



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM
CANTEIROS DE OBRAS

ANDRÉ LUIS FERREIRA FRAZÃO

SÃO LUÍS - MA 2024

ANDRÉ LUIS FERREIRA FRAZÃO

PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM
CANTEIROS DE OBRAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II)
do curso Bacharelado em Engenharia Civil
apresentado como requisito parcial para
Graduação em Engenharia Civil pela
Universidade Federal do Maranhão.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Araujo Santos

SÃO LUÍS - MA
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Ferreira Frazão, André Luis.

PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NO GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS EM CANTEIROS DE OBRAS / André Luis Ferreira
Frazão. - 2024.

20 f.

Orientador(a): Marcos Aurélio Araujo Santos.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do
Maranhão, São Luís, 2024.

1. Canteiro de Obras. 2. Gerenciamento. 3. Indústria
Civil. 4. Resíduos. 5. Sustentabilidade. I. Araujo
Santos, Marcos Aurélio. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANDRÉ LUIS FERREIRA FRAZÃO

**PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NO GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS EM CANTEIROS DE OBRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.º Dr. Marcos Aurélio Araújo Santos
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
Universidade Federal do Maranhão

Prof.ª Dra. Daiana Caroline dos Santos Gomes
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA/CCBL
Universidade Federal do Maranhão

Esp. Ana Karoliny da Silva Raposo
Membro Externo

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar os impactos da indústria da construção no setor ambiental e social, focando na alta taxa de geração de resíduos. Para este estudo, foi consultada uma ampla gama de literatura, que serviu de base para a análise de uma obra em São Luís-MA. A abordagem de projetos e construções sustentáveis envolve o cumprimento de diversos critérios, incluindo a administração eficiente dos recursos naturais, como energia, água e solo, e o gerenciamento otimizado de materiais para reduzir perdas, minimizar a produção de resíduos e mitigar os impactos ambientais em cada etapa do processo.

A metodologia deste trabalho incluiu revisões bibliográficas que fundamentaram a análise de um canteiro de obras onde ocorria a reforma de um galpão destinado a se tornar um ponto comercial. A partir das problemáticas observadas no local, relacionadas à produção e gerenciamento de resíduos, foi elaborado um plano de gestão e propostas técnicas sustentáveis para melhorar a economia de materiais e reduzir a produção de rejeitos. Os resultados indicam que, em outros empreendimentos onde medidas semelhantes foram implementadas, houve melhorias significativas nas condições ambientais. Assim, conclui-se que a sustentabilidade na indústria da construção pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais, embora enfrente desafios devido ao constante crescimento do setor. Portanto, é essencial estudar e aplicar melhores práticas para minimizar ou até erradicar os problemas de resíduos.

Palavras-chaves: Canteiro de Obras. Gerenciamento. Indústria Civil. Resíduos. Sustentabilidade

ABSTRACT

The present work aims to investigate the impacts of the construction industry on the environmental and social sector, focusing on the high rate of waste generation. For this study, a wide range of literature was consulted, which served as the basis for the analysis of a work in São Luís-MA. The approach to sustainable design and construction involves meeting several criteria, including the efficient management of natural resources, such as energy, water, and soil, and the optimized management of materials to reduce losses, minimize waste production, and mitigate environmental impacts at every step of the process.

The methodology of this work included bibliographic reviews that supported the analysis of a construction site where the renovation of a warehouse destined to become a commercial point was taking place. Based on the problems observed at the site, related to waste production and management, a management plan and sustainable technical proposals were developed to improve material savings and reduce waste production.

The results indicate that, in other projects where similar measures were implemented, there were significant improvements in environmental conditions. Thus, it is concluded that sustainability in the construction industry can bring economic, social, and environmental benefits, although it faces challenges due to the constant growth of the sector. Therefore, it is essential to study and apply best practices to minimize or even eradicate waste problems.

