UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

ÊNFASE GESTÃO AMBIENTAL MARINHA E COSTEIRA

LORIE BARBO NEMITZ

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE TRAMANDAÍ/RS

IMBÉ

2020

LORIE BARBO NEMITZ

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE TRAMANDAÍ/RS

Projeto de Pesquisa apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador(a): Profª Daiana Maffessoni

IMBÉ

2020

Aos examinadores,

Este trabalho está formatado segundo “SILVA, L. N. et al. **Manual de Trabalho Acadêmicos e Científicos: Orientações Práticas à Comunidade Universitária da UERGS.** Porto Alegre: UERGS, 2013. 149 p.” que é baseado nas normas da ABNT.

LORIE BARBO NEMITZ

DIAGNÓSTICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE TRAMANDAÍ/RS

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Marinha e Costeira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Ms. Daiana Maffessoni

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

_____

Me. Eloisa Francisco Fernandes
Prefitura Municipal de Terra de Areia

_____

Me. Emanuela Fin
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

_____

Prof. Dr. Juçara Bordin
Coordenadora da atividade
Trabalho de conclusão II – CBM

IMBÉ

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente minha família, meu pai David por todo apoio, desde o acolhimento em sua casa e as tantas caronas para a faculdade, a minha mãe Elisete por me fazer continuar em todos os momentos nos quais pensei em desistir, minha irmã Leize por me incentivar, e ser a primeira pessoa a me dar a grande notícia de que eu havia entrado na universidade, a minha irmã Luzie e família, que sempre me socorreram nos momentos que precisei, minha irmã Livie por estar ao meu lado em todas as minhas decisões, e finalmente meus avós, Leusa e José, que foram parte primordial para que esse ciclo de minha vida se finaliza-se.

A minha orientadora Daiana, sempre muito compreensiva e paciente comigo. Tenho certeza que essa foi a melhor escolha que poderia ter feito, pois a tua orientação, da forma leve que ocorreu, foi primordial para que eu conseguisse terminar este trabalho. Minha professora que se tornou uma amiga, te levo para sempre em meu coração.

A Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, por ser a instituição que me deu a oportunidade de ser uma profissional graduada, e a todos os professores, colegas e amigos, que de alguma forma fizeram parte deste ciclo que agora se encerra em minha vida. Cada atitude de carinho, atenção e ajuda que tive de cada um contribuiu para minha formação, e eu serei eternamente grata.

RESUMO

No litoral norte do Rio Grande do Sul, a expansão das áreas urbanas leva a construção de novas edificações, que tem gerado um grande aumento de resíduos oriundos de atividades de construção e demolição. Estes resíduos precisam ser armazenados, transportados e destinados para os locais corretos, conforme determina a Resolução do CONAMA nº 307 de 2002, que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos Resíduos da Construção Civil - RCC. O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a geração de resíduos da construção civil do município de Tramandaí/RS, a fim de identificar suas potencialidades e fragilidades, para que se possa obter dados relevantes para o melhoramento deste gerenciamento. Para isto, analisou-se os Programas e Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, que foram protocolados na prefeitura municipal de Tramandaí, de setembro de 2018 a setembro de 2019, coletando dados sobre a tipologia e média volumétrica de cada resíduo. Foram analisados 118 PGRCC, onde verificou-se que 80% dos resíduos foram quantificados como Classe A e 20% como Classe B; resíduos Classe C e D não foram quantificados. Este resultado confirma a necessidade de instrumentos para a logística sustentável destes resíduos, pois 100% dos resíduos descritos nos Programas e Planos eram passíveis de reaproveitamento e reciclagem.

Palavras-chave: Construção Civil; Resíduos da Construção Civil; litoral norte Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

In the northen coast of Rio Grande do Sul, the expansion of urban areas leads to the construction of new buildings, which has generated a large increase in waste from construction and demolition activities. These residues need to be stored, transported and sent to the correct locations, as determined by CONAMA Resolution No. 307 of 2002, which establishes the guidelines, criteria and procedures for the management of the Civil Construction Wast - CCW. This study aimed to diagnose the generation of construction waste in the city of Tramandaí/RS, in order to identify its strengths and weaknesses, so that relevant data can be obtained for the improvement of this management. For this, we analyzed the Programs and Civil Construction Waste Management Plans - CCWMP, which were filed with the city hall of Tramandaí, from September 2018 to September 2019, collecting data on the typology and volumetric average of each waste. 118 PGRCC were analyzed, where it was found that 80% of the waste was quantified as Class A and 20% as Class B; Class C and D residues have not been quantified. This result confirms the need for instruments for the sustainable logistics of this waste, since 100% of the waste described in the Programs and Plans were liable to be reused and recycled.

Key-Words: Civil Construction; Civil Construction Wast; northen coast Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **8**
1.1 OBJETIVOS 9
1.1.1 Objetivo Geral **9**
1.1.2 Objetivos Específicos **9**
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO **10**
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS 10
2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) 11
2.2.1 Composição **12**
2.2.2 Classificação/destinação **12**
2.2.3 Geração **15**
2.2.4 Impacto ambiental da construção civil **15**
2.2.5 Gestão/gerenciamento **16**
2.3 NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS AOS RCC 17
3 MATERIAL E MÉTODOS **25**
3.1 ÁREA DE ESTUDO 25
3.2 ANÁLISE DOS DADOS 26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **27**
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **37**
REFERÊNCIAL TEÓRICO **38**

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma importante atividade para o desenvolvimento urbano e territorial, porém, é um setor que gera muitos impactos ambientais, que se dão de diversas maneiras, desde a ocupação de áreas até a geração de resíduos sólidos e efluentes. Os resíduos de construção e demolição (RCD) têm composições diversas, sendo elas, constituídas por madeira, concreto, areia, rochas, tijolos e outros, na qual são gerados em fases da execução da obra, reformas e demolições.

No ano de 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, publicou a Resolução n. 307, que visou implantar, em todo território nacional, um modelo de gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC). A partir desta, foram criadas no âmbito estadual a Resolução CONSEMA nº109/2005 e, no município de Tramandaí/RS, a Lei n. 3199/2011, que institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) do Município, ambas estabelecendo as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de RCC.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo levantar dados quanto a geração de resíduos de construção civil do município de Tramandaí/RS, a fim de identificar as potencialidades e fragilidades da gestão desses resíduos. Para isso, será feita uma análise dos Programas e Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que foram protocolados na Prefeitura Municipal de Tramandaí, de setembro de 2018 a setembro de 2019, a fim de se obter dados sobre os resíduos produzidos no período em questão. Com estes dados se espera realizar um levantamento da realidade local, já que a construção civil é um setor muito importante para a economia e o desenvolvimento urbano das cidades.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Levantar dados quanto a geração de resíduos da construção civil do município de Tramandaí/RS.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os Programas e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Tramandaí/RS, para alegar se estes atendem as exigências da legislação vigente e demais normativas;
- Diagnosticar o volume de RCC gerado no período de um ano no município, através de dados coletados dos Programas e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;
- Apresentar dados quantitativos dos RCC, fracionados por classe e tipologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com Borges (2018) os resíduos sólidos são os materiais produzidos por diversas atividades realizadas pela sociedade, popularmente nomeados como lixo. A definição de resíduos sólidos, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004) é:

> Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

E ainda, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei n° 12.305/2010 (BRASIL, 2010), resíduo sólido se define 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 sólidos ou semi-sólidos, 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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos, dependendo da fonte geradora, apresentam uma vasta diversidade e complexidade, variando seus aspectos físicos, químicos e biológicos. Podendo ter origem doméstica, urbana, comercial, industrial, da saúde, transporte, mineração, agrossilvipastoris e da construção civil, como podemos ver na Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010):

> a) Resíduos domiciliar: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
>
> b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

> c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “” e “b”;
>
> d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
>
> e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
>
> f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
>
> g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos dos SISNAMA e do SNVS;
>
> h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reforma, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
>
> i) Resíduos agrossilvipastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
>
> j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
>
> K) Resíduos de mineração: os gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

2.2 RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Popularmente conhecidos pelo nome de entulho, os RCC estão associados às fases de construção, manutenção, reformas e demolição de obras da construção civil (SCHUSTER; JUNIOR, 2020). Estes resíduos possuem duas nomenclaturas usadas atualmente, que é Resíduo de Construção e Demolição (RCD), e Resíduo da Construção Civil (RCC), neste trabalho usaremos a designação de RCC.

O setor da construção civil é um dos que mais cresce no mundo, tendo um papel importante para a economia global. Segundo dados da PAIC (Pesquisa Anual da Indústria da Construção), levantados pelo IBGE (2018) a atividade da construção gerou R$278 bilhões em valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção, englobando 124,5 mil empresas ativas no final do ano de 2018, empregando 1,9 milhão de pessoas no Brasil, que receberam, em 2018, um total de R$53,3 bilhões em salários, retiradas e outras remunerações, sendo, segundo estes dados, a região sul a terceira região do país em termos de participação, compreendendo 17,2% do rendimento total gerado para o país no ano de 2018.

