



FACULDADE EDUFOR
CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

JAYRON JORGE MORAES BARROS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

São Luís
2022

JAYRON JORGE MORAES BARROS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil, da Faculdade EDUFOR como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó.

São Luís

2022

B277g Barros, Jayron Jorge Moraes

Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil /
Jayron Jorge Moraes Barros — São Luís: Faculdade Edufor,
2022.

38 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (ENGENHARIA CIVIL) —
Faculdade Edufor - São Luís, 2022.

Orientador(a) : Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó

1. Gerenciamento. 2. Resíduos Sólidos. 3. Construção Civil.

I. Título.

FACULDADE EDUFOR SÃO LUÍS

CDU 628.4.046

JAYRON JORGE MORAES BARROS

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil, da Faculdade EDUFOR como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó.

Aprovado em: 20/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó (Orientador)

Prof MSc Valdilea Ferreira Lopes (1º Examinador)

Prof MSc Wallace Allan Blois Lopes (2º Examinador)

Dedico este trabalho ao meu Deus por ter me
presenteado com o dom da vida.

À minha esposa e filho que me incentivaram e
apoiaram durante todo este processo de
aprendizado e crescimento pessoal e
intelectual.

Aos meus pais pelos conselhos e orientações
dados ao longa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, o cerne da minha existência e o maior incentivo à busca dos meus objetivos, por todas as realizações que têm me proporcionado e pela força e discernimento que me fazem compreender e superar muitas dificuldades da vida.

À minha esposa e ao meu filho pelo incentivo a minha formação pessoal e profissional, que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

Ao professor Franklin do Ó pela orientação e pelas palavras sinceras que me permitiram encontrar a direção acertada para conduzir a realização da minha pesquisa, pelo seu incentivo, inspiração e estímulo para finalizar o processo, além da paciência necessária nos últimos momentos.

Aos colegas de turma que foram presentes nesta caminhada, pelas experiências que trocamos e por todos os momentos que nos uniram em busca de um ideal comum.

Aos professores pela paciência, perseverança, e dedicação a nós alunos, que nem sempre soubemos aproveitar, nos mostraram os caminhos com sabedoria.

Enfim a todos que direta ou indiretamente contribuíram para elaboração deste trabalho e que torceram pelo meu sucesso ao longo desses anos.

*“Feliz é o homem que persevera na
provação, porque depois de aprovado
receberá a coroa da vida, que Deus
prometeu àqueles que o amam”.*

Tiago 1:12

RESUMO

Esta pesquisa objetiva discutir o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil através de uma revisão de literatura que trata sobre o assunto. Os resultados da pesquisa evidenciaram que muitas empresas não aplicam as Resoluções nºs 275/2001 e 307/2002 do CONAMA e, consecutivamente, possuem falhas no processo de o gerenciamento de resíduos sólidos através da identificação dos fatores geradores, a classificação, o acondicionamento, o transporte, a reciclagem, a reutilização e, por fim, o seu descarte em adequado em locais devidamente apropriados. Diante do exposto, evidenciou-se que o gerenciamento de resíduos sólidos é um passo importante para equilibrar os interesses do segmento da construção civil e a necessidade de utilizar o meio ambiente de modo sustentável.

Palavras-chaves: Gerenciamento, Resíduos Sólidos, Construção Civil.

ABSTRACT

This research aims to discuss the management of solid waste from civil construction through a literature review that deals with the subject. The research results showed that companies need to comply with current legislation, but precisely with CONAMA Resolutions 275/2001 and 307/2002 and promote solid waste management through the identification of generating factors, classification, packaging, transport, recycling, reuse and, finally, their proper disposal in duly appropriate places. In view of the above, it became evident that solid waste management is an important step to balance the interests of capitalism expressed in civil construction works and the need to use the environment in a sustainable way.

Keywords: Management, Solid Waste. Construction.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 03 |
| 2 | RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 11 |
| 2.1 | Conceituação e principais características..... | 12 |
| 2.2 | Classificação..... | 14 |
| 2.3 | Geração e Perdas..... | 16 |
| 3 | SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 18 |
| 3.1 | Princípio da sustentabilidade..... | 19 |
| 3.2 | Legislação..... | 21 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 25 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 27 |
| 5.1 | Gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil..... | 27 |
| 5.2 | Transporte e destino final..... | 30 |
| 5.3 | Reciclagem e reutilização..... | 31 |
| 5.4 | Recomendações..... | 33 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 35 |
| 7 | REFERÊNCIAS..... | 37 |

1 INTRODUÇÃO

A relação do homem para com o meio ambiente foi caracterizada por uma exploração predatória, principalmente pelo fato de inexistir legislações que regulamentassem o uso dos recursos naturais e, com isso estabelecesse limites. Um ponto importante para mudar essa realidade foi a criação de estratégias como, por exemplo, cita-se o gerenciamento de resíduos provenientes na construção civil que ajudou a tornar mais sustentáveis ambientalmente as obras através de processos de reciclagens e reutilização.

A escolha pelo referido tema “Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil justifica-se pelo fato de observar que nas últimas duas décadas várias empresas da construção civil passaram a ter uma maior preocupação com as questões ambientais, sobretudo, no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos, adaptando-se ao que determina a legislação vigente.

Esse novo cenário encontrado na área da Engenharia Civil tem por principal objetivo conciliar os interesses das atividades econômicas com as questões ambientais, que ganharam força através da criação de legislação específica que visa efetivar o desenvolvimento sustentável em detrimento da exploração predatória dos recursos naturais. A construção civil, por sua vez, era considerada a principal vilã pelo fato de produzir uma grande quantidade de resíduos sólidos que comumente eram despejados de forma inadequada no meio ambiente.

O problema que motivou o interesse na elaboração desta pesquisa está fundamentado na seguinte pergunta: “Até que ponto o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil pode contribuir para evitar impactos ambientais e promover a sustentabilidade nesse setor ?

A indagação acima citada denota a complexidade deste estudo, uma vez que correlaciona a construção civil que atualmente é considerada uma das atividades econômicas que mais degrada o meio ambiente, com a necessidade de promover o gerenciamento de resíduos sólidos para alcançar a sustentabilidade da obra. Isso em consonância com a legislação vigente, mas, precisamente, cita-se a Resolução nº 307 do CONAMA.

O interesse do pesquisador em desenvolver a presente pesquisa partiu do contato com material bibliográfico que trata da importância de as empresas da construção civil realizarem o gerenciamento de resíduos sólidos, assim como através

de documentários que abordavam sobre o assunto e do conteúdo compartilhados pelos professores.

O objetivo central deste estudo consiste em discutir o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil através de uma revisão de literatura que trata sobre o assunto

Como objetivos específicos destacam-se os seguintes: abordar os principais conceitos sobre resíduos sólidos da construção civil, correlacionando-os com as suas principais características, classificação, geração e perdas; identificar como a sustentabilidade pode ser aplicada na construção civil, conforme os aspectos da legislação vigente e apontar algumas estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil.

Este estudo está subdividido em seis capítulos.

No primeiro é feita uma breve apresentação, destacando o tema, a justificativa, o problema, os objetivos e a relevância do assunto abordado na atualidade.

O segundo capítulo aborda os principais conceitos sobre o gerenciamento de resíduos, as suas principais características e os principais fatores que ocasionam a geração e as perdas nas obras.

