



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO EM
CIÊNCIAS DO AMBIENTE

MAGNNY MAISY DE BARROS CARVALHO

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS - TO: A INSERÇÃO
DA LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO**

Palmas/TO
Maio/2022

MAGNNY MAISY DE BARROS CARVALHO

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS - TO: A INSERÇÃO
DA LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências do Ambiente como requisito para obtenção
de grau de Mestre em Ciências do Ambiente.

Orientadora: Prof. Dr. Elineide Eugênio Marques

Palmas/TO
Maio/2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C331r Carvalho, Magnny Maisy de Barros.
Resíduos da construção civil em Palmas - TO: A inserção da logística reversa no gerenciamento . / Magnny Maisy de Barros Carvalho. – Palmas, TO, 2022.
65 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências do Ambiente, 2022.
Orientadora : Elineide Eugênio Marques
1. Gestão. 2. RCC. 3. RCD. 4. Framework Teórico. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


MAGNNY MAISY DE BARROS CARVALHO

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS - TO: A INSERÇÃO
DA LOGÍSTICA REVERSA NO GERENCIAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências do ambiente e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 31/05/2022

Banca Examinadora



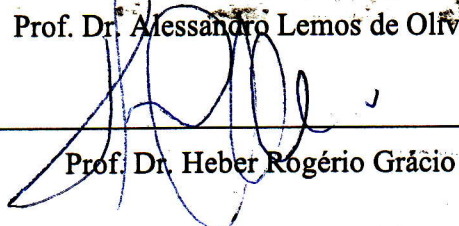
Prof. Dra. Elineide Eugênio Marques - Orientadora



Prof. Dra. Mariela Cristina Ayres de Oliveira



Prof. Dr. Alessandro Lemos de Oliveira



Prof. Dr. Heber Rogério Grácio

*Dedico esta dissertação:
Aos meus pais, Magda e Genivaldo, por me
ensinarem que o estudo é capaz de mudar o
mundo, o meu mundo.
Ao meu namorado, André, por ouvir minhas
ideias e por me incentivar a prosseguir mesmo
em meio aos desafios.*

*“Há muitos planos no coração do homem, mas
é a vontade do Senhor que se realiza.”
Provérbios 19, 21.*

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos àqueles que estiveram comigo durante toda esta trajetória, seja me motivando, lendo meu trabalho, me apoiando e sendo companhia. Em particular, agradeço:

À minha orientadora, Elineide Eugênio Marques, por desde o princípio assumir o desafio de guiar uma aluna com área de pesquisa e formação acadêmica diferente, sem limitar minhas ideias ou desconsiderá-las. Obrigada pelas nossas conversas e pelo apoio concedido em cada etapa, sua dedicação em ampliar os meus horizontes e me ajudar na construção desta obra foi essencial para o resultado;

Ao meus pais, por entenderem cada momento ausente e pelo incentivo, em especial à minha mãe que, mesmo com todas as atividades diárias, sempre é presente quando necessito do seu auxílio;

Ao meu namorado, por desde o princípio me apoiar nesta trajetória e por ter sido meu alicerce nos momentos de dúvidas e indecisões. Obrigada por sempre ser ombro amigo e companheiro, me encorajando quando hesitei do que era capaz;

Aos meus colegas de turma e orientandos da Elineide, em especial a minhas amigas Onésima e Luana, que vivenciaram e vibraram cada etapa junto comigo. Graças ao apoio de vocês, o caminho ficou mais leve e mais prazeroso, a amizade de vocês foi combustível nesta jornada, e espero encontrá-las em outros projetos.

A todos que de algum modo colaboraram para a realização deste trabalho, em especial à minha cunhada Gislene e àqueles que contribuíram no envio de informações.

RESUMO

A construção civil é um dos principais setores industriais do país e um dos pilares estratégicos para o desenvolvimento da economia brasileira, contudo sua grandeza reflete também na geração de resíduos, pois o volume de material descartado numa obra é considerável mesmo quando se adota uma política de minimizar o desperdício e a organização do sistema. Ademais, o descarte irregular é um problema enfrentado pela maioria das cidades brasileiras, causando inúmeros impactos ambientais e elevado investimento do poder público com a gestão corretiva. Desta forma, este trabalho tem como objetivo analisar a gestão e o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) na cidade de Palmas - TO, visando a compreensão dos impactos socioambientais e as possíveis melhorias na gestão dos resíduos da construção civil, sobretudo no que tange à logística reversa. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental e a pesquisa de campo que possibilitaram a descrição do processo de coleta, transporte, tratamento e destinação/disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e a estruturação de *framework* teórico com o gerenciamento de RCC em Palmas – TO. Por meio da visualização da estrutura e compreensão dos atores participantes neste sistema foi possível identificar as redes traçadas e as necessidades de aperfeiçoamento na atuação de cada um. Conclui-se que Palmas - TO tem um processo definido para o gerenciamento de RCC, que inclui as ações de logística reversa, entretanto pode-se aprimorar com atividades que minimizem as fugas existentes no processo, ampliação de infraestrutura de usinas de reciclagem, e a implantação de políticas públicas de cooperação com essas usinas.

Palavras-chaves: Gestão; RCC; RCD; *Framework* Teórico; Impactos Socioambientais.

ABSTRACT

Civil construction is one of the main industrial sectors in the country and one of the strategic pillars for the development of the Brazilian economy, however, its greatness also reflects in the generation of waste, because the volume of discarded material in a construction site is considerable even when a policy to minimize waste and the organization of the system is adopted. Moreover, the irregular disposal is a problem faced by most Brazilian cities, causing numerous environmental impacts and high investment by the government with the corrective management. Thus, this work aims to analyze the management of Civil Construction Waste (CCW) in the city of Palmas - TO, in order to understand the social and environmental impacts and possible improvements in the management of civil construction waste, especially with regard to reverse logistics. The methodology used was bibliographic research, documentary research and field research that enabled the description of the process of waste collection, transportation, treatment and environmentally appropriate final disposal and the structuring of theoretical framework with the management of CCW in Palmas - TO. Through the visualization of the structure and understanding of the actors participating in this system, it was possible to identify the networks traced and the needs for improvement in the performance of each one. It is concluded that Palmas - TO has a defined process for the management of CCW, which includes the actions of reverse logistics, however it can be improved with activities that minimize the existing leaks in the process, expansion of the infrastructure of recycling plants, and the implementation of public policies of cooperation with these plants.

Keywords: Management; CCW; CDW; Theoretical Framework; Socioenvironmental Impacts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Fluxo de pesquisa..... | 17 |
| Figura 2 - Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos..... | 19 |
| Figura 3 – Canais de distribuição da Logística direta e reversa. | 28 |
| Figura 4 – Localização do município de Palmas - TO | 35 |
| Figura 5 - Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas - TO. | 38 |
| Figura 6 – Usina de Reciclagem em Palmas - TO..... | 40 |
| Figura 7 – Localização da Usina de Reciclagem de RCC em Palmas - TO..... | 43 |
| Figura 8 – Usina de Reciclagem de RCC - Processo de peneiramento e separação de granulometrias | 43 |
| Figura 9 – Usina de Reciclagem de RCC – vista superior | 44 |
| Figura 10 – Usina de Reciclagem de RCC - Praça de triagem dos resíduos, em sua maioria concretos e cerâmicas. | 44 |
| Figura 11 – Usina de Reciclagem de RCC - Praça de triagem de resíduos diversos | 45 |
| Figura 12 – Usina de Reciclagem de RCC - Resíduo de madeira. | 46 |
| Figura 13 - Quantidade de caçambas recebidas na Usina de Reciclagem de RCC..... | 47 |
| Figura 14 – Estimativa de RCC (m ³ /ano) a partir dos alvarás emitidos pela Prefeitura de Palmas – TO e pelo número de caçambas recebidos na Usina de Reciclagem. | 50 |
| Figura 15 - <i>Framework</i> Teórico do Gerenciamento de RCC em Palmas - TO..... | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Composição gravimétrica de RCC em Palmas - TO..... | 37 |
| Tabela 2 - Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas - TO | 39 |
| Tabela 3 - Quantidade de alvarás emitidos por ano pela Prefeitura municipal de Palmas – TO. | 49 |
| Tabela 4 - Estimativa de resíduos gerados estimada com base nos alvarás emitidos pela Prefeitura Municipal de Palmas - TO. | 50 |
| Tabela 5 - Estimativa de resíduos coletados com base nos dados da Usina de Reciclagem | 50 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRECON | Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| ASTETER | Associação Tocantinense de Empresas Transportadoras de Entulhos, Reciclagens e Afins |
| BIM | <i>Building Information Modeling</i> |
| CBIC | Câmara Brasileira da Indústria da Construção. |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| EPS | Poliestireno Expandido |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| NATURATINS | Instituto Natureza do Tocantins |
| NBR | Norma Brasileira |
| PEV | Ponto de Entrega Voluntária |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PPGCIAMB | Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente |
| RCC | Resíduo da Construção Civil |
| RCD | Resíduo da Construção e Demolição |
| RSU | Resíduo Sólido Urbano |
| SNVS | Sistema Nacional de Vigilância Sanitária |
| UFT | Universidade Federal do Tocantins |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. PROBLEMA DE PESQUISA | 14 |
| 1.1.1. Justificativa..... | 15 |
| 2. METODOLOGIA..... | 17 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 21 |
| 3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 21 |
| 3.1.1. Lei nº 12.305/ 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos | 21 |
| 3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 24 |
| 3.2.1. Impactos ambientais de RCC | 26 |
| 3.3. LOGÍSTICA REVERSA | 27 |
| 3.3.1. Reciclagem e reutilização de resíduos – Logística reversa de bens de pós consumo .. | 29 |
| 3.4. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 31 |
| 4. ÁREA URBANA DE PALMAS-TO | 34 |
| 4.1. CONTEXTO HISTÓRICO | 34 |
| 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE..... | 35 |
| 4.3. RESÍDUOS SÓLIDOS EM PALMAS - TO | 36 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1. ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RCC E ATORES ENVOLVIDOS..... | 41 |
| 5.2. ESTRUTURA DO GERENCIAMENTO DE RCC..... | 52 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 56 |
| 6.1. TRABALHOS FUTUROS | 57 |
| REFERÊNCIAS | 58 |
| APÊNDICE A – ROTEIROS DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA..... | 63 |

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das indústrias mais antigas e um pilar estratégico no desenvolvimento da economia brasileira, sobretudo no que se refere à geração de empregos e à arrecadação tributária. A grandeza do setor reflete também no consumo de materiais, e consequentemente na geração de resíduos sólidos (BRASILEIRO; MATOS, 2015; REIS et al., 2017).

Neste contexto, a dicotomia entre a construção civil e a conservação ambiental é fator desafiador na realidade do desenvolvimento econômico social, visto que o volume de material descartado numa obra é considerável mesmo quando se adota uma política de minimizar o desperdício e a organização do sistema. Pinto e González (2005) relatam que a estimativa de geração de resíduos por metro quadrado construído é de 150 quilos (kg/m²). Diante desta realidade, o destino e reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção deixam de ser apenas questão de economia e passam a ser necessidade socioambiental.

Conforme dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, a quantidade total de Resíduos da Construção Civil (RCC) coletada nos municípios brasileiros ao longo do ano de 2018 foi de aproximadamente 122.012 t/dia, com um índice de 0,585 kg/hab/dia. No ano de 2020, esse valor aumentou para 128.767 t/dia, com um índice de 0,606kg/hab/dia, o que representa um aumento de 5,53% entre 2018 e 2020. Em comparação à quantidade de Resíduo Sólido Urbano coletado no Brasil, esse valor equivale a 61% (ABRELPE, 2019; ABRELPE, 2021).

Na região Norte, esses valores foram respectivamente de 4.967 t/dia e 0,266 kg/hab/dia, sendo equivalente a 36% do Resíduo Sólido Urbano coletado. Mesmo estando abaixo da média nacional, a quantidade de RCC produzido na região Norte é elevada e requer atenção por parte dos geradores, sobretudo das gestões municipais, ainda mais diante do movimento de ocupação em direção a esta região (ABRELPE, 2021). Para a cidade de Palmas - TO é estimada a geração de 515,17 t/dia, representando 27,9% de 1847,18 t/dia de resíduos gerados no Estado do Tocantins (TOCANTINS, 2017).

O panorama apresentado torna-se ainda mais crítico considerando que parte deste resíduo é descartado irregularmente. Lombardi Filho (2017) afirma que, na gestão dos resíduos da construção civil no meio urbano, o descarte irregular é um problema atual e crônico enfrentado pelas grandes cidades brasileiras no que tange a gestão pública e pela população em geral, tendo por consequência desta prática um ônus que ultrapassa o solo, local de descarte, e impacta sobretudo o ar e as águas.

Nessa perspectiva, a cidade de Palmas - TO não é alheia à realidade de outras cidades. Por ser a capital mais nova do Brasil, criada em 1989, ainda possui movimentos migratórios intensos que resultam em crescimento populacional progressivo e, conseqüentemente, em um aumento no número de obras, assemelhando-se ao processo de outras cidades. Essa situação reflete na geração de resíduos, pois embora tenha sido planejada para ser modelo de “capital ecológica”, a gestão qualificada para a destinação final dos RCC foi desconsiderada durante a sua criação (BARRETO, 2016).

1.1. Problema de pesquisa

O setor da construção civil causa impactos desde a etapa de extração e produção dos materiais até a etapa final associada aos resíduos produzidos nas construções. Na etapa de descarte, os principais problemas são a destinação irregular e o rápido esgotamento de áreas de aterro devido ao elevado volume gerado de RCC (BRUNO, 2016).

A resolução nº 307/2002 é clara ao responsabilizar o gerador pelo seu resíduo. Ainda afirma que se deve priorizar a seguinte ordem: não geração de resíduos, redução, reutilização, reciclagem, e por fim o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada. Contudo, mesmo com normativas para incentivar a boa conduta dos geradores diante do descarte de resíduos sólidos, ainda é incipiente a solução do problema. Aliado a isto, as disposições irregulares e os aterros clandestinos tornaram-se realidade no território nacional (CONAMA, 2002; ANGULO et al., 2011).

Acrescido aos impactos ambientais, as medidas corretivas para a gestão dos RCC acarretam investimentos elevados à administração pública, o que reforça a importância da gestão deste setor (BRUNO, 2016). Entretanto, no Tocantins, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins reconhece a ausência de gestão de RCC, nestes termos:

“Na maioria dos municípios ocorre deficiência na gestão dos RCD [Resíduos da Construção e Demolição], e falta de controle e equipamentos adequados para o seu manejo. A maioria dos municípios do Tocantins não dispõe de programas ou iniciativas voltadas para a educação e conscientização sobre o controle de geração, coleta e disposição de RCD, ou incentivo para a triagem desse resíduo, com vistas a sua reutilização ou reaproveitamento, mesmo com o alto índice de geração desse tipo de resíduo” (TOCANTINS, 2017, p. 52).

Em concordância ao apresentado, Barreto (2016), em seu estudo sobre a cidade de Palmas - TO, aponta a fragilidade dos órgãos gestores e fiscalizadores, em relação à capacidade de cumprir as legislações vigentes, de forma a atender os aspectos técnicos, operacionais e legais quanto ao gerenciamento dos RCC.

Partindo do pressuposto de que o gerenciamento do resíduo sólido pode ser melhorado, reduzindo os impactos socioambientais decorrentes das destinações irregulares de RCC, este estudo analisa a gestão e gerenciamento dos resíduos da construção civil gerados na área urbana de Palmas – Tocantins com o enfoque nas ações voltadas à logística reversa, ou seja, ações que priorizem o retorno dos resíduos ao setor empresarial.