A Resolução n° 307 CONAMA, de 5 de julho de 2002, é a principal normativa brasileira que aborda o tema dos Resíduos de Construção e Demolição, e de acordo com esta, resíduo de construção civil se definem como:

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

2.2.1 Composição

De acordo com Sormunem e Karki (2019), os RCC são constituídos principalmente por tijolos, rochas, blocos cerâmicos, concreto, metais, resinas, solos, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, gesso, vidro, argamassa, plástico, tubulações, embalagens e sucata.

E destes resíduos, aqueles que são provenientes da fase de execução contêm menos contaminantes do que os resíduos provenientes da fase de demolição (SORMUNEM; KARKI 2019), que, de acordo com Schuster e Junior (2020), é a fase com maior geração de resíduos, devido às aberturas realizadas na alvenaria para a execução das instalações elétricas e hidráulicas.

2.2.2 Classificação/destinação

Quanto ao reaproveitamento dos RCC, os resíduos são classificados em 4 classes: A, B, C e D. A Classe A representa os resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados como agregados, a Classe B, resíduos que podem ser reciclados para outras destinações, Classe C, resíduos que não podem ser reciclados e Classe D, àqueles que são contaminados e podem ser prejudiciais à saúde, como exemplificados no Art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002:

> Art. 3° - Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:
>
> 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, meio 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 e outros;
>
> III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/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.

Além de classificar os resíduos, a Resolução CONAMA nº 307 também determina a destinação para cada RCC conforme sua classificação, como vemos no Art. 10° desta Resolução:

> Art. 10° - Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:
>
> I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
>
> II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem.
>
> III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
>
> IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Já quanto o transporte dos RCC, é necessário que estes sejam classificados de acordo com as normas brasileiras, mais especificamente a NBR 10.004 – Classificação de resíduos (ABNT, 1987), que classifica os resíduos em três classes:

> Resíduos classe I – Perigosos. Aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido em 3.2: periculosidade de um resíduo: Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.
>
> Resíduos classe II A - Não inertes. Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
>
> Resíduos classe II B – Inertes. Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

Esta classificação baseia-se na presença de certas substâncias perigosas, nos quais vários parâmetros químicos são analisados, categorizando os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (BUDEK, 2011). De acordo com a ABNT 10.004:

> A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

Embora os RCC apresentem na sua constituição vários materiais que, isoladamente, são reconhecidos como inertes, a heterogeneidade dos RCC e a dependência direta de suas características com a obra de origem podem mudar sua faixa de classificação, ou seja, uma obra pode produzir resíduo inerte e outra pode apresentar elementos como o amianto, que é altamente cancerígeno, tornando-o resíduo não-inerte e até mesmo perigoso (BUDKE, 2011).

2.2.3 Geração

Entre 2017 e 2018, a geração de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) no Brasil aumentou quase 1% e chegou a 216.629 toneladas diárias, e destes, para os RCC em 2018 foi contabilizada uma geração de 122.012 toneladas diárias, sendo, 16.246 toneladas da região sul. Importante salientar que estes dados se referem a resíduos abandonados em vias e logradouros públicos que foram recolhidos pelos municípios, no entanto, o responsável por recolher os resíduos é o gestor da obra (ABRELPE, 2019).

No total dos resíduos sólidos gerados em áreas urbanas no Brasil, o setor dos RCC é o maior gerador de resíduos, contribuindo com 51% a 70% do total, estimando-se que cada habitante contribua com uma média de 500 kg por ano, de acordo com a média de algumas cidades (SILVA, 2019). Resultados esses que coincidem com os valores apresentados por Pinto em 1999, que considerou 10 cidades brasileiras de médio e grande porte onde a geração variava de 230 a 660 kg/hab/ano, resultando em uma porcentagem de 41% a 70% da massa total de resíduo gerado.

Segundo Schneider (2003), na cidade de São Paulo mais de 20% dos RCC são depositados de forma incorreta, gerando um custo de R$45 milhões/ano para coleta, transporte-transbordo e deposição final deste resíduo no aterro. Desta forma, o gerenciamento de RCC atualmente predominante no Brasil é caracterizado pela limpeza repetida de áreas de deposição ilegal dentro da zona urbana (ANGELO, 2000).

2.2.4 Impacto ambiental da construção civil

Entre as diversas atividades produtivas, a construção civil é o principal setor que impacta negativamente o meio ambiente (SCHUSTER; JUNIOR 2020 apud AMADEI, 2011). De acordo com Barbisan (2011), algumas obras podem causar impactos que influenciam e até alteram o ecossistema, por meio de inundações, corte de vegetação, impermeabilização do solo e geração de ruídos e resíduos.

Além das mudanças no meio ambiente, as obras podem influenciar no meio social, econômico e visual. Valorizando uma área, como também desvalorizando, mediante poluição visual, sonora, sombreamento de área que, necessita de insolação, empecilho para a ventilação, entre outros (BARBISAN, 2011).

O cimento que é amplamente usado no setor, possui um processo produtivo com alto gasto de gás carbônico, sem contar os impactos da produção de ferro e aço, do uso de madeira ilegal, dos materiais tóxicos, como algumas tintas e solventes (JOHN, 2001). Ademais, não podemos esquecer dos impactos do transporte de todos esses materiais, desde seu local de origem até a obra.

Pensando na fase da construção das obras, o uso de recursos naturais para a fabricação de materiais, como a argila, brita e principalmente a areia causam grandes danos ao meio ambiente (JOHN, 2001). John (2000) responsabilizou o setor da construção civil por cerca de 50% do CO_2 lançado na atmosfera e por quase metade dos resíduos sólidos gerados no mundo e, de acordo com estudos do Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS (2016), este setor também é responsável pelo consumo de 20% a 50% do total dos recursos naturais existentes, impactando drasticamente o meio ambiente.

2.2.5 Gestão/gerenciamento

De acordo com Nagali (2014) é preciso diferenciar a gestão dos RCC do seu gerenciamento, pois nesse contexto temos como gestão um processo amplo, que é composto pelas políticas públicas, leis e regulamentos que servem de diretrizes para os agentes do setor, já o gerenciamento se dá do trato direto com os resíduos, abordando as ações desenvolvidas pelos empreendedores e construtores.

Desta maneira, percebe-se que para o manejo dos RCC aconteça de maneira sustentável, é necessária uma união da gestão por parte do poder público e do gerenciamento por parte das empresas, pessoas físicas e construtoras (NAGALI, 2014). Como Fernandez (2019) destaca, fica evidenciada a necessidade de capacitar o gerador para o planejamento de ações voltadas para um gerenciamento correto e mais sustentável dos RCC, e também a participação do poder público, para que este

manejo seja satisfatório, pois este tipo de resíduo envolve um conjunto de infraestruturas públicas e privadas e atividades como coleta, acondicionamento, transporte e destinação (JESUS, 2019).

De acordo com Vargas (2018), é evidente a dificuldade no gerenciamento dos RCC, em especial pelo desconhecimento da natureza dos resíduos, a carência de cultura de separação e reaproveitamento e o aumento constante de novos materiais (apud IPEA, 2012). O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada destaca:

> Sem o conhecimento da realidade local, regional ou nacional, o planejamento de metas e ações poderá ser inadequado e, assim, os benefícios da gestão de resíduos sólidos não serão eficientes e/ou eficazes, e os prejuízos ambientais e socioeconômicos continuarão a representar um ônus à sociedade. O maior conhecimento da situação pode contribuir com a formulação de políticas públicas que, de maneira prospectiva, permitam a inclusão de medidas de caráter preventivo. (IPEA, 2012, p.9).

As políticas ambientais são criadas para incentivar ou obrigar os atores a adotarem medidas condizentes com a gestão integrada e adequada dos resíduos, sendo implementadas por meio de instrumentos de comando e controle (regulamentações, normas e padrões de qualidade ambiental), instrumentos econômicos (taxas, tarifas, impostos, subsídios e incentivos fiscais) (KLEIN 2017, apud MOTTA, 2006; VERGARA, 2012) e instrumentos informativos (campanhas de utilidade pública e acesso à informação, estratégias de conscientização) (KLEIN,2017 apud MARGULIS, 1996).

Conforme Klein (2017) cita, os instrumentos de políticas públicas são mecanismos utilizados para o incentivo a ação pública, deixando explícitas as deficiências não apenas sobre o que fazer, mas também como fazer, sendo estas, as ferramentas que os gestores municipais identificam para execução das alternativas para a solução do problema, sendo importantíssimas para o gerenciamento como um todo.

2.3 NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS AOS RCC

A Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002, foi a primeira lei que estabeleceu as normas gerais para a gestão dos resíduos da construção civil em todo o país. Esta Resolução estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, definiu as responsabilidades dos geradores, dos transportadores, o gerenciamento interno e externo, a reutilização, a reciclagem, o beneficiamento, aterro de resíduos, áreas de destinação de resíduos, assim como a classificação segundo as caraterísticas físico-químicas de cada RCC.