O terceiro capítulo trata da sustentabilidade aplicada na construção civil, enfatizando o princípio sustentável e a legislação vigente.

No quarto capítulo destacam-se os procedimentos metodológicos (tipo de pesquisa, critério de inclusão e exclusão, base de dados e análise da pesquisa).

O quinto capítulo apresenta os resultados e discussões, com ênfase no gerenciamento de resíduos sólidos, transporte e destino, reciclagem e reutilização.

O sexto e o sétimo capítulos apresentam respectivamente as considerações finais e as referências bibliográficas.

Esta pesquisa se torna relevante ao pesquisador pelo fato de contribuir para uma melhor compreensão de como o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil pode evitar impactos no meio ambiente e promover a sustentabilidade da obra. Para sociedade civil é importante porque apresenta uma alternativa para associar os interesses do segmento da construção civil com a sustentabilidade ambiental. Para comunidade acadêmica é relevante porque serve de base e fonte para novas pesquisas.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com o Ministério da Economia (2020), a construção civil é um dos segmentos econômicos que mais gera emprego e renda no país, sendo responsável por 5% do Produto Interno Bruto (PIB), prova disto, é que o respectivo setor é capaz de gerar 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos para cada R\$ 100.000,00 (cem mil reais) investidos. Isso denota a capacidade de produção, geração de emprego e renda, bem como o aceleração da economia.

Por outro lado, a construção civil é um dos segmentos com o maior registro de acidentes e com um dos maiores índices de produção de resíduos sólidos. Esses dados são preocupantes porque evidenciam a periculosidade desta atividade e o acentuado risco de impactos ambientais. Por esta razão, torna-se muito importante criar estratégias que visem minimizar os impactos ao meio ambiente, como também proteger a integridade física dos seus profissionais envolvidos.

De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2020), a construção civil no Brasil somente no ano de 2019, antes dos efeitos da pandemia da COVID 19, gerou aproximadamente 84.000.000 m³ de resíduos sólidos. São dados preocupantes principalmente quando se leva em consideração a realidade do país, que possui uma dimensão continental do seu território, o que dificulta a devida fiscalização e controle por parte dos órgãos competentes. Portanto, muitas obras que aconteceram na clandestinidade não entram no senso da pesquisa.

Outro aspecto preocupante consiste no fato de que 90% dos resíduos sólidos oriundos da construção civil no Brasil não possui uma destinação ecologicamente correta, o que acentua a degradação do meio ambiente. Geralmente o material que não será utilizado é descartado juntamente com outros tipos, ou seja, muitas obras acontecem de modo obscuro, isto é, fora dos padrões da legislação vigente e sequer possuem uma coleta seletiva, com o objetivo de melhor direcionar os resíduos que poderão ser reutilizados até na mesma obra que fez o descarte indevido. Não adianta apenas construir, muito pelo contrário, torna-se necessário construir dentro da legalidade e da sustentabilidade ambiental (MACHADO, 2018).

Diante do exposto, destaca-se a seguir alguns dos principais conceitos e características dos resíduos sólidos oriundos da construção civil, bem como a sua classificação, conforme a legislação vigente.

2.1 Conceituação e principais características

De acordo com a etimologia a expressão “resíduos sólidos” possui a sua origem no vocabulário latino, sendo formada pelas seguintes palavras, são elas: “*residum*” que traduzido originalmente para o português significa resto, fragmento, pequena parte ou aquilo que pode ser descartável e “*solidus*” que significa firme, completo, inteiro aquilo que é concreto, palpável. Dessa forma, neste primeiro momento pode-se conceituar o termo resíduos sólidos como sendo todo o tipo de material que não possui mais utilidade dentro de um processo organizacional, ou então, o produto que perde a sua vida útil (BARBOSA, 2020).

Partindo desse pressuposto, Silva (2019) destaca que o conceito de resíduo sólido pode ser melhor compreendido a partir das suas principais características que são: a produção, a sua utilidade e o impacto causado. Isso fica evidente quando o autor supracitado faz a seguinte declaração:

[...] conceitua-se como resíduo sólido toda a matéria que pode ser tangível produzida pelo homem ou pela própria natureza e que não possui mais utilidade, daí a razão pela qual se denomina popularmente de lixo, sendo estas, algumas das suas principais características. Portanto, torna-se extremamente importante estudar e desenvolver meios para descartá-lo corretamente e, sobretudo, tentar reaproveitar de alguma maneira esse material descartável frente aos prejuízos que pode ocasionar ao meio ambiente (SILVA, 2019, p. 44).

Com base nos conceitos dos autores acima elencados, observa-se que os resíduos sólidos é todo material sólido ou semissólido, daí a razão por que é tangível, que perdeu a sua utilidade originária e, portanto, não possui mais utilidade. Isso se tornou uma preocupação mundial porque diariamente o homem e a indústria, ênfase dada a Engenharia Civil produzem uma grande quantidade de resíduos sólidos, o que consecutivamente acentuam a degradação ambiental, quando o descarte não é feito de modo adequado.

Dando ênfase ao assunto, Canejo (2021) é contundente ao afirmar que não se deve confundir resíduos sólidos, com rejeito (lixo). Muito embora esses termos sejam usados no cotidiano de modo errôneo para externar o descarte daquilo que não possui mais utilidade, torna-se conveniente destacar que possui diferenças. O primeiro se caracteriza essencialmente pela possibilidade de reaproveitamento ou reciclagem do

produto ou parte dele. Já o segundo é caracterizado pela impossibilidade reaproveitamento e reciclagem, tendo como destino os aterros sanitários.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2022), a área da Engenharia Civil é um dos segmentos econômicos que mais produz resíduos sólidos no âmbito do território brasileiro. Diante disso, publicou a Resolução nº 307/2002, como objetivo de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos sólidos na construção civil e, assim, minimizar os impactos ambientais. A referida norma tanto defini quanto caracteriza os resíduos sólidos provenientes deste segmento, conforme pode ser observado a seguir.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

Define que os resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002, p.1).

Verifica-se que a construção civil utiliza um grande volume de materiais. Logo, se torna conveniente e até mesmo aceitável que produza um acentuado número de resíduos sólidos. O problema não está em produzir, mas, sim, em descartar de modo indevido, principalmente porque os órgãos de fiscalização e controle não possuem uma estrutura e pessoal suficiente para acompanhar as obras realizadas em todo o território nacional. Daí a razão pela qual as empresas precisam ter a conscientização e ao mesmo tempo uma política interna de descarte e quando possível de reutilização dos resíduos sólidos produzido.

Para Assis (2022), diante dos impactos negativos que a produção e o descarte de resíduos sólidos têm ocasionado ao Meio Ambiente, o governo brasileiro sancionou a Lei nº 12.305/2010 também conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), no seu artigo primeiro enfatiza a sua finalidade no tocante a gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos por pessoas físicas e jurídicas no país.

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as 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.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010, p.1).

Percebe-se que atualmente o país possui uma legislação específica que aborda a produção e o gerenciamento integrados dos resíduos sólidos. A intenção do legislador é distribuir a responsabilidade e ao mesmo tempo possuir sempre um destino adequado aos resíduos sólidos produzidos tanto por pessoas físicas quanto jurídicas. A não observância ao que determina a norma pode resultar em sanções e dependendo dos danos e/ou prejuízos causados ao meio ambiente ser classificado como crime ambiental. Essa medida foi uma forma encontrada para forçar o indivíduo e a empresa a fazer o descarte correto dos resíduos sólidos produzidos.