1.1.1. Justificativa

O processo de urbanização colabora para o aumento de resíduos da construção civil em cidades e parte destes é depositada em áreas abertas, de deposição irregular. Tais depósitos a céu aberto, especialmente em terrenos baldios, são comuns em cidades brasileiras, oriundos principalmente da deposição de entulhos de pequenos geradores, frutos de reformas e pequenas construções (SOBRAL, 2012).

Na capital tocaninense, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Tocantins estima a geração de 15.455,24 toneladas/mês, correspondente a 27,9% da produção de todo o estado. Dessa quantidade, boa parte é gerenciada pela Associação Tocantinense de Empresas Transportadoras de Entulhos, Reciclagens e Afins (ASTETER) por meio da Usina de Reciclagem para depósito de RCC, entretanto ainda há a frequente disposição irregular nos chamados “bota-foras” no município (TOCANTINS, 2017).

Barreto (2016) afirma que grande parte dos resíduos da construção civil que são gerados em Palmas - TO são depositados irregularmente em lotes baldios, cursos de água, várzeas, causando impactos ambientais e comprometendo o paisagismo da cidade. Aliado a este problema, estas destinações irregulares são incentivo para o depósito de outros tipos de resíduos, como por exemplo: resíduos sólidos domiciliares, podas de árvores e objetos volumosos como móveis descartados.

A partir dessa situação acontece o que Pinto (1999) chama de “gestão corretiva”, devido ao fluxo irracional e descontrolado dos RCC e das características dos agentes envolvidos. A autora ainda afirma que os impactos significativos se tornam inevitáveis, criando um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana.

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é apresentada a ordem de prioridade na gestão e gerenciamento dos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Assim, a própria legislação apresenta que evitar o desperdício e minimizar o descarte de

materiais é necessário, devendo ser inserido no mercado seja pelo processo de aproveitamento, por reutilização ou por reciclagem. Um dos instrumentos a viabilizar essa ação é através da aplicação da logística reversa.

A reutilização e reciclagem, além dos aspectos relacionados à conservação ambiental, devem ser justificadas como atividade produtiva, capaz de gerar renda e emprego, devendo ser lucrativa economicamente (SOBRAL, 2012). Ao minimizar a gestão corretiva, diminuem-se também os custos do poder público municipal com a limpeza de áreas irregulares e ações de minimização do impacto ambiental.

Compreender os participantes desse sistema e suas inter-relações também colabora nas políticas de conservação por ajudar a identificar as redes traçadas dentro da estrutura e as lacunas existentes na atuação de cada um. Na cidade, uma estrutura bem definida proporciona confiabilidade aos atores, e auxilia no cumprimento da legislação e, conseqüentemente, no cuidado com o ambiente.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo analisar a gestão e o gerenciamento dos resíduos da construção civil na cidade de Palmas - TO, visando a compreensão dos impactos socioambientais e as possíveis melhorias na gestão dos resíduos da construção civil, sobretudo no que tange à logística reversa. Para isto, tem-se como objetivo específico descrever o processo de coleta, transporte, tratamento e destinação/disposição final ambientalmente adequada dos RCC; estruturar as etapas do gerenciamento de RCC em Palmas - TO através de *framework* teórico; identificar as ações de logística reversa inseridas no *framework* de RCC na cidade.

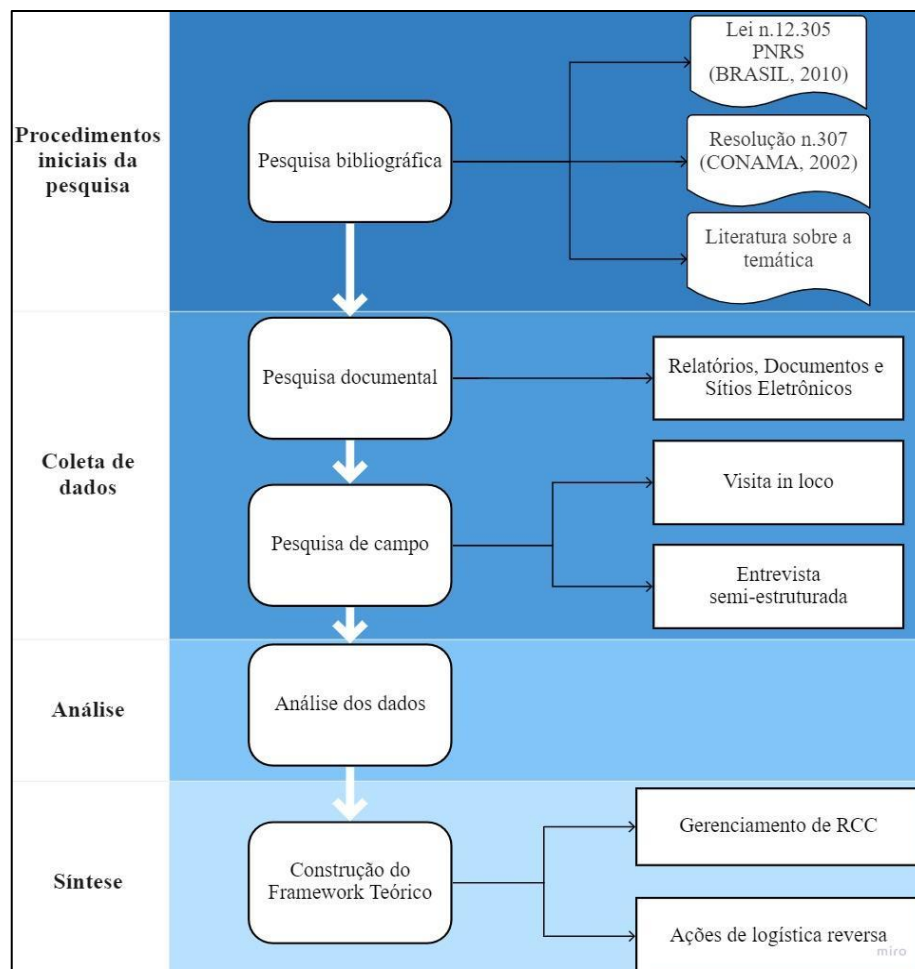
2. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos utilizados nesta pesquisa para o atendimento dos objetivos propostos. O trabalho foi desenvolvido em análise à estrutura do processo de gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil dentro da área urbana de Palmas -TO, tendo como enfoque as ações voltadas para a logística reversa.

A pesquisa é classificada, do ponto de vista da sua natureza, como aplicada, por buscar a geração de conhecimentos necessários para aplicação prática voltada à solução de situações específicas, envolvendo interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2009). Quanto à abordagem do problema, é uma pesquisa quali-quantitativa.

No que tange aos seus objetivos, é classificada como uma pesquisa descritiva, pois é o registro e interpretação de fatos observados através dos dados coletados, sem a interferência no processo de estudo (PRODANOV; FREITAS, 2009). Para os procedimentos técnicos, os métodos foram a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e a pesquisa de campo, adotados em fases distintas da pesquisa (Figura 1).

Figura 1 – Fluxo de pesquisa



Fonte: Autora (2022).

Inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica, para isto, como ponto de partida, consideraram-se as orientações contidas na Lei nº 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e pela Resolução nº 307 que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (CONAMA, 2002), ambas definiram procedimentos a serem utilizados na gestão de resíduos. Adicionalmente, foi feito o levantamento de referências que estudaram o RCC na cidade de Palmas -TO com o enfoque na gestão e gerenciamento.

Os procedimentos contidos na legislação foram analisados e relacionados com os aplicados na cidade. Para isto, foi realizada a pesquisa documental e a pesquisa de campo para coleta de informações e dados que pudessem auxiliar no conhecimento da realidade de Palmas - TO considerando o contexto deste trabalho.

O Quadro 1 apresenta as informações que foram solicitadas à Prefeitura Municipal de Palmas e à Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil da cidade, por meio de ofício e entrevista semiestruturada junto aos profissionais representantes do órgão/empresa (Apêndice A). Além destes, o Instituto Natureza do Tocantins também foi consultado, por ser o órgão de fiscalização estadual. Esta coleta de dados foi realizada para o melhor delineamento da pesquisa, visando delimitar a atuação do pesquisado e o atendimento às obrigações apresentadas na legislação.

Quadro 1 - Relação de tópicos e instituições onde as pesquisas foram realizadas.

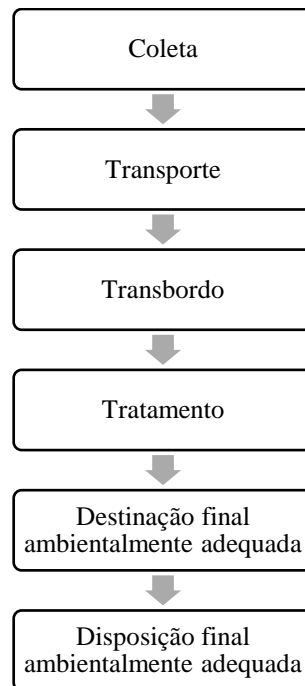
| Questionamento | Prefeitura Municipal de Palmas | Instituto Natureza do Tocantins | Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil |
|--|---------------------------------------|--|--|
| Quantidade de obras novas: 2018 / 2019 / 2020 /2021; | x | | |
| Área construída (m²); | x | | |
| Quantidade de resíduos gerados/recebidos | | | x |
| Pontos de descarte regular de RCC | x | | x |
| Pontos de descarte irregular de RCC | x | | |
| Ações de limpeza de vazios urbanos; | x | x | x |
| Ações de fiscalização de pontos de descarte irregular de RCC; | x | x | |
| Ações de reutilização e/ou reciclagem dos resíduos; | x | | x |
| Destinação final dos resíduos depositados regularmente. | x | | x |
| Normas e demais instrumentos reguladores sobre a temática RCC. | x | x | |
| Outras ações que envolvam o gerenciamento de RCC | x | x | x |

Fonte: Autora (2022).

A consulta aos sítios eletrônicos oficiais do poder público municipal e estadual também foi utilizada como fonte de dados, assim como as observações colhidas com a visita à Prefeitura Municipal de Palmas - TO e à Usina de Reciclagem de RCC.

Após o levantamento das informações, foram identificadas as etapas do processo de gerenciamento de RCC em Palmas - TO, partindo das premissas apresentadas na legislação, que são as etapas apresentadas no art. 3º, X da Lei nº 12.305/2010 e no art. 2º, XI da resolução nº 307/2002 do CONAMA (Figura 2), sendo que o enfoque foi dado à destinação final, que como a legislação define refere-se a reutilização, reciclagem, recuperação e o aproveitamento energético, de forma a evitar danos ou riscos à saúde pública e a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Figura 2 - Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: BRASIL (2010); CONAMA (2002)

Cada etapa possui o envolvimento de um ou mais atores, não especificados na legislação, mas que foram identificados de acordo com a atividade exercida na cidade estudada, e que são essenciais para a operação do recolhimento e destino adequado do resíduo. O Aterro Municipal de Palmas - TO foi consultado após o procedimento descrito, por ter sido identificado como atuante na etapa de Disposição final.

As informações coletadas atenderam ao primeiro objetivo específico, que constituiu em relatar o processo de coleta, transporte, tratamento e destinação/disposição final ambientalmente adequada dos RCC, e forneceram subsídios para atender ao segundo e ao

terceiro: estruturação do gerenciamento de RCC por meio de elaboração de *framework* teórico e identificação das ações de logística reversa realizadas em Palmas - TO.

O *framework* teórico se refere a uma estrutura que parte de um sistema ou conceito, e suas inter-relações e dependências, e antecipa uma padronização. A estrutura é gerenciada por meio de processos, possuindo início, meio e fim (ZYDECK, 2020; CARAVANTES, 2005).

Antes de construir o *framework* teórico foi necessário compreender a atividade de cada um dos atores inseridos no gerenciamento do RCC e identificar as lacunas existentes nessa estrutura. Para isto, avaliou-se a quantidade de resíduos gerados e/ou coletados em Palmas - TO, com uso de estatística descritiva e dos dados de alvarás emitidos e quantidade de resíduos recebidos na usina. Os valores foram convertidos para a mesma unidade de medida, metragem cúbica, considerando a metodologia de Pinto (1999) que estima a taxa de geração de RCC em 150kg por metro quadrado construído e a massa unitária de RCC encontrada por Costa et al (2014) de 1025kg/m³. Quanto à conversão dos dados recebidos da usina, considerou-se o volume total de 5m³ por caçamba.

Para o *framework* teórico utilizou-se o auxílio da ferramenta Miro¹, plataforma online em que foram inseridas todas as etapas, atores e descrição identificadas a partir da análise dos dados da pesquisa. A estrutura foi construída respeitando o ciclo realizado pelo resíduo e também o processo anteriormente estabelecido.

As atividades caracterizadas como de logística reversa também foram identificadas dentro do *framework* teórico, assim como o material que é de maior interesse para cada um dos atores revender.

¹ Disponível em: <<https://miro.com/pt/>>.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Resíduos Sólidos

Um dos produtos da indústria da construção civil que causa grande impacto ao meio ambiente são os resíduos produzidos. Não é um problema particular a este setor da economia, mas é o que produz a maior parte dos resíduos urbanos, representando cerca de 60% da massa coletada. Assim, é substancial o conhecimento da definição e classificação de resíduos sólidos para buscar o gerenciamento e minimizar a produção.

Conhecido popularmente como lixo, o termo “resíduos sólidos” vem sendo utilizado nas áreas técnicas e no meio acadêmico (MONTEIRO, 2015). A sua gestão é um dos problemas que emergem a esta sociedade moderna. Segundo Mendes (2014), considerando a quantidade e o volume, a geração, tratamento e descarte dos resíduos tornaram-se problemas para as cidades, sendo necessária a legislação e atuação por parte do poder público para evitar a disposição inadequada no ambiente, ainda mais quando a quantidade de resíduos produzidos cresce à medida que o tempo passa.

Assim, em 2010, diante da necessidade de regular o setor, o Brasil estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída através da Lei nº 12.305/ 2010. A lei surgiu como base sólida para o planejamento e programação de uma gestão de resíduos sólidos apropriada (GUIMARÃES FILHO, 2016).

3.1.1. Lei nº 12.305/ 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma referência, sendo inclusive norteadora para que estados e municípios adotem estratégias com o objetivo de solucionar os problemas oriundos dos resíduos (MENDES, 2014). A lei define resíduos sólidos como:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Além da definição apresentada, a PNRS busca definir com clareza termos utilizados ao longo do texto, como é o caso da diferença entre rejeito e resíduo sólido. O rejeito é o resultado do resíduo sólido após “esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis”, ou seja, a única opção restante

é a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, p. 2). Essa diferenciação ressalta que enquanto houver possibilidade deve-se buscar o reaproveitamento do material.

Outros termos apresentados são gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, assim como destinação e disposição final ambientalmente adequada. A gestão integrada de resíduos sólidos são as ações que buscam soluções considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social. Enquanto o gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Assim, o primeiro refere-se a ações estratégicas e o segundo as ações operacionais.

No que tange a destinação final ambientalmente adequada, trata-se da destinação dos resíduos incluindo as etapas de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético e até a disposição final, enquanto a disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros (BRASIL, 2010). Nota-se que o rejeito é que deve ser disposto em aterro e não o resíduo sólido.