Keywords: Construction site. Management. Civil Industry. Waste. Sustainability

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2.OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo Geral.....	6
2.2 Objetivo Específicos	6
3. METODOLOGIA.....	7
4. RESULTADOS.....	9
4.1 Legislação e Normas.....	9
4.1.2 Conama 307/2002	9
4.1.3 Nbr 15112/2004	9
4.2 Economia Circular	10
4.3 Tipos de Resíduos:	11
4.4 Procedimento - Visita in loco.....	12
4.5 Plano De Gerenciamento De Resíduos	13
4.5.1 Estudo de Caso.....	14
4.6 Tecnologias e Práticas Sustentáveis.....	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A participação da construção civil na economia brasileira é significativa, como apontado pelo IBGE (2022). Enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) registrou um crescimento de 2,9%, o setor da construção civil teve um aumento ainda mais expressivo, atingindo 6,9%. Esse desempenho robusto não apenas impulsionou a economia, mas também contribuiu de maneira substancial para a criação de empregos.

De acordo com Tafesse e Adugna et al. (2021), em comparação com outros tipos de construção, a civil apresenta um elevado índice de formação de resíduos, o que se torna preocupante, visto que este setor é muito amplo e está em crescimento constante. Outrossim, parafraseando Tafesse et al., (2022) este empreendimento gera aproximadamente 35% de toda a quantidade de resíduos para o meio ambiente de forma global.

Diante desse cenário promissor, é crucial refletir sobre como promover o desenvolvimento sustentável desse setor vital e, ao mesmo tempo, abordar de forma eficiente o gerenciamento de rejeitos. A crescente geração de detritos sólidos resultantes de construções

civis, demolições e reformas vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de forma a reduzir o descarte de materiais e encaminhamentos para os aterros.

Conforme foi supracitado por Patrício et al., (2020) faz-se necessária, também, a potencialização do uso dos resíduos na geração de matérias-primas secundárias através da reciclagem, com vistas à redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis, de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos.

O crescimento da construção civil tem um impacto significativo no aumento do PIB de um país. No entanto, é crucial reconhecer que esse crescimento pode acarretar impactos negativos no meio ambiente e na sustentabilidade a longo prazo. Portanto, é essencial alinhar a demanda por recursos naturais e o gerenciamento de resíduos para maximizar os benefícios de um empreendimento, enquanto se minimizam os impactos ambientais. Este trabalho visa estabelecer critérios viáveis para melhorar o andamento de uma obra e mitigar as principais causas de poluição em um canteiro de obras, promovendo um padrão de construção sustentável.

Este trabalho visa demonstrar que o canteiro de obras busca não apenas uma abordagem inovadora na relação entre construção e meio ambiente, mas também estabelecer práticas eficientes na produção e gerenciamento de materiais e recursos, de forma a aprimorar a efetividade do empreendimento como um todo.

Assim como, propõe a adoção de princípios de sustentabilidade para orientar todas as etapas do processo construtivo, desde a seleção de materiais até o descarte adequado de resíduos, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental e promover um desenvolvimento mais consciente e responsável.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar práticas sustentáveis e eficientes para a gestão de resíduos gerados durante a construção nos canteiros de obra, visando à redução de impactos ambientais, à promoção da segurança no local de trabalho e à conformidade com as regulamentações pertinentes.

2.2 Objetivo Específicos

- Implementar medidas para minimizar a quantidade de resíduos produzidos no canteiro, como o uso eficiente de materiais e a otimização de processos.

- Promover a reutilização de materiais onde possível, como madeira, metais e outros componentes que possam ser reaproveitados em diferentes fases da construção ou em outros empreendimentos.
- Garantir que os resíduos restantes sejam descartados de forma adequada, seguindo as normas ambientais e de segurança, evitando impactos negativos ou minimizando para o meio ambiente.
- Capacitar a equipe de trabalho para a separação correta de resíduos e promover a conscientização sobre a importância do gerenciamento adequado.
- Estabelecer sistemas de controle para acompanhar o volume e a composição dos resíduos gerados, permitindo ajustes nas práticas de gerenciamento conforme necessário.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, utilizando revisão de literatura e fontes documentais (CONAMA 307/2002, 203/97) para abordar um estudo de caso. O foco será observar os processos de gerenciamento de resíduos no canteiro de obras escolhido, com o objetivo geral de examinar minuciosamente o descarte dos materiais provenientes de demolição e investigar sua provável destinação.

