



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
ENGENHARIA CIVIL**

NATHANY ARAÚJO DA NÓBREGA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: um estudo de caso em empresas no município de Patos-PB**

POMBAL- PB

2023

NATHANY ARAÚJO DA NÓBREGA

**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: um estudo de caso em empresas no município de Patos-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental (UACTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito básico para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Me. Francisco Auriberto
Ferreira Marques Junior

POMBAL- PB

2023

N754d Nóbrega, Nathany Araújo da.

Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de construção e demolição: um estudo de caso em empresas no município de Patos - PB / Nathany Araújo da Nóbrega. – Pombal, 2023.
45 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Me. Francisco Auriberto Ferreira Marques Junior”.

Referências.

1. Gerenciamento dos RCD. 2. Construção civil - Obras. 3. Sustentabilidade. 4. Meio ambiente. 5. Reciclagem. 6. Economia circular. I. Marques Junior, Francisco Auriberto Ferreira. II. Título.


CDU 628.4.036 (043)

NATHANY ARAUJO DA NÓBREGA


**DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO: um estudo de caso em empresas no município de Patos-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso da discente Nathany Araujo da Nóbrega aprovado em 04 de dezembro de 2023 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

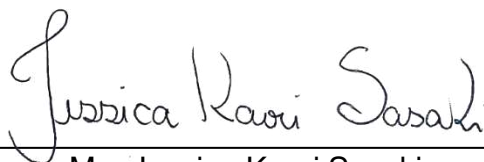
BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO AURIBERTO FERREIRA MARQUES JI
Data: 06/12/2023 19:41:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Francisco Auriberto Ferreira Marques Junior
Orientador - UACTA/CCTA/UFCG

Documento assinado digitalmente
 LUIZ RICARDO DA SILVA LINHARES
Data: 06/12/2023 20:42:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Luiz Ricardo da Silva Linhares
Examinador Interno – UACTA/CCTA/UFCG



Ma. Jessica Kaori Sasaki
Examinadora Externa – Mestra em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu forças para superar todas as dificuldades e guiou cada passo ao longo da minha jornada na graduação.

Aos meus pais, sou imensamente grata pelo incentivo e apoio incansável ao longo dos anos, tornando possível a realização desse sonho.

Às minhas irmãs, agradeço pelo amor incondicional e companheirismo que tornaram minha jornada ainda mais especial.

À minha namorada, pelo apoio e amor.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa trajetória, vocês tornaram tudo mais agradável.

Ao meu orientador, Prof. Auriberto, expresso minha gratidão pela paciência, pelos ensinamentos valiosos compartilhados e pela dedicação que permitiu que todos esses esforços se concretizassem.

Aos professores que contribuíram para minha formação profissional.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha jornada e experiência acadêmica.

RESUMO

O setor da construção civil, crucial para a economia brasileira, desempenha um papel significativo no crescimento do PIB e na geração de empregos. No entanto, esse setor apresenta desafios ambientais, principalmente em relação ao gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Assim, diante da alta relevância do paradigma da construção sustentável, o presente trabalho objetivou realizar um diagnóstico do gerenciamento dos RCD em empresas de construção civil no município de Patos-PB, verificando as ações que são adotadas e estabelecendo propostas de melhorias, visando amenizar os descartes incorretos desses resíduos. Foram escolhidas três construtoras, denominadas de 1, 2 e 3, com foco em construções residenciais de pequeno e médio porte, compreendendo áreas construídas de até 300m². A metodologia adotada contemplou a aplicação de questionários, visitas *in loco* para observação das práticas de gerenciamento de RCD adotadas, registro fotográfico, cálculo estimativo do volume de RCD gerado e análise comparativa dos dados. Os resultados revelaram discrepâncias nas práticas de gerenciamento adequado, destacando a Construtora 1 como a maior geradora de resíduos (com 12,4% de madeira, 36,7% de tijolos e 50,8% de papelão), enquanto que a Construtora 3 adotou práticas mais sustentáveis de gerenciamento, gerando apenas plástico (44,3%) e papelão (55,7%) e reutilizando alguns resíduos nas obras. Por fim, destaca-se a urgência de aprimorar as práticas de gerenciamento de resíduos na construção civil, bem como deve-se investir em conscientização para a correta segregação e reciclagem dos RCD nas obras, visto que a maioria dos materiais identificados nas construtoras estudadas apresentou um considerável potencial de reaproveitamento ou reciclagem.

Palavras-Chave: Obras. Sustentabilidade. Meio Ambiente. Reciclagem. Economia Circular.

ABSTRACT

The construction sector, crucial to the Brazilian economy, plays a significant role in GDP growth and job creation. However, this sector presents environmental challenges, mainly in relation to the management of Construction and Demolition Waste (CDW). Thus, given the high relevance of the sustainable construction paradigm, the present work aimed to carry out a diagnosis of CDW management in construction companies in the municipality of *Patos-PB*, verifying the actions that are adopted and establishing improvement proposals, aiming to alleviate the incorrect disposal of this waste. Three construction companies were chosen, called 1, 2 and 3, focusing on small and medium-sized residential construction, comprising built areas of up to 300m². The methodology adopted included the application of questionnaires, on-site visits to observe the adopted CDW management practices, photographic records, estimated calculation of the volume of CDW generated and comparative analysis of the data. The results revealed discrepancies in appropriate management practices, highlighting Construction Company 1 as the largest generator of waste (with 12.4% wood, 36.7% bricks and 50.8% cardboard), while Construction Company 3 adopted more sustainable management practices, generating only plastic (44.3%) and cardboard (55.7%) and reusing some waste on construction sites. Finally, the urgency to improve waste management practices in civil construction stands out, as well as investment in awareness raising for the correct segregation and recycling of CDW in construction sites, given that the majority of materials identified in the construction companies studied presented considerable potential for reuse or recycling.

Keywords: Construction. Sustainability. Environment. Recycling. Circular Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma com etapas da pesquisa	20
Figura 2- Localização do município de Patos no estado da Paraíba.....	21
Figura 3- Quantitativo demonstrativo das construtoras	27
Figura 4 – Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “1”	29
Figura 5- Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “2”	30
Figura 6- Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “3”	30
Figura 7– Reutilização de solo em obras da Construtora 2.....	32
Figura 8 – Reutilização de blocos de concreto na construtora 3	33
Figura 9 – Pontos de descarte irregular no município de Patos-PB.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resíduos gerados em etapas distintas no canteiro de obra.....	14
Quadro 2 - Classificação dos resíduos oriundos da construção civil.....	17
Quadro 3 - Respostas das construtoras para o questionário.....	26

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABRECON – Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente Sólidos.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

NBR – Norma Técnica Brasileira.

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

RCC – Resíduos da Construção Civil.

RCD – Resíduo de Construção e Demolição.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Resíduos da construção civil e de demolição no Brasil	12
2.2. Impactos negativos do gerenciamento inadequado de RCD	14
2.3. Legislação brasileira e classificação dos RCD	16
2.4. Possibilidades de gerenciamento adequado dos RCD	18
3. METODOLOGIA	20
3.1. Definição da área de estudo	20
3.2. Aplicação de questionário	23
3.3. Visitas <i>in loco</i> às obras de construção civil	23
3.4. Cálculo do volume de RCD gerado	23
3.5. Análise dos dados	24
3.6. Propostas de melhorias ao gerenciamento	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1 Análise dos dados do gerenciamento de RCD nas construtoras	27
4.2 Propostas de melhorias ao gerenciamento de RCD	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXO 1	43

1. INTRODUÇÃO

A construção civil se caracteriza como uma das atividades mais importantes na economia e desenvolvimento do Brasil e, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esse setor representa cerca de 6,9% do Produto Interno Bruto (PIB), além disso, foi responsável por 8,1% dos empregos formais gerados no ano de 2022 (IBGE, 2022).

O crescimento desse mercado está associado ao aumento populacional, à medida que a demanda por habitações e infraestrutura aumenta, o que proporciona a geração de empregos e renda, além de movimentar o setor de insumos, produtos e serviços em todas as fases da linha de produção (Paz; Lafayett, 2016).

Em contrapartida, de acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2022), no ano de 2021, foram coletados pelos municípios brasileiros mais de 48 milhões de toneladas de Resíduos da Construção Civil (RCC), o que representou um crescimento de 2,9% em relação ao ano de 2020, e correspondeu, boa parte, a resíduos abandonados em vias e logradouros públicos.

De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (ABRECON), os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) são popularmente conhecidos como entulho, que é o resultado do processo de construção, demolição, reformas, pavimentação, entre outras, fazendo parte desse conjunto os restos de tijolos, concreto, argamassa, madeira, aço, e qualquer tipo de material proveniente das atividades supracitadas (ABRECON, [s.d.]).