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas maneiras, as formas mais usuais são quanto a sua origem e quanto ao seu grau de periculosidade relacionado a padrões de qualidade ambiental e saúde pública (GUIMARÃES FILHO, 2016). Essa classificação conforme a PNRS está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a PNRS

| Classificação | | Origem / Periculosidade | |
|-----------------|---|---|---|
| Quanto à origem | Resíduos sólidos urbanos | Resíduos domiciliares | os originários de atividades domésticas em residências urbanas; |
| | | Resíduos de limpeza urbana | os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; |
| | Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços | os gerados nessas atividades, excetuados os de limpeza urbana, de serviços de saneamento básico, de serviços de saúde, da construção civil e serviços de transportes; | |
| | Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico | os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos; | |
| | Resíduos industriais | os gerados nos processos produtivos e instalações industriais; | |
| | Resíduos de serviços de saúde | os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS; | |
| | Resíduos da construção civil | os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; | |
| | Resíduos agrossilvopastoris | os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades; | |

| | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| | Resíduos de serviços de transportes | os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; |
| | Resíduos de mineração | os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios; |
| Quanto à periculosidade | Resíduos perigosos | aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica; |
| | Resíduos não perigosos | aqueles não enquadrados como resíduo perigoso |

Fonte: Adaptado de Brasil (2010)

De acordo com Marques (2019), a classificação é essencial para a definição das responsabilidades dos envolvidos, assim como para as políticas públicas específicas. Contudo, independente disso, a PNRS é clara ao apresentar o poder público, o setor empresarial e a coletividade como os responsáveis pela efetividade das ações voltadas a atender a normativa (BRASIL, 2010).

A PNRS é um dos importantes instrumentos regulatórios em vigor, por tratar da questão dos resíduos sólidos com uma amplitude definida (PRATA, 2013). Um exemplo são alguns dos objetivos apresentados na PNRS:

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, assim como adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- Incentivo à indústria da reciclagem, bem como ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos;
- Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. (BRASIL, 2010)

Além dos objetivos, apresenta também princípios e instrumentos. São essas definições que fazem a lei ser conhecida como uma política. Os instrumentos servem para auxiliar na efetiva aplicação, e são eles: os planos de resíduos sólidos, os inventários, a coleta seletiva, o sistema de logística reversa, o monitoramento e a fiscalização, a pesquisa científica e tecnológica, a educação ambiental, os incentivos fiscais, financeiros e creditícios, entre outros (BRASIL, 2010).

Neste estudo, a análise da lei e de seus objetivos e instrumentos foram utilizados como base para a estrutura apresentada, sobretudo considerando a importância que a PNRS tem para o setor. Assim, as disposições contidas na legislação são caminho para a gestão efetiva dos resíduos, e a sua implementação deve ser buscada por meio de melhorias contínuas e melhor delineamento do gerenciamento.

3.2. Resíduos Sólidos da Construção Civil

Os resíduos originários da construção civil foram inseridos na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/ 2010), que os classifica como os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).

Antes disso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em 2002, por meio da Resolução nº 307, já havia classificado os Resíduos da Construção Civil (RCC) como os “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, [...] comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha” (CONAMA, 2002, p. 1). Mesmo o termo entulho sendo popularmente empregado, a legislação e as obras acadêmicas utilizam os termos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) e Resíduos da Construção Civil (MENDES, 2014).

Ainda na Resolução nº 307/2002 do CONAMA, que estabeleceu as diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos RCC, os RCC foram divididos em classes:

- “I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde” (CONAMA, 2002, p.3).

Para cada classe, há procedimentos diferenciados, sobretudo no que se refere a destinação, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Destinação dos resíduos conforme CONAMA (2002)

| Classificação | Destinação (art. 10) | Empreendimento qualificado a receber |
|----------------------|--|--|
| Classe A | Reutilizar ou reciclar na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros | Usina de Reciclagem de RCC (ABNT NBR 15114/2004); Aterro de Inertes (ABNT NBR 15113/2004); Área de Transbordo e Triagem – ATT (ABNT NBR 15112/2004). |
| Classe B | Reutilizar, reciclar ou encaminhar a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura | Usina de Reciclagem de RCC (ABNT NBR 15114/2004); Área de Transbordo e Triagem – ATT (ABNT NBR 15112/2004); Aterro Sanitário (ABNT NBR 15849/2010). |
| Classe C | Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas | Aterro Sanitário (ABNT NBR 15849/2010); Aterro de Resíduos Não Perigosos (ABNT NBR 13896/2006). |
| Classe D | Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas | Aterro de Resíduos Perigosos (ABNT NBR 10157/1987). |

Fonte: Adaptado de CONAMA (2002); ABRECON (2017).

Em observação as classes, deve-se verificar a presença de materiais perigosos e que possam necessitar de condições especiais de transporte e disposição final antes de executar obras de construção (FERNANDES, 2013). A resolução ainda estabelece que a disposição de tais materiais em aterros destinados a resíduos sólidos urbanos, áreas de “bota fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos e áreas protegidas por lei é proibida, sendo de responsabilidade do gerador a segregação em classes (CONAMA, 2002).

Mesmo com toda classificação, os RCC possuem características diferenciadas entre si por serem produtos de um setor onde há inúmeras técnicas e metodologias de produção. Um exemplo é que a composição e quantidade de resíduos produzidos dependerão diretamente do desenvolvimento da indústria de construção local, como mão de obra, técnica construtiva

empregada, fase da obra e adoção de métricas de qualidade (ABREU, 2016; BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

Além disso, a caracterização média da composição de resíduos é vinculada a parâmetros da região geradora (ABREU, 2016). De modo geral, os principais RCC são pedras, tijolos, blocos, areia, cimento, argamassa, concreto, ferro, cal, madeira. Ainda há, em menor volume, restos de tinta, vernizes, gesso, fiação, telhas, tubulação e papel (BAPTISTA JUNIOR, 2011). Em comparação à região geradora, Abreu (2016) cita que a madeira se sobressai na construção americana e japonesa, mas tem a presença menos significativa nas construções brasileira e europeia. Já o gesso, que é muito usado na construção americana e europeia, passou a ser usado nos grandes centros urbanos brasileiros recentemente.

3.2.1. Impactos ambientais de RCC

Os resíduos da construção civil quando dispostos inadequadamente, seja em vias e logradouros públicos, em terrenos baldios, margens de curso de água, entre outros, dão origem a locais clandestinos de bota-fora nos municípios (ABREU, 2016). O CONAMA (2002) proíbe a disposição de tais materiais nesses locais, incluindo também aterros destinados a resíduos sólidos urbanos, encostas, corpos d'água, lotes vagos e áreas protegidas por lei.

Pinto (2004, p. 16) afirma que é fácil se acostumar com o RCC, pois o “resíduo da construção civil não incomoda o nosso nariz, como o lixo orgânico, e os nossos olhos acabam se acostumando com ele. As cidades sempre conviveram com isso”.

Mesmo se acostumando, os prejuízos existem. Inicialmente, os materiais consumidos na construção civil são oriundos de recursos naturais não renováveis, o que modifica a paisagem, e o desperdício implica no esgotamento acelerado destes. A geração de resíduos é inevitável, mas a ausência de tratamento implica em problemas para a gestão urbana (GONÇALVES, 2013).

Além de modificarem a paisagem urbana, os RCC também invadem pistas de tráfego, dificultando a passagem de pedestres e veículos, dificultam a drenagem urbana, causam assoreamento dos córregos e atraem vetores, como roedores, animais peçonhentos e insetos transmissores de endemias perigosas (por exemplo, a dengue), causando a proliferação de doenças (ABREU, 2016). Assim, há o impacto ao meio físico (abiótico), mas afeta diretamente o meio biótico, seja pela degradação da flora e da fauna ou por reduzir a qualidade de vida do homem (ABREU, 2016; GONÇALVES, 2013).

Alguns dos impactos são imediatos, como a “desobstrução contínua do sistema ou perdas particulares decorrentes de enchentes”, outros são de longo prazo, como a ocupação contínua de áreas naturais, regiões de baixadas e várzeas, “que são o sorvedouro da contribuição ocorrente nas áreas impermeabilizadas” (PINTO, 1999, p. 73).

Outro impacto, e este pode ser mensurado mais facilmente, é o prejuízo aos cofres públicos em decorrência da gestão corretiva, que é assim definida por representar as ações do poder público e os valores gastos com a remoção de resíduos depositados em locais indevidos e com o seu aterramento (GONÇALVES, 2013; PINTO, 1999).

Ainda deve-se considerar que o volume de RCC gerado é superior ao de resíduo sólido urbano, Anastácio (2003) aborda que com o crescimento do volume e o agravamento dos impactos ambientais, a sociedade tem se conscientizado para adotar medidas que reduzam o problema.

3.3. Logística reversa

Uma das medidas para solucionar o problema dos RCC é a logística reversa. Segundo Valle e Souza (2014) a logística reversa é o instrumento que potencializa as soluções para o gerenciamento de resíduos sólidos, acabando com o conceito de “*end-of-pipe*” ou “fim da linha”, em que os produtos possuem início, meio e fim.

A logística reversa é prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, e caracterizada como instrumento voltado para o desenvolvimento social e econômico pautado “por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento [...] ou outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010, p. 2).

Tem como objetivo encaminhar um produto que já foi utilizado de volta ao seu local de origem para que ele possa retornar a cadeia produtiva por meio de reaproveitamento ou reciclagem, evitando o descarte de produtos com vida útil e o uso desnecessário de novas matérias primas (FONSECA; MAINTINGUER, 2019).

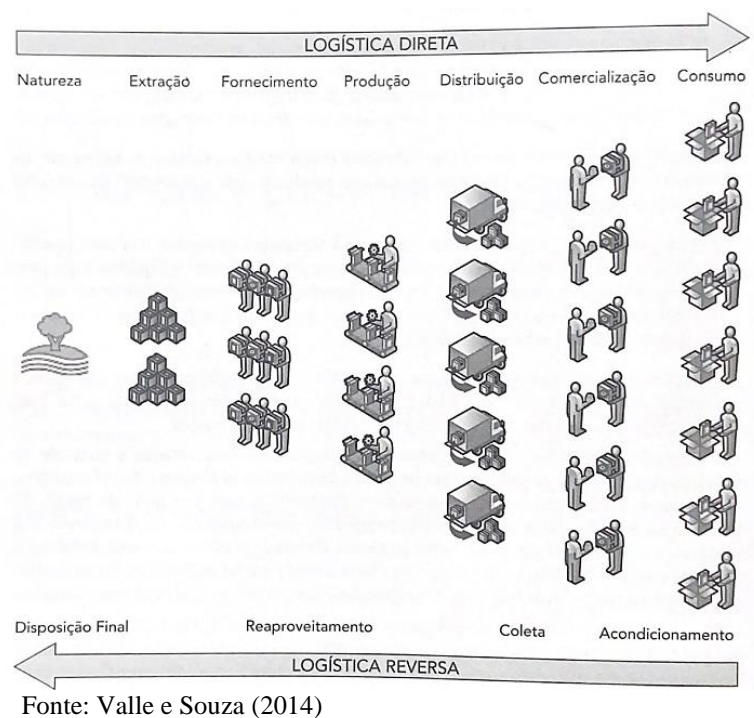
Diante do ciclo de vida de um produto, a logística reversa contempla etapas importantes como reparo e reutilização, reciclagem de materiais e componentes, recuperação e destinação final. Sendo assim, não proporciona somente ganhos ambientais, mas também sociais e econômicos, um exemplo é a reciclagem que é fonte de renda e inclusão social para muitos catadores (VALLE; SOUZA, 2014). O setor empresarial também é beneficiado diante dos ganhos, pois o processo de reciclagem confere valor logístico, econômico e ecológico aos

resíduos que voltam ao processo como novas matérias primas (FONSECA; MAINTINGUER, 2019).

O propósito da logística reversa é encontrar formas de recuperar o valor do produto ou buscar que o seu descarte aconteça de modo apropriado. Desta forma, todo o processo precisa ser atrativo, de baixo custo e eficiente (VALLE; SOUZA, 2014).

Para garantir isso, do ponto de consumo ao ponto de origem, o fluxo segue por meio dos canais de distribuição reversos. Esses canais são os que partem do consumidor final em direção ao ponto de origem com a finalidade de retorno, ou seja, difere do canal de distribuição direto que é o foco da logística empresarial e do marketing, conforme Valle e Souza (2014) (Figura 3).

Figura 3 – Canais de distribuição da Logística direta e reversa.



A atuação da logística reversa é dividida em duas categorias de fluxo reverso, são elas: a dos bens de pós-venda e a dos bens de pós-consumo. Os bens de pós-venda são aqueles que retornam à origem com pouco ou nenhum uso, motivados por aspectos relacionados à qualidade, garantia, comerciais ou substituição de componentes, como exemplo tem-se o término de validade ou *recall* de fabricante. Enquanto os bens de pós-consumo são aqueles que estão em estágio de fim de uso ou atingiram o fim de sua vida útil, como o que foi consumido e descartado (SANTOS, MARCHESINI, 2018; VALLE; SOUZA, 2014). Os resíduos sólidos são considerados bens de pós-consumo, incluindo os RCC, foco deste estudo.

Um dos desafios encontrados no canal de distribuição reverso dos bens de pós-consumo é que o caminho possui mais possibilidades que o caminho direto, o que dificulta atingir o ponto ótimo de eficiência logística desses resíduos (SANTOS, MARCHESINI, 2018). No contexto da construção civil, a dificuldade está em avaliar os problemas e eleger as técnicas mais adequadas para otimizar todo o processo e reduzir os custos. (LUCHEZZI, 2014)

Outro ponto é que o sistema logístico varia conforme a visão dos agentes participantes, podendo dividir-se em logística interna e logística externa na construção civil. A logística interna é referente ao canteiro de obras, e está diretamente relacionada à execução das atividades, administração de materiais e de todo o empreendimento. Já a logística externa é semelhante à de qualquer outra indústria seriada, possui foco nos suprimentos e a obra é o destino final, ou seja, consumidor (MARCONDES; CARDOSO, 2005; LUCHEZZI, 2014).

Para incentivar a prática da logística reversa e a integração da cadeia produtiva do setor da construção civil existem alguns programas, como o Fórum da Competitividade, o *Construbusiness* e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), entre outros. Acredita-se que com essas ações têm-se resultados mais expressivos e facilmente alcançados (MARCONDES; CARDOSO, 2005).

3.3.1. Reciclagem e reutilização de resíduos – Logística reversa de bens de pós consumo

O processo linear da construção civil gera desperdícios e impactos significativos ao ambiente urbano, requerendo a prevenção e a redução dos resíduos. No momento que é substituído por uma logística circular, a qual incorpora os RCC gerados novamente a cadeia produtiva, pode gerar benefícios sociais, econômicos e ambientais (CUNHA, 2007; BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

São atividades como a reciclagem uma forma de reeducar os hábitos da sociedade na busca por minimizar o consumo de recursos e aproveitar (e reaproveitar) os materiais da melhor maneira (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013). Índices como redução da poluição, economia energética e os benefícios sociais são os primeiros a ajudar na mensuração de vantagens em se reutilizar os RCC (GONÇALVES, 2013).

Além disso, mesmo com a distinção entre obras de grandes geradores e obras de pequenos geradores, a implantação de uma rede de logística reversa com infraestrutura para segregação de materiais é uma das formas de tratar e processar os resíduos da construção civil de maneira semelhante (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013). Cunha (2007) afirma que

há condições tecnológicas eficazes à disposição para realizar a reciclagem dos RCC de forma viável.