Logo após a CONAMA, no ano de 2005, o Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA), publicou a Resolução n° 109, de 22 de setembro de 2005, que estabelece diretrizes para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que deve ser elaborado pelos municípios.

Estas duas resoluções preveem a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como instrumento para implementação da gestão da construção civil, a ser elaborado pelos Municípios e Distrito Federal, o qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, como podemos ver no artigo 5º da CONAMA:

> Art. 5º - É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:
>
> I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;
>
> II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

E de acordo com o Art. 6º da CONAMA, deverá conter neste Plano:

> Art. 6º - Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:
>
> I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;

> II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
>
> III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
>
> IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
>
> V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
>
> VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
>
> VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
>
> VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Juntamente com a Resolução Nº307/2002 do CONAMA, foram elaboradas normas pela ABNT para propor um manejo correto dos resíduos de construção e demolição. Dentre elas, destacam-se:

- Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.112/2004 – possibilita o recebimento dos resíduos com o objetivo de valorizar o mesmo após a triagem. Tem importância na logística da destinação dos resíduos, bem como a valorização e aproveitamento, se forem licenciados para esta finalidade.

- Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.113/2004 – norma que busca solução para a disposição dos resíduos Classe A em acordo com a Resolução Nº 307 do CONAMA, tem como objetivo estabelecer critérios para a preservação dos materiais para o uso futuro e disposição adequada para o aproveitamento da área posteriormente.

- Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15.114/2004 – visa à transformação dos resíduos da construção classe A para agregados reciclados com destinação a reinserção na construção civil.

- Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos – NBR 15.115/2004.

- Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos – NBR 15.116/2004.

Em 2010, com a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, tornou-se obrigatória para empreendimentos considerados grandes geradores que necessitam de licenciamento ambiental, a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), permitindo um controle maior da geração, segregação, transporte, acondicionamento e destinação final dos resíduos sólidos.

Após promulgada a PNRS em 2010, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 307/2002 e a CONSEMA 109/2005, o município de Tramandaí através da Lei n° 3199 de 9 de setembro de 2011, instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Tramandaí, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. De acordo com o Art. 3° deste plano, o PIGRCC é composto por duas ferramentas importantes, como podemos ver a seguir:

> Art. 3.º O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Tramandaí é composto do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.
>
> § 1.º O Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborado e implementado pelo Município, estabelece diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores.
>
> § 2.º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão ser elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo, estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com o Art. 8°, é referente a obras com dimensões inferiores a 500 m², considerados como pequenos geradores, estes possuem alguns deveres um pouco simplificados perante os resíduos gerados em suas construções ou demolições, como podemos ver a seguir:

> Art. 9.º A coleta, o transporte e a destinação dos resíduos da construção civil serão de responsabilidade do gerador.
>
> Art. 10 Os resíduos da construção civil que estejam aguardando transporte fora dos limites do canteiro de obras, em área pública, deverão estar dispostos em recipientes adequados (caçambas estacionárias), colocados em locais que não obstruam a passagem ou visão, causando qualquer tipo de risco.
>
> Art. 11 Os resíduos Classe A, B e C devem ser segregados na origem e assim dispostos.
>
> Art. 12 Os resíduos Classe A, B e C podem ser dispostos na área municipal devidamente licenciada, sendo que para isso deverá ser recolhida taxa específica.
>
> Art. 13 Poderão ser licenciados outros locais para a disposição de resíduos da construção civil na área do Município, por entes privados desde que licenciados ambientalmente pelos órgãos competentes.
>
> Art. 14 A destinação dos resíduos Classe D, deverá obedecer às normas de segurança e sua disposição deve ocorrer em locais devidamente licenciados, fora da área do município, até que o mesmo possua local para sua disposição final.
>
> Art. 15 Caberá ao pequeno gerador observar os critérios de segregação e apresentação à Coleta dos Resíduos da Construção Civil estabelecidos no respectivo Programa Municipal de Gerenciamento.

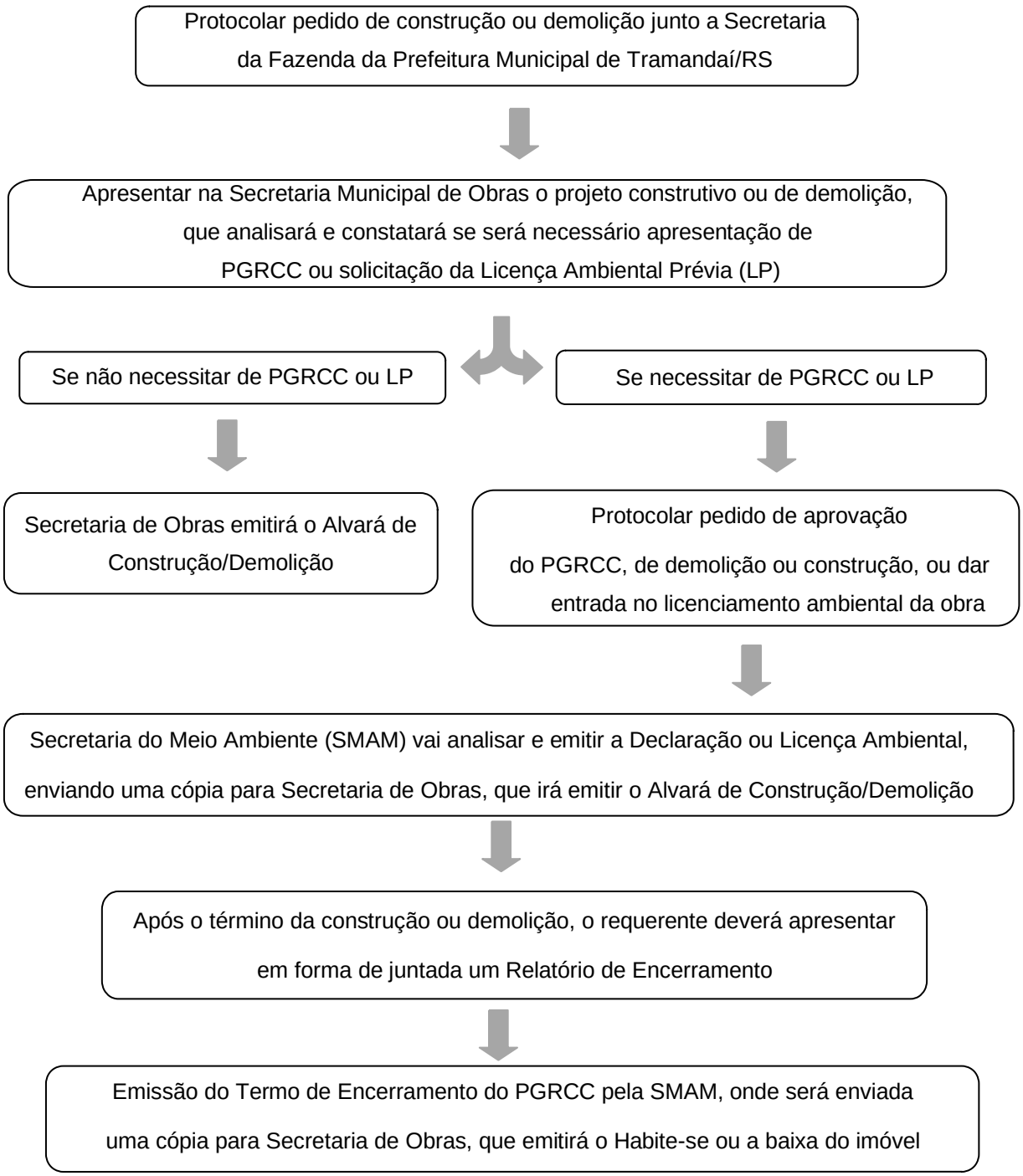
Já para os empreendedores de obras que excedam 500 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m² e os órgãos municipais responsáveis por projetos, especificações técnicas, memórias descritivos e outros documentos referentes às obras públicas municipais e implementados pelos executores de obras públicas municipais, inclusos os detentores de contratos decorrentes de quaisquer modalidades de licitação pública, o Art. 16 da Lei prevê a obrigatoriedade da

apresentação de um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual deverá ser aprovado por ocasião da obtenção do licenciamento ambiental da obra ou da obtenção do alvará de construção, reforma, ampliação ou demolição. Os projetos deverão contemplar no mínimo as seguintes etapas que constam no Art. 17:

> I - Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos.
>
> II - Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no Art.7.º, deste regulamento.
>
> III - Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, a condição de reutilização e de reciclagem.
>
> IV - Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos.
>
> V - Destinação: deverá ser feita de acordo com o disposto no Capítulo VII deste regulamento.

Tanto para os Programas como para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil, será necessário, em um primeiro momento, protocolar junto à Prefeitura Municipal, um pedido de construção ou demolição, que será analisado e constatado a necessidade de plano, Licença Ambiental, ou apenas Alvará de Construção ou Demolição, como podemos ver no fluxograma da Figura 1. Caso haja necessidade de apresentar plano, o requerente deverá seguir algumas etapas obrigatórias para que se realize o gerenciamento dos resíduos, conforme podemos ver na Figura 2.