2.2 Classificação

De acordo com Coelho (2016), os resíduos sólidos oriundos da construção civil podem ser classificados em perigosos e não perigosos:

– Perigosos (classe I): são aqueles que prejudicam ou provocam riscos ao meio ambiente e à saúde do indivíduo ou da coletividade, resultando em morte ou enfermidade, quando manejados ou dispostos inadequadamente. Possuem na sua composição propriedades corrosivas, tóxicas, patogênicas e radioativas (ASSIS, 2022).

– Resíduos não perigosos (Classe II): são aqueles que não causam danos e/ou riscos à saúde humana. São subdivididos em inertes e não-inertes. O primeiro é caracterizado por apresentar na sua composição propriedades biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. O segundo se caracteriza essencialmente por apresentar em sua propriedade elementos (cor, turbidez, dureza) que sofrem modificações em contato com a água e não se decompõem em contato direto com o solo, formando assim, uma pilha de entulhos (SILVA, 2019).

A Resolução nº 307/2007 do CONAMA classifica os resíduos sólidos resultantes da construção civil em quatro classes, são elas:

– Classe A: todo material reciclável e reutilizado como agregados (blocos, tubos, peças de pré-moldados);

- Classe B: todo material reciclável para outras destinações (papel, vidro, plástico, madeira);
- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis (placas de gesso);
- Classe D: resíduos perigosos oriundo do processo da construção (tinta, solventes, óleos, dentre outros).

Vale ressaltar que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010, p. 4) classifica de modo mais abrangente os resíduos sólidos levando em consideração o local e/ou atividade em que a geração ocorre, conforme descrito no quadro abaixo.

Quadro 1: Classificação dos Resíduos Sólidos

| CLASSIFICAÇÃO | CARACTERÍSTICAS |
|---|---|
| Resíduo sólido urbano: | Dividido em materiais recicláveis (metal, papel, plástico e vidro) e matéria orgânica, dentre outras; |
| Resíduo da construção civil: | Gerados nas reformas, construções, demolições, reparos e preparação de terreno; |
| Resíduos industriais: | São produzidos nos processos produtivos e instalações industriais; |
| Resíduos dos serviços de saúde: | São gerados em qualquer serviço de saúde (cirurgias, seringas, aventais, dentre outros); |
| Resíduos agropastoris: | Divide-se em orgânico e inorgânico (Dejetos da criação de animais, embalagens agrotóxicos, fertilizantes e insumos, dentre outros). |
| Resíduos da mineração: | Gerados em qualquer atividade da mineração; |
| Resíduo com Logística Reserva (obrigatória): | São pilhas, baterias, pneus, lâmpadas, mercúrio, óleos, eletrodomésticos, dentre outros |
| Resíduos transporte aéreo e aquaviário: | Gerados pelos serviços de transporte de natureza diversas (ferragens, cozinha, material de escritório, dentre outros); |
| Resíduos transporte rodoviário e ferroviário: | Produzidos pelos respectivos serviços de transportes, acrescidos de resíduos sépticos que podem conter organismos patogênicos; |

Fonte: Política Nacional Resíduos Sólidos (2010, p. 4).

Verifica-se que a classificação dos resíduos sólidos oriundos da construção civil leva em consideração a capacidade de serem reciclados e reutilizados, como também o grau de periculosidade e contaminação tanto ao ser humano quanto ao meio ambiente.

Isso é relevante porque automaticamente força as empresas do referido setor a criar estratégias que visem o descarte e a reutilização adequada dos resíduos produzidos. Além de conscientizar através de campanhas promocionais os seus clientes sobre a necessidade de preservar e cuidar do meio ambiente.

2.3 Geração e perdas

De acordo com Ribeiro *et. al.* (2015), a construção civil é considerada um dos principais segmentos geradores de resíduos sólidos. Esta produção está diretamente relacionada com a perda de materiais antes mesmo de serem utilizados. Isso geralmente acontece quando ocorre erro nos cálculos de materiais como, por exemplo, citam-se: madeira, compensados, pregos, arames, dentre outros, que geralmente são utilizados para cercar a área (terreno) onde se dará a obra.

No ponto de vista de Lima (2016), a geração de resíduos sólidos na construção civil acontece principalmente pela falta de planejamento, como também pelo fato de as construtoras não terem uma política bem definida de reutilização dos materiais. O desperdício durante o processo de execução da obra é dos problemas que precisam ser revistos, pois além de representar custos desnecessários também degradam o meio ambiente direta o indiretamente.

A geração de resíduos sólidos na construção civil se deve, sobretudo, pela falta de um planejamento estratégico antes, durante e após a realização da obra, principalmente quando a empresa executora do projeto não possui uma política ambiental de destinação e reutilização dos materiais desperdiçados. Esse desperdício representa um custo muito alto à construtora, assim como potencializa a degradação ambiental. Portanto, torna-se necessário ter memoriais descritivos bem definidos, qualificação da mão de obra e controle técnico daquilo que foi e será utilizado (LIMA, 2016, p. 40).

Nota-se que a geração de resíduos sólidos na construção civil é um problema sério, que representa danos e/ou prejuízos tanto às empresas quanto ao meio ambiente, pois muitos dos materiais desperdiçados na obra são descartados de forma inadequada. Diante desse cenário, torna-se necessário que as empresas do setor

tenham criem processos de reutilização e reciclagem no canteiro de obras, pois isso pode representar uma maior customização da obra.

A geração de resíduos sólidos na construção civil também poderá acontecer em detrimento de falhas no processo de transporte e na armazenagem adequada. Por exemplo, é um erro deixar pedaços de compensados expostos ao ar livre, ou colocar cerâmicas no chão frio. Isso pode acarretar na degradação ou na perda do material. Diante disso, é importante as construtoras possuírem no quadro profissional(is) devidamente habilitados para cuidar do processo de transporte, logística e armazenamento de materiais (ARAÚJO, 2020).

Segundo Ferraz (2019), a perda de materiais na construção civil que pode resultar na geração de resíduos sólidos acontece em decorrência de furto ou extravio das embalagens dos respectivos materiais; incorporação de materiais na edificação; desperdício de horas dos funcionários; erro fase de planejamento do projeto e a própria metragem de determinados materiais comercializados no mercado. Por exemplo, a barra de ferro é vendida no comércio com medida de 12 metros de comprimento, no entanto, será utilizado apenas 3 metros para construção de um pilar.

Diante desse cenário, convém destacar que atualmente existem algumas estratégias que podem ser implementadas na construção civil, com o objetivo de minimizar as perdas e, consecutivamente, diminuir a quantidade de resíduos sólidos gerados, tais como: produzir argamassa apenas o suficiente para o dia de trabalho; utilizar paletes para armazenar tijolos cerâmicas, blocos de concreto, telhas, dentre outros materiais sempre em quantidades proporcionais e utilizar meios de transportes devidamente adequados (GROSS FILHO, 2020).

Além dos cuidados acima citados, destaca-se também que a obra deve possuir locais apropriados para armazenar os materiais; manter o canteiro de obra sempre limpo e organizado; dependendo da complexidade do projeto a ser executado é importante possuir uma equipe de fiscalização e controle interno. Vale ressaltar que o mestre de obras ou até mesmo o engenheiro pode coordenar esse processo, ou então, passar orientações aos seus encarregados como forma de evitar desperdícios de materiais e, posteriormente, uma maior produção de resíduos sólidos (ASSIS, 2022).