Não só a reciclagem, mas a reutilização também é uma alternativa para o resíduo da construção civil. Fernandes (2013) aponta a distinção entre os dois pela necessidade de transformação. Enquanto a reutilização é a reaplicação sem o processo de transformação, e consequentemente sem demandas energéticas e sem geração de rejeitos, a reciclagem é o processo que passa pela transformação física ou química.

A implantação da infraestrutura suficiente para a logística reversa deve conter a segregação dos materiais, o armazenamento de maneira seletiva, o transporte facilitado do RCC, implantação e manutenção de centros de tratamento, escoamento dos reciclados e a inserção dos produtos no mercado, incluindo o incentivo necessário (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

O processo reverso inicia-se na obra através da retirada e da triagem do material em classes definidas pelo CONAMA (2002). A triagem é uma etapa importante para a retirada de materiais não inertes e que produzem recicláveis de baixa qualidade (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013; FONSECA; MANTIGUIER, 2019). Cunha (2007, p. 21) aponta que grande parte dos resíduos são materiais inertes, como aqueles provenientes de “concretos, argamassas, material cerâmico, vidros, blocos de concreto, concreto celular, tijolos de barro e solo, entre outros”. A fonte geradora também é um ponto que causa distinção no RCC como construção, demolição, obra viária e escavação (CUNHA, 2007).

Assim, o resíduo enquadrado na Classe A é separado e poderá ser reutilizado ou reciclado. Quando não for possível aproveitar este resíduo no momento, ele deve ser encaminhado para aterro classe A. Este aterro deverá possuir licenciamento ambiental e demais requisitos que garantam que é uma acomodação ambientalmente segura para reservar o RCC por tempo indeterminado até que possa ser utilizado no futuro conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BARRETO, 2016).

Uma possibilidade para a destinação dos resíduos, sobretudo de obras de pequenos geradores, são os ecopontos, ou pontos de entrega voluntária. São pontos estratégicos separados para o recebimento e armazenamento de resíduos gerados em pequena quantidade, até obter a quantidade economicamente viável para o transporte ao local de tratamento. Possibilita ao pequeno gerador uma solução viável e ambientalmente adequada. Os resíduos de classe B, como tubos e madeiras, por serem de fácil segregação poderiam ir junto ao de classe A para posterior separação, garantindo a reciclagem de ambos os materiais (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013).

No caso de reutilização, o RCC pode ser aproveitado no mesmo ponto de origem, o canteiro de obras. Pode ser utilizado como agregado para concretagem de uso não estrutural, ou para servir de agregado em substituição a pedras e areia em construção de barragens, aterro, ou na pavimentação (BARRETO, 2016).

Leal (2019) aponta que há resíduos com maior necessidade de reaproveitamento, de acordo com critérios de natureza social, ambiental e econômica. Prioritariamente, destaca-se o entulho que já apresenta técnicas de reaproveitamento populares, seguido da madeira e do gesso, em detrimento de plásticos e papéis.

Seja por reutilização, reciclagem ou alguma outra forma de tratamento e inserção no mercado, a logística reversa é um profícuo instrumento para salvaguardar a qualidade do ambiente pensando nas futuras gerações e relevante para a presente (FONSECA; MANTIGUIER, 2019). Para uma efetiva implantação, Cunha (2007) afirma que é substancial que haja ações governamentais com foco no mercado da reciclagem, seja através de metas políticas ou implementação de legislação e sistema de fiscalização.

3.4. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

Ao pensar em um gerenciamento pautado em atividades que buscam aplicar a logística reversa, se aplica o conceito da economia circular, e conseqüentemente boas práticas para o gerenciamento de RCC (GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018).

A economia circular é um sistema econômico que substitui o conceito de “fim de vida” por reutilizar, reciclar e recuperar os materiais com o objetivo de reduzir, ou até eliminar o RCC despejado em aterro e incinerado, assim como expandir a escala e qualidade da reciclagem e reutilização dos resíduos e seu potencial para ser aplicado na construção de novos edifícios (GINGA et al., 2020)

Apesar disso, existem barreiras que dificultam a aplicação da economia circular, tais como logística, custo e legislação. Devido a isso, uma estrutura de produção e recuperação dos materiais bem formulada é essencial para reduzir as dificuldades encontradas (GINGA et al., 2020).

Vários países já buscam implementar ações de melhoria do processo seguido pelos resíduos da construção civil. Ruiz et al. (2020) analisou a economia circular no setor e os resíduos produzidos. Em seu estudo, apresenta que na União Europeia o RCC é apresentado em fluxo de resíduos prioritários, com foco nas atividades de pré construção. Na Espanha, foi construído um plano de ação até 2030 e no que tange à gestão de resíduos propõe-se a busca

pela melhoria na identificação, rastreabilidade e segregação, com foco no aperfeiçoamento dos processos de gestão, assim como reduzir o material de escavação de obras ferroviárias e aproveitá-lo na recuperação de áreas degradadas. Já no Reino Unido, o governo adota estratégias voltadas a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) para melhorar a produtividade e eficiência dos projetos, além do apoio na implantação de boas práticas para a redução de resíduos, reciclagem e uso eficiente de recursos (RUIZ et al., 2020).

O conceito de economia circular, assim como o da logística reversa, são importantes para a boa gestão e gerenciamento de resíduos. Uma abordagem comum para isso é a construção de planos de gerenciamento. Só que para serem efetivos, precisam ser acompanhados de práticas voltadas à regulação e à fiscalização (GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018).

Para Angulo (2011), a realização do diagnóstico com identificação e quantificação da geração pelos diversos agentes é etapa chave do gerenciamento de RCC e necessário para elaboração dos planos de gerenciamento. Os dados relacionados à geração de RCC ao serem sistematizados continuamente, são utilizados no controle efetivo e facilitam na tomada de decisão e na investigação de desvio de resíduos para destinações irregulares (LEAL, 2019).

Além disso, estratégias de gerenciamento de resíduos tornam-se eficientes quando há a segregação dos resíduos e a sua redução à menor quantidade possível (GUPTA et al., 2020). Outra forma é a caracterização dos atores, que considera a análise das etapas inseridos no contexto da logística reversa e facilita a identificação dos entraves da gestão (LEAL, 2019).

Paralelamente, há outras ações viáveis, como a aplicação de instrumentos econômicos, que é eficaz para a minimização de resíduos e recuperação de materiais. Um exemplo são os incentivos financeiros, como a redução dos impostos destinados aos produtores e compradores de produtos que passaram pela reciclagem, sob condição de que haja viabilidade econômica e não afete a qualidade dos serviços (RUIZ et al., 2020; LEAL, 2019).

Outro ponto é o desenvolvimento eficaz de estratégias na concepção do projeto, pois são decisões que afetam tanto a construção quanto o fim da vida útil do edifício. O uso do BIM como ferramenta pode ajudar a reduzir a quantidade de material necessário para a construção, principalmente por proporcionar a visualização da construção antes dela ser efetivada, evitando assim o retrabalho (RUIZ et al., 2020; GUPTA et al., 2020).

Além disso, Carita (2019) afirma que é necessário monitorar o transporte de RCC e controlar a destinação final, para garantir a disposição adequada dos resíduos.

É importante a formulação de uma estrutura circular para o gerenciamento do RCC, em que o material é reprocessado ou remanufaturado, e assim prolonga o ciclo de vida do material. Essa estrutura substituiria o fluxo linear formado pelas atividades de projeto, construção,

demolição e descarte, e que é responsável pela produção de grandes quantidades de RCC (GINGA et al., 2020)

De acordo com Gálvez-Martos (2018), a tecnologia e o potencial para sistemas de gestão de resíduos já existem, entretanto, o setor da construção civil ainda apresenta um comportamento tradicional. Outra complexidade que o autor apresenta é a variedade de atores envolvidos. Ainda assim, a aplicação da economia circular na construção civil é viável devido às diferentes aplicações do RCC quando reprocessado e remanufaturado em novas construções (GINGA et al., 2020).

4. ÁREA URBANA DE PALMAS-TO

4.1. Contexto histórico

A Constituição Federal promulgada em 1988 autorizou a criação do Estado do Tocantins a partir do desmembramento do Estado do Goiás. Em decorrência da necessidade de encontrar uma cidade para sediar a capital do estado recém-criado, Palmas foi fundada em 20 de maio de 1989. Para analisar a região de ocupação da cidade e elaborar o projeto, o Grupo Quatro foi contratado e foi constituída uma Comissão de Implantação da Nova Capital do Tocantins. Os sítios a serem escolhidos seriam a área de Mangues (atualmente Luzimangues – distrito de Porto Nacional – TO) e Canela (local escolhido), área vinculada ao município de Taquaruçu. Com a implantação da cidade de Palmas, Taquaruçu passou a ser distrito e a construção da capital iniciou em 1989 (BAZZOLI, 2007; SOUZA, 2010; BARRETO, 2016; LUCINI, 2018).

A proposta inicial para a capital definida em projeto seria da área de urbanização comportando a área urbana e a área de expansão urbana. O traçado urbano, inicialmente, foi estruturado em quatro setores partindo de formas regulares e geometrizadas, tendo como marco cívico o Palácio Araguaia. Os setores Nordeste, Sudeste, Noroeste e Sudoeste seriam delimitados por duas avenidas de circulação, são elas a Avenida Juscelino Kubistchek (JK) e a Avenida Teotônio Segurado, seguindo o eixo Leste-Oeste e Norte-Sul, respectivamente. Essa distribuição e as funções urbanas planejadas possuem papel importante na estruturação da área urbana (BESSA; OLIVEIRA, 2017; LUCINI, 2018).

Para evitar o espalhamento da cidade e garantir o adensamento foi realizado a proposta de expansão em etapas, em que a ampliação ocorreria progressivamente considerando a necessidade de novos espaços, ou seja, condicionado a demanda por áreas (SOUSA, 2015; LUCINI, 2018). Em contraponto, houve um descompasso entre o planejado com o executado. A ocupação populacional não seguiu a ordem prevista, e sim de acordo com interesses políticos, sociais e especulativos, o que ocasionou em um parcelamento exagerado do solo urbano e a prática da especulação (BAZZOLI, 2009; SOUZA, 2010; SOUSA, 2015). Assim, as autoras Bessa e Oliveira (2017, p. 513) afirmam que o contexto de construção da cidade faz “da paisagem urbana de Palmas uma síntese de suas práticas político-econômicas, resultando numa cidade desordenada e social/espacialmente fragmentada”.

Diante dessa expansão urbana desnecessária e pautada em interesses políticos, a capital do Tocantins, mesmo sendo planejada, apresenta desde a sua implantação problemas sociais, configurados pelo impulso da população carente em ocupar áreas mais periféricas e no custo adicional ao erário municipal de urbanização e infraestrutura básica que é demanda que o

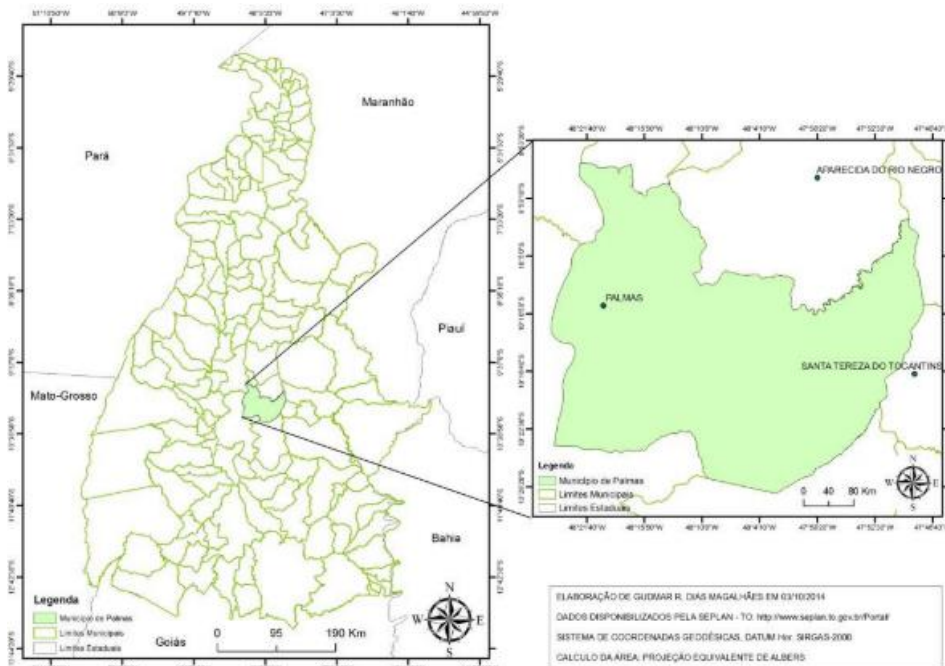
governo não consegue suprir. De tal modo, a região central possui densidade baixa, de domínio do governo e da classe dominante, excesso de vazios urbanos em toda a cidade e o fenômeno de favelização nos arredores da cidade (BAZZOLI, 2009; SOUSA, 2015).

Magalhães (2015) afirma que em Palmas - TO, o desenvolvimento urbano e populacional ocorre diferente do planejado, o que dificulta à administração pública, sobretudo no contexto de gestão dos resíduos sólidos. Ademais, a elevada ocorrência de vazios urbanos propicia o descarte irregular de resíduos (TEIXEIRA et al., 2012).

4.2. Caracterização da cidade

A capital mais nova do Brasil, Palmas, é localizada na região central do Tocantins, na região Norte do Brasil (Figura 4). A população estimada para 2021 é de 313.349 pessoas, sendo uma cidade ainda em constante crescimento. A área da unidade territorial é de 2.227,329 km², localizada na mesorregião oriental do Tocantins e na microrregião de Porto Nacional, e sendo limitada pelos municípios de Aparecida do Rio Negro, Lajeado, Miracema do Tocantins, Monte do Carmo, Novo Acordo, Porto Nacional e Santa Tereza do Tocantins (IBGE, 2015; IBGE, 2017; IBGE, 2020; IBGE, 2021a; IBGE, 2021b).

Figura 4 – Localização do município de Palmas - TO



Fonte: Magalhães (2015)

A cidade de Palmas - TO se localiza em uma área de Domínio Cerrado, fitofisionomia predominante no Tocantins, e encontra-se na região hidrográfica do Tocantins-Araguaia. O

clima é Subúmido e possui duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa (entre outubro e abril) e a outra seca (entre maio e setembro) com a temperatura média de 26,8°C (SOUSA et al, 2010, PREFEITURA DE PALMAS, 2014; IBGE, 2017). A temperatura e precipitação influenciam no manejo dos resíduos sólidos, sobretudo no que se refere a dimensionamento de aterros. Considerando o contexto das disposições irregulares, uma elevada precipitação ocasiona o carreamento de resíduos para sistemas de drenagem, facilitando a ocorrência de enchentes (PREFEITURA DE PALMAS, 2014) e, ao mesmo tempo, podem se tornar criadouros de insetos e outros animais com prejuízos à saúde coletiva e degradação do ambiente.

4.3. Resíduos Sólidos em Palmas - TO

A capital tocantinense possui o seu Plano Municipal de Saneamento Básico, documento instituído por meio do decreto municipal Nº. 700/2014, que possui entre seus quatro anexos o que trata da gestão de resíduos sólidos. Além do plano municipal, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de 2017 também trata da temática, atendendo assim as necessidades impostas pelo PNRS em 2010 (PREFEITURA DE PALMAS, 2014; SILVA, 2015; TOCANTINS, 2017). Esses documentos e os estudos de Silva (2015), Barreto (2016) e Traldi (2019) foram utilizados para a caracterização e análise dos procedimentos adotados pela cidade para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil.