Essas atividades geram diversos impactos ao meio ambiente, desde a extração de materiais até o gerenciamento dos resíduos durante a produção (Conceição *et al.*, 2021). Esses impactos resultam em consequências negativas, como a poluição do ar, do solo, dos rios, aquíferos, inundações, desmatamento, dentre outros, tanto ao meio ambiente, quanto à população (Maia *et al.*, 2015, p. 14).

Os RCD são a maior parte dos resíduos gerados em áreas urbanas, em termos de volume (Klein; Gonçalves-Dias, 2017). De acordo com a ABRECON (2023), a geração de RCD em cidades de médio e grande porte representa cerca de 52% dos resíduos sólidos totais gerados nos municípios.

Ainda sobre o panorama da ABRELPE (2022), cerca de 62,8% dos municípios nordestinos apresentavam destinação final inadequada dos Resíduos

Sólidos Urbanos (RSU), ou seja, não contavam com aterros sanitários ou locais apropriados para o descarte desses resíduos. Essa situação dificulta a ação do poder público em relação à limpeza e recolhimento dos RCD, pois estes acabam sendo depositados em locais inapropriados, como canteiros, ruas, margens de rios, logradouros públicos, entre outros (IPEA, 2012).

Devido à crescente preocupação com os impactos negativos causados ao meio ambiente pela construção civil e diante da alta relevância do paradigma da construção sustentável, a busca por soluções que permitam o uso racional de materiais, como também a correta destinação dos resíduos gerados pelas atividades construtivas, tem sido um incentivo para diversas pesquisas relacionadas à temática.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva realizar um diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição em empresas de construção civil no município de Patos-PB, verificando as ações que são adotadas e estabelecendo propostas de melhorias, visando amenizar os descartes incorretos desses resíduos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir, serão apresentados os principais conceitos que envolvem o estado da arte para entendimento deste trabalho.

2.1. Resíduos da construção civil e de demolição no Brasil

A construção civil desempenha um papel fundamental na economia de um país, uma vez que o desenvolvimento demanda investimentos em áreas essenciais, como infraestrutura, que, por sua vez, impulsiona a economia (Ibrahim *et al.*, 2010).

O crescimento populacional e o desenvolvimento dos centros urbanos estão associados ao aumento da produção de resíduos sólidos, devido à necessidade de adaptação do ambiente às demandas humanas, o que resulta em um maior consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, na geração de resíduos (Nagalli, 2016).

A geração de diferentes quantidades de RCD está intrinsecamente ligada ao processo de construção e/ou demolição, aos materiais empregados e ao nível de detalhamento do projeto (Lima; Lima, 2009). Isso significa que a maneira como uma obra é conduzida, os tipos de materiais utilizados e o planejamento do projeto

desempenham papéis significativos na quantidade e no tipo de RCD gerado (CETESB, 2014).

As atividades de construção civil demandam, de forma notória, quantidades significativas de materiais, seja na sua etapa inicial, ou na sua fase final, sendo a atividade da cadeia produtiva que mais impacta o meio ambiente (Paschoalin Filho *et al.*, 2013). De acordo com a US Green Building Council (2022), as atividades cotidianas desse setor, em termos globais, representam um consumo médio de 21% de água tratada, 40% da energia elétrica e por 38% de lançamento de emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera.

A preocupação com um ambiente mais sustentável tornou-se pauta desde 1976, com o relatório "Nossas Cidades, Nosso Futuro", publicado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, também conhecido como Relatório *Brundtland*, que introduziu o conceito de construção sustentável e popularizou o termo, apresentando diversas abordagens para uma construção mais sustentável (ONU, 1987).

A introdução da preocupação ambiental nas construções e na preservação do meio ambiente enfrenta desafios significativos no Brasil, devido, em parte, às técnicas ultrapassadas que, com a disponibilidade de mão de obra facilitada, incentivam o consumo excessivo de matérias-primas naturais e contribuem para o aumento da geração dos resíduos sólidos (Paschoalin Filho *et al.*, 2017).

O Quadro 1, a seguir, apresenta os principais resíduos gerados em diferentes etapas de uma construção civil, nos canteiros de obra.

Quadro 1- Resíduos gerados em etapas distintas no canteiro de obra

Etapa da obra	Possíveis resíduos gerados
Limpeza do terreno	Rochas, solos, vegetação.
Montagem do canteiro	Blocos, argamassa, concreto, areia, brita, prego, telhas, embalagens: cimento, tinta.
Fundação	Solo, rochas, madeira, ferro, concreto, embalagem de cimento.
Superestrutura	Concreto, areia, brita, madeira, ferro, blocos, cal, cimento, embalagens: cimento, tinta, aditivos, cal.
Alvenaria	Blocos, argamassa, embalagens: cimento, cal, aditivos.
Instalações Hidráulica	Blocos, aparas de tubulações (PVC e fibrocimento), argamassa, aparas de cobre e ferro, material de rejunte, embalagens de argamassa.
Instalações elétricas	Blocos cerâmicos, fios de cobre e cabos, argamassa, conduítes, mangueira, embalagens: cabos, argamassa.
Reboco	Argamassa, embalagens: aditivos, cimento, cal, gesso.
Revestimento e Pisos	Argamassa, pisos, rejunte, embalagens: silicone, pisos, pedras.
Forro de gesso	Gesso, palha de sisal, placas danificadas, embalagens.
Pinturas	Tintas, vernizes, lixas, pincéis, papelão, solvente, embalagens vazias.

Fonte: Adaptado de Silva (2022).

Conforme evidenciado no Quadro 1, a indústria da construção civil atravessa diversas fases e processos, resultando na geração de diferentes tipos de RCD, e é necessário estabelecer ações para gerenciá-los adequadamente.

2.2. Impactos negativos do gerenciamento inadequado de RCD

Na construção civil, a geração de resíduos é uma realidade intrínseca, originando-se de materiais que não têm mais utilidade ou não são aproveitados dentro do canteiro de obras, sendo que o potencial de reaproveitamento dos RCD é

de até 70% (Bartoli, 2011). A composição desses resíduos varia significativamente em relação ao processo produtivo, ao local da construção e ao tipo de utilização dos materiais (Custódio, 2022).

De acordo com ANCHILAS *et al.* (2011), a alta geração de resíduos frequentemente resulta em desafios no descarte, pois a falta de locais apropriados pode levar à degradação e contaminação do meio ambiente, pelo seu descarte inadequado.

O descarte irregular em margens de rios e encostas costuma ser executado por indivíduos pertencentes às camadas mais economicamente desfavorecidas da população urbana, devido à escassez de recursos financeiros que inviabiliza a contratação de empresas de coleta, ou seja, esse problema é mais frequentemente observado em bairros periféricos de baixa renda (Karpinski *et al.*, 2008). Porém, independente de poder econômico, qualquer indivíduo ou empresa pode descartar os RCD inadequadamente, na tentativa de reduzir gastos em obras.

No contexto da gestão de resíduos sólidos, as deposições irregulares, que ocorrem antes da disposição final, representam um desafio significativo, e se caracterizam por uma natureza aleatória e irregular, frequentemente consideradas ilegais (Karpinski *et al.*, 2009).

Há uma dificuldade histórica no recolhimento de RCD depositados em locais inadequados, muitas vezes chamados de bota-fora ou pontos viciados (Pinto, 1992). Mesmo quando as autoridades municipais realizam operações de recolhimento e limpeza, é comum que a população volte a usá-los como locais de deposição. Essa persistente dificuldade ocorre devido ao fato de que os resíduos de construção são geralmente volumosos e pesados (MMA, 2022).

A dificuldade no recolhimento e na reciclagem está diretamente ligada ao mau gerenciamento e a falta de separação dos resíduos, onde na maioria dos descartes irregulares, observa-se a ausência de segregação de materiais, como consequência, eles são dispostos aleatoriamente, o que dificulta ou até inviabiliza o processo de reciclagem ou reaproveitamento (Scalone, 2013).

Nesses locais, é comum ocorrer a remoção da vegetação nativa, o que acarreta em danos ambientais significativos, além disso, observa-se que esses pontos de deposição irregular crescem de forma considerável a cada ano (Uzan, 2019).

O processo de remoção de RCD desses locais geralmente envolve o uso de máquinas pesadas, o que acaba resultando na remoção da cobertura vegetal do solo, e isso não apenas contribui para a degradação ambiental, mas também expõe a camada superficial do solo, tornando-a vulnerável à erosão (Albuquerque, 2018).

2.3. Legislação brasileira e classificação dos RCD

Devido à má gestão do descarte de resíduos sólidos, o Congresso Nacional do Brasil aprovou a Lei Federal nº 12.305/2010, também conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que introduziu um novo modelo de gestão e gerenciamento de resíduos no país, incluindo os da construção civil (Brasil, 2010).