Verifica-se que por mais simples que seja o projeto, torna-se relevante planejar, organizar, coordenar e fiscalizar a efetivação da obra, com a finalidade de evitar perdas de materiais e a produção de resíduos sólidos desnecessários. É possível realizar uma obra dentro dos padrões de sustentabilidade ambiental.

3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A questão da sustentabilidade na construção civil tornou-se algo muito debatido na atualidade, pois de um lado estão os interesses econômicos e de outro a necessidade de preservar o meio ambiente às futuras gerações. Essa dicotomia necessita encontrar um ponto de equilíbrio para que o desenvolvimento socioeconômico aconteça de modo que não degrade ou pelo menos minimize os impactos negativos gerados. É nessa perspectiva que se aplica a sustentabilidade na construção civil com o objetivo de atender os interesses das partes (TORRES, 2019).

Antes de aprofundar a análise do princípio da Sustentabilidade que podem ser aplicadas na construção civil, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos sólidos e o posterior impacto negativo ao meio ambiente, destaca-se que o Ministério Público é o órgão responsável por realizar a defesa dos direitos e das garantias do meio ambiente perante a sociedade. Isso geralmente acontece em detrimento da ação humana expressa através da construção de empreendimentos que resultam ou representam impactos degradantes a natureza (NASCIMENTO, 2016).

De acordo com Agopyan (2021), a sustentabilidade pode ser compreendida como sendo um mecanismo que busca o equilíbrio entre a disponibilidade dos recursos naturais e a exploração deles por parte da sociedade. Para alcançar tal objetivo é necessário a criação de normas jurídicas e métodos alternativos que viabilizem o uso equilibrado dos ecossistemas de modo que possam atender aos interesses de todos os atores envolvidos. É uma tarefa complexa porque perpassa pela conscientização da população, pela educação ambiental e, sobretudo, pelo governo na criação de políticas públicas que proporcione a sustentabilidade.

Numa visão mais social, Assis (2022) comenta que a sustentabilidade é apenas um discurso criado pelo próprio sistema capitalista para continuar explorando os recursos naturais e humanos de modo predatório. Isso se justifica porque as ações mitigadoras que normalmente são desenvolvidas com o objetivo de minimizar os impactos são inversamente proporcionais aos danos causados ao meio ambiente. Então, na prática o que acontece é a exploração e a degradação ambiental em maior ou menor escala.

A solução para este viés está na remodelação dos métodos de produção e consumo, pois já foi comprovado que a natureza proporciona mais benefícios quando é protegida e preservada na sua essência.

3.1 Princípio da Sustentabilidade

Segundo Lima (2017), o termo princípio pode ser compreendido como aquilo que vem antes de outro, origem, começo, momento em que se faz uma coisa pela primeira vez. Assim sendo, destaca-se que o Direito Ambiental possui princípios que podem ser perfeitamente aplicados no gerenciamento de resíduos sólidos oriundos da construção civil como é o caso do princípio da Sustentabilidade.

Tendo em vista uma melhor compreensão acerca de como o Princípio da Sustentabilidade pode ser aplicado na construção civil e minimizar a geração e os danos causados pelos resíduos sólidos, destaca-se que o mesmo está fundamentado em três pilares, são eles: crescimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. A soma destes fatores possibilita um ponto de equilíbrio entre o homem e a natureza, sendo este o seu principal objetivo (ÁVILA, 2016).

O respectivo Princípio Constitucional e Ambiental surgiu como um importante viés para equilibrar os interesses capitalistas e a eminente necessidade de proteger e preservar o meio ambiente das atividades humanas que causam degradação ambiental como, por exemplo, cita-se a construção civil. Muito embora, o modelo socioeconômico vigente vise proporcionar melhorias na qualidade de vida das pessoas, a questão ambiental muitas vezes fica para um segundo plano, ou seja, não é vista e interpretada como uma prioridade, desde que os interesses de capitais sejam primeiramente alcançados (SOUSA, 2017).

Portanto, os pilares do princípio da Sustentabilidade servem para nortear todas as atividades de cunho econômico desenvolvidas no Brasil, principalmente aquelas que apresentam riscos de causar danos ao meio ambiente como é o caso da engenharia civil. Isso se justifica porque o desenvolvimento social perpassa pelos aspectos econômicos e ambientais, manter esse equilíbrio é de fundamental importância para manutenção e melhoria da qualidade de vida (TORRES, 2019).

Segundo Ribeiro *et. al.* (2015), para que os pilares acima citados possam a vir a ser efetivado na sua essência e não sejam apenas ações isoladas foram criadas normas jurídicas que melhor delimitassem a ação humana para com o meio ambiente, principalmente àquelas que preveem a construção de um empreendimento, sendo este concedido através do procedimento da licença ambiental.

O princípio Sustentável está preconizado em alguns dispositivos legais do ordenamento jurídico brasileiro, conforme destacado a seguir.

Artigo 2º da Lei 6.938/1981 (PNMA) versa o seguinte:

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento social e econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

Art. 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará:

I - À compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981, p. 1);

Ao associar o princípio da Sustentabilidade com a construção civil, nota-se que possui como principal objetivo o desenvolvimento da atividade dentro dos padrões sustentáveis, de modo que minimize os danos causados ao meio ambiente. Para tanto, torna-se necessário que as empresas possam criar estratégias para diminuir as perdas e os desperdícios causadores dos resíduos sólidos que, por sua vez, são considerados um dos principais agentes de degradação ambiental.

No ponto de vista de Nascimento (2016) o princípio da Sustentabilidade na construção civil deve ser visto e interpretados por todos os atores como um importante mecanismo de equilíbrio entre o interesse do capitalismo manifesto na realização de projetos arquitetônicos e proteção do meio ambiente.

É inaceitável que as atividades econômicas se desenvolvam alheias ao princípio da Sustentabilidade, principalmente quando se leva em consideração os empreendimentos cuja a construção irá impactar o ciclo natural dos ecossistemas. Na natureza tudo funciona em perfeita harmonia, seus eventos são cíclicos, enquanto que a economia se comporta de maneira linear. Um impacto provocado pela construção de um empreendimento poder fazer um efeito cascata em toda a cadeia, afetando inclusive o próprio homem, pela interdependência e interconexão dos seres vivos e os elementos do planeta (NASCIMENTO, 2016, p. 121).

Nota-se que é o princípio da Sustentabilidade norteia toda a legislação ambiental, sendo um instrumento de intervenção na ordem financeira e econômica, impedindo que os recursos naturais sejam explorados de modo degradante em nome da satisfação das atividades oriundas do capitalismo, como é o caso da construção civil de que afetam o ciclo natural do meio ambiente.

3.2 Legislação

Durante muito tempo inexistiu no Brasil uma legislação específica que abordasse a questão da sustentabilidade no âmbito da construção civil, com ênfase dada no gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Isso muito contribuiu para que a execução de projetos arquitetônicos ocorresse fora dos padrões sustentáveis, causando assim, inúmeros prejuízos ou danos ao meio ambiente e, numa perspectiva maior à sociedade.