Especificamente, pretende-se implementar medidas para minimizar a produção de rejeitos, promover a reutilização de materiais quando possível e garantir o descarte correto dos materiais. Para alcançar esses objetivos, serão realizadas entrevistas com os responsáveis técnicos da obra, conduzida uma pesquisa *in loco* e feitos registros fotográficos sobre o desenvolvimento do canteiro de obras.

A metodologia desta pesquisa inclui um estudo de caso, seguindo as abordagens de Paschoalin e Yin et al. (2019). O estudo é composto por etapas de planejamento, coleta de dados e análise. Diversas fontes de informação serão utilizadas, como análise documental, entrevistas e observações empíricas, com o objetivo final de solucionar a problemática proposta.

Esse enfoque permitirá compreender de que maneira o gerenciamento dos resíduos pode impactar a produtividade e influenciar questões ambientais no contexto da construção. Além disso, será baseado em anais, revistas, artigos, trabalhos de conclusão de curso (TCCs) e teses de doutorado, a respeito das práticas de gerenciamento de resíduos em diferentes canteiros de obras.

Nesse contexto, destacamos como a implementação de medidas práticas e sustentáveis pode contribuir significativamente para a redução de desperdícios, o aprimoramento da eficiência e a obtenção de resultados positivos em todas as fases da construção. Essas melhorias se refletem não apenas em termos de custos e qualidade dos serviços, mas também na promoção da harmonia com o meio ambiente.

3.1 Estudo de Caso

A obra analisada foi um projeto de uma reforma de um galpão que posteriormente seria transformado em uma loja, cuja área era de aproximadamente 153m². Esta fundação antiga possuía uma parte construída de alvenaria e um telhado de fibrocimento, estes foram demolidos para contemplar o padrão da franquia da loja, que contempla uma execução utilizando blocos de concreto e telhado em estrutura metálica com telhado. Para isto, o terreno precisou ser regularizado com caçambas de aterro. O material do terreno na parte lateral, onde foi feito um estacionamento, era um silte argiloso em grande parte, porém a área no geral era composta por um solo argiloso.

O corpo administrativo era composto de acordo com é indicado na **Tabela 1**. Ademais, o quantitativo dos operários variou durante o projeto, chegando a ter cerca de 40 funcionários, desempenhando funções distintas, sem contar os serviços de empreitada, também contratados pela administração.

Tabela 1: Efetivo da obra

Administrativo	Quantitativo	Execução	Quantitativo
Engenheira	1	Pedreiro	3-5
Estagiária	1	Servente	5-8
Encarregado	2	Carpinteiro	2-4
Almoxarife	1	Pintor	2-4
Fiscal	1	Azulejista	2-4

Fonte: Autores (2024)

Foram realizadas visitas ao local onde foi possível ser observado todas estas informações, tanto a respeito da administração do ambiente, como a administração do projeto. Com base no conteúdo analisado é possível estudar maneiras de promover o gerenciamento sustentável das construções civis.

4. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram baseados na análise dos problemas identificados no local de estudo. A partir das normas citadas, foram propostas medidas para melhorar o ambiente de trabalho e sugeridas ações para aprimorar as técnicas de gerenciamento no canteiro de obras.

4.1 Legislação e Normas

No século XXI, a adaptação dos canteiros de obras se tornou uma meta crescente, impulsionada pela demanda da sociedade por uma abordagem mais sustentável na construção civil. Os profissionais do setor são instados a adotar uma visão que considere tanto os aspectos sociais quanto ambientais das construções. Nesse contexto, torna-se fundamental que os empreendimentos atendam às diretrizes estabelecidas para o gerenciamento e controle dos resíduos, incluindo entulhos e outros materiais descartados. A conformidade com a regulamentação vigente assume, portanto, um papel de destaque nesse processo, garantindo práticas mais responsáveis e alinhadas com os princípios da sustentabilidade.

4.1.2 Conama 307/2002

Segue diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, definindo responsabilidades dos geradores, transportadores e destinos finais, bem como diretrizes para a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC).