Em 2022, foi emitido o Decreto nº 10.936/2022, que trouxe termos normativos para a Lei 12.305/2010, visando aprimorar a clareza e a aplicabilidade da legislação, impondo obrigações aos geradores para reduzir a geração de resíduos e melhorar a eficiência na gestão dos RSU (Brasil, 2022).

A PNRS classifica os resíduos sólidos quanto à sua origem, na qual estão incluídos os Resíduos de Construção Civil (RCC), mas é a Resolução CONAMA nº 307/2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC e RCD (Brasil, 2002). De acordo com essa resolução e as alterações complementares subsequentes introduzidas pelas resoluções CONAMA 348 (Brasil, 2004), 431 (Brasil, 2011), 448 (Brasil, 2012), e 469 (Brasil, 2015), a classificação dos RCD ocorre de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos oriundos da construção civil

Tipo	Descrição	Cuidados na reciclagem	Destinação adequada segundo o CONAMA	Exemplos
Classe A	Reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Separar por tipo de material e tamanho; Limpar os materiais de qualquer resíduo orgânico ou contaminante; Armazenar em local seco e protegido	Aterro de resíduos da construção civil, desde que dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura	Entulho de demolição e construção, cerâmica, concreto, tijolos, telhas, pedras, areia, cascalho, etc.
Classe B	Recicláveis, mas não como agregados	Separar por tipo de material; Limpar os materiais de qualquer resíduo orgânico ou contaminante; Armazenar em local seco e protegido	Reciclagem, compostagem ou reaproveitamento energético	Metais, plásticos, vidro, papel, papelão, madeira, etc.
Classe C	Não recicláveis	Separar por tipo de material; Armazenar em local seguro e isolado de outros resíduos; Encaminhar para tratamento e destinação final adequada	Materiais sem tecnologia de reciclagem específica	Isopor, etc
Classe D	Perigosos	Separar por tipo de material; Armazenar em local seguro e isolado de outros resíduos; Encaminhar para tratamento e destinação final adequada	Tratamento e destinação final adequada, conforme legislação específica	Tintas, solventes, óleos, baterias, pilhas, lâmpadas fluorescentes, resíduos de construção contaminados, etc.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002), Brasil (2004), Brasil (2011), Brasil (2012), e Brasil (2015).

Essa classificação desempenha um papel crucial na facilitação da gestão adequada dos resíduos sólidos, garantindo que sejam tratados de maneira apropriada (SLUBH, 2021).

Embora a Lei Federal nº 12.305/2010 tenha estabelecido a obrigação de extinguir os lixões até 2014, a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que trata do novo marco legal do saneamento básico no Brasil, estabeleceu uma nova data-limite, adiando a extinção dos lixões para até 2 de agosto de 2024, dependendo do porte do município, o que prorroga, inevitavelmente, as possibilidades de disposição inadequada de RCD nos municípios.

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e ABRELPE (2023), muitas cidades não conseguiram cumprir esse prazo até o presente momento, ainda havendo cerca de 3000 lixões ativos no Brasil (Atlas, 2023). Essa mudança na obrigatoriedade da data limite implicou em uma transformação fundamental na forma como os resíduos são gerenciados no país.

Uma das mudanças de maior impacto consistiu na flexibilização das exigências impostas aos municípios que ainda não aderiram ao programa, proporcionando maior flexibilidade no que diz respeito à aplicação de multas e responsabilizações (MMA, 2023). Isso tornou o processo mais acessível e adaptável às circunstâncias locais, visando a facilitar a adesão e promover uma transição mais suave para aqueles municípios que ainda não estavam plenamente preparados para cumprir com todas as obrigações anteriormente estipuladas, contribuindo para uma gestão mais eficiente e eficaz (MMA, 2023).

Nesse contexto, de acordo com a PNRS, os resíduos sólidos devem ser destinados a aterros sanitários ou outras instalações de tratamento que atendam aos requisitos ambientais (Brasil, 2010). No entanto, a falta de planejamento e investimentos em infraestrutura tem dificultado a implantação de novas instalações de tratamento (Custódio, 2022). Esta questão ressalta a importância das adaptações no programa para permitir uma transição mais gradual e eficiente, especialmente para municípios que vem enfrentando desafios na infraestrutura de tratamentos de resíduos (MMA, 2022).

2.4. Possibilidades de gerenciamento adequado dos RCD

Com o objetivo de reduzir o descarte irregular de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), a NBR 15.112/2004 sugeriu a implementação de Postos de Entrega Voluntária (PEVs) nos municípios. Essa ação, embora não seja obrigatória, buscou influenciar e auxiliar na minimização do descarte irregular (ABNT, 2004). Os

PEVs são pontos de coleta de resíduos recicláveis, incluindo os RCD, estrategicamente instalados em locais de fácil acesso à população (ABNT, 2004).

Nesses pontos, disponibilizam equipamentos, como caçambas, para o descarte dos materiais e, posteriormente, esses resíduos são coletados pelos serviços públicos, com o objetivo de reduzir o descarte irregular pela população e promover a reciclagem (COMCAP, 2011)

A política pública desempenha um papel fundamental na formulação, criação e identificação de instrumentos que leva a soluções para a gestão de questões de interesse público, mesmo que essas questões incluam desafios complexos, como o tratamento adequado dos resíduos sólidos e a prevenção de práticas prejudiciais ao meio ambiente (Klein, Gonçalves-Dias, 2017).

Uma possível solução ao gerenciamento de RCD é a proposta do governo federal de oferecer incentivos financeiros para empresas e indivíduos que reciclam estes resíduos (IPEA, 2022). Segundo o relatório do Fórum Econômico Mundial sobre Resíduos Sólidos (2023, p. 12), iniciativas públicas e privadas estão sendo estudadas para aumentar a taxa de reciclagem e redução da degradação ambiental.

Iniciativas já estão associadas à conscientização sobre a redução de resíduos e envolvem a adoção de um sistema de taxação com base no tipo e na quantidade de resíduos gerados por países da União Europeia, Alemanha, Canadá e outros (Vergara e Tchobanoglous, 2012, p. 296).

Formas de aprimorar o gerenciamento e promover uma economia significativa dentro da obra incluem a manutenção do canteiro de obras organizado, seguindo os parâmetros do CONAMA 307, juntamente com a NR-18 (Lima; Lima, 2009). Essas normativas orientam a melhor forma de gerenciamento, possibilitando a redução na destinação de caçambas e, conseqüentemente, economia de custos na obra (Silva *et al.* 2021).

Um incentivo para reduzir os impactos negativos da construção civil é promover o gerenciamento eficaz e um planejamento logístico dos canteiros de obras, dessa forma, os resíduos podem ter uma alocação adequada e separada, garantindo uma destinação final eficaz e evitando problemas ambientais ou sociais (Ajayi *et al.*, 2017).

3. METODOLOGIA

A Figura 1 apresenta o fluxograma que representa a metodologia aplicada nas diversas etapas do presente estudo, as quais foram conduzidas para elaborar e obter os resultados deste trabalho.

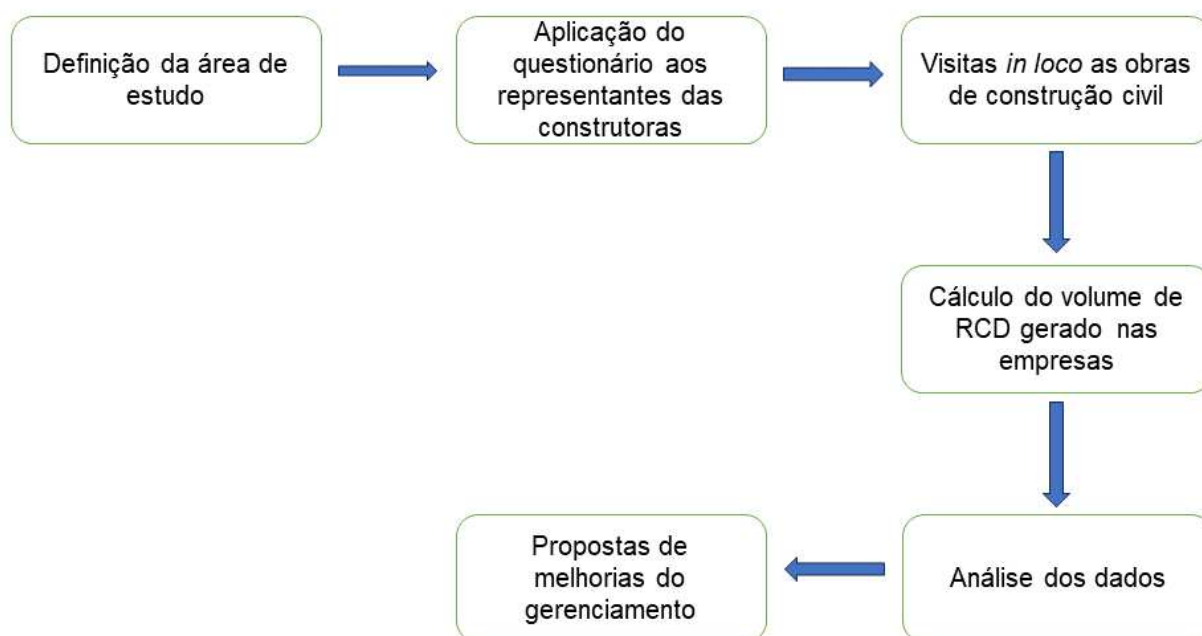


Figura 1- Fluxograma com etapas da pesquisa

Fonte: Autora (2023).