De acordo com Sousa *et. al.* (2017), a história da legislação brasileira que associa a aplicação da sustentabilidade na construção civil de fato começa com a publicação da Lei nº 6.938/81 – Política Nacional de Meio Ambiente. Esta, por sua vez, apesar de não tratar da construção civil de modo explícito e dos resíduos sólidos gerados deixa claro que as atividades econômicas desenvolvidas no âmbito do território nacional devem ocorrer de modo controlado, assegurando a devida proteção aos recursos naturais.

Art 2º - [...]

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

c) afetem desfavoravelmente a bioma;

d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;

e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental (BRASIL, 1981, p. 1);

Verifica-se no dispositivo legal supracitado, que o legislador ambiental apesar de não ter citado a construção civil como atividade econômica potencializadora de riscos à degradação do meio ambiente ficou implícito tal entendimento, principalmente porque estudos recentes revelam que este segmento é um dos principais agentes de degradação ambiental.

Infelizmente ainda hoje é comum observar que muitas empresas não possuem planos de gerenciamento e controle dos resíduos sólidos produzidos nos canteiros de obra e pela falta de fiscalização por parte dos órgãos públicos acaba descartando-os errônea e inadequadamente no meio ambiente.

Posteriormente, Ribeiro *et. al.* (2015), que com o sancionamento da Nova Constituição Federal, no ano de 1988, o legislador constituinte é enfático que ao afirmar que as obras a serem executadas no país devem acontecer de modo que preserve o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade (BRASIL, 1988, p. 67).

Nota-se que a execução de obras no país deve ser precedida de estudos que comprovem o posterior impacto causado. Este estudo é de fundamental importância para que os órgãos públicos competentes nas demais esferas de governo estadual ou municipal possam proceder com a liberação do licenciamento ambiental. Dependendo do tipo e da dimensão do impacto causado o licenciamento poderá ser emitido pelo Município, ou pelo Estado, ou até mesmo pela União.

Para Nogueira (2020), outro marco importante foi a publicação da Lei de Crimes Ambientais que prevê penalidades às pessoas físicas e jurídicas que lançarem resíduos no meio ambiente em desacordo com a legislação vigente.

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

§ 1º Se o crime é culposo:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

§ 2º Se o crime:

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena - reclusão, de um a cinco anos (BRASIL, 1998, p. 12).

Pelo fato de a construção civil ser uma atividade que produz muitos resíduos sólidos, alguns destes, considerados de alta periculosidade à saúde humana e potencialmente poluidor ao meio ambiente, torna-se de fundamental importância a coleta seletiva e principalmente o descarte feito em conformidade com a legislação vigente. Do contrário a empresa pode responder judicialmente com o pagamento de multa e em determinadas situações concomitantemente o proprietário responder penalmente pelo crime ambiental.

Dando ênfase ao assunto, Torres (2019) comenta que outra legislação específica que de fato correlaciona o gerenciamento sustentável dos resíduos com a construção civil foi a publicação da Resolução nº 307/2002 do CONAMA,

Art. 2º [...]

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

XI - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010; (Inciso acrescentado pela Resolução (CONAMA, 2002, p. 1).

É possível perceber que quando se fala em gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil de modo mais específico, a norma abrange fatores que estão diretamente relacionados ao transporte e a logística, o tratamento e a destinação final. Tudo isso possui como principal objetivo atender aos “3Rs”, que são; Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Esse processo se torna um ciclo vicioso à empresa, pois atender aos “Rs” acima citados poderá contribuir para reduzir os custos e potencializar as arrecadações, pois no mundo atual que não deseja ter a imagem da sua organização atrelada a sustentabilidade ambiental.

Ávila (2016) destaca que Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou algumas normas nas últimas duas décadas, com o objetivo de melhor

regulamentar o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil, conforme pode ser observado no quadro baixo ilustrado.

Quadro 2: O histórico da publicação das normas produzidas pela ABNT no tocante ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil

| ABNT | FINALIDADES |
|-----------------------|---|
| ABNT NBR – 15112/2004 | Trata dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – diretriz para projeto, implantação e operação. |
| ABNT NBR – 15113/2004 | Aborda os resíduos sólidos da construção e resíduos inertes-Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| ABNT NBR – 15114/2004 | Destaca os resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| ABNT NBR – 15115/2004 | Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação |
| ABNT NBR – 15116/2004 | Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. |

Fonte: Ávila (2016, p. 122).

Verifica-se que a Associação Brasileira de Normas Técnicas buscou normatizar tecnicamente o gerenciamento de resíduos sólidos no país. O CONAMA, por sua vez, através da Resolução nº 307/2002 passou determinações sobre a obrigatoriedade de as empresas do setor da construção civil possuírem ou desenvolverem de forma isolada ou através de parcerias a reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos.

Por exemplo, cita-se que dependendo do tipo de resíduo sólido gerado nos canteiros de obra podem ser utilizados nos calçamentos de ruas, principalmente nos bairros mais periféricos, que não nasceram de forma planejada e que atualmente possuem sérios problemas com saneamento básico. Ou seja, se percebe que existe alternativas para reciclar e reutilizar os resíduos sólidos, basta ter pessoas e empresas interessadas no seu reaproveitamento.

4 METODOLOGIA

De acordo com Minayo (2002), para se realizar uma pesquisa na área da Engenharia Civil, um fator preponderante a ser observado é a definição da metodologia que será utilizada, uma vez que, atualmente, existe uma maior diversidade de opções quanto ao método, ao tipo de pesquisa e a abordagem utilizada. Assim sendo, dependendo da escolha feita se terá um resultado específico.

Tendo em vista o alcance do objetivo traçado, utilizou-se como procedimento técnico-científico, a revisão sistemática da literatura, também denominada de pesquisa bibliográfica, abordando o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.

De acordo com Marconi e Lakatos (2016), a revisão sistemática da literatura consiste num método de pesquisa que tem como principal objetivo reunir estudos científicos acerca do mesmo tema. Porém, os autores tendem a abordar o assunto de modo diferente, o que possibilita uma melhor análise crítica e, consecutivamente, um maior enriquecimento sobre a temática.

Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida com base nos métodos e técnicas de pesquisa virtual, bancos de teses e dissertações de mestrado e doutorado, revistas científicas especializadas sobre o tema abordado, documentos e dados extraídos de sites oficiais e institucionais. Além de uma aprofundada pesquisa em periódicos, revistas e livros ofertados nas bibliotecas.

Foi realizada também uma pesquisa virtual, a qual se utilizou a base *Scientific Eletronic Library On line Brasil* (SCIELO) que é uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros, o Web Of Science que oferta pesquisas interessantes sobre o assunto e o CAPES que é uma Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior que disponibiliza diferentes pesquisas das mais diversas áreas do conhecimento humano.

O processo de pesquisa iniciou com o acesso às bases de dados da SCIELO, Web Of Science e CAPES. Na oportunidade foram usados os seguintes descritores: construção civil, gerenciamento, resíduos sólidos, legislação vigente, danos causados e meio ambiente.

Desse modo, utilizou-se como critério de inclusão os artigos, livros e demais trabalhos acadêmicos encontrados que discutiam sobre o gerenciamento de resíduos

sólidos na construção civil, desde que publicado nos últimos sete anos, para que os dados e informações bibliográficas pesquisados não estejam defasados.

O critério de exclusão foram os artigos que claramente não estavam relacionados ao assunto, uma vez que foram observados se os temas e os resumos fazem menção a outras temáticas.

A análise da pesquisa bibliográfica deu-se mediante ao estudo das pesquisas indexadas, no qual se procurou apreciar os títulos, o tipo de pesquisa (todas primárias), o ano de publicação (2015 a 2022).

