

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL - GUARAPUAVA
ENGENHARIA CIVIL**

FLÁVIA RIVOLLI DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E SUBSÍDIOS PARA O
GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
GUARAPUAVA-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA

2019

FLÁVIA RIVOLLI DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL E SUBSÍDIOS PARA O
GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
GUARAPUAVA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Joice C. Kuritza
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Marcela Maier Farias

GUARAPUAVA

2019

ATA DA DEFESA

Realizou-se no dia **04**, de **dezembro** de 2019, às **15 h 30 min**, no Campus Guarapuava da UTFPR, a defesa Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para aprovação da aluna **Flávia Rívoli da Silva**, na disciplina de TCC2 do Curso de Engenharia Civil intitulado: **Diagnóstico da Situação Atual e Subsídios para o Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil em Guarapuava-PR.**

A Banca foi composta pelo Presidente:

Joice Cristini Kuritza (Orientador), e pelos seguintes membros:

Marcela Maier Farias (Co-orientador)

Mariane Kempka

Marly Terezinha Quadri Simões da Silva

Guarapuava, 04 de dezembro de 2019

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edinelson e Ilaice, por todo amor e apoio incondicional despendidos a mim, e que mesmo estando tão longe, estiveram presentes em todos os momentos importantes da minha vida.

Ao meu irmão Adriano, pelo incentivo em todos os anos da graduação.

A minha orientadora prof. Joice C. Kuritza, por todo empenho e paciência dedicados a elaboração deste trabalho.

A minha coorientadora Prof. Marcela M. Farias, a qual foi essencial para realização dos ensaios laboratoriais presentes neste trabalho.

A todos os amigos da UTFPR-GP, que dentro e fora da universidade me proporcionaram dias mais alegres durante a graduação.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

SILVA, Flávia R. **Diagnóstico da situação atual e subsídios para o gerenciamento dos resíduos de construção civil em Guarapuava-PR.** 2019. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2019.

A construção civil é um setor importante para economia do país, movimentando milhões de reais e gerando muitos empregos na área. Em contrapartida, é o setor responsável pela produção de uma grande quantidade de resíduos, devido ao desperdício de materiais no canteiro de obras e processos de demolição. O gerenciamento dos resíduos de construção civil deve contemplar ações de redução, reutilização, reciclagem e descarte correto de tais. A disposição em locais irregulares de resíduos de construção civil pode causar diversos impactos ambientais como: assoreamento de rios e lagos, contaminação do lençol freático, problemas de drenagem urbana e proliferação de vetores de doenças. O objetivo do trabalho consistiu em analisar os procedimentos de coleta, transporte e destinação correta de resíduos de construção civil no município de Guarapuava-PR, além de propor alternativas para reutilização e reciclagem dos mesmos. Através de levantamento de dados junto aos órgãos responsáveis, e visitas à usina de reciclagem de RCC de Guarapuava-PR, foi possível quantificar e qualificar os resíduos gerados no município. Os resíduos que chegam até a usina de reciclagem, após passarem por processos de segregação e beneficiamento, foram transformados em agregados reciclados, cuja caracterização neste trabalho ocorreu em por meio de ensaios laboratoriais realizados de acordo com algumas Normas Regulamentadoras Brasileiras. A situação dos resíduos de construção civil, em âmbito municipal, apresentou-se por meio da geração, coleta, transporte, área de triagem e destinação final, que incluem as possibilidades de reutilização e reciclagem, além da disposição irregular dos resíduos que ocorrem no município.

Palavras-chave: Resíduo de Construção Civil. Agregado Reciclado. Reutilização. Reciclagem.

ABSTRACT

SILVA, Flávia R. **Diagnosis of the current situation and subsidies for the management of construction waste in Guarapuava-PR.** 2019. 70 p. Work of Conclusion Course in Civil Engineering - Federal Technology University - Paraná. Guarapuava, 2019.