A seguir, será descrito cada um dos tópicos apresentados no fluxograma da metodologia da pesquisa.

3.1. Definição da área de estudo

A coleta de informações para este estudo foi conduzida em três construtoras ativas na cidade de Patos-PB. Essas construtoras permitiram visitas às obras em andamento, com foco em construções residenciais de pequeno e médio porte, compreendendo áreas construídas de até 300m². A seleção de três construtoras foi estrategicamente feita para garantir uma base de dados diversificada, possibilitando uma análise abrangente das práticas construtivas na região.

A escolha por realizar um estudo de caso permite uma investigação aprofundada das práticas, estratégias e desafios enfrentados por essas construtoras, em particular, oferecendo dados para compreender o cenário construtivo na região.

A Região Metropolitana de Patos é um ponto de referência local, e é conhecida por sua contribuição significativa para a economia do estado da Paraíba (Sousa *et al.*, 2019). O município está localizado na mesorregião oeste do estado, a 310 km da capital, João Pessoa-PB, sendo a quarta cidade mais populosa do estado, com uma população no ano de 2023 de 103.165 habitantes, com densidade demográfica de 218,16 hab/km² e uma área de 472.892 km² (IBGE, 2023).

Além disso, o município de Patos figura como o terceiro mais próspero da Paraíba, apresentando um PIB de R\$1,9 bilhão, com uma renda *per capita* de R\$17.7 mil, superando a média estadual de R\$17.4 mil (IBGE, 2023). A Figura 2 ilustra a representação geográfica da localização da cidade de Patos no estado da Paraíba.

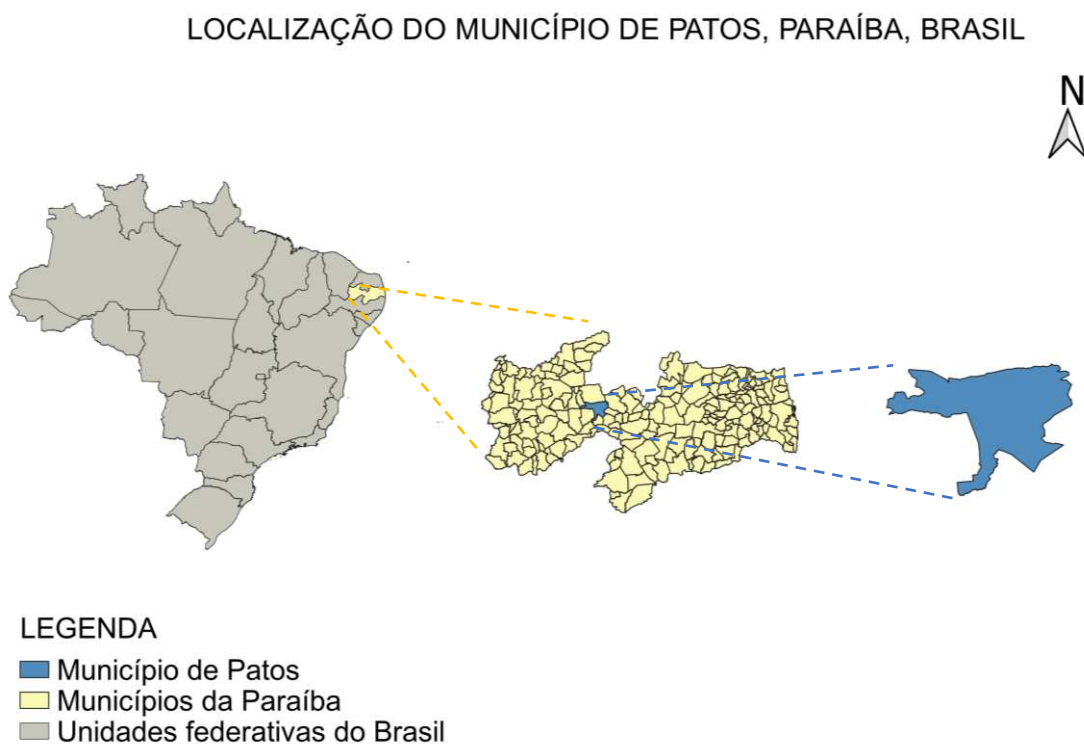


Figura 2- Localização do município de Patos no estado da Paraíba

Fonte: Adaptado IBGE, (2022).

Dessa forma, as construtoras abordadas para o presente estudo foram denominadas como Construtora '1', Construtora '2' e Construtora '3', para preservar a imagem das empresas em relação aos dados que foram obtidos neste estudo. A seguir, será descrito cada uma dessas construtoras.

- **Construtora '1'**

A Construtora '1', atuante em Patos-PB, destaca-se por sua especialização na execução de obras residenciais. Utilizando o método construtivo misto, que combina alvenaria estrutural de blocos cerâmicos com alvenaria convencional, a empresa se destaca pelo enfoque em projetos habitacionais. Cada residência em construção envolve, em média, a colaboração de aproximadamente três profissionais. A estratégia da construtora inclui a terceirização para a instalação de forros em gesso e o escoramento de lajes, otimizando processos e garantindo a eficiência na entrega de projetos residenciais.

- **Construtora '2'**

Atuando no município de Patos-PB, a Construtora '2' se destaca no mercado por seu foco no desenvolvimento de obras residenciais de médio e alto padrão. Com uma média de aproximadamente oito colaboradores por construção, a empresa adota decisões estratégicas, como a contratação de empresas terceirizadas para atividades específicas, incluindo escoramento, execução de lajes, forros, pisos e revestimentos. Essa abordagem permite que a construtora concentre seus recursos internos em aspectos fundamentais do projeto, assegurando a qualidade e a excelência em seus empreendimentos.

- **Construtora '3'**

A Construtora '3' opera tanto em Patos-PB quanto em Campina Grande-PB, concentrando-se na execução de obras residenciais de pequeno porte. Com uma média de dois funcionários por obra, a empresa destaca-se pela eficiência, mesmo com um número reduzido de colaboradores. Optando pelo método construtivo de alvenaria estrutural de blocos de concreto, a construtora '3' diferencia-se pela rapidez e eficiência em suas atividades.

3.2. Aplicação de questionário

Nessa etapa de coleta de informações, foi devidamente priorizada a confiabilidade dos dados fornecidos para a pesquisa. Para alcançar esse objetivo, um questionário padrão foi aplicado junto aos responsáveis pelas obras e/ou responsáveis pelas construtoras, com o intuito de obter informações sobre os métodos construtivos, as características da construção e o nível de controle dos resíduos da obra. Esse questionário inclui, além dos métodos construtivos, dados como o número de funcionários no canteiro de obras, a duração média da obra e questões específicas relacionadas à geração e gerenciamento dos RCD. O questionário aplicado pode ser observado no Anexo 1 deste trabalho.

3.3. Visitas *in loco* às obras de construção civil

Além do questionário, foram realizadas três visitas, em média, por construtora, durante os meses de setembro e outubro de 2023, nas obras em andamento das empresas participantes. Esta etapa de visitas foi crucial para a pesquisa, proporcionando registros fotográficos e uma compreensão detalhada das práticas adotadas por essas empresas no ambiente real de suas obras. A visitação revelou-se crucial para observar detalhes, na prática, da geração e do gerenciamento de resíduos, permitindo uma investigação mais aprofundada e facilitando a observação direta dos procedimentos adotados e aspectos específicos das obras.

As visitas desempenharam um papel fundamental ao verificar as informações obtidas na aplicação do questionário, garantindo a precisão e veracidade dos dados coletados. Além disso, possibilitaram uma análise mais aprofundada das práticas de gerenciamento, identificando medidas adotadas para a redução, reutilização e reciclagem dos RCD.

3.4. Cálculo do volume de RCD gerado

A medição do volume dos materiais no local de descarte foi conduzida empregando um processo que envolveu a determinação da área e da altura ocupada pelos resíduos para, posteriormente, calcular o volume ocupado por esse material naquele espaço. Antes do início da medição, uma análise do local destinado ao

armazenamento do material foi realizada, para garantir a ausência de outros materiais misturados.