Portanto, enfatiza-se que, com o presente estudo pretende-se logo após a contemplação dos objetivos, difundi-lo junto ao meio acadêmico para que sirva de base e fonte para novas pesquisas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no levantamento bibliográfico realizado, destaca-se que emergiram três categorias que compõem os resultados e discussões deste estudo, são elas: a) gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil; b) o transporte e o destinação e c) processo de reciclagem e reutilização.

5.1 Gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil

De acordo com Alves (2022), as empresas que atuam na construção civil podem verificar a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e implementar um modelo de gerenciamento de resíduos sólidos. Um ponto de partida fundamental é a identificação e a posterior classificação dos materiais (resíduos) mais gerados durante a execução da obra, tais como: concreto, madeira, brita, papelão, dentre outros.

Não existe uma regra geral para classificar os resíduos sólidos gerados na construção civil, portanto, fica à cargo da estratégia e dos critérios estabelecidos pela empresa para identificar os agentes gerados. O exemplo abaixo classificou os resíduos sólidos gerados em dois grupos macros representados pelas letras “A” e “B”.

Quadro 3: Classificação dos resíduos sólidos para o gerenciamento

| RESÍDUO SÓLIDO | CLASSE |
|----------------|--------|
| Aço | B |
| Areia | A |
| Argamassa | A |
| Brita | A |
| Concreto | A |
| Madeira | B |
| Papel | B |
| Plástico | B |
| Prego | B |
| PVC | B |
| Telha | A |

Fonte: Alves (2022, p. 10).

Verifica-se que os materiais classificados como “Classe A” são geralmente oriundos da alvenaria estrutural. A geração dos resíduos sólidos tende a acontecer pelos desperdícios, que comumente acontecem para se executar o projeto tais como, necessidade de quebrar os tijolos, sobras de telhas, cerâmicas, como também pela não utilização total do concreto feito.

Para Araújo (2020), o sistema construtivo baseado na utilização de blocos é uma importante alternativa para reduzir os desperdícios de materiais e, conseqüentemente, gerar resíduos sólidos que, por sua vez, podem degradar o meio ambiente, principalmente quando descartados de forma inadequada.

Por outro lado, Barbosa (2020) destaca que alguns materiais descritos no quadro supracitado foram classificados como “Classe B”. Estes, por sua vez, são aqueles que podem ser facilmente separados de forma ecológica, tais como: Aço, arame, madeira, papel e papelão, plástico, prego, PVC e saco de papelão contaminado com cimento ou argamassa. Posteriormente, esse tipo de material poderá vir ser reutilizado na própria obra, ou então passar por um processo de reciclagem e ter a sua vida útil renovada, assim como, ser utilizado em outras obras ou em outras atividades fora do âmbito da construção civil.

Outro passo importante para se realizar o gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil, consiste na aplicação de estratégias que proporcione a segregação e/ou a triagem desses materiais. Por exemplo, cita-se que os próprios pedreiros, ou serventes de pedreiros podem ser encarregados dessa tarefa durante a execução do projeto e, a partir daí proceder com a segregação e/ou a triagem dos diferentes tipos de materiais não serão mais aproveitados na obra em locais adequados (FERREIRA, 2016).

É muito importante que o papelão, vidros e materiais cortantes, como também o resto de concreto e cerâmica, dentre outros materiais que geralmente são desperdiçados e não mais utilizados na execução do projeto da construção civil sejam devidamente separados e colocados em locais propícios dentro do canteiro da obra, de modo que não fiquem expostos a chuva e ao sol. Esse procedimento além de não potencializar os riscos de acontecer acidentes também podem evitar que determinados materiais percam as suas principais características que possivelmente seriam aproveitadas no processo de reciclagem (ALVES, 2022).

Dando ênfase ao assunto, Torres (2019) destaca que dentre as principais vantagens de realizar a segregação e a triagem dos resíduos sólidos na construção

civil estão as seguintes: garantir a qualidade dos resíduos e a consequente redução de custos com o beneficiamento; reciclagem de alguns materiais na própria obra; identificação dos pontos de desperdícios e organização do canteiro de obra. Essas são apenas algumas das vantagens, sendo que outras poderão surgir conforme o objetivo que se deseja alcançar, como também da execução do projeto e dos tipos de materiais desperdiçados.

No ponto de vista de Nogueira (2020), esses são procedimentos são considerados fundamentais para que a empresa possa proceder com o correto gerenciamento de resíduos sólidos. Quando acontece justamente o contrário, a obra dificilmente alcançará padrões de sustentabilidade ambiental. Isso se justifica porque a classificação dos materiais, bem como o seu processo de segregação e triagem são normas previstas na Resolução nº 307/2002 do CONAMA.

Art. 9º O Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverá contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem (CONAMA, 2002, p. 3);

Nota-se que a legislação do CONAMA estabelece também dentro do processo de gerenciamento de resíduos sólidos da construção o acondicionamento dos materiais que não serão mais utilizados na obra. O armazenamento deve ser realizado em bombonas, tambores, bags, baia e caçambas, levando em consideração o tipo de material, a quantidade de resíduos produzidas, o meio de transporte, o tempo em que ficarão acondicionadas e o destino.

Observa-se que o processo de gerenciamento de resíduos sólidos segue uma sequência lógica, pois de nada adianta classificar; posteriormente segregar e realizar a triagem se o acondicionamento dos materiais desperdiçados não for devidamente armazenado com a finalidade de reciclagem e reutilização. É diante dessa cadeia que muitos especialistas denominam de processo do gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil.

5.2 Transporte e destino final

De acordo com Ferraz (2019), os transportes e o destino final são outros fatores preponderantes no gerenciamento de resíduos sólidos, com o objetivo de a obra alcançar padrões de sustentabilidade e, posteriormente, evitar o lançamento de materiais de forma inapropriada na natureza, ocasionando assim, a degradação ambiental.

É muito importante que dentro da obra os resíduos sejam transportados por carrinhos até um local perto do canteiro. Na sequência, os resíduos como, por exemplo, citam-se os “entulhos” (resto de cerâmica e concreto) são colocados em caçambas e estas são transportadas por caminhões com equipamento poliguindaste até locais que recebem os resíduos da construção civil (ALVES, 2022).

Segundo a Resolução nº 307/2002 do CONAMA, o processo de gerenciamento dos resíduos sólidos possui uma participação efetiva dos municípios. Estes, por sua vez, devem desenvolver Projetos em que fiquem destinados espaços para o recebimento dos resíduos da construção civil.

Art. 6º II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento (CONAMA, 2002, p. 2);

Dentre os locais destinados ao recebimento dos resíduos sólidos da construção civil encontram-se os aterros e as áreas de destinação de resíduos. O primeiro compreende espaços onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos sólidos da construção civil classificadas como “Classe A” no solo, visando o armazenamento de materiais segregado de forma a possibilitar o seu uso futuro ou a futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. Já as áreas destinadas à disposição final dos resíduos são locais destinados ao beneficiamento ou lançamento final (FERREIRA, 2016).

Diante disso, os geradores deverão ter em mente que essa segunda alternativa descarta a possibilidade de reciclagem e reutilização. Vale ressaltar que os resíduos sólidos da construção civil não poderão ser lançados em resíduos domiciliares em áreas de encostas, córregos, lotes vagos, dentre outros.