Os resíduos da construção civil gerados representam uma quantidade significativa em comparação ao total de resíduos gerados pelo município, e os transtornos após o seu descarte estão associados ao grande volume que ocupam (PREFEITURA DE PALMAS, 2014). As cidades tocantinenses não possuem sistema de controle para quantificação destes volumes, sendo assim, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) utiliza-se da metodologia de Pinto (1999) em que para a cidade de Palmas - TO são estimados 15.455,24t/mês de resíduos gerados, representando 27,9% do RCC gerado no estado (TOCANTINS, 2017).

Silva (2015) apresentou em sua pesquisa o estudo da composição gravimétrica dos resíduos gerados na cidade de Palmas - TO. A composição gravimétrica, ou gravimetria, é uma característica física que representa o percentual de determinado material em relação à amostra total estudada. De acordo com os dados, os resíduos classe A são maioria, enquanto plástico, madeira, vidro, papelão e metais apresentam em torno de 0 a 3% do total da amostra, como apresentado na Tabela 1 (SILVA, 2015).

Tabela 1- Composição gravimétrica percentual de RCC em Palmas - TO

| Classe | Materiais | Período Seco (%) | Período Chuvoso (%) | Média (%) |
|---------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|
| A | Aglomerados | 66,93 | 68,96 | 67,95 |
| A | Concreto | 15,32 | 24,79 | 20,06 |
| A | Cerâmica | 4,45 | 3,39 | 3,92 |
| A | Pedras ornamentais | 3,94 | 0,09 | 2,02 |
| B | Gesso | 3,23 | 0,53 | 1,88 |
| B | Madeira | 2,31 | 1,02 | 1,67 |
| B | Plástico | 1,21 | 0,13 | 0,67 |
| B | Papel | 0,69 | 0,60 | 0,65 |
| A | Rocha | 0,87 | 0,29 | 0,58 |
| B | Ferro | 0,56 | 0,16 | 0,36 |
| B | EPS | 0,48 | 0,03 | 0,26 |
| B | Alumínio | 0,02 | 0,00 | 0,01 |
| C | Massa Corrida | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Fonte: Adaptado de Silva (2015)

Dos materiais analisados, os aglomerados apresentaram o maior percentual da amostra com média de 67,95%. Enquanto o ferro e o EPS (Poliestireno Expandido, comumente conhecido como Isopor) foram os que apresentaram os mais baixos percentuais, 0,36% e 0,26% respectivamente, seguidos de alumínio e ferro que não apresentaram valores significativos nas amostras (SILVA, 2015).

Na administração pública ambiental municipal, três secretarias são destaque: (1) Secretaria de Planejamento e Gestão, (atualmente denominada de Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano) responsável pelos projetos e atividades, elaboração, implementação e coordenação de políticas públicas da cidade, (2) Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, responsável pela execução de obras e serviços públicos como o recolhimento de lixo e resíduos e o gerenciamento do aterro sanitário municipal, e (3) Fundação de Meio Ambiente (atualmente incorporada à Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano), importante para a gestão ambiental da cidade e responsável pela implantação do planejamento urbano e crescimento ordenado da cidade, assim como gerenciamento de ações ambientais (BARRETO, 2016; PALMAS, 2022).

A gestão de RCC na cidade de Palmas – TO considera atribuições e responsabilidades mistas da Prefeitura Municipal de Palmas em parceria com a Associação Tocantinense de Transportadoras de Entulhos, Recicláveis e Afins (ASTETER) (BARRETO, 2016). O Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) reforça a responsabilidade dos geradores sobre os resíduos por eles produzidos. Assim, os resíduos são coletados por meio de caçambas

estacionárias disponibilizadas por empresas privadas e destinados a áreas licenciadas pela Prefeitura (PREFEITURA DE PALMAS, 2014; BARRETO, 2016; TOCANTINS, 2017).

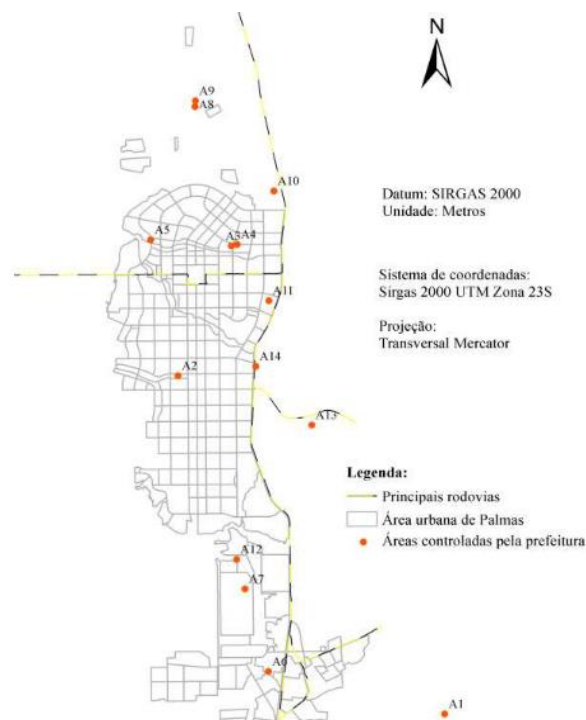
Das empresas transportadores de RCC, Silva (2015) e Barreto (2016) identificaram onze atuantes em Palmas - TO, sendo dez destas vinculadas a ASTETER. Enquanto Traldi (2019) apresentou onze empresas cadastradas na associação.

O serviço de coleta e transporte é realizado por meio destas empresas através de caçambas e caminhões poliguindastes. Em 2015, período do estudo de Silva (2015), eram cobrados cerca de R\$80,00 durante a semana na locação da caçamba e coletadas cerca de 1.762 caçambas/mês, ou seja, considerando que o volume médio de cada caçamba é 5 m³, esse valor representa um volume de cerca de 8.810 m³ de resíduos/mês, que equivale a 105.720m³/ano (PREFEITURA DE PALMAS, 2014; SILVA, 2015).

As empresas devem possuir licença de operação e de descarte para que possam atuar. A primeira licença refere-se ao trabalho dentro de Palmas - TO, com a locação das caçambas e a segunda é para o descarte dos resíduos nos locais autorizados pela Prefeitura. Das 11 empresas atuantes na cidade, apenas sete possuem a licença de descarte (TRALDI, 2019).

Quanto à destinação final dos resíduos coletados pelas empresas, Silva (2015) e Barreto (2016) identificaram 14 áreas destinadas para o descarte na cidade de Palmas - TO, sendo algumas licenciadas, encerradas, embargadas e outras em processo de licenciamento (Figura 5).

Figura 5 - Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas - TO.



Fonte: Silva (2015).

A Tabela 2 apresenta as informações detalhadas dos pontos, localização e status da área, de acordo com Silva (2015).

Tabela 2 - Áreas de disposição de RCC na cidade de Palmas - TO

| Área | Tipo | Localização | Status |
|------|------------------|---|------------------------------|
| A1 | Aterro Sanitário | BH do Ribeirão São João | Licenciada |
| A2 | Ecoponto | LO15 entre 601S e 701S | Licenciada |
| A3 | Ecoponto | Av. LO12 com quadra 206N | Encerrada |
| A4 | Ecoponto | Av. LO12 com quadra 306N | Encerrada |
| A5 | Ecoponto | Av. NS15 com quadra 307N | Encerrada |
| A6 | Ecoponto | Rua Rafael Beles, Santa Barbara | Encerrada |
| A7 | Ecoponto | Ap 03, Aurenny III | Encerrada |
| A8 | Particular | Antiga estrada de Miracema, Norte de Palmas | Encerrada |
| A9 | Particular | Chácara Especiais, Lote 550, Gleba água boa, 2ª etapa | Embargada |
| A10 | Particular | Chácara 383, Gleba córrego Jaú, Próximo a TO-050 | Em processo de licenciamento |
| A11 | Particular | TO-050, entre Av. JK e LO 05, quadras ARSE 15 e 25 | Encerrada |
| A12 | Particular | Chácara 18, Setor Irmã Dulce, Próximo a ETE IV | Licenciada |
| A13 | Particular | Saída para Aparecida do Rio Negro | Licenciada |
| A14 | Particular | TO-010, atrás do SEST/SENAT | Licenciada |

Fonte: Adaptado de Silva (2015)

Mesmo com a autorização da prefeitura, as áreas são consideradas como área de passivo, considerando a NBR 15.113 (ABNT, 2004), pois deveriam apresentar procedimentos mínimos de operação (BARRETO, 2016).

Além destas, há a ocorrência de áreas de disposição irregular de resíduos, realizados por municípios e caminhões caçamba que prestam serviço de frete na coleta destes materiais e destinam em locais inadequados, com o intuito de se evitar os custos da destinação regular. Estas áreas são limpas pela Prefeitura Municipal, sem cronograma definido, seguindo disponibilidade e urgência da limpeza no local (PREFEITURA DE PALMAS, 2014).

Em sua obra, Barreto (2016) afirma que é essencial as práticas ligadas à redução de resíduos, assim como a instalação de empresas recicladoras ou beneficiadoras, públicas ou privadas, capazes de atender os grandes e pequenos geradores e também de gerenciar o RCC de obras e reformas públicas adequadamente. Posteriormente, em 2017, foi implantada na

cidade de Palmas - TO a Ambiental - Usina de Reciclagem, área licenciada e autorizada para o depósito de resíduos de construção civil e que fica localizada na TO-020, km 03, nº50, saída para Aparecida do Rio Negro, Palmas - TO (Figura 6).

Figura 6 – Usina de Reciclagem em Palmas - TO



Fonte: Acervo da RCC Ambiental – Usina de Reciclagem.

As empresas de transporte de RCC que possuem a licença de descarte podem realizar a destinação dos resíduos na usina. Para isto, Traldi (2019) apresenta que a taxa para descarte na usina para empresas era de R\$75,00 por caçamba, em 2019, enquanto para as pessoas físicas era cobrado uma taxa de R\$20,00. Quanto ao aluguel da caçamba, essa taxa passou a ser incorporada ao valor pago.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Etapas do gerenciamento de RCC e atores envolvidos

O gerenciamento de RCC segue as etapas previamente definidas pela legislação – conforme constam no art. 3º, X da Lei nº 12.305/2010 e no art. 2º, XI da Resolução nº 307/2002 do CONAMA - que são coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada. Essas etapas envolvem diversos atores inseridos na cadeia de valor do resíduo que, mesmo não sendo claramente apresentados pela legislação, foram identificados em Palmas - TO pela atividade exercida (Quadro 4).

Quadro 4- Etapas do gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e atores envolvidos em Palmas - TO

| Etapas | Atores envolvidos |
|----------------------------|---|
| Coleta | Gerador Empresa locadora de caçamba para RCC Catador autônomo Poder público |
| Transporte / Transbordo | Catador autônomo Empresa locadora de caçamba para RCC Empresa responsável pela Usina de Reciclagem Poder Público |
| Tratamento | Empresa responsável pela Usina de Reciclagem Cooperativa de Reciclagem |
| Destinação Final | Empresa responsável pela Usina de Reciclagem Cooperativa de Reciclagem |
| Disposição Final | Empresa responsável pela Usina de Reciclagem Aterro Sanitário Municipal |
| Gestão e Fiscalização | Poder público |

Fonte: Autora (2022).

A organização dos atores resulta em uma teia complexa de responsabilidades (GÁLVEZ-MARTOS et al., 2018), em que os atores compartilham a responsabilidade no manejo do resíduo, conforme o apresentado na Lei n. 12.305, art. 25, nestes termos:

“O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento” (BRASIL, 2010, p. 13).

Desta forma, as particularidades da atuação devem estar articuladas e juntas contribuem para o gerenciamento do resíduo.

Em Palmas– TO, os resíduos têm origem na atividade de geradores, os quais são coletados por meio de caçambas estacionárias locadas em empresas especializadas para coleta e transporte, também conhecidas como “*disk entulho*”. Uma parte dos resíduos gerados, sobretudo os que possuem valor agregado como alumínio, ferro e cobre, são coletados por catadores autônomos, sendo fonte de renda para inúmeras famílias, entretanto corresponde a uma quantidade pequena comparado ao total de resíduo gerado no setor.

Outro ator importante no gerenciamento do RCC é o poder público, responsável pela política e gestão desses resíduos, conforme Lei nº.12.305/2010.

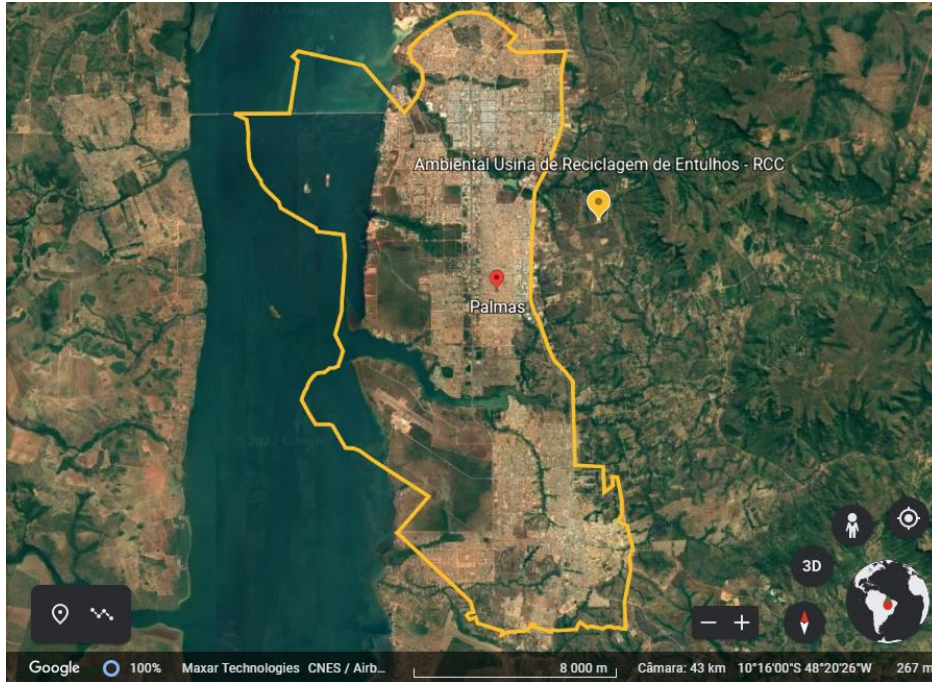
A legislação é clara ao dar responsabilidade a todos os envolvidos na estrutura de gerenciamento e apresenta que o RCC coletado deve ser descartado corretamente para evitar os impactos socioambientais. Diante disso, destaca-se a atuação do setor empresarial que precisou se adequar e definir um destino correto para os resíduos coletados pelas empresas locadoras de caçamba para RCC.

Em face da necessidade, os empresários do ramo da cidade de Palmas - TO e sócios da Associação Tocantinense de Transportadoras de Entulhos, Recicláveis e Afins (ASTETER) criaram a Usina de Reciclagem RCC Ambiental, empresa privada que busca destinar corretamente os resíduos oriundos da construção civil, considerando o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos e demais normativas que regem o setor.

A empresa atua nas etapas de recebimento, transbordo, tratamento, destinação final e disposição final. Com a criação da RCC Ambiental em regime de sociedade, a associação ASTETER deixou de existir, sendo a única empresa com essa atuação na região. Assim, os dados e informações apresentados respeitam o interesse dos proprietários.