4.1.3 NBR 15112/2004

Determina os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. E tem como base a resolução do Conama 307 para definir os tipos de materiais, ou seja, a norma NBR 15112/2004 é usada para ajudar as empresas a fazerem documentos que são fáceis de entender e que garantem que os sistemas de gestão da qualidade e do meio ambiente funcionem bem.

Resíduos da Construção Civil: ou seja, materiais deixados após reformas, demolições e escavações, como tijolos, concreto, metais, madeiras, gesso, telhas, vidros, plásticos e fiação elétrica, que podem ser chamados de entulhos, caliça ou metralha.

Resíduos Volumosos: tratam-se de peças não recolhidos pela coleta pública municipal, como móveis velhos, equipamentos domésticos inutilizados, grandes embalagens, peças de madeira e podas, que não vêm de processos industriais.

Área de Transbordo e Triagem (ATT): Local reservado para se fazer o recebimento de resíduos de construção civil e resíduos volumosos, onde se faz a organização e armazenagem temporária, eventualmente transformados e depois enviados para a destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Ponto de entrega de pequenos volumes: Ambiente onde as pessoas podem levar um pouco de resíduos de construção ou objetos grandes que não querem mais, como parte da limpeza da cidade.

Aterro de resíduos da construção civil e de inertes: O objetivo é reservar materiais separados para possível uso futuro, usando princípios de engenharia para minimizar o volume e evitar danos à saúde pública e ao meio ambiente, ou seja, área onde são usados métodos para dispor resíduos da construção civil classe A e resíduos inertes no solo, conforme a Resolução CONAMA nº 307.

Reutilização: Aproveitamento de um resíduo sem alterá-lo.

Reciclagem: Utilização de um resíduo após ter sido modificado.

Reservação de Resíduos: Separação de resíduos para serem reutilizados ou reciclados mais tarde.

Geradores: Indivíduos ou empresas que geram os resíduos mencionados nesta norma.

Transportadores: Pessoas ou empresas responsáveis por pegar e levar os resíduos da construção civil e objetos grandes dos lugares onde são produzidos para onde serão descartados.

Controle de transporte de resíduos (CTR): Documento dado pelo transportador dos resíduos com detalhes sobre quem produziu, de onde vieram, quanto tem e o que são os resíduos, e para onde estão indo, seguindo as instruções fornecidas pela norma.

A implementação da NBR 15112 ajuda as organizações a melhorar a eficiência e a eficácia de seus sistemas de gestão, garantindo que todos os colaboradores tenham acesso a informações claras e precisas para desempenharem suas funções conforme os padrões estabelecidos.

4.2 Economia Circular

O termo "Economia Circular" se conecta a muitos significados distintos de variados autores, mas em geral eles compartilham a ideia de um sistema onde tudo é usado e reutilizado

continuamente, como um ciclo que não termina. (Silva, T. G. E et al., 2021). Ou seja, este conceito trata-se de uma alternativa com grande potencial para reduzir os resíduos da construção através da utilização sustentável dos recursos (Papamichael I et al., 2023).

Ela, por sua vez, é um sistema econômico que se apóia em modelos de negócios substituindo práticas de produção e descarte lineares por abordagens circulares (Oliveira et al., 2021), ou seja, no sistema usado anteriormente, os produtos tinham um ciclo de vida onde eram fabricados, usados e depois descartados. Já no modelo citado, estas mesmas mercadorias são produzidas, consumidas e logo após reutilizadas, recicladas ou consertadas. Esta forma de utilização ajuda na contribuição da redução de lixo.

Em vista disso, este sistema de trabalho torna-se bastante cabível em obras civis como a observada, visto que reduziria o volume de lixo produzido em todas as etapas da construção. Isso é possível pois reutilizaríamos os materiais de construção, desta forma seu ciclo de vida seria prolongado, reduzindo assim a necessidade de extrair novos recursos. Ademais, práticas de construção mais sustentáveis, como o uso de materiais reciclados ou de baixo impacto ambiental, devem ser incentivadas.

4.3 Tipos de Resíduos:

Durante a análise do canteiro e com base na literatura encontrada pode-se classificar os RCD (Resíduos da Construção e Demolição) em 4 classes:

Classe A- Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, sendo exemplos: construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura. No local proposto este foi um dos tipos mais recorrentes observados pela visita in loco até pelo fato de a obra ser de reforma.