Figura 1 - Roteiro para pedidos de demolição/construção e aprovação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRCC)



Fonte: SMAM (2017) adaptado pela autora.

Etapas do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com dados da SMAM (2017):

I. Caracterização e quantificação dos resíduos: estimar a geração média de cada resíduo de acordo com o cronograma de execução da obra e classificá-los conforme Resoluções CONAMA 307/02 e 348/04;

II. Minimização dos resíduos: descrever por classe, os procedimentos adotados para minimização da geração dos resíduos;

III. Triagem/segregação: priorizar a segregação na origem, distinguindo os resíduos por classe e tipo, caso não houver lugar para a segregação dos resíduos, eles poderão ser encaminhados para Áreas de Triagem e Transbordo (ATT) licenciadas, indicando a área e o responsável técnico;

IV. Acondicionamento/armazenamento: armazenar os resíduos por classe e tipo, identificando na planta do canteiro de obras, os locais destinados a cada resíduo e informar o sistema de armazenamento dos resíduos, identificando as características construtivas dos equipamentos/abrigos (dimensões, capacidade volumétrica, material construtivo etc.);

V. Transporte interno: descrever procedimentos para transporte interno dos resíduos;

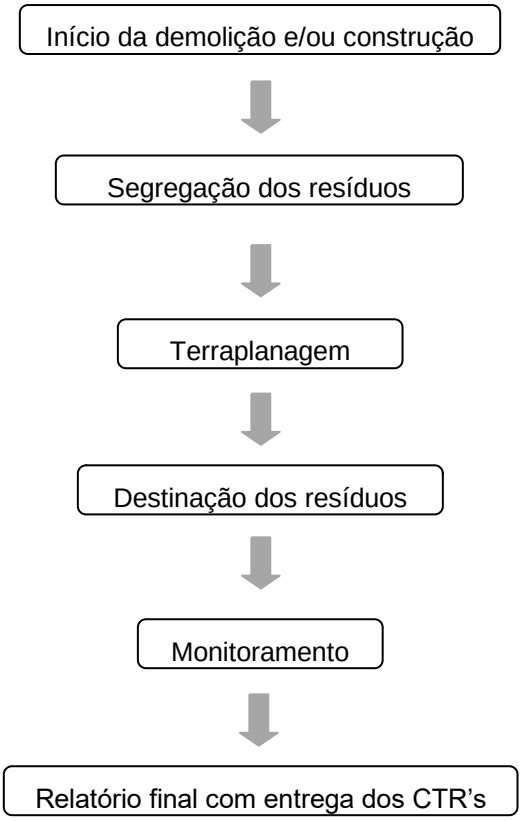
VI. Reutilização e reciclagem: descrever os procedimentos adotados para a reutilização e reciclagem de cada resíduo;

VII. Transporte externo: o transporte dos resíduos não poderá ser realizado sem o Controle de Transporte de Resíduos (CTR). Este documento contém a identificação do gerador, do(s) responsável(is) pela execução da coleta e do transporte dos resíduos gerados no empreendimento, bem como da unidade de destinação final.

VIII. Transbordo de resíduos: apresentar localização com endereço completo (croqui de localização) da unidade de transbordo que receberá os resíduos;

IX. Destinação dos resíduos: Descrever os procedimentos que deverão ser adotados com relação à destinação dos RCC por classe de acordo com as Resoluções CONAMA 307/02 e 348/04.

Figura 2: Etapas mínimas do programa executivo do PGRCC



Fonte: SMAM (2017) adaptado pela autora.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

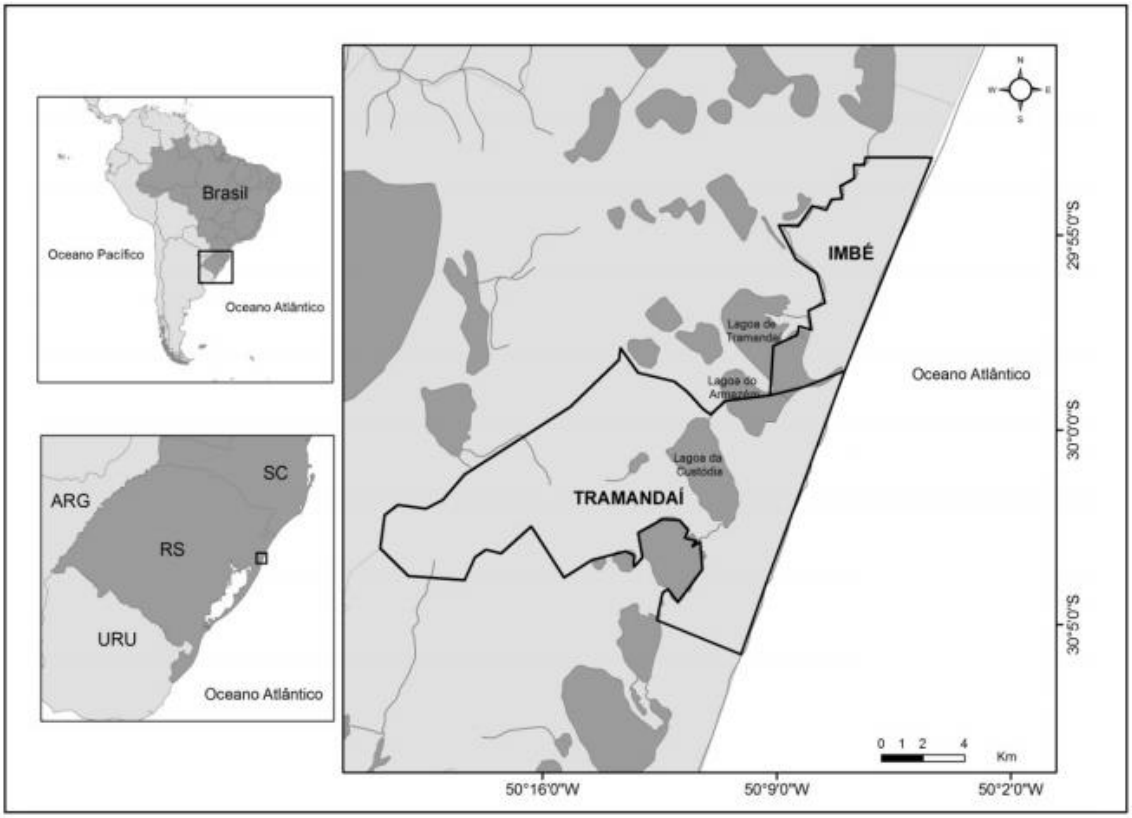
O estudo de caso será desenvolvido no município de Tramandaí, pertencente ao estado do Rio Grande do Sul, localizado a 118 km da capital, Porto Alegre, que apresenta segundo o Censo do IBGE (2019), uma população de 51.715 habitantes em uma área de 142,878 km² (IBGE, 2018) e densidade demográfica de 287,97 hab/km² (IBGE, 2011), com localização geográfica de Latitude: 29º56'30'' Sul e Longitude: 50º 07' 50'' Oeste (Figura 3). Na época de veraneio, a população pode chegar a 250.000 habitantes em dias de semana e 500.000 nos finais de semana e feriados (Tramandaí, 2019).

O município apresenta uma topografia típica de planície costeira, com comoros e dunas junto à costa marítima, com lagoas de água salgada, doce e salobra e um lençol freático alto (Tramandaí, 2019). O clima é controlado por massas de ar

tropical, apresentando uma oscilação de temperatura que varia entre 22 a 35°C nos meses mais quentes e entre 3 e 18°C nos meses mais frios (Tramandaí, 2019).

Segundo dados do IBGE (2010) a cidade apresenta 57,2% de domicílios que são contemplados com o esgotamento sanitário adequado, um índice de 48% de domicílios em vias públicas com arborização e 10,6% de domicílios urbanos estão em vias públicas que possuem urbanização adequada, sendo eles com presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio.

Figura 3 – Mapa da área de estudo



Fonte: Adaptado de Terceiro (2017)

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

Para realizar o levantamento dos dados de geração de resíduos da construção civil no munícipio de Tramandaí/RS, foi feita uma análise dos Programas de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, dos quais são integrantes

aquelas obras que atingem dimensões inferiores a 500 m², sendo estes considerados pequenos geradores. E analisaram-se também os Planos de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, dos quais fazem parte os empreendedores de obras que excedam 500 m² de área construída ou demolição com área acima de 100 m². Na análise de dados, ambos, os programas e os planos serão abreviados por PGRCC.