A Usina de Reciclagem RCC Ambiental foi criada em 2017 e ocupa espaço referente a duas chácaras no Loteamento de Chácaras do Recreio em Palmas –TO, próximo à saída para Novo Acordo, conforme licença municipal (Figura 7). A empresa é a única que atua no Estado do Tocantins e nas regiões circunvizinhas, pois as mais próximas estão a mais de 1300km de Palmas - TO (em São Luís – MA e em Feira de Santana – BA). A usina começou a operar em fevereiro de 2018 (Figura 8) e realiza as etapas desde o transbordo até a destinação final.

Figura 7 – Localização da Usina de Reciclagem de RCC em Palmas - TO



Fonte: Google Earth (2022)

Figura 8 – Usina de Reciclagem de RCC - Processo de peneiramento e separação de granulometrias

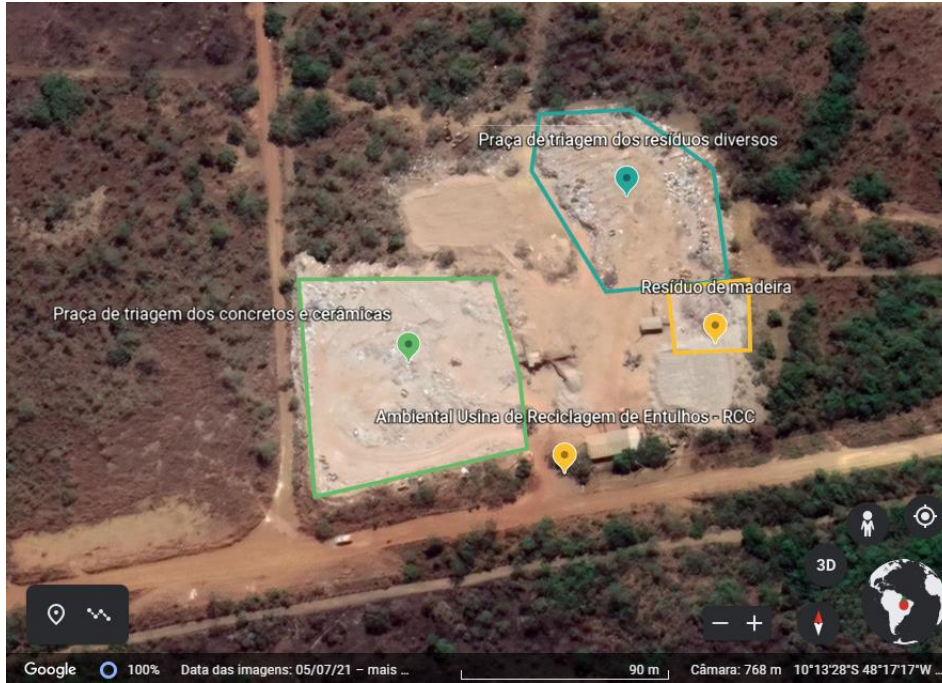


Fonte: Autora (2022)

A RCC Ambiental é o destino dos resíduos da construção civil coletados por empresas e pessoas físicas na cidade. O processo inicia-se com o transbordo no local, e posteriormente

segue para a triagem dos materiais. A disposição das praças de triagem pode ser vista na Figura 9.

Figura 9 – Vista superior da Usina de Reciclagem de RCC em Palmas – TO, indicando as praças de triagem



Fonte: Google Earth (2022)

As caçambas que possuem grande quantidade de resíduos de concretos e de cerâmica são dispostas em uma praça de triagem (Figura 10), e seguem para o peneiramento e depois para classificação da granulometria.

Figura 10 – Usina de Reciclagem de RCC - Praça de triagem dos resíduos, em sua maioria concretos e cerâmicas.



Fonte: Autora (2022)

Os demais resíduos vão para outra praça de triagem onde é realizada a triagem manual (Figura 11). Este serviço é executado por uma cooperativa que possui parceria com a empresa. A cooperativa realiza a triagem de todo o material e a usina cede os materiais recicláveis que não são de seu interesse (papel, plástico e metais) para a cooperativa vender ou reciclar.

O material não reciclado segue para o aterro sanitário municipal, pois costuma ser Resíduo Sólido Urbano (RSU) descartado irregularmente. Ademais, o aterro sanitário recebe rejeitos da construção civil e utiliza-os na cobertura diária dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 11 – Usina de Reciclagem de RCC - Praça de triagem de resíduos diversos



Fonte: Autora (2022)

Além da cooperativa, dentro da usina trabalham 17 funcionários contratados em regime CLT, entre eles: vigias, apontador, ajudantes, mecânico, serralheiro, serviços gerais, auxiliar de serviços gerais, operadores, motorista, encarregado, auxiliar administrativo. O quadro de funcionários atua no setor administrativo, limpeza, peneiramento e manutenção do maquinário.

A estrutura montada dá vazão ao material que entra na usina, tendo o seguinte destino: (1) papel, plástico, metais e pneus são entregues a cooperativa; (2) madeira é reformada para uso em paletes ou vendida para fábrica de cerâmicas. No dia da visita ao local, este material estava sendo apenas estocado, pois, o maquinário para triturar estava quebrado (Figura 12); (3) resíduos da classe A (concreto e cerâmicas) são peneirados, separados por granulometria e vendidos como aterro. É de interesse da empresa possuir um britador para produção de granulometrias diversas.

Figura 12 – Resíduos de madeira dispostos na Usina de Reciclagem de RCC em Palmas – TO.



Fonte: Autora (2022)

No momento da visita, não havia outros produtos de saída na usina, como blocos intertravados ou tijolos fabricados do material triturado. A empresa justificou que tem o interesse em ampliar a cartela de produtos a serem vendidos, mas a infraestrutura do local ainda não é suficiente para o funcionamento do maquinário e alguns equipamentos encontravam-se danificados. Estes pontos inviabilizam o crescimento e bom funcionamento da usina, sobretudo considerando a logística reversa e a oferta de produtos variados. No local foram encontrados os seguintes equipamentos: 1 britador (sem funcionamento), 2 tratores pá carregadeira, 1 trator de esteira (em manutenção), 1 caminhão caçamba e peneiras.

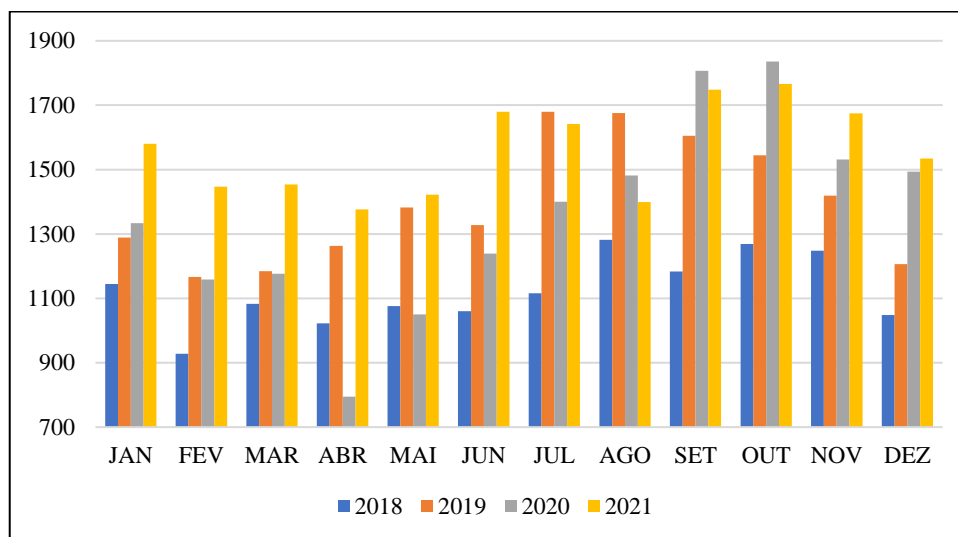
No que tange ao olhar para a logística reversa, o melhor cenário seria um volume de entrada de valor semelhante ao volume de saída, e a usina funcionando com a sua finalidade de reciclagem dos resíduos. Entretanto, como dito, a falta de infraestrutura e fatores externos como cooperação do poder público (inclusive a fiscalização contra o descarte irregular) dificultam a aplicação de investimentos com enfoque em ampliar a reciclagem. Deste modo, o faturamento principal da empresa é no recebimento de caçambas, mesmo tendo o reconhecimento da importância ambiental que a reciclagem promove.

A usina recebe em torno de 65 e 80 caçambas de 5m³ por dia. O valor cobrado para o recebimento é de R\$100, sendo que não há diferenciação entre empresa sócia e não-sócia. Para pessoa física, o valor é estimado conforme a quantidade, sendo entre R\$20 e R\$50 para reboque

de carro (capacidade em torno de 1m³) e R\$180 para caçamba, valores referentes a agosto de 2021.

A Figura 13 apresenta a quantidade de caçambas recebidas pela Usina de Reciclagem de RCC nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021.

Figura 13 - Quantidade de caçambas recebidas na Usina de Reciclagem de RCC



Fonte: Autora (2022).

De acordo com os valores levantados, a usina recebeu cerca de 13.460 caçambas em 2018, 16.743 em 2019, 16.303 em 2020 e 18.723 em 2021, uma média de 16.307 caçambas/ano. Como cada caçamba possui capacidade média para 5m³, considera-se que foi recebido aproximadamente 326.145m³ de resíduo no local, cerca de 82.536m³/ano.

Ao comparar este dado com o apresentado por Silva (2015), 105.720m³ de resíduos/ano coletados, é possível inferir que a usina não recebe ainda todo o resíduo gerado na cidade, podendo indicar a existência de descartes irregulares, visto que não há outro local licenciado para esta destinação na cidade de Palmas – TO e, também, que parte das empresas atuantes na cidade (36,4% ou 4 em 11) não possuíam licença de descarte segundo Traldi (2019).

Para propor um paralelo de análise desses dados, precisa-se apresentar outro ator envolvido no processo, de suma importância para o cumprimento da legislação e das atividades dos particulares: o setor público. O artigo 10 da PNRS apresenta que cabe aos municípios a incumbência de realizar a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus territórios, ou seja, enquanto o gerenciamento é de responsabilidade principal do gerador, a gestão dos resíduos é de responsabilidade do poder público municipal (BRASIL, 2010).

Em Palmas - TO, as secretarias com a incumbência da gestão pública ambiental são Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, responsável pelas políticas públicas;

Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, responsável pela gestão das obras e de serviços como coleta dos resíduos sólidos, no caso realizada por empresa terceirizada; e Fundação de Meio Ambiente², órgão de apoio a gestão de resíduos sólidos, responsável pelo licenciamento e fiscalização. Todos esses setores foram visitados, mas nas análises foram agrupados como Prefeitura de Palmas para evitar conflitos de informação e/ou responsabilidade, mantendo o foco na gestão do RCC. Mesmo assim, nota-se a dificuldade na estrutura organizacional da Prefeitura Municipal de Palmas em definir claramente as atividades e responsabilidades voltadas a gestão/gerenciamento de RCC em cada secretaria, refletido também nas constantes alterações administrativas nos cargos e setores, como ocorrido em abril de 2022 com a mudança do organograma de gestão do município por meio da Medida Provisória nº 2 (PALMAS, 2022).

A PNRS responsabiliza o gerador pela coleta e destino do RCC. Sendo assim, segundo a Prefeitura Municipal de Palmas, o setor se auto-organiza, sem interferência do poder público municipal, diferente do que ocorre com os resíduos sólidos urbanos e resíduos que possuem destinação especial.

A Prefeitura tem como proposta no que se refere ao RCC o projeto de implantação de um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) que abrigue este tipo de resíduo, como uma ideia para ampliação do Coleta Palmas, contudo ainda permanece como pendente. O PEV seria direcionado ao pequeno gerador, que não tem quantidade suficiente de RCC para descarte em caçamba e quer destinar corretamente, sem misturar com o resíduo urbano. É uma solução ambientalmente vantajosa pois contribui para minimizar o descarte irregular e incentiva o reaproveitamento e a economia circular.

Por outro lado, para os casos de descarte irregular, há um setor para o recebimento de denúncias dentro da Prefeitura de Palmas. As ações de fiscalização geralmente estão vinculadas a essas denúncias e, se constatada a infração, é gerada multa e/ou notificação para o responsável. As denúncias podem ser feitas na ouvidoria, no Ministério Público Federal ou Estadual e na Delegacia de Meio Ambiente. Contudo, de acordo com as informações recebidas por meio das entrevistas, a frequência de denúncias é baixa, sendo que no momento da pesquisa ainda não havia sido recebida na Prefeitura denúncia acerca de descarte irregular de RCC no ano de 2021.

A baixa quantidade de denúncias recebidas está relacionada com o pouco incomodo provocado pelo RCC, que por não cheirar mal, ainda que altere a paisagem urbana, torna-se mais fácil acostumar-se, diferentemente do que ocorre com o RSU (PINTO, 2004).

² Após a coleta de dados este órgão foi incorporado à Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano por meio da Medida Provisória nº2, de 1º de abril de 2022.

As ações da Prefeitura voltadas ao gerenciamento de RCC ficam restritas, provavelmente pelo caráter privado da usina, e cabe ao órgão o monitoramento apenas por meio dos relatórios e do licenciamento ambiental. Ações de fiscalização do transbordo e de reinserção do produto no mercado não foram observadas.

A PNRS complementa que o poder público deve “atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010, p. 13). Assim, insere a prefeitura na estrutura de gerenciamento, quando os responsáveis não forem suficientes para garantir o cuidado ao meio ambiente.

De modo geral, a gestão realizada em Palmas - TO limita-se a balizar o setor respeitando a relação público-privado, sem interferir no gerenciamento, mesmo que seja algo apresentado na legislação, e devido a isso evidencia uma fiscalização pouco atuante, seja quanto aos casos de descarte irregular, quanto no acompanhamento do trabalho efetuado na usina. A falta de clareza da PNRS ao apresentar as responsabilidades dos atores é utilizada pelo poder público municipal como escusa para o afastamento da atuação subsidiária.

Em complemento, o poder público estadual foi consultado por meio dos representantes de seu órgão de proteção ao meio ambiente: Instituto de Natureza do Tocantins (Naturatins), que declarou estar preparado para agir diante de qualquer ato lesivo ao meio ambiente mediante denúncia ou situação de flagrante. O Naturatins realiza fiscalizações em ações programadas, assim como o atendimento de denúncias e quando constatado o crime ambiental é aplicada as medidas previstas em lei. Estas ações não ocorrem em parceria com a Prefeitura Municipal de Palmas - TO.

A quantidade de resíduos estimada a partir da quantidade e da metragem quadrada das obras que tiveram alvarás emitidos pela Prefeitura Municipal de Palmas – TO nos anos de 2018, 2019 e 2020 (Tabela 3) indicou uma tendência de redução no ano de 2019 (Tabela 4).

Tabela 3 - Quantidade de alvarás emitidos por ano pela Prefeitura Municipal de Palmas – TO.

| Ano | Alvarás de Construção Emitidos | Metragem quadrada total emitida em alvarás | Metragem quadrada média |
|------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| 2018 | 2991 | 781498,65 | 261,3 |
| 2019 | 1321 | 619493,42 | 469,0 |
| 2020 | 1416 | 648520,64 | 458,0 |

Fonte: Autora (2022).