Classe B: Recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais e vidros. Registros fotográficos revelaram a presença significativa desse tipo de material descartado de maneira inadequada ao redor do canteiro, uma situação alarmante devido à falta de destinação correta e à longa duração de decomposição desses materiais na natureza.

Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem/recuperação, exemplo: gesso. Neste grupo encontrou-se em pequena quantidade este tipo de material no canteiro analisado.

Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como: tintas, solventes, óleos e outros contaminantes e/ou prejudiciais à saúde. Além de telhas e demais

objetos que contenham amianto ou outros produtos. Deste grupo foi encontrado este tipo de material em pequenas quantidades pela remoção de uma área que continha um telhado antigo que precisou ser demolido para o andamento da obra de reforma.

4.4 Procedimento - Visita in loco

Este trabalho foi elaborado com base no acompanhamento de uma obra tipo loja, na cidade de São Luís - MA, onde foram realizadas visitas técnicas para observar o processo de descarte de resíduos no canteiro de obras. Com o objetivo de melhorar o ambiente de trabalho, reduzir os descartes e adequar a obra aos padrões exigidos pela NBR assim como pela legislação atual, elaborando estratégias para otimizar os aspectos negativos avaliados.

Figura 1: Descarte inadequado de resíduos no canteiro



Fonte: Autores (2024)

Figura 2: Entulhos combinado à materiais renováveis



Fonte: Autores (2024)

Figura 3: Coleta feita por caminhões



Fonte: Autores (2024)

Através da análise das imagens é possível observar problemas frequentemente encontrados em canteiros de obras, como a circulação dos colaboradores em ambientes inadequados, propensos a acidentes de trabalho, e a proliferação de doenças devido ao acúmulo de sujeira. Além disso, esses locais exercem um impacto direto no meio ambiente, afetando o aspecto sanitário e a drenagem urbana da cidade.

A geração de resíduos da construção civil e demolição (RCD) representa o principal impacto ambiental e sanitário nessas obras. De acordo com Vertown (2022), esses resíduos correspondem a mais da metade dos resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas. Portanto, é crucial buscar formas de gerenciar essa produção, visando evitar desperdícios e promover a sustentabilidade na obra por meio de práticas adequadas de descarte e reciclagem dos materiais.

4.5 Plano De Gerenciamento De Resíduos

A Resolução nº 307/2002 do CONAMA determina que os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) sejam desenvolvidos e instaurados pelos geradores na condição de que a quantidade de resíduos atinja 1 ou 2 metros cúbicos, de acordo com a regulamentação da instituição de limpeza pública local. Esses projetos devem ser apresentados junto com demandas de Alvarás de Obra ou Licenças Ambientais e requerem que sejam incluídos os procedimentos necessários para a gestão e disposição ambientalmente adequada

dos resíduos, com o compromisso de utilizar transportadores e áreas de manejo licenciadas (Fernandes, Maria e Filho, Luiz, 2017).

Como observado no terreno estudado, não haviam práticas sustentáveis que contribuíssem para uma coleta adequada desses materiais, o que pode colaborar para prejudicar o solo, devido a grande quantidade de detritos provindos da construção. É sabido que, a Resolução CONAMA n° 237/97 estabelece os procedimentos padrões empregados no licenciamento ambiental e na aplicação de competências, além de descrever as atividades e empreendimentos que estão sujeitos a essa certificação. Neste sentido, torna-se imprescindível que sejam adotadas práticas que corroborem para o melhor uso dos materiais, de maneira que a natureza seja preservada.