Foram contabilizados os documentos arquivados na Secretaria de Meio Ambiente, no setor de Licenciamento ambiental, no período de um ano, de setembro de 2018 a setembro de 2019, para assim se extrair: a tipologia e a média volumétrica de cada resíduo. A análise dos PGRCC juntamente com seus respectivos relatórios finais, foram compilados em planilhas, e apresentados em gráficos a fim de representar os resultados obtidos. Ressalta-se que os valores identificados compreendem os dados presentes nos PGRCC protocolados no período de setembro de 2018 a setembro 2019 junto a SMAM, e não o volume total de resíduos gerados no ano em questão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

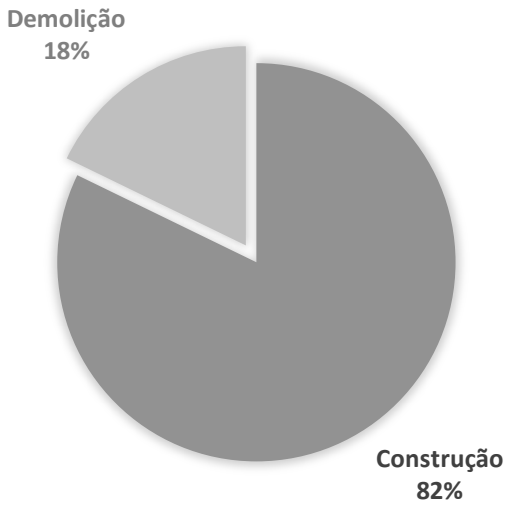
O PGRCC tem o objetivo de caracterizar os resíduos produzidos, estimar a quantidade gerada, propor medidas que reduzam a sua geração e definir os procedimentos para o correto tratamento dos resíduos (NOVAES; MOURÃO, 2008). Além de informar os órgãos competentes o que será feito com os resíduos durante o empreendimento, o PGRCC também tem a função de orientar o canteiro de obras para atender e aplicar os preceitos da Resolução CONAMA 307/02.

De acordo com Nagali (2016), os dados presentes nos PGRCC sobre o volume de cada resíduo gerado, ou seja, a quantificação dos resíduos, é uma etapa fundamental do processo de gerenciamento, pois é por meio deste que é possível estabelecer, por exemplo, o tamanho dos recipientes, a frequência de coleta e a melhor forma de transporte (interno e externo), resumindo, é a etapa que compreende toda a logística de resíduos da obra.

Os PGRCC analisados através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tramandaí/RS, de setembro de 2018 a setembro de 2019, contabilizaram um total de

118, sendo este número representado pelo total de projetos que deram entrada na prefeitura neste período, ou seja, àqueles que haviam sido protocolados nesse período e encaminhados à Secretaria de Meio Ambiente do município para que fossem analisados e aprovados. Deste total, 97 são projetos referentes a obras de construção, representando 82% e, 21 são projetos referentes a obras de demolição, representando 18% (Figura 3).

Figura 3 – Porcentagem de PGRCC referentes a obras de construção e demolição, do total analisado



Fonte: Autor (2019)

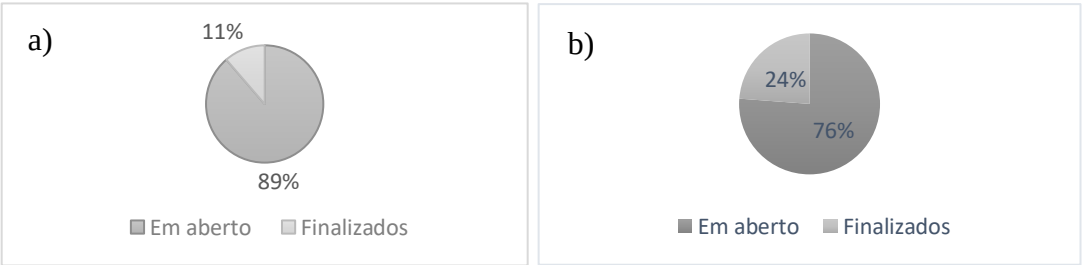
De acordo com Strohaecker (2016), Tramandaí está entre as 10 cidades que mais cresceram em termos populacionais no estado do Rio Grande do Sul, nas últimas duas décadas, e esse crescimento, conforme cita Ramos (2017) traz consigo várias especulações comerciais, principalmente no segmento imobiliário, o que explica o número significativo de novas obras de construção. Com a ampliação nas linhas de crédito imobiliário e a diversificação nos produtos de fomento habitacional desde a década de 2000, a tendência é que esse crescimento se mantenha (RAMOS, 2017).

Dificilmente as prefeituras serão resistentes a este processo de crescimento, pois a construção de novas casas e empreendimentos gera um aumento na arrecadação tributária (RAMOS, 2017 apud SILVEIRA, 2003). Com o mercado imobiliário aquecido e precários instrumentos legais para regulação do uso e

ocupação do espaço, a tendência é que este crescimento comprometa a sustentabilidade, portanto a ausência de políticas públicas e o empenho dos municípios na preservação de suas potencialidades e território merecem reflexões (RAMOS, 2017).

Do total dos 97 projetos de construção, durante um ano, 89% não haviam encerrado a obra, enquanto 11,34% estavam com a obra finalizada (Figura 4a), ou seja, o responsável técnico pela obra já havia elaborado o relatório final e entregado os CTR's, sinalizando que a obra ficou pronta e os resíduos que sobraram foram encaminhados. Para os projetos de demolições, dos 21 projetos analisados, 76% não haviam encerrado e, 24% estavam finalizados (Figura 4b), dados estes que podem ser explicados pelo fato de um ano ser suficiente para o término de uma obra de demolição, mas para uma obra de construção é, na maioria das vezes, considerado um período curto para dar encerramento a obra.

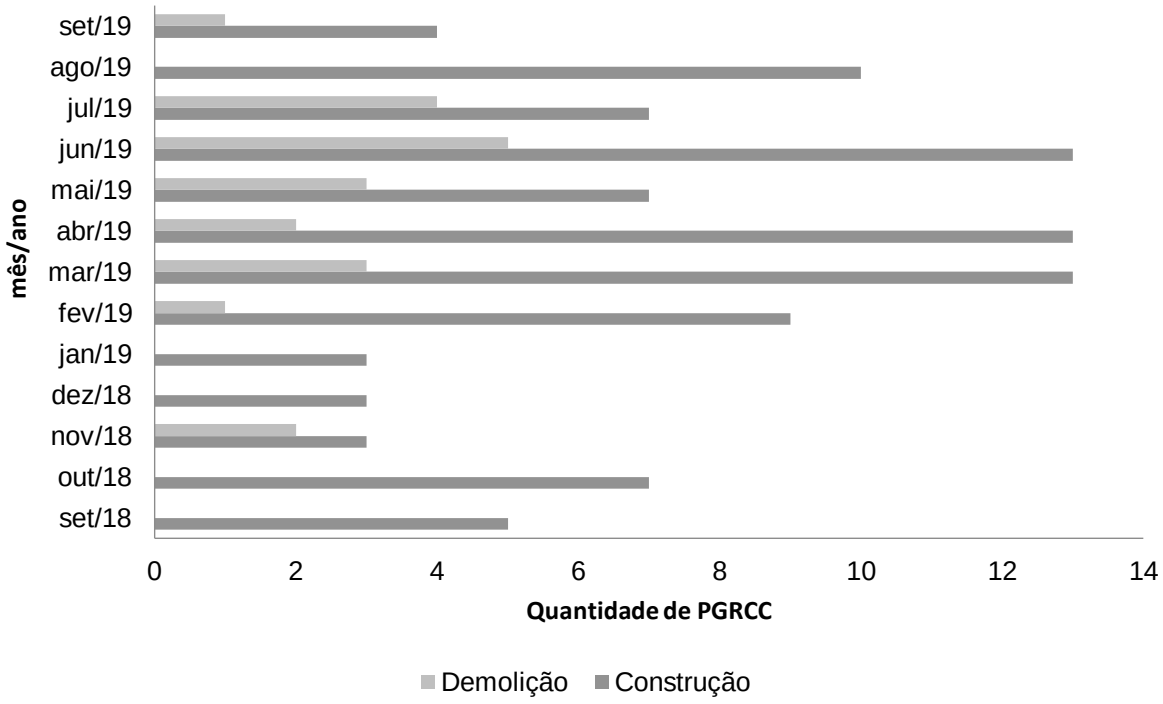
Figura 4: Status das obras dos PGRCC analisados: a) construção; b) demolição.



Fonte: Autor (2019)

De acordo com a Figura 5, nos meses de outubro de 2018 a janeiro de 2019 ocorreu uma diminuição no número de projetos protocolados, sendo que em fevereiro e nos meses posteriores houve uma crescente demanda de projetos que chegaram à Secretaria de Meio Ambiente, ficando mais representativa nos meses de março, abril, junho e agosto para os projetos de construção e, para os projetos de demolição, nos meses de março e junho. Esse fato pode ser relacionado a época de veraneio (novembro a março), já que a economia da cidade está voltada para o turismo, e é esperado que nos meses fora da sazonalidade sejam realizadas obras de construção civil.

