCRvKbhfCRwx5sgNwxvM/#>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Pexels. Disponível em: <https://www.pexels.com/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

Rodrigues, I. S., Maciel, C. M. R., Maciel Júnior, A., Diniz, A. A., & Maciel, F. S. S. (2016). **Degradações ambientais no Rio Colônia no trecho urbano do município de Itororó, Bahia**. Ciência, Biosfera, Centro Científico Conhecer, Agronomia, Ciências da terra,. Acesso em: 15 de março de 2024. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016b/biologicas/degradacoes%20ambientais.pdf>.

Salomão, A., Malagute, P. E., Lorentz, L. S. A., & de Paula, L. T. G. (2019). **Reutilização dos resíduos gerados pela construção civil: uma breve revisão**. Research, Society and Development, 8(10). Universidade Federal de Itajubá, Brasil.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662201026>. Acesso em: 18 mar. 2024.