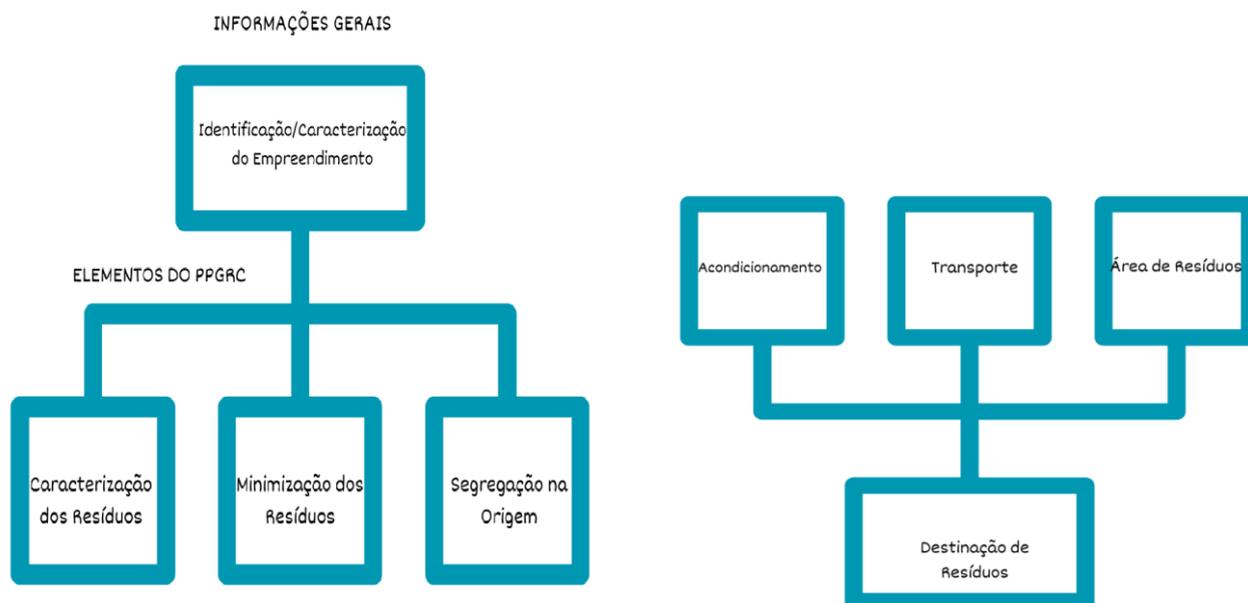
Após a análise da obra em questão e uma busca na literatura, é fácil a percepção de que, implementar um Plano de Gerenciamento de Resíduos é algo que leva tempo, porém indispensável para a construção civil no geral. Já que, como sabemos, a maioria dos materiais usados nesta indústria vêm da natureza e são finitos. Logo, é necessário que este plano seja implementado, pois desta maneira haverá melhor aproveitamento dos materiais e uma redução significativa do desperdício, cumprindo assim a Resolução n° 307/2002 do CONAMA.

É preciso ainda, reinventar o canteiro de obras desde a etapa do projeto até às primeiras manutenções. Pois hoje o que é visto na maioria dos canteiros são trabalhadores sem carteira de trabalho assinada, além da falta de treinamento e segurança. Além de donos de construtoras que não prestam a devida atenção à natureza e seus recursos, seja por falta de conhecimento na importância da questão ambiental, ou da geração de renda com a mesma. Faz-se necessária a implementação de uma abordagem mais cíclica, onde será assegurado o melhor manejo dos materiais desde a fabricação até o descarte, provendo assim práticas mais sustentáveis e seguras nos canteiros de obras.

4.5.1 Estudo de Caso

Com base nas discussões sobre o item 4.5, que trata do PGRS, é possível elaborar um roteiro que identifique os pontos fundamentais para a implementação de medidas eficazes no gerenciamento. A seguir, apresenta-se um fluxograma que representa as etapas a serem seguidas para essas medidas:

Fluxograma do Roteiro para Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos:



Fonte: Junior Adaptado (2018)

Analisando dados em revisões bibliográficas, destacam-se melhorias significativas na redução do desperdício de materiais no canteiro de obras com a implementação do PGRS. É relevante mencionar alguns pontos satisfatórios relacionados a materiais frequentemente utilizados e que apresentam perdas significativas.

O Quadro 1 apresenta o comparativo dos materiais antes e após a elaboração do PPPGRC a resultados quantitativos.