Figura 5 – Relação da entrada de PGRCC de construção e demolição com os meses de setembro de 2018 a setembro de 2019



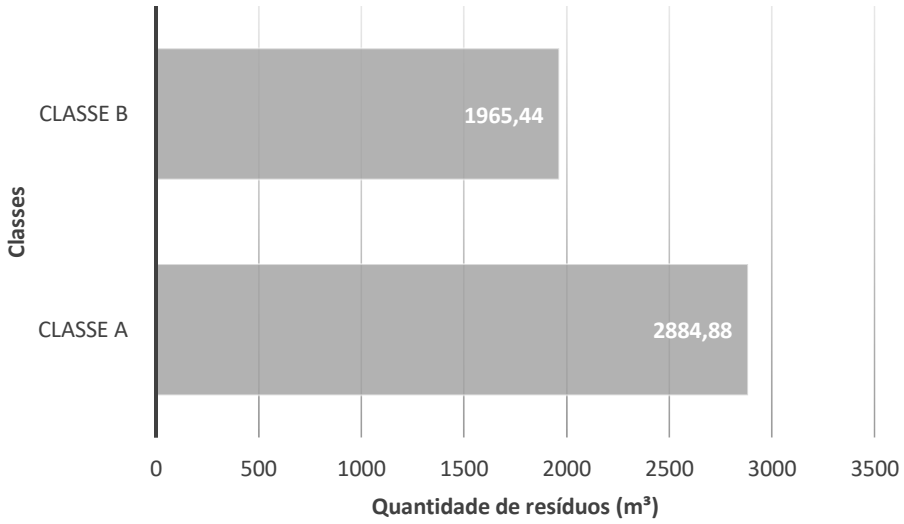
Fonte: Autor (2019)

Do total de 97 PGRCC referentes a obra de construção, 7,2% são de construções acima de 500 m² de área construída, dos quais necessitam apresentar um projeto mais completo dos resíduos para obtenção da licença e autorização para a construção, e 92,8% são aquelas obras que atingem dimensões inferiores a 500 m², que necessitam apresentar o Programa Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, sendo este, um formulário simplificado do PGRCC. Já para as demolições, dos 21 projetos analisados, 100% foram relativos a obras com dimensões inferiores a 500 m². Ou seja, 95% das obras executadas de setembro/2018 até setembro/2019 foram de porte pequeno.

No que diz respeito a quantidade de resíduos gerados no período analisado (setembro de 2018 à setembro de 2019), constatou-se uma média total de 4.836,32 m³ de resíduos, de acordo com os PGRCC, sendo que 60%, são de resíduos Classe A e

40% são de resíduos Classe B (Figura 6). Os resíduos classe C e D não foram apontados nos PGRCC.

Figura 6 – Quantidade (em m³) de resíduos Classe A e Classe B encontrados nos PGRCC no período de setembro/2018 até setembro/2019



Fonte: Autora (2019)

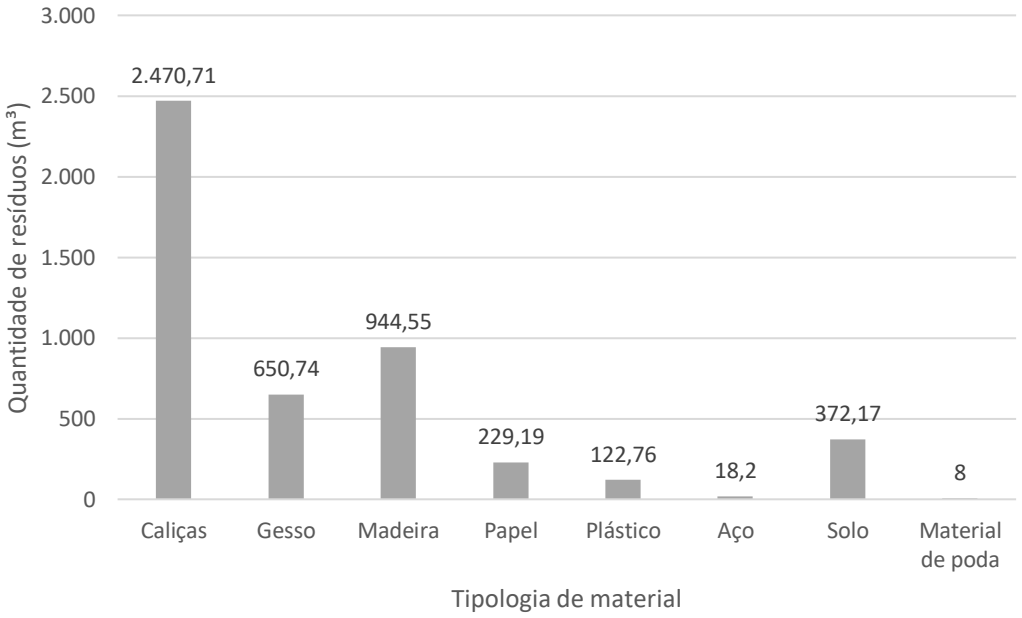
De acordo com Vargas (2018), 1 m³ de RCC equivale a 1,2 toneladas (apud PINTO, 1999), portando considerando a população fixa da cidade de Tramandaí/RS de 51.715 habitantes (IBGE, 2019) tem-se 4.850,32 m³/ano x 1,2 t = 5.820,384 t/ano, que resulta na geração de 15,946 toneladas diárias de RCC e num índice de 0,30 kg/hab/ano de RCC para o município de Tramandaí..

Segundo dados da ABRELPE (2019), no ano de 2018/2019, constatou-se a geração média de 0,585 kg/hab/dia para todos munícipios brasileiros, e uma média de 0,546 kg/hab/dia para a região sul, constatando que o valor encontrado para a cidade de Tramandaí/RS está abaixo da média nacional e estadual, no entanto, tal quantitativo não engloba o volume de resíduos descartados ilegalmente encaminhados as áreas não licenciadas ao descarte dos resíduos em questão.

Nos projetos analisados, com relação a tipologia dos resíduos e a média gerada de cada resíduo, do total dos resíduos Classe A, a maioria são resíduos de caliças, contabilizando 2.470,71 m³ do total, seguido de solo com 372,17 m³ e material

de poda com 28 m³. Já para os resíduos Classe B, os 944,55 m³ foram resíduos de madeira seguido de 650,74 m³ de gesso, 229,19 m³depapel, 122,76 m³ de plástico e, 18,2 m³ de aço (Figura 7).

Figura 7 – Quantidade de resíduos (em m³), separado por tipologia, gerados de setembro/2018 até setembro/2019



Fonte: Autora (2020)

O gesso era classificado pela Resolução CONAMA 307/02 como resíduo Classe C, que engloba os resíduos para os quais não existe tecnologia ou viabilidade econômica para a reciclagem. Porém, no ano de 2011 entrou em vigor a Resolução 431/11, que Altera o art. 3° da Resolução n. 307/02, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso, enquadrando este como resíduo Classe B, que são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Esta alteração ocorreu devido aos avanços nas tecnologias disponíveis (BRASIL, 2011).

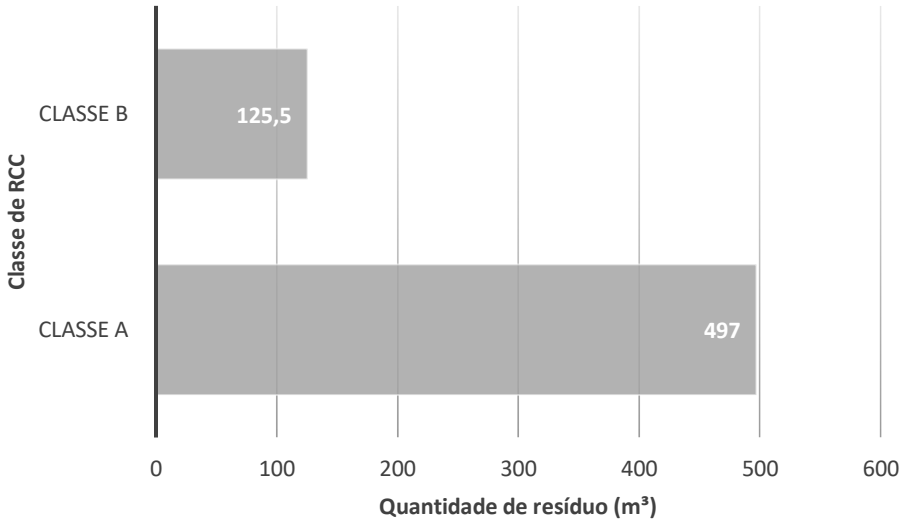
Porém, conforme cita Fernandes (2019), em estudo realizado na cidade de Capão da Canoa, o gesso tem como sua principal composição o sulfato de cálcio duplamente hidratado, substância que pode contaminar os outros RCC, tornando

inviável sua reciclagem. No litoral norte gaúcho, não há muitas tecnologias e meios de fazer a reciclagem e recuperação do gesso, pela diferenciação no manejo, acaba que parte dos geradores ainda considera o gesso um resíduo Classe C, mesmo que nos PGRSCC seja caracterizado como resíduo classe B (FERNANDES, 2019).