Civil construction is an important sector for the country's economy, moving millions of Brazilian reais and generating many jobs in the area. However, it's the sector responsible for the production of a large amount of waste, due to waste of materials in constructions site and demolition processes. The management of construction waste should include actions for reduction, reuse, recycling and proper disposal of such. Disposing of construction waste in irregular locations can cause various environmental impacts such as: siltation of rivers and lakes, groundwater contamination, urban drainage problems and proliferation of disease vectors. The objective of this work was to analyse the procedures for the collection, transportation and correct disposal of construction waste in the city of Guarapuava-PR, as well as to propose alternatives for their reuse and recycling. Through data collection from the responsible agencies, and visits to the construction waste recycling plant of Guarapuava-PR, it was possible to quantify and qualify the waste generated in the county. The waste that reaches the recycling plant, after undergoing segregation and beneficiation processes, it's transformed into recycled aggregates, whose characterization in this work occurred in laboratory tests performed in accordance with some Brazilian Regulatory Standards. The situation of civil construction waste, in municipal scope, happened through generation, collection, transportation, sorting area and final disposal, which include the possibilities of reuse and recycling, in addition to the irregular disposal of waste that occurs in the county.

Keywords: Construction Waste. Recycled Aggregate. Reuse Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplificação das classes de RCC.....	18
Figura 2 - Artefatos de cimento comercializados pela FAC.....	30
Figura 3 - Agregados reciclados na estufa.....	34
Figura 4 - Agitador de peneiras eletromecânico modelo G.....	34
Figura 5 - Separação dos agregados por grupo.....	36
Figura 6 - Amostras dos agregados graúdos para ensaio.....	37
Figura 7 - Dimensões do agregado.....	37
Figura 8 - Municípios Limítrofes a Guarapuava.....	38
Figura 9 - Município de Guarapuava.....	39
Figura 10 - Bairro planejado Cidade dos Lagos.....	40
Figura 11 - Dados sobre construções no município.....	41
Figura 12 - Geração estimada de RCC em cidades do Paraná.....	43
Figura 13 - Área de depósito de entulho autorizado pela prefeitura.....	44
Figura 14 - Degradação do local ao longo dos anos.....	45
Figura 15 - Local das empresas licenciadas e da usina de reciclagem.....	46
Figura 16 - Usina de Reciclagem de Guarapuava-PR.....	47
Figura 17 - Disposição dos resíduos na usina.....	48
Figura 18 - Central de triagem da usina.....	49
Figura 19 - Triturador e separador de agregados.....	49
Figura 20 - Tipos de agregados reciclados.....	50
Figura 21 - Resíduos de madeira empilhados.....	50
Figura 22 - Triturador dos resíduos de madeira.....	51
Figura 23 - Porcentagens de cada grupo para o rachão e brita.....	53
Figura 24 - Somatória de percentuais do grupo 1 e 2.....	54
Figura 25 - Comparativo entre os preços dos agregados.....	57
Figura 26 - Bloco para pavimentação (paver).....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dispositivos e acessórios de acondicionamento em obras	23
Quadro 2 - Acondicionamento inicial de resíduos nas obras	24
Quadro 3 - Equipamentos adequados para transporte de RCC.....	25
Quadro 4 - Cuidados e procedimentos para reutilização de RCC nas obras	27
Quadro 5 - Cuidados e vantagens em reutilizar RCC no canteiro de obras.....	27
Quadro 6 - Uso de agregado reciclado na construção civil	29
Quadro 7 - Resíduos de construção civil e seus métodos de reciclagem	30
Quadro 8 - Grupos de acordo com os fragmentos do agregado	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração de RCC estimada	42
Tabela 2 - Quantidade de RCC recebido pela usina de reciclagem.....	48
Tabela 3 - Resultado do peneiramento realizado pelo agitador mecânico.....	52
Tabela 4 - Resultado do módulo de finura e dimensão máxima do agregado	52
Tabela 5 - Limites da composição granulométrica do agregado graúdo	53
Tabela 6 - Resultado do índice de forma dos RCC	55
Tabela 7 - Forma dos grãos dos agregados graúdos.....	55
Tabela 8 - Determinação da forma dos grãos dos agregados.....	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira Para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ARC – Agregado de Resíduo de Concreto

ARM – Agregado de Resíduo Misto

CEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DEAPRO – Departamento de Aprovação de Projetos

FAC – Fábrica de Artefatos de Cimento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira

PERS/PR – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PIB – Produto Interno Bruto

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PMGRCC – Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil

PROHAB – Progresso e Habitação de São Carlos

RCC – Resíduos de Construção Civil

RSU – Resíduo Sólido Urbano

SEMAG – Secretaria Municipal do Meio Ambiente

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SMOSP – Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos

SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil

SURG – Companhia de Serviços de Urbanização

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo Principal	14
1.2.2 Objetivos Secundários	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.2.1 Aspectos Legais.....	19
2.2.2 Aspectos Normativos	20
2.2.3 Gerenciamento de RCC.....	21
2.2.3.1 Segregação e acondicionamento na obra.....	23
2.2.3.2 Coleta e transporte.....	24
2.2.3.3 Reutilização	26
2.2.3.3.1 Reutilização da própria obra	26
2.2.3.3.2 Reutilização fora do canteiro de obras.....	28
2.2.3.4 Reciclagem	29
2.2.3.5 Destinação final.....	31
2.2.4 Gestão de RCC em Outros Países	32
3 METODOLOGIA	33
3.1 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS GRAÚDOS	33
3.2 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS GRAÚDOS POR ANÁLISE VISUAL.....	35
3.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FORMA DE AGREGADOS GRAÚDOS PELO MÉTODO DO PAQUÍMETRO	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1 SITUAÇÃO DOS RCC EM GUARAPUAVA-PR	38
4.1.1 Apresentação do Município	38
4.1.2 Geração de RCC	40
4.1.3 Coleta e Transporte de RCC.....	43
4.1.4 Área de Triagem de RCC	46
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RCC	51
4.2.1 Resultados Obtidos Para os Ensaios Laboratoriais	51
4.2.2 Destinação Final de RCC	56
4.2.2.1 Reutilização	56
4.2.2.2 Reciclagem	57
4.2.2.3 Irregularidades	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, inserida no setor da indústria, têm uma grande participação na economia do país, sendo responsável por 4,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do ano de 2018, e movimentou cerca de 260 milhões de reais além de ter empregado oito milhões de pessoas, o que equivale a 8% da população empregada do país naquele ano (IBGE, 2019).

Apesar de sua importância para o desenvolvimento econômico do país, a construção civil é uma atividade causadora de grandes impactos ambientais, pois extrai boa parte de sua matéria-prima de reservas naturais, além de ser responsável por grande quantidade dos resíduos sólidos descartados diariamente (CBSC, 2014).

Segundo a Norma Brasileira de Classificação de Resíduos Sólidos, NBR 10004 de 2004, resíduos sólidos são materiais remanescentes derivados de atividades de origem industrial, doméstica, comercial, agrícola, entre outras, cuja existência é inútil ou indesejada para seus geradores. Quanto a sua classificação, os resíduos sólidos podem ser perigosos ou não perigosos, e dentre esses, inertes ou não inertes, cujas classes relacionam-se a características físicas, composição química, e ao processo de origem dos resíduos (ABNT, 2004).

Dentre os resíduos sólidos, há os resíduos de construção civil (RCC) caracterizados como sobras de materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras representados por: blocos cerâmicos, concreto em geral, tintas, madeiras, argamassa, gesso, vidros, plásticos, entre outros, ao qual são popularmente chamados de entulho de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2010).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2017 os municípios brasileiros coletaram cerca de 120.000 toneladas por dia de resíduos provenientes de construções e demolições, o que representa aproximadamente 63% de todo resíduo sólido urbano (RSU) coletado naquele ano (ABRELPE, 2017).

O manejo e descarte inadequados destes resíduos podem causar riscos e danos à sociedade e ao meio ambiente. O depósito de entulho em áreas irregulares, além de comprometer a paisagem local, também pode ser responsável pela proliferação de vetores de doenças como leptospirose, dengue, entre outras, gerando grandes impactos sociais. Quando manuseados de maneira descuidada, os entulhos

podem ocupar as vias urbanas, dificultando a drenagem urbana, acarretando inundações, poluição e obstrução do tráfego de pedestres e veículos (SINDUSCON, 2015).

Para Lima e Lima (2012) mais da metade dos resíduos gerados em grandes obras são provenientes de desperdício de materiais nos canteiros, onde 90% destes resíduos poderiam ser reciclados ou reaproveitados, ao invés de serem descartados como entulho.