Para simplificar a medição, o local foi dividido em áreas menores, facilitando a aplicação do cálculo para cada seção. Essa subdivisão não apenas permitiu uma abordagem mais detalhada, mas também agilizou o cálculo do volume, especialmente em situações que exigiam separação. Durante todo o processo, foram utilizados instrumentos de medição adequados, como trena em fita e trena digital, garantindo precisão nas medições lineares.

Na Construtora 1, onde os resíduos eram misturados em grande quantidade, foi realizada uma segregação para facilitar as medições, levando em consideração as dificuldades apresentadas no dimensionamento no local de armazenamento.

Nas Construtoras 2 e 3 não houve muita dificuldade, pois os resíduos já possuíam uma separação prévia e eram de menor volume.

Com as áreas determinadas, o cálculo do volume foi executado considerando a altura média do material em cada seção, assegurando uma estimativa representativa do volume total ocupado. A aplicação da fórmula básica para o cálculo do volume ($\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Altura}$) foi realizada em cada subdivisão, proporcionando uma avaliação do espaço ocupado pelos materiais.

3.5. Análise dos dados

A partir das informações obtidas em campo e fornecidas pelas construtoras, foi realizada uma comparação desses dados entre as construtoras e com outros trabalhos da literatura técnica. Foram gerados gráficos para uma representação visual dos volumes de resíduos e de suas respectivas proporções. Assim, os dados foram analisados objetivando uma comparação dos métodos de gerenciamento adotados por cada uma das construtoras, para a proposta de melhorias.

3.6. Propostas de melhorias ao gerenciamento

Após a comparação dos dados obtidos nas construtoras, por meio de pesquisa bibliográfica e análise crítica *in loco* das obras em andamento, foram estabelecidas algumas propostas para a melhoria das etapas de gerenciamento de RCD das construtoras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das informações coletadas por meio dos questionários, das visitas *in loco* às obras em andamento e do cálculo do volume de RCD nas três construtoras estudadas, a seguir serão apresentados todos os dados para cada uma das etapas de gerenciamento de RCD nas Construtoras 1, 2 e 3.

O Quadro 3 apresenta os resultados obtidos a partir das respostas fornecidas por cada construtora para o questionário aplicado (Anexo 1). Por meio do Quadro 3, é possível realizar uma comparação inicial entre as três construtoras estudadas, verificando as principais informações obtidas na aplicação dos questionários. Essas respostas constituem a base fundamental para a obtenção dos resultados subsequentemente apresentados em cada uma das etapas do gerenciamento de RCD nas obras visitadas.

Quadro 3 - Respostas das construtoras para o questionário

PERGUNTA	CONSTRUTORA 1	CONSTRUTORA 2	CONSTRUTORA 3
Quantidade de funcionários	3	8	2
Tipos de obra	Residências	Residências	Residências
Atuação geográfica	Patos	Patos	Patos e Campina Grande
Conhecimento da norma CONAMA 307/2002	Sim	Sim	Sim
Possui Plano de Gerenciamento de RCC	Não	Não	Não
Fase da obra	Intermediária	Intermediária	Intermediária
Resíduos gerados	Papelão, tijolos, madeira	Papelão, tijolos, madeira, gesso	Papelão e plástico
Volume ou peso da geração de RCD	8,00 m ³	2,21 m ³	1,15 m ³
Resíduo mais gerado	Papelão	Papelão	Papelão
Resíduo menos gerado	Madeira	Tijolos	Plástico
Local específico para armazenar os resíduos	Sim	Sim	Sim
Forma de armazenamento	Terreno próximo	Terreno próximo	Imediação da obra
Separação dos RCD nas classes (A, B, C, D)	Não	Separação prévia	Separação prévia
Coleta do resíduo	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada
Conhecimento do local de destinação final dos resíduos	Não	Não	Não
Conscientização ou treinamento com informações para os trabalhadores	Não	Não	Não
Materiais misturados quando são encaminhados ao destino final	Sim	Sim	Sim
Empresas que promovem a reciclagem dos RCD	Não	Parcialmente	Parcialmente
Preocupação com a reciclagem ou aproveitamento dos RCD	Sim	Sim	Sim
Conhecimento dos RCD que podem ser reciclados	Sim	Sim	Sim
Reaproveitamento dos RCD nas obras	Não	Sim (solos de escavações)	Sim (blocos e solos de escavações)

Fonte: Autora, 2023.

4.1 Análise dos dados do gerenciamento de RCD nas construtoras

- **Geração de RCD**

Durante a análise da geração de RCD nas três construtoras, notou-se que as obras se encontravam em fases intermediárias. Os principais resíduos identificados em todas as construtoras foram embalagens, blocos quebrados sem utilização, resíduos de blocos e argamassa. Esses materiais representaram a maior parcela da produção de resíduos nas fases analisadas.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos para a quantificação do volume estimado dos RCD identificados nas obras das três construtoras.

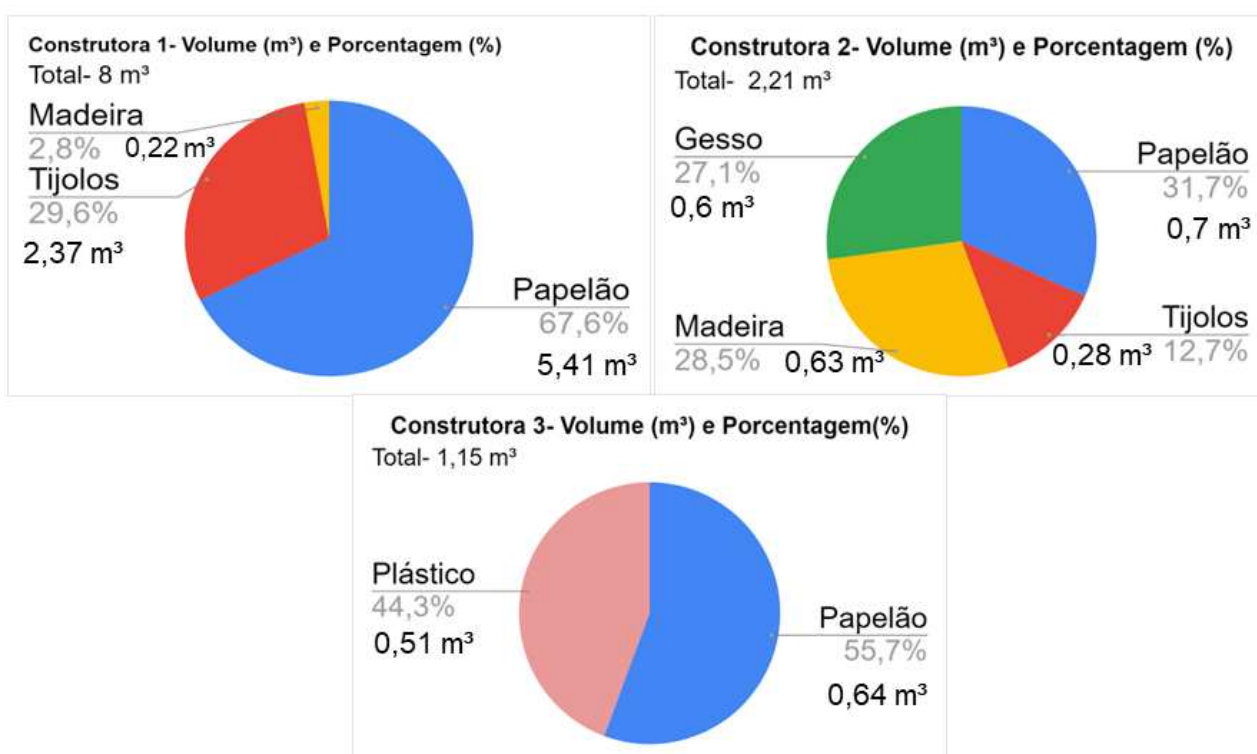


Figura 3- Quantitativo demonstrativo das construtoras

Fonte: Autoria própria, 2023.

Como pode ser observado na Figura 3, a Construtora 1 obteve uma geração de 2,8% de madeira, 29,6% de tijolos e 67,6% de papelão das embalagens dos materiais. Já a Construtora 2 gerou 27,1% de gesso, 28,5% de madeira, 15,1% de tijolos e 31,7% de papelão proveniente das embalagens de materiais. Além disso, a construtora 3 gerou resíduos para descarte constituído apenas de plástico (44,3%) e papelão (55,7%).

Por meio destes resultados, pode-se observar uma distinção considerável na construtora 3, onde a geração de resíduos foi caracterizada predominantemente por embalagens de plástico e papelão. Esta singularidade ressalta uma abordagem diferenciada em comparação às demais construtoras, indicando possíveis variações nos processos construtivos, na seleção de materiais e no gerenciamento de resíduos.

A ausência notável de resíduos relacionados a blocos, argamassa e outros, na Construtora 3, conforme destacado por Mello *et al.* (2023), reflete a maior eficiência da alvenaria estrutural de blocos de concreto. Em comparação com outros modelos de construção, como a alvenaria convencional e mista, essa abordagem se sobressai, minimizando a quantidade de material desperdiçado.