Contudo, se analisarmos apenas os projetos encerrados (19 PGRCC), ou seja, àqueles que entregaram o relatório de encerramento e os CTR's, comprovando a geração e a destinação dada a cada resíduo produzido durante a obra, do total de 622,5 m³, 80% são resíduos Classe A, e 20% são resíduos Classe B (Figura 8), sendo um pouco diferente dos dados estimados na etapa de planejamento. Ou seja, havia sido estimada a geração de 60% de resíduos classe A e 40% classe B.

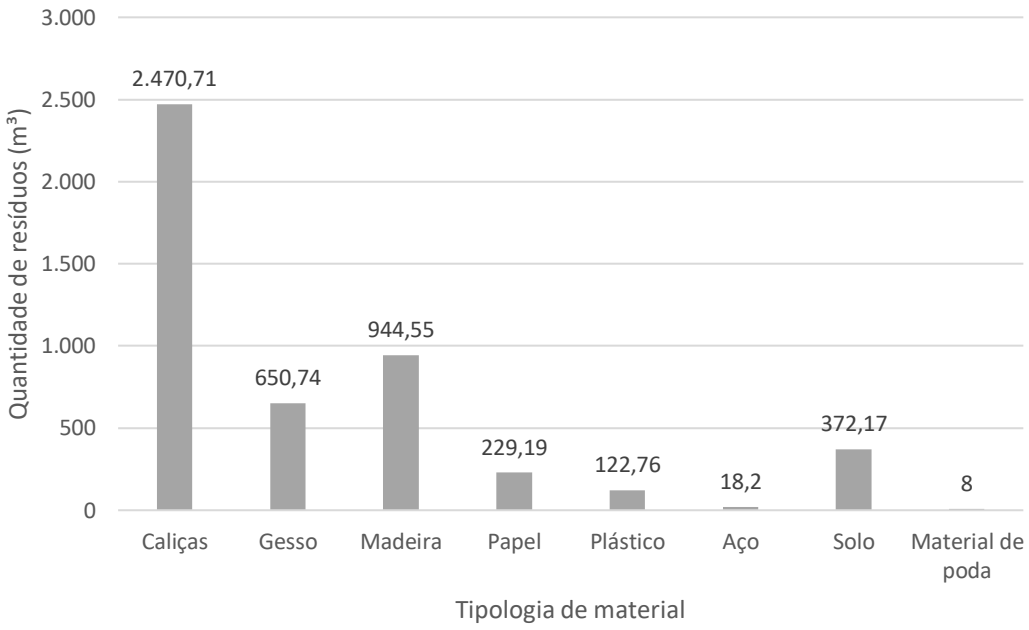
Do total dos resíduos Classe A encontrados a maioria são resíduos de caliças, contabilizando 430 m³ do total, seguido de solo com 62 m³ e material de poda com 8 m³. Já para os resíduos Classe B, encontramos número significativo para os resíduos de madeira com uma quantidade de 93,5 m³, seguido de papel com 18 m³, plástico com 14 m³, aço e gesso não foram quantificados (Figura 9).

Figura 8 – Quantidade de resíduos (em m³) Classe A e Classe B referentes aos PGRCC já finalizados



Fonte: Autor (2019)

Figura 9 – Quantidade de resíduos (em m³) separado por tipologia, dos PGRCC que já estavam com o processo encerrado



Fonte: Autora (2020)

De acordo com Vargas (2018), essa diferença entre a estimativa e o volume gerado pode ocorrer por diversos fatores como: mal planejamento da construção, incompatibilidade de projeto, desperdício de materiais no canteiro de obras, manejo e transporte dos materiais construtivos, bem como falhas ou alterações na execução do projeto (apud ALVES e QUELHAS, 2004).

Do ponto de vista técnico e ambiental, de acordo com Fernandes (2019), o recolhimento dos resíduos, que na maioria dos casos é feito por uma única empresa, faz com que a segregação dos resíduos na obra seja menos criteriosa, gerando uma tendência a classificação dos resíduos como Classe A, pela facilidade de disposição, o que explica o grande número de resíduos Classe A e a inexistência de resíduos Classe C e D nos relatórios.

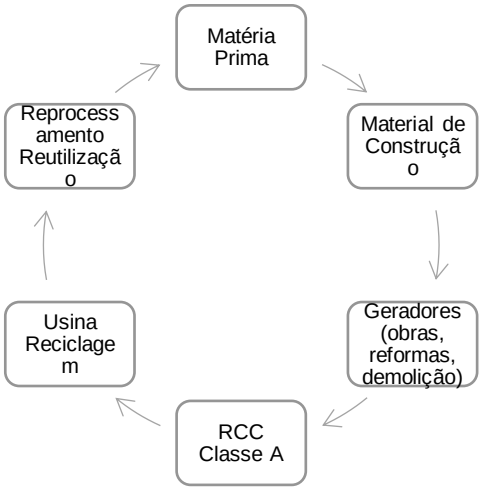
Estes dados se assemelham aos encontrados em outros estudos como o de Córdoba (2010), que também estimou o percentual da composição dos RCC gerados no município de São Carlos/SP, constatando que 81,80% dos resíduos pertenciam a Classe A; 17,1% a Classe B; 0,4% Classe C e Classe D com porcentagem nula. E

também aos dados apresentados pelo Manual do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), que estima que cerca de 80% dos resíduos da construção civil são predominantes de materiais trituráveis como restos de alvenarias, argamassas, concretos e asfalto, além do solo, todos classificados como Classe A., Quase 20%,aparecem os materiais que podem ser reciclados, como embalagens em geral, tubos, fiação, metais, madeira e gesso, fazendo parte da classificação Classe B.

Conforme cita Nicolau (2018) a prevalência dos resíduos Classe A sobre os RCC resultam da realização de atividades que geram perdas e desperdícios como concretagem, alvenarias, revestimentos, nas quais são utilizados principalmente materiais básicos e produtos cerâmicos (apud MARQUES NETO, 2005). Sendo assim, como cita Vargas (2018), a reutilização dos RCC Classe A no canteiro de obras é uma opção economicamente viável e que contribui para a gestão sustentável dos resíduos durante a obra de construção, pois permite o reaproveitamento dos agregados como contrapiso, por exemplo.

Na Figura 10 podemos observar uma demonstração da logística dos resíduos Classe A extraída do trabalho de Vargas (2018), realizado na cidade de Cascavel/PR, que se inicia na extração dos recursos naturais, passando pelo processo de confecção dos materiais, geração de resíduos e destinação as usinas de reciclagem, onde passam pelo reprocessamento e confecção de nova matéria prima, fazendo com que o ciclo se reinicie.

Figura 10 – Logística circular RCC Classe A



Fonte: adaptado de Vargas (2018).

Conforme cita Lima (2013), os resíduos do tipo A, principalmente resíduos de caliça, quando recolhidos são triturados e transformados em materiais como areia, brita 1, pedrisco, rachão e bica corrida, que serão comercializados para uma nova utilização na construção civil com o preço 25% mais barato que os produtos não reciclados, o que, além de gerar economia para a obra, também gera impactos positivos no meio ambiente, já que esse processo evita a extração desses materiais no meio ambiente. Ainda para os resíduos Classe A, os resíduos de solo, que não se encontram contaminados, de acordo Schuster (2020), podem ser utilizados para diversas finalidades, como o aterramento de áreas (apud ALÍPIO, 2010) e utilização para fins paisagísticos (apud CUNHA, 2007).

Já para os resíduos do tipo B, os resíduos de madeira que apresentaram maior significância, segundo Schuster (2020) são comumente utilizados para a montagem das formas para a concretagem dos elementos estruturais, bem como para o seu escoramento, também podem ser reutilizados como painéis acústicos (apud HYVARINEN, RONKANEN, KARKI, 2019), revestimento interno de ambientes (apud ARAÚJO, 2018) e reutilizados para abastecimento de caldeira (apud SIMONE, 2016). Porém, para que as tábuas de madeira sejam reutilizadas no canteiro de obras, deve-se retirar os pregos fixados ao longo da sua superfície e armazena-las em local coberto, protegendo o material contra intempéries (SCHUSTER, 2020 apud ALÍPIO, 2010).

A possibilidade do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos gerados nos canteiros de obras traz inúmeros benefícios não só à sociedade como ao meio ambiente. Caso fossem aplicadas práticas para reaproveitar os RCC no canteiro de obras, seria possível reduzir os custos referentes a compra de materiais, além de reduzir a exploração dos recursos naturais, o descarte inadequado dos resíduos, e as despesas municipais referentes à disposição final, transformando uma fonte de despesa em uma fonte de renda (SCHUSTER, 2020 apud ORMUNEN; KARKI, 2019; WANG et al., 2019).