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON) aponta algumas dentre as diversas possibilidades de reutilização e reciclagem de entulho:

- Utilização em obras de pavimentação: os resíduos com componentes minerais (sobras de tijolos, concreto, argamassa, areia, pedras, cerâmicos, etc.) ou uma mistura deles, podem ser utilizados como camadas de reforço de subleito, sub-base ou base;
- Utilização como agregado para concreto: todo entulho com componentes minerais, sem a necessidade de separação, após processado por usinas de reciclagem, pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural;
- Utilização como agregado para argamassa: o entulho após ser moído pode ser utilizado no próprio local gerador como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

As vantagens econômicas, sociais e ambientais em reciclar e reutilizar os RCC em novas obras incluem: economia de matéria-prima ao substituí-la por materiais reciclados; diminuição da poluição gerada por depósito irregular de resíduos e preservação ambiental em consequência a diminuição de extração em reservas ambientais (ABRECON, 2019).

As práticas que podem ser empregadas a fim de minimizar a poluição e os impactos dos resíduos de construção civil no meio ambiente, abordam os conceitos de redução, reutilização, reciclagem e descarte correto de tais resíduos. O conjunto destas ações, junto ao planejamento e procedimentos necessários, constituem o Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (CONAMA, 2002).

É de responsabilidade dos municípios a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), ao passo que, cabe aos grandes geradores a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos

da Construção Civil (PGRCC), de modo a instaurar os procedimentos necessários para a manipulação e destinação correta dos resíduos gerados em cada obra (CONAMA, 2002).

Em Guarapuava-PR, a coleta e o transporte até a usina de reciclagem de RCC existente no município, ocorre por meio de empresas licenciadas pelos órgãos municipais competentes. Entretanto, o município não possui em PMGRCC para estabelecer as exigências quanto ao armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos para pequenos geradores, e a obrigatoriedade da elaboração do PGRCC para os grandes geradores, justificando assim o presente estudo em diagnosticar a situação dos RCC e propor subsídios para a gestão dos resíduos em âmbito municipal.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Esta pesquisa delimitou-se a diagnosticar qual a situação atual e fornecer subsídios para o gerenciamento dos resíduos de construção civil no município de Guarapuava-PR, de forma a analisar as condições de coleta, transporte e destinação final, bem como propor alternativas para reutilização e reciclagem destes resíduos.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e serão apresentados nos próximos itens.

1.2.1 Objetivo Principal

Diagnosticar a situação atual em relação ao descarte de resíduos de construção civil em âmbito municipal.

1.2.2 Objetivos Secundários

Investigar os impactos sociais, econômicos e ambientais em âmbito municipal, ocasionados pelo depósito de resíduos da construção civil em locais inadequados.

Estudar soluções para reutilização, reciclagem e destinação final dos resíduos de construção civil que chegam às centrais de triagem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Pode-se definir os resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004).

De acordo com a Lei n.12.305, de 2010, os rejeitos também são considerados resíduos sólidos que, após terem extinguido todas as possibilidades de tratamento e/ou recuperação, devem ter sua disposição final da maneira ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

A periculosidade de um resíduo refere-se a suas características físicas, químicas ou infectocontagiosas, as quais podem acarretar riscos à saúde e ao meio ambiente quando não há o correto gerenciamento. A NBR 10004, classifica os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade como:

- a) Classe I – Perigosos: resíduos com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ABNT, 2004);
- b) Classe II – Não perigosos: resíduos não enquadrados na classe anterior, divididos em:
 - i. Classe IIA – Não inertes: resíduos que podem apresentar características de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e que não se enquadram como Classe I ou Classe II B da norma (ABNT, 2004),
 - ii. Classe IIB – Inertes: resíduos que em contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não sofram solubilidade de acordo com os padrões de potabilidade da água (ABNT, 2004).

Outra classificação aplicada aos resíduos sólidos ocorre envolvendo a identificação dos processos e/ou atividades responsáveis pela sua geração. A Lei n.12.305, de 2010, classifica os resíduos sólidos quanto a sua origem como:

- a) “resíduos domiciliares: originários de atividades domésticas em residências urbanas;

- b)** resíduos de limpeza urbana: originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c)** resíduos sólidos urbanos: consiste em resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana;
- d)** resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, exceto resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes;
- e)** resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, exceto resíduos sólidos urbanos;
- f)** resíduos industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g)** resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil (SNVS);
- h)** resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i)** resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j)** resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k)** resíduos de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios” (BRASIL, 2010).