Ao analisar os gráficos, torna-se evidente que a escolha de diferentes métodos construtivos pelas construtoras gera impactos significativos no volume e na variação de RCD gerados, demonstrando uma maior eficiência na redução de resíduos da Construtora 3, em relação às outras duas.

Na classificação dos materiais, destaca-se que, em maior volume, foram encontrados materiais da Classe A, como os blocos, e da Classe B, como papelão, plástico e madeira. Ambas as classes revelam potencial para um gerenciamento mais sustentável, considerando a reciclagem dos materiais. Não foi observado em nenhuma das três construtoras resíduos das demais classes.

Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2022) em um empreendimento residencial vertical, durante a fase intermediária com aproximadamente 77% da obra concluída, revelou que os resíduos da classe A representaram 57%, enquanto os da classe B totalizaram 28%. Além disso, os dados estatísticos indicaram uma média de geração de resíduos de $0,42\text{m}^3/\text{m}^2$ de área construída. Já nos estudos de Zanna *et al.* (2017), em dois canteiros de obras com aproximadamente 68% das obras concluídas, constataram que os RCD de maior volume pertenciam às classes A e B.

Portanto, os estudos de Silva *et al.* (2022) e Zanna *et al.* (2017) apresentaram similaridades nas constatações da presente pesquisa, evidenciando que os resíduos da classe A possuíram uma representatividade maior nas gerações de RCD, seguidos pelos resíduos da classe B.

- **Acondicionamento/armazenamento**

A gestão de resíduos nas construtoras 1, 2 e 3 revela abordagens distintas no que diz respeito ao acondicionamento e/ou armazenamento dos RCD nas obras, refletindo diferentes graus de conformidade com as normas estabelecidas.

A Figura 4 apresenta a forma como os resíduos foram encontrados acondicionados nas obras da Construtora 1.



Figura 4 – Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “1”

Fonte: Autora (2023)

Na Construtora 1, constatou-se que os resíduos gerados não passam por nenhum processo de separação durante o acondicionamento, como pode ser observado na Figura 4, resultando na ausência de uma classificação de acordo com as normas vigentes. Além disso, observou-se que nenhum material era reutilizado pela construtora, mesmo quando alguns se enquadravam na Classe A, indicando aptidão para a reutilização.

Conforme destacado por Isaia (2011), os resíduos, ao serem submetidos ao processo de moagem, podem ser reaproveitados, principalmente como material de aterro. No entanto, é crucial observar cuidadosamente as características físicas e químicas durante esse procedimento.

Por sua vez, na Construtora 2, embora os resíduos sejam armazenados em terrenos próximos à construção, a segregação observada segue critérios mínimos estabelecidos pelas normas. Esse esforço demonstra uma iniciativa em direção à conformidade com as diretrizes de classificação e manejo de resíduos, mas ainda demonstra a necessidade de melhorias. A Figura 5 apresenta a forma como os RCD foram encontrados armazenados nas obras da Construtora 2.



Figura 5- Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “2”

Fonte: Autora (2023)

Por fim, foi identificado, na Construtora 3, volumes reduzidos de materiais desperdiçados, demonstrando que resíduos como plástico e papel permanecem na obra sem uma separação clara. A Figura 6 apresenta a forma como os RCD foram encontrados armazenados nas obras da Construtora 3. Vale ressaltar que os resíduos apresentados na Figura 6 (A) não foram contabilizados na etapa de geração porque não foram descartados, ou seja, eles são armazenados temporariamente para posterior reutilização na obra.

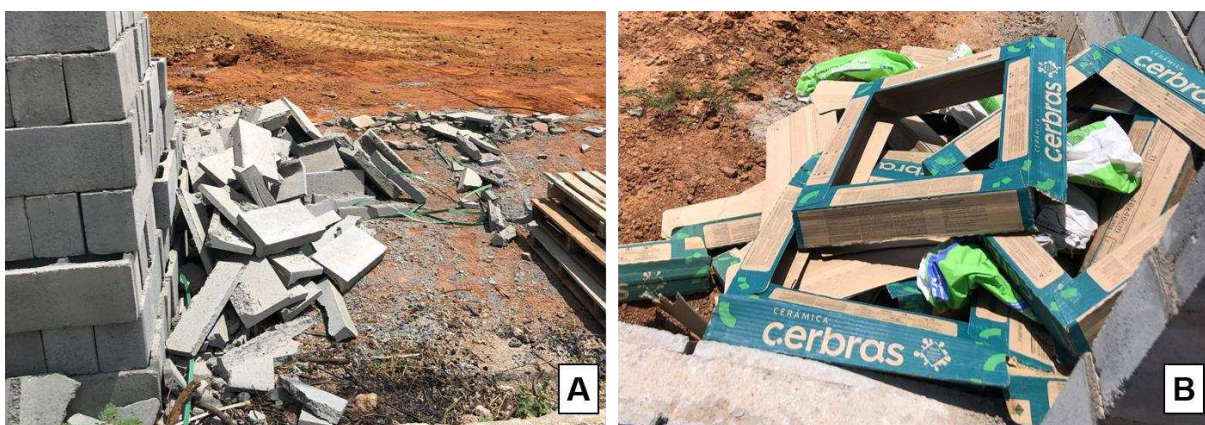


Figura 6- Acondicionamento de RCD nas obras da Construtora “3”

Fonte: Autora (2023)

A diminuição de resíduos da Classe A, observada na Construtora 3, está alinhada com as características do método construtivo de alvenaria estrutural de blocos de concreto, utilizado em suas obras. De acordo com um estudo realizado por

Ribeiro (2021), esse método demonstrou uma redução significativa de 32% na geração de resíduos, justificando a menor taxa de resíduos apresentada no estudo.

Porém, a prática de manter esses materiais na obra sem segregação pode impactar a eficiência da gestão de resíduos, apesar da minimização do desperdício em termos volumétricos.

- **Coleta, transporte e destinação**

A análise dos processos de coleta, transporte e destinação final de RCD nas construtoras revelou uma semelhança nos métodos adotados. Em todas as construtoras, a coleta de RCD é terceirizada para empresas especializadas, contudo, existem desafios significativos na gestão eficiente desses resíduos.

Os responsáveis pelas construtoras demonstraram falta de conhecimento em relação à destinação final dos resíduos coletados. Foi observado que um número mínimo de caçambas era contratado para o recolhimento, resultando na prática de depositar todos os resíduos, independentemente de sua segregação, na mesma caçamba.

Essa abordagem levava à ausência de qualquer tipo de segregação durante o transporte, comprometendo a eficácia na gestão dos resíduos, ou seja, mesmo que seja adotado uma adequada segregação no acondicionamento dos resíduos, a sua mistura no momento do transporte para a destinação final inviabiliza os processos de aproveitamento e reciclagem.

- **Tratamento**

A análise dos processos de tratamento de resíduos nas construtoras evidencia um cenário em que a conscientização sobre a importância da reciclagem está presente, embora haja lacunas significativas em termos de conhecimento sobre as empresas especializadas nesse setor. Apesar dessa lacuna, algumas construtoras demonstraram esforços para promover o reaproveitamento de materiais.

Na construtora 1, no entanto, observa-se a ausência de práticas de reaproveitamento. Todos os materiais são descartados sem passar por processos de reutilização e sem segregação no acondicionamento nas obras.

Por outro lado, a construtora 2 adota práticas mais sustentáveis ao reutilizar os solos provenientes de escavações para aterro nas fundações. Essa estratégia não apenas contribui para a redução de resíduos, mas também representa uma

abordagem econômica e ambientalmente eficiente no manejo de materiais de construção. A Figura 7 ilustra a reutilização de solos em obras da construtora 2.



Figura 7– Reutilização de solo em obras da Construtora 2

Fonte: Autora (2023)

A reutilização de solos e blocos não apenas oferece benefícios ambientais, mas também proporciona vantagens econômicas, ao reduzir o consumo de matéria-prima e diminuir o volume de resíduos destinados aos aterros sanitários, evidenciando os benefícios ambientais e econômicos dessa prática (Paschoalin *et al*, 2014).

De acordo com Melo (2015), os solos provenientes de escavações, quando compactados, demonstram capacidade de suporte semelhante aos solos naturais. Ainda segundo o autor, foi observado que as fundações construídas sobre solos compactados e solos naturais mantêm resistências a deformações compatíveis (Melo, 2015).

Os blocos, que são resíduos da Classe A, apresentam um potencial notável para a reutilização como agregados em novas construções. A possibilidade de reintegrar esses materiais no ciclo construtivo não apenas reduz os RCD, mas também contribui para uma abordagem mais circular e sustentável na gestão de resíduos da construção civil.