A elaboração dos projetos pelas construtoras, além de ser uma exigência do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, também é uma ferramenta imprescindível para conquistar ótimos desempenhos dentro dos canteiros de obras. As atividades do Projeto que envolve a Caracterização, Minimização,

Segregação, Transporte, Acondicionamento, Reutilização e Reciclagem dos resíduos, definem as ações que são necessárias para se obter o adequado manejo dos RCC, resultando em maior organização dentro do canteiro de obras e combatendo a enorme geração de resíduos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a análise dos PGRCC e seus respectivos relatórios finais, conclui-se que o plano é um instrumento capaz de orientar o gerador/responsável técnico na gestão dos RCC, para que os mesmos se atentem as exigências estabelecidas pelo município, por meio da legislação vigente e demais normativas, visando a prática dos aspectos identificados no plano, e consequentemente contribuindo com a gestão dos RCC.

Constatou-se ainda, que o município de Tramandaí produziu o equivalente a 4.850,32 m³ de RCC de setembro/2018 até setembro/2019, estando abaixo da média nacional (0,585kg/hab/dia) e estadual (0,546kg/hab/dia), porém, estes dados correspondem as estimativas apresentadas nos PGRCC, desconsiderando os descartes irregulares e atividades que não foram licenciadas.

Apesar dos dados se mostrarem abaixo da média, para os resíduos Classe A, que compreenderam uma geração total de 2.884,8 m³ nos dados levantados, correspondendo a 60% do montante de RCC dos PGRCC analisados, esse valor demonstra um alto índice de geração dos resíduos pertencentes a esta classe. Desse modo, é imprescindível que se priorize o encaminhamento dos RCC Classe A para usinas de reciclagem, tendo em vista o potencial de reaproveitamento destes resíduos, os quais são processados mecanicamente, resultando em agregados reciclados que podem ser reutilizados de várias formas.

Os resíduos Classe B, que representaram 40% do total, com um geração total de 1.965,4 m³ nos dados levantados a partir dos PGRCC analisados, são resíduos que podem ser reciclados para outras destinações, sendo importante a separação adequada destes resíduos, para que ele possa ser destinado a cooperativas de reciclagem e áreas de transbordo e triagem. Dessa forma, os resíduos do tipo B poderão ser reciclados ou reutilizados.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE, 2019. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2018/2019. São Paulo. Disponível em: <http://abrelpe.org.br>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15112**: resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem: diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004a.

_____. NBR 15113: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertesAterros Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004b.

_____. NBR 15114: **Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004c.

_____. NBR 15115: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004d.

_____. NBR 15116: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004e.

_____. NBR 10004: **resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro, 2004f.

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento da Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

BARBISAN, Ailson Oldair et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://planalto.gov.br> Acesso em: 23 de agosto de 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente**. Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002**, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. 2002. Diário Oficial da União, n. 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96.

_____. Ministério do Meio Ambiente**. Resolução n. 431, de 25 maio de 2011.** Altera o art. 3o da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. 2011.

BORGES, Luiz Leonardo Pereira; CARVALHO, Laísa Cristina. **Destino dos resíduos sólidos da construção civil no município de lambari-MG**, 2018.

BUDKE, Régis et al. **Resíduos de Construção Civil: Classificação, normas e reciclagem.** Encontro nacional de tratamento de minérios & metalurgia extrativa, engenharia de minas e meio ambiente, v. 24, 2011.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana, Gerenciamento e Planejamento do Uso de Água e Resíduos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB, 2005.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO - CBIC. **Dados do Setor de Construção Civil.** Disponível em: <http://cbicdados.com.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE – **CBIS XV**. Universidade de Goiás, Goiânia. 27 nov. 2016.

_____. **A Construção de um Novo País Agenda da Construção Civil 2016/2018**. Disponível em: <http://cbic.com.br>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

ELIAS, H. B. de Q. **Diagnóstico dos resíduos de construção e demolição para elaboração e implantação da gestão integrada no município de Patrocínio – MG**. Minhas Gerais, 2006. p. 100.

ESPINELLI, U. 2005. **A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras.** In: Seminário de Gestão e Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição – Avanços e Desafios. São Paulo, USP. 2005.

FERNANDEZ, José Luiz Borja et al**. Bacias de captação de resíduos sólidos: sustentabilidade na construção civil.** SEMOC - Semana de Mobilização Científica, 2019.

FERNANDES, E. F; MAFFESSONI, D. Situação da gestão de resíduos da construção civil: estudo de caso de capão da canoa, rio grande do sul. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 07-12, 2019.

FREITAS, E. N. G. de O. **O desperdício na construção civil: Caminhos para sua redução.** Rio de Janeiro: 1995, 120f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

FERREIRA J. ANJOS L. A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais.** *Cad Saude Publica* 2001; 17(3): 689-696.

FERRAZ, G. R. et al. **Estações de classificação e transbordo na cidade de São Paulo**. São Paulo, p. 75-86. 2001.

FORMOSO, C.T, CESARE C.M, LANTELME E.M, SOIBELMAN, L. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. **Revista Téchne**, **São Paulo**, v. 23, p.30-33, jul./ago., 1996. Disponível em: <https://www.petraagregados.com/artigos/perdas.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GUERRA, J. de S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações.** Dissertação (Mestrado). Universidade de Pernambuco. Recife, 2009. 105 p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - **IPARDES**. Caderno estatístico - Estado do Paraná. 2018. Disponível em: < http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=19&btOk=ok>. Acesso em: 05 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Esgotamento sanitário adequado: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

_____. **ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS:** IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

_____. **URBANIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS**: IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

_____. **Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

_____. **Área territorial brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

_____. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**, Rio de Janeiro, v. 28, p 1-4, 2018.

_____. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais,** estimativas da população residente com data de referência 1° de julho de 2019 <http://www.ibge.gov.br>, acesso 14/10/2019.

JOHN, VM. & ZORDAN, SE. 2001. **Research & development methodology for recycling residues as building materials.** Waste Management, 21, p. 213-219.

KASSAI, Y. 1998. **Barriers to the reuse of construction by-products and the use of recycled aggregate in concrete in Japan.** Use of recycled aggregate. Dhir, Henderson & Limbachiya eds. Tomas Telford, p.433-444.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental. Dados eletrônicos.** Porto Alegre: Edipucrs, 163 p. 2009.

KLEIN, F. B; DIAS, S. L. F. G. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 40, 2017.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para a utilização com agregados para argamassas e concretos.** São Paulo, 1997. 147p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** 2001.

LIMA, L. R. S.; PEREIRA, B. F. **Sustentabilidade na construção civil– análise e proposta de solução para a produção de entulho classe a (caliça) na região metropolitana de Belém**. Belém/PA, 2013.

MATOS, G. & Wagner, L. 1999. **Consumption of Materials in United States 1900-1995.** US Geological Service 9p.

MIRANDA, Leonardo Fagundes Rosemback; ANGULO, Sérgio Cirelli; CARELI, Élcio Duduchi. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído**, v. 9, n. 1, p. 57-71, 2009.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Oficina de Textos, 2014.

_____. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. Oficina de Textos, 2016.

NETO, J. da C.M. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. São Paulo: RiMA, 2005. 162 p.

NOVAES, M. V.; MOURÃO, C. A. M. **A. Manual de gestão ambiental de resíduos sólidos na construção civil.** Cooperativa de Construção Civil do Estado do Ceará, Fortaleza, 2008. 100 p.

PINTO, T. P. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana.** São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios.** Brasília: Caixa, 2005. v. 1, 196 p.

RAMOS, A. C. O crescimento populacional no litoral norte do Rio Grande do Sul e o desenvolvimento regional: território e enfoque convencional. **Revista gestão premium**, v. 5, n. 1, p. 124-142, 2017.

STROHAECKER, Tânia Marques. Trajetória do planejamento territorial no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 27, p. 68-93, 2016.

SORMUNEN, P.; KÄRKI, T. Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. **Journal of Building Engineering**, p. 100742, 2019.

SCHUSTER, B. S.; JUNIOR, L. R. T. Práticas aplicadas no canteiro de obras que contribuem para a gestão sustentável dos resíduos da construção civil. **R. gest. sust. ambient**., Florianópolis, v. 9, n. esp, p. 781-799, fev. 2020.

WILSON, James. Recycling of construction and demolition waste: the dutch experience. **Quarry Management**, v. 23, n. 12, 1996.

TAVARES, Liliana de Paula Martins et al. **Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos da construção civil em Ituiutaba, MG.** 2007.

TERCEIRO, Abraão Martins. Conhecendo a pesca artesanal em Tramandaí e Imbé–RS: Distribuição espacial e desafios. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 341-351, 2017.

TRAMANDAÍ, Prefeitura Municipal de Tramandaí. **Aspectos Geográficos**. Disponível em <http://tramandai.rs.gov.br>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

VARGAS, Carolline et al**. Análise da gestão de resíduos da construção civil no estado do Paraná e município de Cascavel-PR.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais. Toledo/PR, 2018.

ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil. São Paulo.** Ficha Técnica. São Paulo: PCC/EPUSP, 10 p. 2000.