5.3 Redução, reciclagem e reutilização

A redução de resíduos sólidos pode ser feita através da implementação de estratégias como a coleta seletiva, criação de Programas 3 Rs que visem selecionar e reaproveitar o material desperdiçado, como também pode ser feita com capacitação dos profissionais que absorvem técnicas de otimização dos materiais, evitando assim, o desperdício e a consequente redução dos resíduos na construção civil (ASSIS, 2022).

A reciclagem e consequentemente a reutilização dos resíduos sólidos provenientes da construção é processo final e fruto do produto principal do processo de gerenciamento. Para poder chegar a nessa etapa, todas as fases anteriores são consideradas de extrema importância, pois elas estão correlacionadas numa sequência lógica (FERREIRA, 2016).

A Resolução nº 275/2001 do CONAMA destaca que o processo de reciclagem deve se iniciar pela coleta seletiva do resíduo sólido desperdiçado na construção civil, conforme as cores.

Quadro 4: Processo de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil.

| CORES DA RECICLAGEM | MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL |
|----------------------------|--|
| Azul: | Papel e papelão |
| Vermelho: | Plástico |
| Verde: | Vidro |
| Amarelo: | Metal |
| Preto: | Madeira |
| Laranja: | Resíduos perigosos |
| Branco: | Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde |
| Roxo: | Resíduos radioativos |
| Marrom: | Resíduos orgânicos |
| Cinza: | Resíduo geral não reciclável, ou misturado, ou contaminado, não passível de contaminação |

Fonte: ABRECON (2020, p. 3).

Para Bezerra *et. al.* (2020), os materiais desperdiçados na construção civil são destinados a reciclagem, ou seja, passam por um processo de material descartável

para se tornar em um novo tipo de insumo. Por exemplo, o papel pode ser reciclado no próprio canteiro de obra, basta possuir os elementos necessários. Para tanto, o papel é posto numa bacia com água durante 24hs, depois é passado no liquidificador, sendo retirado e posto numa bacia com 8 colheres de amido de milho e 20 gotas de limpador. Em seguida, é escorrer numa peneira e deixar secar por um dia.

Nota-se que dependendo do material o processo de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil é bem mais simples do que se possa imaginar. Portanto, são ações que não geram muito custos às empresas e os benefícios a longo prazo são satisfatórios, principalmente porque podem reutilizar ou então utilizar o material reciclável em outros comércios e/ou mercados.

Com relação a reutilização dos materiais desperdiçados na construção civil, Assis (2022) comenta que esse processo deve nortear todo o planejamento da obra desde a fase de concepção do projeto até a execução. Esse reaproveitamento das sobras pode trazer lucro às empresas, além de evitar que sejam descartados de modo irregular no meio ambiente. Para tanto, deve-se atentar para recomendações previstas pela legislação vigente.

Por exemplo, cita-se que os entulhos podem ser reutilizados na pavimentação de estradas, na construção de bloquetes, calçadas, bancos de praça, calçamentos, enchimentos de fundações, tijolos, pisos, mourões, argamassas de assentamento, dentre outros.

Para Ribeiro *et. al.* (2015), as empresas da construção civil também possuem a alternativa de vender o material desperdiçado durante a execução da obra à outras empresas privadas que trabalham diretamente com reciclagem ou como reutilização de alguns dos materiais. Para tanto, torna-se necessário efetivar as fases anteriores do processo de gerenciamento de resíduos sólidos que são a classificação, o acondicionamento, o transporte (quando houver necessidade), para posteriormente realizar a negociação.

Uma outra alternativa pode ser a doação dos materiais desperdiçados a outras empresas, Organizações Não-governamentais, ao governo que geralmente possui ponto de recebimento de materiais recicláveis e a própria sociedade civil, que poderá reaproveitá-los conforme a necessidade do momento. O fato de o material ser desperdiçado e não possuir mais utilidade na execução do projeto, não significa que obrigatoriamente terá que ser descartado. Muito pelo contrário, outros segmentos

poderão utilizá-lo da melhor forma possível, dando assim, continuidade ao ciclo de gerenciamento.

Diante do exposto, conclui-se que a reciclagem e a reutilização são consideradas elementos fundamentais para se promover o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil com pressupostos de sustentabilidade ambiental, diminuindo com isso as possibilidades de degradar o meio ambiente.

5.4 Recomendações

Diante dos resultados e discussões apresentados no tópico acima, fazem-se algumas sugestões e/ou recomendações mediante as problemáticas apontadas a seguir. Estas, por sua vez, não são nenhuma novidade para os estudiosos e interessados na área da Engenharia Civil, com ênfase no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil. Entretanto, serve para caracterizar algumas das demandas resultantes da pesquisa.

I) Criação de Conselhos Locais de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – surge diante da necessidade de reunir todos os interessados no desenvolvimento de estratégias que visem evitar a degradação do meio ambiente (poder público, iniciativa privada e sociedade civil) e posterior uso sustentável do meio ambiente por parte das pessoas físicas e jurídicas que trabalham na construção civil de modo especial.

Portanto, proposta supracitada servirá para articular ações de melhoria no município no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil no município, bem como cobrar e fiscalizar o poder público no cumprimento de suas tarefas em relação aos investimentos na educação ambiental que se constitui num importante mecanismo para associar os interesses do capitalismo manifesto na execução de projetos da construção civil com a eminente necessidade de se utilizar o meio ambiente de modo sustentável.

II) Estabelecimento de parcerias com outras instituições – os resultados da pesquisa evidenciaram a existência de um fator importante, pois muitas vezes as empresas não fazem o gerenciamento de resíduos sólidos na sua totalidade por não possuir suficiente. Diante torna-se extremamente importante que as empresas

possam firmar parcerias com outras empresas especialistas no gerenciamento de resíduos sólidos ou apenas na reciclagem e reutilização dos materiais desperdiçados nas respectivas obras.

Portanto, sugere-se que as empresas da área da construção civil firmem parcerias com outras do mesmo setor, ou de segmentos diferentes, mas, que possuem interesse em receber os resíduos sólidos gerados na obra, com o objetivo de dar um destino final legal, dentro dos padrões de sustentabilidade. Ou então, atuar dentro da própria obra com o gerenciamento de resíduos sólidos.

III) Aumento da fiscalização e do controle: um dos principais problemas que acentuam a produção de resíduos sólidos na construção civil e o posterior lançamento na natureza de forma inadequada consiste na ausência da fiscalização e do controle por parte dos órgãos do poder público como, por exemplo, citam-se as seguintes instituições: Ministério Público (MP), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), Secretárias Estaduais e Municipais do Meio Ambiente (SEMA), dentre outros.

Dessa forma, torna-se um fator preponderante que esses órgãos recebam investimentos para ter maiores e melhores condições de fiscalizar e controlar as obras públicas realizadas no âmbito do território brasileiro, sempre com o objetivo de efetivar a legislação vigente no tocante ao uso sustentável dos recursos naturais, bem como a produção e o descarte de resíduos sólidos dentro dos padrões de sustentabilidade ambiental.

Diante do exposto, registra-se que estas são apenas algumas recomendações de caráter sugestivo para que haja uma melhoria no gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil, tendo em vista minimizar o impacto negativo causado ao meio ambiente e potencializar ao máximo a sustentabilidade da obra.