Quadro 1: Resultados Quantitativo da implementação do PPGRC

Material	Quantidade Disponível (em toneladas)	Quantidade de Rejeitos (em toneladas)	Eficiência (em %)
Concreto	2175,38	40,54	98,13

Cerâmica	508,72	11,38	97,76
Argamassa	629,78	13,07	97,92
Fibrocimento	27,55	2,81	89,8
Madeira	88,34	75,1	14,98
Total	3429,77	142,9	95,83

Fonte: Jacques Adaptado (2018)

Conforme indicado no Quadro 1, observou-se uma melhoria significativa em diversos materiais, com alguns atingindo mais de 95% de eficiência. Esses resultados são satisfatórios e promissores para a construção civil, demonstrando que uma boa gestão impacta positivamente tanto na economia de material e financeira quanto na preservação do meio ambiente. Assim, o PPGRC se destaca como um modelo a ser adotado em diversos empreendimentos e processos que impactam diretamente o espaço em geral.

O Quadro 2 apresenta uma comparação dos resultados quantitativos obtidos por Mariano (2018), fornecendo informações sobre as mudanças ocorridas após a implementação do PPGRC.

Quadro 2: Quadro comparativo dos resultados com base nos critérios estabelecidos no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PPGRC):

Tipo de Resíduo	Antes do PPGRC (m³/mês)	Após o PPGRC (m³/mês)
Argamassa	3,90	1,95
Cerâmicos em geral	14,70	7,35
Concreto	19,50	9,75
Gesso	6,00	3,00

Madeiras	4,20	2,10
Metais	1,50	0,75
Orgânico	0,60	0,30
Papel/Papelão/Plásticos	0,60	0,30
Tintas e Solventes	2,70	1,35
Vidros	0,6	0,30

Fonte: Andrade Adaptado (2018)

Comparando os resultados antes e após a implementação do PPGRC percebe-se uma diminuição no desperdício e redução no canteiro em torno de 50%, gerando assim uma economia e validação da estratégia adotada. Logo, as vantagens do plano de resíduos mostram-se eficaz e significativo para o meio ambiente.

4.6 Tecnologias e Práticas Sustentáveis

A adoção da sustentabilidade no canteiro de obras deve ser contínua, visto que o avanço tecnológico exige que a construção civil acompanhe essa evolução. É essencial também qualificar a mão de obra, compreender o meio ambiente como um espaço público e reconhecer que as interferências propostas em um determinado local têm repercussões ao longo de toda a vida da obra e na sociedade inserida naquele contexto.

Nesse sentido, o emprego de certificações como ISO 9001, ISO 14001 e PBPQ-H, juntamente com a utilização de métodos como o Lean Construction (construção enxuta), tornase cada vez mais necessário e coerente ao pensar em edificações e promover um processo de evolução sustentável e tecnológica nesse ramo da engenharia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações feitas em campo, e o que foi abordado neste trabalho com a revisão bibliográfica pode-se entender como existe uma grande complexidade e se faz necessário um engajamento de todos envolvidos no processo de construção civil e gerenciamento dos canteiros de obras, de forma a desempenhar suas atividades de maneira eficiente e responsável, aliados com o meio ambiente.

Assim, temos de maneira recorrente fazer-se necessário na indústria civil medidas/regulamentações que venham a contribuir para o desenvolvimento econômico, social e acima de tudo preservar o hábitat de futuras gerações. Pois o desenvolvimento sustentável é algo necessário para uma sociedade moderna, fazendo com que suas fontes renováveis sempre estejam disponíveis para usos posteriores. Além disso, faz-se necessário que sejam incentivados trabalhos futuros como proposta para entender como um bom gerenciamento afeta no impacto final de um empreendimento e na economia em geral de um local.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas). **NBR 15112;2004: Resíduos Da Construção Civil E Resíduos Volumosos - Áreas De Transbordo E Triagem - Diretrizes Para Projeto, Implantação E Operação**. Rio De Janeiro: [S.N.], 2004. 7 P.

AMORIM, Cláudia Naves David. Sustentabilidade, qualidade ambiental e luz natural no ambiente construído: premissas e perspectivas. 2007.

BARROS, Murillo Vetroni. Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da Resolução 307 do CONAMA. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 4, 2018.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. 2002.

BRASILEIRO, Luzana Leite; MATOS, José Milton Elias de. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015.