Tabela 4 - Estimativa de resíduos gerados estimada com base nos alvarás emitidos pela Prefeitura Municipal de Palmas - TO.

| Ano | Estimativa de RCC gerado (m³) |
|------------|---|
| 2018 | 114.365,66 |
| 2019 | 90.657,57 |
| 2020 | 94.905,46 |

Fonte: Autora (2022)

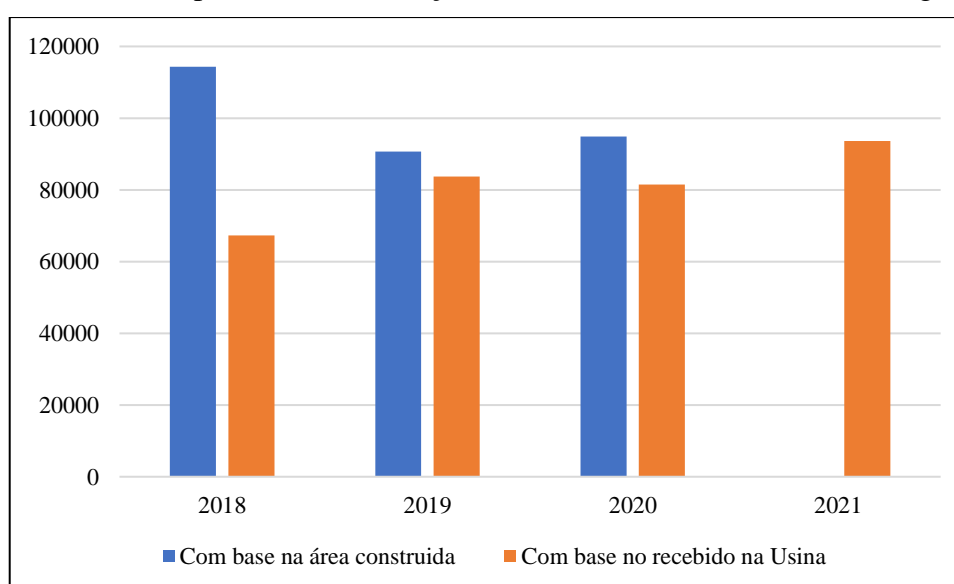
Os valores estimados a partir do número e metragem dos alvarás emitidos foram utilizados como fonte para a validação e discussão dos dados apresentados pela usina, que apresentam tendência semelhante ao longo dos anos (Tabela 5). Nota-se uma diminuição dos valores em 2019, que pode se relacionar à redução das atividades construtivas e/ou um cuidado maior com os resíduos e/ou aumento da fiscalização, ou ainda a coocorrência destas situações.

Tabela 5 - Estimativa de resíduos coletados com base nos dados da Usina de Reciclagem

| Ano | Estimativa de RCC coletado (m³) |
|------------|---|
| 2018 | 67.300,00 |
| 2019 | 83.715,00 |
| 2020 | 81.515,00 |
| 2021 | 93.615,00 |

Fonte: Autora (2022)

Figura 14 – Estimativa de RCC (m³/ano) a partir dos alvarás emitidos pela Prefeitura de Palmas – TO e pelo número de caçambas recebidos na Usina de Reciclagem.



Fonte: Autora (2022). Dados referentes aos alvarás emitidos em 2021 não foram contabilizados.

Mesmo considerando a possibilidade de um lapso de tempo, para menos ou mais, entre a emissão do alvará e a execução da obra, as estimativas obtidas por meio da área construída em contraposição com o volume de caçambas recebidas na usina (Figura 14) possibilitam analisar o RCC sob óticas distintas. A primeira, refere-se a obras regulares diante da prefeitura, seja obra nova ou reforma, enquanto a segunda diz respeito aos resíduos que adentram a usina, como ponto de descarte regular da cidade de Palmas - TO. Assim, a diferença entre as duas estimativas pode indicar obras irregulares e/ou ocorrência de pontos de descarte irregular, obras não concluídas, reciclagem de materiais e outros. Por outro lado, a proximidade entre os valores pode indicar uma atuação eficiente da fiscalização.

No ano de 2018 a diferença entre o número de alvarás emitidos e o volume recebido na usina foi maior que nos demais períodos analisados (Figura 14), que pode estar relacionado com o funcionamento da usina que ocorreu nesse mesmo ano. A movimentação e adesão dos empresários e locadoras de caçambas à nova logística requer tempo e, provavelmente, se efetivou em 2019, com um acréscimo da quantidade recebida.

Nos anos de 2019 e 2020 (Figura 14) a diferença entre as estimativas obtidas por meio dos alvarás e do número de caçambas recebidas foram menores. O que pode indicar a efetivação da usina como ponto de descarte regular dos resíduos gerados na cidade.

Mesmo com a pandemia de Covid-19, que alterou a dinâmica da economia e da sociedade, fruto da imediata paralização de inúmeros serviços em 2020, a construção civil foi enquadrada como atividade essencial, e seu funcionamento retomou rapidamente na cidade de Palmas - TO indicando a sua importância para a economia local.

No ano de 2021, a usina apresenta o seu maior recebimento, o que sugere uma melhora no setor, dado confirmado pelo PIB da construção civil, que obteve um índice de 5,6 em 2021, o maior entre os anos estudados nesta pesquisa (CBIC, 2021). Ademais, pontua-se a consolidação da usina como local de descarte regular em Palmas - TO.

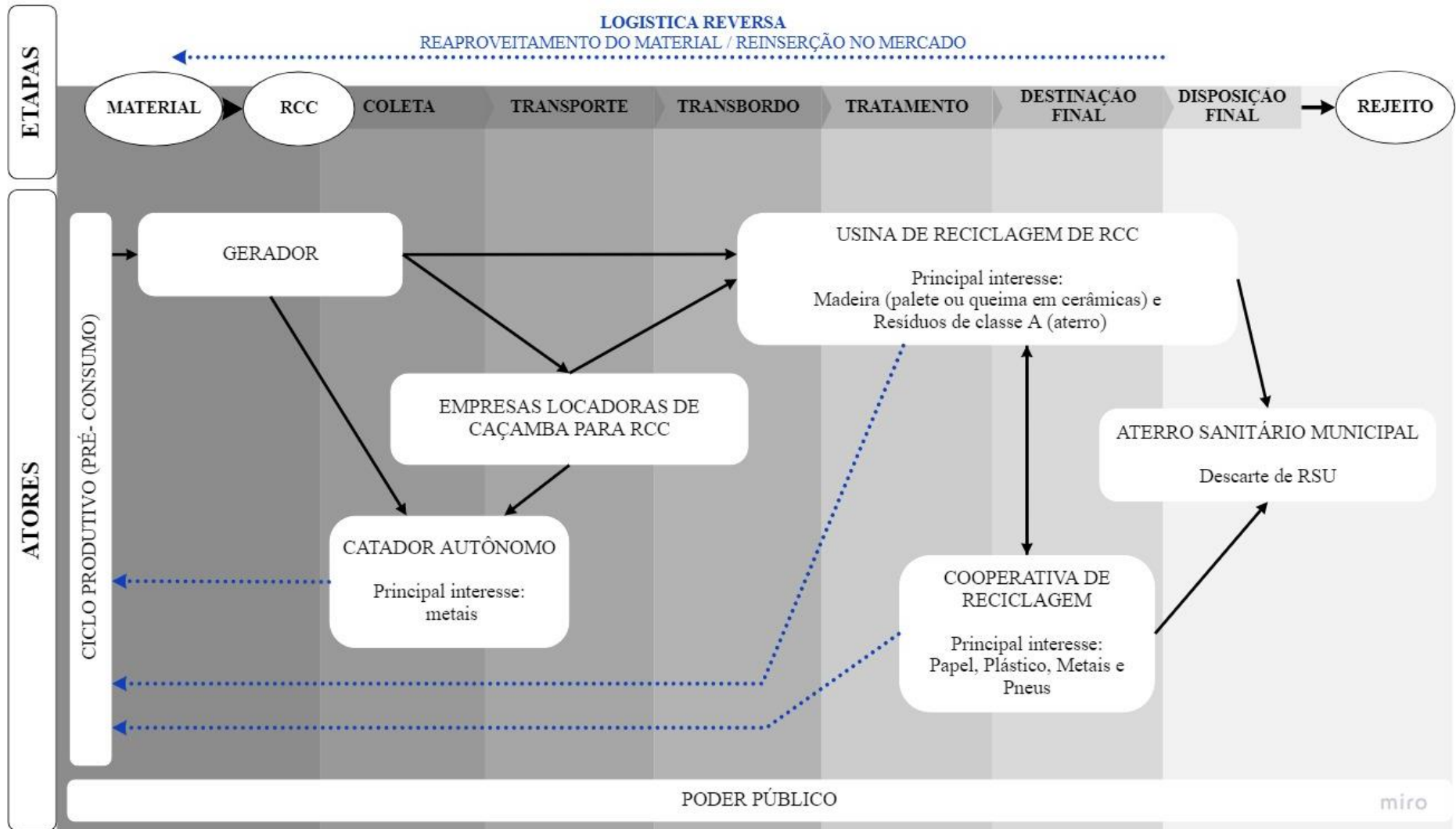
O estudo comparativo é analisado dentro do gerenciamento de RCC para verificar as irregularidades existentes dentro da estrutura, seja em decorrência de obras realizadas sem o alvará ou pela existência de pontos de descarte não licenciados e conseqüentemente irregulares e inadequados para tal fim. Assim, verifica-se as etapas e atores formalmente constituídos pela legislação, e as lacunas existentes que serão exploradas no *framework* teórico com base no apresentado neste tópico.

5.2. Estrutura do gerenciamento de RCC

A presença de vários atores e suas responsabilidades no gerenciamento de RCC é apresentada neste tópico em formato de *framework* teórico.

O *framework* teórico apresenta-se dividido em etapas, de acordo com o fluxo direto do material dentro da cadeia do resíduo até tornar-se rejeito (Figura 15). O fluxo inverso, apresentado na cor azul, refere-se à logística reversa com o reaproveitamento do material e re inserção no mercado.

Figura 15- Framework Teórico do Gerenciamento de RCC em Palmas - TO



Fonte: Autora (2022).

A partir das etapas de gerenciamento de RCC foram identificados os atores, distribuídos de acordo com suas atividades, responsabilidades e interesses, com indicação do caminho percorrido pelo RCC por meio da intervenção de cada um. Nesse sentido o resultado apresenta uma rede de possibilidades, e a logística reversa em Palmas - TO figura por meio da participação de três atores específicos: o Catador autônomo, que ainda na etapa de coleta/transporte retira o resíduo da caçamba e revende no comércio local; a Usina de Reciclagem de RCC, que atua como o próprio revendedor do produto reutilizável e reciclável; e a Cooperativa de Reciclagem, que atua dentro da usina, mas possui a sua independência na venda e negociação dos materiais recolhidos.

O poder público, apresenta-se na base do *framework* e é presente em todas as etapas, mas não interfere diretamente em nenhuma das redes. Quanto ao RCC, sua atuação limita-se ao acompanhamento das licenças emitidas pela usina e ação em casos de denúncia. No que tange a participação como subsidiária responsável pelo resíduo descartado irregularmente, não foi possível averiguar o local de descarte de RCC de resíduos coletados pela Prefeitura, pois tanto a Usina de Reciclagem quanto o Aterro Sanitário afirmaram não receber estes resíduos.

As fugas encontradas na estrutura apresentada são as responsáveis pelas destinações irregulares e conseqüentemente pelos impactos ambientais. Na estrutura circular de gerenciamento do resíduo sólido, os materiais têm seu ciclo de vida prolongado, diminuindo a quantidade de descarte.

O material após consumido pelo gerador torna-se resíduo e a partir desse ponto segue as etapas definidas na legislação. Quando esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem e não havendo solução final, é considerado rejeito e tem-se como destinação encaminhá-lo para o aterro sanitário municipal.

No caso da estrutura circular, o reaproveitamento do RCC pode ser realizado em qualquer etapa, desde que haja novo uso e aplicação. Como apresentado no *framework* teórico, três atores participam diretamente da logística reversa do RCC na cidade de Palmas - TO, sendo que cada um recolhe um tipo de material para reciclar e revender.

Inicialmente, tem-se a presença do catador autônomo, apresentado neste trabalho como qualquer pessoa ou cooperativa que participe do recolhimento do material antes do transbordo na usina. A logística reversa tem um cunho social evidente, como descrito pela PNRS como “instrumento de desenvolvimento econômico e social [...] para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010, p.2). Nota-se que transcende a realidade econômica e se torna fonte de renda para inúmeras famílias, que estão atuando nesta estrutura em busca de sua própria sobrevivência.

Barreto et al (2015) em sua pesquisa mostra que a renda é baixa, inferior ao salário mínimo vigente na época da pesquisa, o que afeta a qualidade de vida e uma melhor inclusão social.

O catador autônomo pode reutilizar o material diretamente ou revendê-lo, não necessariamente inserindo-o na indústria da construção civil, ou seja, o produto de uma cadeia pode ser utilizado em outra.

O papel desempenhado pelo catador agrega valor econômico, social e ambiental ao RCC, entretanto de todos os atores é o que vivencia situação mais fragilizada, pois enfrenta desafios para exercer suas atividades de modo digno e sustentável (GUTIERREZ; ZANIN, 2011). Sendo assim, cabe a adoção de medidas de inclusão social e de formalização da atividade na cidade. Silva & Brito (2006) apresentam o resultado positivo obtido em Belo Horizonte – MG por meio da implantação de novas políticas públicas de gestão de RCC, capazes de mobilizar a população e ampliar as ofertas de emprego e renda aos catadores e carroceiros.

Após o transbordo na Usina de Reciclagem de RCC, tem a presença de dois atores: a própria usina e a cooperativa de reciclagem que atuam em parceria no processo de triagem. Na triagem, os materiais são separados de acordo com os interesses das envolvidas.

Cabe a usina, peneirar e vender os resíduos de classe A, que são os oriundos dos aglomerados e de cerâmicas em geral. O processo de peneiramento resulta em três tipos de materiais: pó, material fino e material grosso. Os dois primeiros, costumam ser vendidos para residências, para uso em aterro, enquanto o último é mais vendido para chácaras, com aplicação nas estradas de acesso. A diferenciação no uso destes materiais ocorre em decorrência do melhor aproveitamento das características de cada granulometria

Além destes, os resíduos de madeira também são revendidos pela usina seja como paletes, produzidos ou consertados pelos funcionários da usina, ou para indústrias de cerâmicas que precisam da madeira para queima.

O restante dos resíduos é triado pela cooperativa, que separa o RSU e encaminha para o aterro sanitário municipal, enquanto os demais são separados e organizados para revenda, como papelão, plástico, ferro, alumínio, cobre, e demais metais que possuem valor comercial agregado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a gestão e o gerenciamento dos resíduos da construção civil na cidade de Palmas – TO, visando a compreensão dos impactos socioambientais e as possíveis melhorias na gestão dos resíduos da construção civil, sobretudo no que tange à logística reversa.

O objetivo principal proposto neste trabalho foi atendido amparado pelos objetivos específicos que buscaram descrever o processo de coleta, transporte, tratamento, destinação/disposição final ambientalmente adequada dos RCC, identificando os atores e as suas atuações na cidade de Palmas – TO, estruturar as etapas do gerenciamento de RCC por meio de *framework* teórico, sinalizando os caminhos do RCC inseridos na estrutura e identificar as ações de logística reversa inseridas no *framework* de RCC na cidade. Foram utilizadas a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo para o atendimento do proposto.

Dentre os atores estudados, a pesquisa revelou o protagonismo dos empresários de Palmas em estruturar uma Usina de Reciclagem de RCC para o atendimento da PNRS, sendo a única usina do Estado do Tocantins e de regiões circunvizinhas, pois as mais próximas encontradas estão a mais de 1300km da capital tocantinense.