Estas recomendações podem ser interpretadas como nuanças diante do muito que ainda se pode fazer para implementar cada vez mais a sustentabilidade na construção civil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil. Diante disso, observou-se que o Brasil possui legislação que estabelece às empresas pertinentes ao segmento da construção civil a implementar a correta gestão dos resíduos sólidos produzidos na obra, como também o seu descarte final adequado. Isso com o objetivo de promover uma maior interação entre os interesses empreendedores na realização de grandes obras da engenharia e a eminente necessidade de se promover o uso sustentável do meio ambiente.

O equilíbrio entre as partes envolvidas é de fundamental importância para acompanhar a evolução da sociedade e ao mesmo tempo conscientizá-la que os recursos naturais são finitos. Portanto, vale a pena criar e/ou inovar algumas estratégias que proporcione a sustentabilidade na execução dos projetos da Engenharia Civil, como por exemplo, o gerenciamento de resíduos sólidos. Este, por sua vez, foi compreendido como sendo o conjunto de procedimentos que envolve o planejamento, a implementação e a correta gestão para reduzir a produção de resíduos e ao mesmo tempo o seu descarte de forma errônea no meio ambiente.

Com base no levantamento bibliográfico, pôde-se constatar que as principais legislações vigentes no âmbito do território brasileiro que envolvem diretamente o gerenciamento de resíduos sólidos são as Resoluções nº 275/2001 e 307/2002 do CONAMA. A primeira estabelece a coleta seletiva (Código de Cores) dos resíduos gerados, sendo classificados por cores. A segunda evidencia todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes da construção civil, a classificação dos resíduos, a necessidade do seu correto acondicionamento e transporte, como também a trata de redução, reciclagem e reutilização.

Outro aspecto importante de ser ressaltado, consiste no fato de que as empresas da construção civil precisam seguir a legislação vigente, no tocante ao gerenciamento de resíduos. Para tanto, cabe aos órgãos de fiscalização e controle serem mais atuantes, sobretudo, com o objetivo de evitar o descarte indevido de resíduos sólidos no ambiente, o que potencializa a degradação ambiental. Contudo, torna-se necessário que as empresas do setor invistam parte das suas receitas em mecanismos que possam melhor viabilizar e customizar o gerenciamento de resíduos

sólidos, pois as organizações que assim fizeram apresentaram menores custos com as suas respectivas obras.

Por fim, conclui-se o presente estudo ciente de que o gerenciamento de resíduos sólidos é um passo importante para equilibrar os interesses do setor da construção civil, adotando práticas mais sustentáveis e de menor impacto ambiental. Para tanto, o investimento em pesquisas é de fundamental importância para que todos os atores envolvidos nesse processo caminhem em torno de alvo em comum que é construir sem degradar, ou seja, tornar as obras da construção civil o mais sustentável possível, sendo este um desafio ao poder público, iniciativa privada, as instituições de ensino e a sociedade civil.

REFERÊNCIAS

- ABRECON, Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Geração de Resíduos Sólidos no Brasil**. Rio de Janeiro/RJ, 2020.
- AGOPYAN, Vahan. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Rio de Janeiro/RJ: Vozes, 2021.
- ALVES, Geise M. L. Resíduos sólidos da construção civil: educação e consciência ambiental na cidade de Cajazeiras/PB. **Revista de Educação Ambiental UFPB**. Vol. 12, nº 6. Paraíba/PB, 2022. p. 10 - 22
- ARAÚJO, Marcus V. G. Reciclagem e reutilização de resíduos da construção civil e demolição. **Revista Multidisciplinar do Conhecimento**. Vol. 10, nº 5. São Paulo/SP, 2020. p. 1 – 12.
- ASSIS, Adriano H. C. **Análise ambiental e resíduos sólidos**. São Paulo/SP: Ática, 2022.
- ÁVILA, Humberto. **Análise das principais lacunas normativas constitucional brasileira do Direito Ambiental**. 2º São Paulo/SP: Saraiva, 2016.
- BARBOSA, Rildo P. **Resíduos sólidos, impactos, manejo e gestão ambiental**. Dão Paulo/SP: Saraiva, 2020.
- BEZERRA, Daniel A. *et. al.* Resíduos na construção civil: uma estudo de caso na cidade de Fortaleza/CE, **XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Fortaleza/CE. 2020.
- BRASIL, Câmara dos Deputados. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, 2005. Ed. Saraiva, São Paulo/SP. Ed. Ampl. e Rev, pela EC
- BRASIL, Câmara dos Deputados. **Lei nº 6.938/81 – Política Nacional de Meio Ambiente**. Brasília/DF. 1981.
- BRASIL, Câmara dos Deputados. **Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Brasília/DF, 2010.
- BRASIL, Ministério da Economia. **Relatório sobre a construção no Brasil**. Brasília/DF, 2020.
- CANEJO, Carlos. **Gestão integrada de resíduos sólidos: múltiplas perspectivas para um gerenciamento sustentável e circular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.
- COELHO, Tuanny A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil, Faculdade Doctum. Belo Horizonte/MG, 2016, 83p.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 275/2001 – Estabelece o Código de Cores para os diferentes tipos de resíduos.** Brasília/DF, 2001.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307/2002 – Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Brasília/DF, 2002.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Relatório da produção de resíduos sólidos no Brasil e o seu impacto no meio ambiente na última década.** Brasília/DF, 2022.

FERRAZ, Nelson. **Guia da construção civil: do canteiro ao controle de qualidade.** Belo Horizonte/MG: Moderna, 2019.

FERREIRA, Ana Lúcia C. **Gestão dos resíduos sólidos na construção civil: um estudo de caso na REGAP.** Tese de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte/MG, 2016. 174p.

GROSS FILHO, Aldemar R. Análise da aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos no município de Gurupi/TO: Lei nº 12.305/2010. **Revista Estadual de Engenharia Civil.** Vol. 8, nº 4. Goiânia/GO, 2020. p. 110 – 121.

LIMA, Fernando H. **Princípios do Direito.** 2º. Ed. São Paulo/SP: Malheiros Editores, 2017.

LIMA, Rosimeire S. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** CREA – PR. Curitiba/PR. 2016.

MACHADO, Ivan G. A engenharia civil como base para o desenvolvimento do país. **Revista Soldagem e Inspeção da UFRS.** Vol. 23, nº 3. Porto Alegre/RS, 2018. p. 307 – 318.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2016.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2002.

NASCIMENTO, Geraldo. **Curso de Direito Ambiental.** 4º Ed. Rio de Janeiro: Forense, 2016.

NOGUEIRA, Cristiany S. da. Gestão de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Multidisciplinar do Conhecimento.** Vol. 12, nº 6. São Paulo/SP, 2020. p. 1 – 18.

RIBEIRO, Gustavo H. S. *et. al.* Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Vol. 20, nº 04. São Paulo/SP, 2015. p. 685 – 698.

SILVA, Carlos R. **Gestão de resíduos sólidos, o que a lei diz**. Porto Alegre/RS: Trevisan, 2019.

SOUSA, Antônia M. R. *et. al.* O olhar ambiental da construção civil: um estudo sobre a gestão de resíduos sólidos no Ceará. **Revista de Engenharia Civil da UFCE**. Vol. 10n nº 05. Fortaleza/CE, 2017. p. 10 – 20.

TORRES, Mateus M. Evolução da legislação ambiental brasileira sobre resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Estudos Ambientais**. Vol. 18, nº 9. Curitiba/PR, 2019. p. 1 – 5.