A construtora 3 também se destaca ao implementar práticas de reutilização, focando na recuperação de blocos de concreto danificados e materiais como argamassa. Essa iniciativa não apenas alinha a construtora 3 com princípios de sustentabilidade, mas também evidencia um esforço concreto para reduzir o desperdício e promover a eficiência na gestão de resíduos. A Figura 8 ilustra a reutilização dos blocos na obra da construtora 3.



Figura 8 – Reutilização de blocos de concreto na construtora 3

Fonte: Autora (2023)

Os blocos de concreto, quando quebrados, podem ser reciclados como agregados para enchimento de valas, aterros e revestimentos primários de vias de terra, por outro lado, os blocos triturados têm a capacidade de serem reutilizados na fabricação de novos blocos, na produção de pavimentos e em outros fins construtivos (Souza, 2012).

- **Descarte final**

O descarte final dos resíduos provenientes das três construtoras revela semelhanças significativas, sendo conduzido da mesma maneira. Os gestores optaram pela contratação de empresas terceirizadas para realizar a coleta e destinação final desses resíduos. Entretanto, esse método de recolhimento apresenta desvantagens, uma vez que não há uma segregação adequada dos resíduos. Como resultado, todos os tipos de resíduos são indiscriminadamente misturados e depositados em uma única caçamba ao término de cada obra, carecendo de qualquer prática de cuidado ou gerenciamento que favoreça a reciclagem.

Essa abordagem aponta para um problema grave relacionado à disposição final desses resíduos, uma vez que nenhuma das construtoras foi capaz de fornecer informações sobre o destino final ou os processos de tratamento adotados. A falta de conhecimento e transparência nesse aspecto representa um desafio significativo, evidenciando a necessidade urgente de melhorias no gerenciamento e na conscientização sobre práticas mais sustentáveis de descarte de resíduos na construção civil.

Outro desafio enfrentado é a gestão de resíduos no município de Patos-PB, onde inúmeros pontos de descarte irregular de RCD persistem, apesar dos esforços da Prefeitura Municipal de Patos (PMP) em realizar a limpeza desses pontos. Esses locais inadequados de disposição de resíduos estão distribuídos por diversas regiões da cidade, representando uma preocupação ambiental e social. A Figura 9 ilustra o descarte irregular observado em algumas áreas da cidade.



Figura 9 – Pontos de descarte irregular no município de Patos-PB

Fonte: Autora (2023).

Essa prática comum de descarte representa um problema ambiental grave, capaz de causar diversos impactos negativos quando os resíduos não são tratados corretamente (Ribeiro *et al.*, 2013). Embora o município seja responsável pelo recolhimento de todos os resíduos descartados de maneira inadequada, a falta de conscientização e a ausência de medidas efetivas para minimizar ou eliminar esses descartes contribuem para a recorrência do problema.

4.2 Propostas de melhorias ao gerenciamento de RCD

Para aprimorar o gerenciamento de resíduos nas construtoras 1, 2 e 3, é essencial implementar um conjunto abrangente de melhorias. Em primeiro lugar, todas as construtoras devem investir em programas de conscientização para sensibilizar os colaboradores sobre a importância da segregação adequada, reciclagem e reutilização de materiais. Isso contribuirá para o alinhamento de práticas sustentáveis em toda a organização. Um estudo conduzido por Souza *et al.* (2012) destaca que a educação emerge como uma ferramenta essencial para impulsionar mudanças e fomentar práticas sustentáveis.

Em segundo lugar, a introdução de sistemas de segregação nos locais de construção é indispensável para favorecer as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos nas obras. Destaca-se que a Construtora 1 necessita dessa implementação para facilitar a coleta seletiva e promover práticas mais sustentáveis desde o início do processo, alinhando também as construtoras 2 e 3, as quais, embora apresentem um gerenciamento mais eficiente, ainda podem passar por melhorias.

Além disso, adotar a reciclagem e reutilização para os resíduos gerados pode contribuir para um sistema de gerenciamento mais eficiente em todas as construtoras. Conforme Nagalli (2016), os resíduos da classe A, quando estão limpos, ou seja, não misturados a resíduos de outras classes, podem passar por um processo simples de redução da granulometria, tornando-se um agregado passível de reutilização.

Já na Classe B, constituída principalmente por papelão, plástico e madeira, a reciclagem dos materiais destaca-se como uma oportunidade valiosa. Esses materiais podem ser encaminhados para reciclagem fora da obra, apresentando um potencial significativo para parcerias com empresas especializadas. A colaboração com entidades de reciclagem ou Associações de Catadores pode otimizar a utilização desses recursos, contribuindo para práticas mais sustentáveis e a redução do impacto ambiental.

É fundamental que as construtoras estabeleçam parcerias sólidas com empresas especializadas em reciclagem para garantir a destinação correta dos resíduos, maximizando, assim, o reaproveitamento de materiais e reduzindo o impacto ambiental.

A reutilização eficiente dos insumos busca reduzir a produção e maximizar a utilização dos recursos. A reciclagem é destacada como a última etapa, propondo a transformação ou tratamento necessário para que esses resíduos possam ser utilizados novamente, por fim, essa reciclagem visa otimizar o ciclo de vida dos materiais, promovendo práticas sustentáveis (Glória; Ribeiro Junior; Sousa; 2020).

Incentivos para práticas sustentáveis podem ser implementados, reconhecendo e recompensando construtoras que adotam medidas eficazes de reciclagem e reutilização. Uma revisão e otimização dos processos de transporte de resíduos também são necessárias, assegurando que a segregação adequada seja mantida durante todo o percurso dos resíduos, até o descarte final.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi possível identificar os resíduos mais gerados em obras de três construtoras de Patos-PB, destacando o potencial de reciclagem dos materiais identificados das classes A e B. Evidenciou-se a viabilidade da reciclagem efetiva desses materiais, que só é mais adotado na Construtora 3.

Um ponto crucial observado foi a ausência de uma separação eficiente nas construtoras, resultando na mistura indiscriminada de resíduos, agravada pela falta de um transporte eficaz para o descarte final. Além disso, a pesquisa revelou práticas de descarte irregular no município, acarretando problemas ambientais, sociais e de saúde pública. Também foi identificado que nenhuma das construtoras apresentou conhecimento sobre a destinação dos RCD após a coleta terceirizada em suas obras.

Diante desse cenário, conclui-se que o gerenciamento eficaz dos resíduos é de suma importância, assim como a conscientização para a correta segregação e reciclagem, onde a maioria dos materiais identificados apresentou um considerável potencial de reaproveitamento ou reciclagem.

Para reduzir a geração de resíduos, é crucial ter conhecimento prévio sobre empresas de reciclagem, explorando as possibilidades de reuso dos resíduos gerados na própria obra. Além disso, a conscientização sobre a correta segregação dos materiais desde a fonte de geração se apresenta como uma medida fundamental para promover práticas mais sustentáveis no setor da construção civil e deve ser aplicada a todos os funcionários de uma construtora.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15112/2004. **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRECON. **Entulho.** Abrecon, [s.d.]. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho>>. Acesso em: 18 de julho de 2023.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** São Paulo: Abrelpe, 2022.

ABREN. **Panorama da reciclagem de resíduos da construção civil e demolição no Brasil.** Abren, 2022.

ACHILLAS, C. H.; BANIAS, G.; MOUSSIOPOULOS, N.; PAPAIOANNOU, I.; VLACHOKOSTAS, C.H. (2011). **A web-based decision support system for the optimal management of construction and demolition waste.** Waste Management, 31 (12), 2497-2502.

AJAYI, S. O., OYEDELE, L. O., BILAL, M., AKINADE, O. O., ALAKA, H. A., OWOLABI, H. A. **Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects.** Waste Management, 59 (2017), pp. 330-339.

ALBUQUERQUE, D. N. P. **Resíduos da Construção Civil em Planaltina/DF e Suas Implicações.** Brasília, 2018. Universidade de Brasília.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos da construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BARTOLI, H. **Brasileiro produz por ano meia tonelada de resíduos de construção civil.** 2011. ABRECON. Disponível em:< <https://abrecon.org.br/entulho>> . Acesso em 23 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 2002. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf>.
Acesso em: 22 jul. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 ago. 2004. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=440>. Acesso em: 22 jul. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2011. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=118789>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jan. 2012. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=652>. Acesso em: 23 jul. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jul. 2015. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/legislacao/>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm>.
Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL. Estatuto das Cidades, Lei 10.257. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 23 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Gestão de Resíduos da Construção Civil**. São Paulo: CETESB, 2014.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2 ago.2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 22 jul. 2023.

BRUNDTLAND, G. H. (1987). *Nosso Futuro Comum (Our Common Future)*. Organização das Nações Unidas (ONU).

CASADO, M. (2011). **Green Buildings, antes tarde do que nunca**. Ietec – Instituto de Educação Tecnológica. Belo Horizonte.