CARRILLO-HERMOSILLA, Javier; DEL RÍO, Pablo; KÖNNÖLÄ, Totti. Diversity of ecoinnovations: Reflections from selected case studies. **Journal of cleaner production**, v. 18, n. 10-11, p. 1073-1083, 2010.

DE SOUSA, Angélica Costa et al. Gerenciamento de resíduos na construção civil. 2016.

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros; SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da. Um modelo orientativo para a gestão municipal dos RCCs. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 02, p. 21-38, 2017.

FOSTER, Allan; ROBERTO, Samanta Souza; IGARI, Alexandre Toshiro. Economia circular e resíduos sólidos: uma revisão sistemática sobre a eficiência ambiental e econômica. **Anais do Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo, 2016.

GEHLEN, J. Aplicando a sustentabilidade e a produção limpa aos canteiros de obras. **KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE**, v. 2, p. 1-10, 2009.

LIMA, José Lucas Barroso; PINHEIRO, Erika Cristina Nogueira Marques; DE OLIVEIRA, Raquel Paiva. Resíduos de construção civil reaproveitados em obras de pavimentação de vias: Civil construction waste reused in road paving works. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 69220-69242, 2022.

LINTZ, Rosa Cristina Cecche et al. Study of the reuse of construction residues in concrete employed by blocks manufacture. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 5, p. 166-181, 2012.

LUANGCHAROENRAT, Chakkrit et al. Factors influencing construction waste generation in building construction: Thailand's perspective. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3638, 2019.

LUCENA, A. F. E.; MIOTTO, J. L.; DE MORI, L. M. Avaliação de práticas sustentáveis aplicáveis ao projeto e construção de edificações do setor financeiro. **Engenharia Civil UM**, n. 57, p. 50-58, 2020.

MELO, Paulo Thiago Nunes Bezerra de; SALLES, Helena Kuerten de; VAN BELLEN, Hans Michael. Quadro institucional para o desenvolvimento sustentável: o papel dos países em desenvolvimento com base na análise crítica do discurso da Rio+ 20. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, p. 701-720, 2012. MOORE, Tamara J.; SMITH, Karl A. Advancing the state of the art of STEM integration. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 15, n. 1, p. 5, 2014.

OLIVEIRA, Mariana et al. Circular economy and the transition to a sustainable society: integrated assessment methods for a new paradigm. **Circular Economy and Sustainability**, v. 1, p. 99-113, 2021.

PAPAMICHAEL, Iliana et al. Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. **Waste Management & Research**, v. 41, n. 12, p. 1728-1740, 2023.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; FRASSON, Sueli Aparecida; DE MELO CONTI, Diego. Economia Circular: estudo de casos múltiplos em usinas de reciclagem no manejo de resíduos da construção civil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 136-157, 2019.

PATRICIO, Hellen Diane Castilho et al. REUTILIZAÇÃO, RECICLAGEM E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO URBANO-AMBIENTAL. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 12, p. 58-71, 2020.

SILVA, Ricardo Guilherme da et al. Resíduos da Construção Civil: controle por meio do método Lean Construction. 2018..

SILVA, Thainy Genny Esteves et al. Economia circular: um panorama do estado da arte das políticas públicas no Brasil. **Revista produção online**, v. 21, n. 3, p. 951-972, 2021.

TAFESSE, Shitaw; GIRMA, Yidnekachew Esayas; DESSALEGN, Eliyas. Análise dos impactos socioeconômicos e ambientais dos resíduos da construção civil e práticas de gestão. **Heliyon**, v. 8, n. 3, 2022.

TRINDADE, Emanuely Lidiany Gomes da. **Avaliação das barreiras para implementação da sustentabilidade na construção civil**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

VERTOWN GESTÃO DE RESÍDUOS - VGR. 2022. **Resíduos da Construção Civil: construindo valores de sustentabilidade**. Manuais, 15 de set. 2020. Disponível Em: <<https://www.vertown.com/blog/residuos-da-construcao-civil-construindo-valores-de-sustentabilidade/>>. Acesso em: 01 Mar. 2024.

ZEULE, Ludimilla de Oliveira. Práticas e avaliação da sustentabilidade nos canteiros de obras. 2014.