Mesmo com o funcionamento da usina em Palmas – TO, ainda há o que aprimorar na diversificação da cartela de produtos que são vendidos, por meio de investimento na infraestrutura do local. Ainda assim, percebeu-se o interesse em aprimorar e ampliar o funcionamento da usina, considerando a sua função ambiental e social.

A cooperação e gestão participativa junto ao poder público é também uma das dificuldades encontradas para a ampliação das atividades voltadas a reciclagem. Não há interferências diretas do poder público municipal no gerenciamento de RCC, exceto mediante denúncias – que são praticamente inexistentes. Esta falta de clareza na divisão das responsabilidades é configurada como falha na gestão do RCC e decorre da legislação e dos planos de gerenciamento municipal/estadual de resíduos.

O *framework* teórico possibilitou visualizar o gerenciamento de RCC em Palmas - TO e compreender a presença de cada ator inserido na estrutura. As fugas ao sistema apresentado são responsáveis pelas destinações irregulares e conseqüentemente pelos impactos socioambientais causados.

A pesquisa mostrou ainda a logística reversa inserida no gerenciamento de RCC através do trabalho de três atores identificados: os catadores autônomos, a usina de reciclagem e a cooperativa atuante na usina, que agregam valor econômico, social e ambiental ao resíduo.

Apesar de incipiente, a logística reversa é presente no setor e poderá ser aprimorada através de mais infraestrutura na usina de reciclagem e políticas públicas no gerenciamento do RCC. Reforça-se que mesmo que este trabalho tenha enfoque na reciclagem e reutilização dos resíduos, a prioridade ainda consiste na redução da geração.

Por fim, conclui-se que os resultados deste trabalho contribuem para ampliar o conhecimento acerca do tema gestão e gerenciamento de RCC na cidade de Palmas – TO e apresenta o *framework* teórico como ferramenta visual para agregar na busca por melhorias para o setor.

6.1. Trabalhos futuros

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, foram identificadas algumas possibilidades de continuação da pesquisa e/ou de novas pesquisas. A primeira sugestão é de monitorar diariamente o recebimento dos resíduos nos pontos de descarte regular como a usina de reciclagem e o aterro sanitário, a fim de traçar a composição dos resíduos e/ou rejeitos recebidos. Esta informação pode auxiliar para definição de ações práticas para redução da geração, pontos de entrega voluntária, acondicionamento/ descarte correto dos resíduos e o estabelecimento de políticas públicas.

Ainda, sugere-se a realização de entrevista junto aos coletores e transportadores (formais e informais) de resíduos com o intuito de mapear a destinação dos resíduos, considerando os regulares e irregulares, e mensurar a adesão à usina de reciclagem.

Por fim, sugere-se avaliar o impacto da usina de reciclagem de RCC em Palmas – TO comparando com outras cidades de porte semelhante ou que ainda não possuam esta atuação e mesmo o investimento em novas usinas que possam atender do modo eficiente o descarte e a reciclagem da maior quantidade possível de RCC contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

- ABRECON. **Tabela ABRECON - Resolução CONAMA Nº 307/2002**. 2017. Disponível em: https://abrecon.org.br/wp-content/uploads/abrafati_abrecon.pdf. Acesso em 05 fev. 2021.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em 10 ago. 2020.
- _____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em 09 fev. 2022.
- ABREU, J. N. A. **Bases para a gestão de resíduos da construção civil no município de Belo Horizonte**. 137f. (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- ANASTÁCIO, A. F. **Proposta de uma sistemática para estruturar uma rede logística reversa de distribuição para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos da construção civil: o caso do município de Curitiba**. 109f. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- ANGULO, S. C. et al. Resíduos de construção e demolição: Avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299–306, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10157: Aterros de resíduos perigosos** – Critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- _____. **NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos** – Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
- _____. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos** – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- _____. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros** – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- _____. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil** – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- _____. **NBR 15849: Resíduos sólidos urbanos** – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- BAPTISTA JUNIOR, J. V. **Uma Proposta Para Logística de Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro**. 125f. (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013.

BARRETO, O. A. C. **Resíduos da construção civil no município de Palmas-Tocantins: proposição de um modelo de boas práticas de manejo**. 116f. (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

BARRETO, O. A. C. et al. Logística reversa como ferramenta para sustentabilidade: um estudo sobre cooperativas de catadores de resíduos no Tocantins. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 332-343, 2015.

BAZZOLI, J. A. **Os Efeitos dos Vazios Urbanos no Custo de Urbanização da Cidade de Palmas – TO**. 154f. (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

_____. Os efeitos dos vazios urbanos no custo de urbanização da cidade de Palmas - TO. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 7, n. 1, p. 103-123, 2009.

BESSA, K.; OLIVEIRA, C. F. P. Ordem e desordem no processo de implantação de Palmas: a capital projetada do Tocantins. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 2, p. 497-517, 2017.

BRASIL. **Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 3, n. 08.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, n. 358, p. 178–189, 2015.

BRUNO, G. A. **Gestão de resíduos sólidos da construção civil**. 60f. (Especialização em Gestão Ambiental) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

CARAVANTES, G. R. **Administração: teorias e processos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARITA, V. B. **Proposição de estratégias e instrumentos para a gestão de resíduos da construção civil no município de Rio Claro/SP**. 125f. (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019.

CBIC. **PIB Brasil e Construção Civil**. Taxa (%) de crescimento – Setores e Construção Civil. CBIC, 2021. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em 09 fev. 2022.

CONAMA. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. v. 17, 2002.

COSTA, R. V. G; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; OLIVEIRA, M.M. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 127-137, 2014.

CUNHA, N. A. **Resíduos da Construção Civil: Análise de usinas de reciclagem**. 187f. (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

FERNANDES, M. P. M. **Apreciação de boas práticas visando à geração de um modelo para a gestão municipal dos resíduos da construção civil**. 264f. (Doutorado em

Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FONSECA, M. J. M.; MAINTINGUER, S. I. Aplicação da logística reversa na construção civil como mecanismo ambiental sustentável em políticas públicas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 140-149, 2019.

GÁLVEZ-MARTOS, J. L. et al. Construction and demolition waste best management practice in Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 136, p. 166-178, 2018.

GINGA, C. P. et al. Circular economy on construction and demolition waste: A literature review on material recovery and production. **Materials**, v. 13, n. 13, p. 2970, 2020.

GONÇALVES, H. P. **Planejamento e gerenciamento do resíduo sólido de construção e demolição—Estudo de casos Goianos**. 126 f. (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GUIMARÃES FILHO, L. P. **A relação dos fatores de produção na geração de resíduos de construção civil**. 261f. (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

GUPTA, S.; JHA, K. N.; VYAS, G. Proposing building information modeling-based theoretical framework for construction and demolition waste management: strategies and tools. **International Journal of Construction Management**, p. 1-11, 2020.

GUTIERREZ, R.; ZANIN, M. Empreendimentos Econômicos de Catadores de Resíduos e Legislações Vigentes: Avanços e Limites. Gerais, **Revista Interinstitucional de Psicologia**, v.4, edição especial, p.113-121, 2011.

IBGE. **Malha Municipal Digital**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

____. **Monografias municipais**: Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72974>>. Acesso em 22 jun. 2021.

____. **Divisão Territorial Brasileira – DTB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acesso em 22 jun. 2021.

____. **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acesso em 22 jun. 2021.

____. **Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acesso em 16 fev. 2022.

LEAL, D. **Mapeamento do processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil em Fortaleza**. 90f. (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

LOMBARDI FILHO, P. **Modelo de Destinação de Resíduos da Construção Civil Baseado na Análise da Infraestrutura e Legislação do Município de São Paulo**. 113f. (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

LUCHEZZI, C. **Logística reversa na construção civil**. 165f. (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

LUCINI, A. C. G. C. **Palmas, no Tocantins, terra de quem? As desapropriações e despossessões de terras para a implantação da última capital projetada do século XX**. 230f. (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018

MAGALHÃES, G. R. D. **O Programa Municipal de Coleta Seletiva de Lixo de Palmas: da origem à destinação final**. 239f. (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

MARCONDES, F. C. S.; CARDOSO, F. F. Contribuição para aplicação do conceito de logística reversa na cadeia de suprimentos da construção civil. **Simpósio Brasileiro Gestão e Economia da Construção**. Porto Alegre, 2005.

MARQUES, E. **Proposição e análise econômica de arranjos logísticos para a gestão e reciclagem de resíduos da construção civil em consórcios intermunicipais**. 176f. (Mestrado em Engenharia de Produção) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

MENDES, C. S. **Potencial energético e aproveitamento dos resíduos da construção civil em São Luís, MA**. 117f. (Mestrado em Energia e Ambiente) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

MONTEIRO, M. A. P. **Intenção de Reciclagem de Resíduos Sólidos em Empresas de Construção Civil**. 232f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.

PALMAS. **Medida provisória nº2, de 1º de abril de 2022**. Diário Ofício do Município de Palmas nº2.952, Palmas, 2022. Disponível em: <<http://diariooficial.palmas.to.gov.br/media/diario/2952-5-4-2022-15-0-45.pdf>>. Acesso em 14 abr. 2022.

PINTO, T. de P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA-SP, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 218f. (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

_____. Entulho de Obras: Impacto Ambiental e Prejuízos. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**. p.15-17. 2004.

PRATA, V. C. et al. **Gestão de resíduos de construção civil na zona urbana do município de Lagarto - SE: do diagnóstico a uma proposta de modelo gerencial**. 198f. (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

PREFEITURA DE PALMAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas - TO**. v.4, p. 102-104. Palmas, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.

REIS, A. da C. et al. Proposta de melhoria na gestão de resíduos em uma empresa de

construção civil. **Revista Fatec**, v. 3, n. 3, p. 45–65, 2017.

RUIZ, L. A. L.; RAMÓN, X. R.; DOMINGO, S. G. The circular economy in the construction and demolition waste sector—A review and an integrative model approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, p. 119238, 2020.

SANTOS, M. H. S.; MARCHESINI, M. M. P. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 8, n. 2, p. 67-85, 2018.

SILVA, J.P. da S. **Caracterização de resíduos de construção civil na cidade de Palmas-TO**. 72f. (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

SILVA, P. J.; BRITO, M. J. de. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. **Gestão & Produção**, v. 13, p. 545-556, 2006.

SOBRAL, R. F. C. **Viabilidade Econômica de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil: Estudo de Caso da USIBEN - João Pessoa / PB**. 117f. (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

SOUSA, E. S.; BORGES, F. W. L.; MACIEL, G. F.; SOUSA, J. P.; PICANÇO, A. P. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas–TO. In: **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2010, Belém. A Amazônia e o clima global, 2010.

SOUSA, R. M. A expansão urbana do plano diretor de Palmas: uma análise jurídica acerca da disputa do espaço urbano em Palmas-TO. **Revista Vertentes do Direito**, v.2, n.2, p.40-66, 2015.

SOUZA, L. B. Novas Cidades, Velhas Querelas: Episódios pluviais e seus impactos na área urbana de Palmas (TO). **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, v.9, n.1, p.165-177, 2010.

TEIXEIRA, D. R. et al. Uma abordagem sobre a disposição de resíduos sólidos na área urbana de Palmas. In: NAVAL, L. P. (org.). **Cidades e Meio Ambiente**. Palmas: Cãnone Editorial, 2012. p. 47–76.

TRALDI, R. M. **A destinação dos resíduos da construção civil no município de Palmas Tocantins**. 52 f. (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação do Tocantins, Palmas, 2019.

TOCANTINS, G. do. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos Final**. Palmas, 2017.

VALLE, R.; SOUZA, R. G (org.). **Logística reversa: Processo a processo**. São Paulo: Atlas, 2014.

ZYDECK, R. A. **Framework para gestão de processos de administração escolar em organizações de ensino privado**. 96f. (Mestrado em Gestão e Negócios) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2020.

APÊNDICE A – ROTEIROS DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

ROTEIRO 1: RCC AMBIENTAL USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS

1. Quando iniciou o funcionamento e operação da Usina? Vocês possuem licença de funcionamento junto a Prefeitura?
2. Como é o funcionamento da usina? Qual o valor cobrado para o recebimento de caçambas?
3. Além dos recebimentos in loco, há algum outro ponto de descarte regular na cidade de Palmas? (Vinculado ou não a usina)
4. A Usina de reciclagem possui controle da quantidade de resíduos recebidos? Se sim, quanto foi gerado nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021 (Os dados podem ser diários, mensais ou anuais).
5. A Usina possui quantos funcionários e qual a atividade de cada um?
6. Qual o tempo de vida útil estimado para a Usina de Reciclagem?
7. Qual o custo de operação médio da Usina de Reciclagem?
8. Qual a destinação final dos resíduos depositados? Como são reciclados?
9. Os produtos reciclados são encaminhados para que local? Como retornam ao mercado para venda?

ROTEIRO 2: PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS – TO

1. A Prefeitura tem o controle de obras novas e reformas realizadas na cidade de Palmas-TO?
2. Se sim, quantas foram as obras construídas em 2018, 2019, 2020 e 2021 e qual a área construída total no ano de 2018, 2019, 2020 e 2021?
3. A prefeitura tem controle da quantidade de resíduos de construção civil gerados e coletados no município? Se sim, quanto foi gerado nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021?
4. Quais são os pontos de descarte regular de RCC no município? Existe algum Ponto de Entrega Voluntária para pequenos geradores?
5. A prefeitura tem pontos de descarte irregular de RCC identificados? Já foi ou será feita alguma ação de limpeza? E quanto aos vazios urbanos, a prefeitura realiza ações de limpeza programadas?

6. A Prefeitura realiza ações de fiscalização do descarte de resíduos da construção civil em pontos irregulares/regulares?
7. Como funciona as ações de fiscalização? É por denúncia ou por amostragem? Há aplicação de multas?
8. São realizadas ações de reciclagem ou reutilização de resíduos de construção civil? Quais?
9. Qual a destinação final dos resíduos depositados regularmente?
10. A Prefeitura tem ciência do destino dos produtos reciclados na Usina de Reciclagem? Há acompanhamento? Como são inseridos no mercado para venda?

ROTEIRO 3: INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS (NATURATINS)

1. O Naturatins também age frente aos descartes irregulares de resíduos da construção civil?
2. Como funciona as ações de fiscalização do Naturatins? É por denúncia ou por amostragem? Há aplicação de multas?
3. Há alguma parceria com a Prefeitura Municipal de Palmas quanto a fiscalização e acompanhamento dos descartes de resíduos na cidade?
4. Quantas foram as ações de limpeza de vazios urbanos realizados em Palmas desde o ano de 2018 até o presente momento? (Quantidade e datas, se houver)
5. O Naturatins realiza alguma outra ação que envolva o gerenciamento de RCC?

ROTEIRO 4: ATERRO SANITÁRIO MUNICIPAL DE PALMAS - TO

1. A Prefeitura Municipal coleta Resíduos da Construção Civil em áreas irregulares? Se sim, este resíduo é depositado no aterro?
2. O Aterro recebe o Resíduo da Construção Civil?
3. Há o controle da quantidade de RCC recebida? Caso haja, quanto foi recebido de RCC para os anos de 2018, 2019, 2020 e 2021?
4. O RCC é utilizado dentro do Aterro Municipal? (ex: para cobrimento dos resíduos urbanos)
5. O Aterro Sanitário realiza alguma outra ação que envolva o RCC?