COMCAP. **Projeto para implantação de um ponto de entrega voluntária (PEV) para recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e volumosos, na área continental do município de Florianópolis**. Anexo I do Regulamento nº 003/2011 da Chamada Pública do Fundo Socioambiental CAIXA. Florianópolis, 2011.

CONCEIÇÃO, V. C.; SILVA, J. M.; SANTOS, C. M.; BARBOSA, A. A. (2021). **Gestão de resíduos na construção civil**. Revista Ibero-Americana de Engenharia de Produção, 10(2), 216-228.

CUSTÓDIO, A. C. (2022). **Gestão de resíduos sólidos: desafios e perspectivas**. Revista Ciência e tecnologia para um Brasil mais sustentável, FAPESP.

DE SOUSA, P. A., SANTOS, S. P. J., DINIZ, C. S. T., e SILVA, S. A. **Aula de campo como recurso metodológico para o ensino de geografia física**. Congresso nacional de pesquisa e ensino em ciências. CONPESC. 2019.

Fórum Econômico Mundial. (2023). **Relatório sobre a lacuna de circularidade 2023**. Genebra, Suíça: Fórum Econômico Mundial.

IBRAHIN, A.R.B.; ROY, M. H.; AHMED, Z. U.; IMTIAZ, G. (2010). **Analyzing the dynamics of the global construction industry: past, present and future**. *Benchmarking: An International Journal*, 17(2), 232-252.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Geo aplicada, banco de dados, DADOS ESPACIAIS- TERRITÓRIOS**. Disponível em: <<https://www.geoaplicada.com/>>. Acesso em: 21 de nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto (PIB)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em: 21 de ago. 2023.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012.

ISAIA, G. C.; HELENE, P.; TUTIKIAN, B. F. **Concreto de alto e ultra-alto desempenho**. Concreto: Ciência e Tecnologia. Cap, v. 36, 2011.

KARPINSKI, A.K.; PANDOLFO, A.; REINEHR, R.; GUIMARÃES, J.; KUREK, J.; PANDOLFO, L.; ROJAS, J.W.J. **Gestão de Resíduos da construção civil: uma abordagem prática no município de Passo Fundo**. Rio Grande do Sul, 2008.

KLEIN, F. B.; S. L. F. GONÇALVES-DIAS. **A Deposição Irregular de Resíduos da Construção Civil no Município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 26 jan. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703/32121>>. Acesso em 31 de jun. 2023.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: Crea, 2009.

MAIA, H. J. L.; FREITAS, J. P.; ALENCAR, L. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; BARBOSA, E. M. (2015). **Legislação ambiental da Paraíba: contribuições à gestão integrada de resíduos sólidos**. Revista Monografias Ambientais - REMOA, 14(1), 14-19.

MAIA, R. A. S.; MEDEIROS, W. M.; LIMA, A. M. (2015). **Resíduos da construção civil e a responsabilidade socioambiental**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 10(1), 1-10.

MELLO, J. R.; ALMEIDA, C. A.; SILVA, J. S.; ROCHA, J. C.; SILVA, L. F. D. **Avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos de alvenaria.** Revista da Construção, São Paulo: ABCP, v. 10, n. 2, p. 7-20, abr./jun. 2023.

MELO, R. N. **Reutilização de solos de escavação em aterros para fundações: avaliação da compactação e da estabilidade.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 2015.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. Nota Técnica nº 02/2023. **Alterações na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** Brasília, DF, 20 de julho de 2023.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

PASCHOALIN FILHO, J. A., GUERNER DIAS A. J., CORTES, P. L., DUARTE, E. B. L. (2013). **Manejo de resíduos de demolição gerados durante as obras da arena de futebol Palestra Itália (Allianz Parque) localizada na cidade de São Paulo/Brasil.** Revista Holos, 6 (3), 73-91.

PAZ, A. C.; LAFAYETTE, E. M. (2016). **O impacto da construção civil no desenvolvimento econômico e social.** Revista de Administração Pública, 50(4), 1171-1190.

PINTO, T. P. **Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções.** Construção. n. 2325, São Paulo, 1992.

RIBEIRO, F. A. B. S.; DIAS, J. F. **Deposição Irregular dos Resíduos de Construção Civil em Uberlândia- MG.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. V. 01. n. 05, 2013. pp. 88- 106.

RIBEIRO, M. A. (2021). **Impacto da utilização de blocos de concreto estrutural na geração de resíduos na construção civil.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SCALONE, P. A. **Gerenciamento de resíduos de construção civil: Estudo de caso em Empreendimento Comercial e Residencial em Londrina/PR.** Londrina, 2013.

SILVA, R.; SILVA, A. (2022). **Resíduos da construção civil: desafios e oportunidades para a gestão sustentável**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, 16(1), 23-34.

SOUZA, M. de O.; SOUZA JUNIOR, L. C.; LIMA, L. de S. **Educação ambiental como ferramenta para o gerenciamento de resíduos da construção civil**. Revista Engenharia Civil, v. 30, n. 2, p. 119-132, 2012.

Superintendência de Limpeza Urbana - PBH. (2021). **Revista SLU**. Belo Horizonte, MG: SLU. Disponível em: <https://issuu.com/slubh/docs/revista_slu_-_mar_o_de_2021>. Acesso em 09 de out. 2023.

U.S. **Green Building Council**, 2023. Disponível em:<<https://www.usgbc.org/>>. Acesso em 04 de out. 2023.

UZAN, N. **Mapeamento das Áreas de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos Urbanos**: Estudo de Caso de Planaltina/DF. Brasília, 2019. Universidade de Brasília.

VERGARA, S. E.; TCHOBANOGLOUS, G. (2012). **Gerenciamento de resíduos sólidos e o meio ambiente: uma perspectiva global**. (pp. 291-333). Rio de Janeiro, RJ: Editora Elsevier.

ZANNA, C. D.; FERNANDES, F.; GASPARINE, J. C. (2017). **Solid construction waste management in large civil construction companies through use of specific software**—case study. Acta Scientiarum. Technology, 39(2), 169-176.

ANEXO 1**QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS CONSTRUTORAS**

Título do projeto de pesquisa: DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: um estudo de caso em empresas no município de Patos-PB

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

Centro: Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA

Curso: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Me. Francisco Auriberto Ferreira Marques Junior

Pesquisadora: Nathany Araújo da Nóbrega

Nome da construtora:

CONSTRUTORA

1. Quantos funcionários a construtora/obra possui? _____
2. Quais tipos de obra que a construtora realiza? _____
3. A construtora atua apenas em Patos? Sim, Não, Quais municípios? _____
4. A construtora tem conhecimento da norma de gerenciamento de resíduos da construção civil (CONAMA 307/2002)?

Sim Não Não sei Não quero responder

5. A construtora possui Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)?

Sim Não Não sei Não quero responder

GERAÇÃO DE RCD

6. Em qual fase a obra se encontra?

Inicial (fundações/baldrame) intermediária (instalações/reboco)
 final (acabamento/piso)

7. Quais resíduos são, geralmente, gerados nessa fase? _____

8. Qual o volume ou peso dessa geração diária (ou semanal)?
9. Nessa fase da obra qual o resíduo mais gerado? _____ E qual o menos gerado? _____

ACONDICIONAMENTO/ARMAZENAMENTO

10. Existe algum local específico para armazenar os resíduos?
11. Sim Não Não sei Não quero responder
- De que maneira os resíduos são armazenados?

-
12. A construtora aplica a Norma para a separação dos RCD nas classes (A, B, C, D)? Ou algum tipo de separação?
- Sim Não Não sei Não quero responder
- Se sim, qual?

COLETA, TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL

13. Como é feita a coleta do resíduo?
- Empresa terceirizada Própria construtora Outra:

14. Se feita por empresa terceirizada, a construtora tem conhecimento do local de destinação final dos resíduos?
- Sim Não Não sei Não quero responder

15. Há algum tipo de conscientização ou treinamento com informações para os trabalhadores sobre a importância da separação e descarte dos resíduos?
- Sim Não Não sei Não quero responder
- Se sim, qual? _____

16. Os materiais são misturados quando são encaminhados ao destino final?
- Sim Não Não sei Não quero responder
- Se sim, qual? _____

TRATAMENTO

17. Você conhece alguma empresa que promova a reciclagem dos RCD?

Sim Não Não sei Não quero responder

Se sim, qual? _____

18. Você se preocupa com essa reciclagem ou aproveitamento dos RCD? Acha que é importante para a construtora?

Sim Não Não sei Não quero responder

19. Você sabe quais RCD podem ser reciclados?

Sim Não Não sei Não quero responder

Se sim, quais? _____

20. É aplicado algum tipo de reaproveitamento dos RCD nas obras?

Sim Não Não sei Não quero responder

Se sim, quais? _____