Dentre os resíduos sólidos citados, os resíduos de construção civil são o foco do trabalho, sendo definidos e exemplificados mais profundamente nos itens a seguir de acordo com as resoluções, leis e normas a estes aplicados.

2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307 de 2002, posteriormente alterada pelas resoluções nº 348 de 2004, nº 431 de 2011, nº 448 de 2012 e nº 469 de 2015, define os resíduos da construção civil (RCC) como sobras de materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras, representados por: blocos cerâmicos, concreto em geral, tintas, madeiras, argamassa, gesso, vidros, plásticos, entre outros, popularmente chamados de entulho de obras, calça ou metralha (BRASIL, 2002).

A classificação dos resíduos da construção civil pelo CONAMA, após todas as alterações na resolução, é definida desta forma:

- I. Classe A** — são resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados: solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos (tijolos, blocos,

telhas, placas de revestimento etc.), argamassa, concreto e peças pré-moldadas em concreto;

II. Classe B — são resíduos recicláveis para outras destinações: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III. Classe C — são 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: 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).

A Figura 1 apresenta exemplos dos materiais que compõem cada classe segundo a resolução nº 307 do CONAMA.

Figura 1 - Exemplificação das classes de RCC



Fonte: Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais (2019)

Segundo o SindusCon-SP (2005), a inexistência de políticas públicas para disciplinar a correta destinação final dos resíduos nas cidades, juntamente com a falta de comprometimento dos geradores na coleta e transporte dos RCC, provocam impactos ambientais tais como:

- degradação das áreas de manancial e proteção permanente;
- proliferação de agentes transmissores de doenças;
- assoreamento de rios e córregos;
- obstrução dos sistemas de drenagem;
- depósito de resíduos em vias e logradouros públicos prejudicando à circulação de pedestres e veículos;

- degradação da paisagem urbana;
- acúmulo de resíduos cuja periculosidade pode gerar risco às pessoas.

2.2.1 Aspectos Legais

No âmbito federal, a legislação conta com a Política Nacional de Resíduos Sólidos sancionada pela Lei n.12.305, de 02 de agosto de 2010:

Art. 4º. A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Ainda de acordo com a Lei nº 12.305/10, os princípios a serem seguidos para gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos seguem a prioridade de: não gerar; reduzir; reutilizar; reciclar; tratar os resíduos sólidos e dispô-los em locais ambientalmente adequados (BRASIL, 2010).

Sob a perspectiva estadual, o estado do Paraná dispõe da Lei Estadual nº 7.978, de 30 de novembro de 1984 a qual institui o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA), cujo objetivo é formular a política estadual do meio ambiente, propondo e estabelecendo as diretrizes e medidas necessárias à proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, de modo a assegurar o desenvolvimento sustentável (PARANÁ, 1984).

Também em âmbito estadual, tem-se a Lei nº 19.261, de 07 de dezembro de 2017, que regulamenta o Programa Estadual de Resíduos Sólidos - Paraná Resíduos, cujos princípios e diretrizes seguem a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e objetiva apoiar a gestão integrada dos resíduos sólidos nos municípios paranaenses (PARANÁ, 2017).

Dentre as leis municipais, existe a Lei nº 1265, de 03 de outubro de 2003, a que institui a normatização para o transporte de resíduos de construção civil no município de Guarapuava-PR. Esta lei regulamenta o cadastro de alvarás necessários às empresas transportadoras, instruções para disposição de caçambas em vias

públicas, especificações dos equipamentos autorizados para transporte, bem como quais as punições cabíveis quanto ao descumprimento da lei (GUARAPUAVA, 2003).

Além da Lei nº 1265, o município possui a Lei Complementar nº 66, de 21 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o código de obras do município. Esta lei estabelece que edificações com área acima de 3.000 m² devem apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil para ser aprovado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (GUARAPUAVA, 2016).

2.2.2 Aspectos Normativos

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT possui uma série de normas relacionadas aos resíduos de construção civil, as quais podem auxiliar no manejo, segregação, transporte, reutilização e reciclagem dos resíduos.

A NBR 15112:2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ABNT, 2004).

A NBR 15113:2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil Classe A e de resíduos inertes; visa a reservação de materiais de forma segregada, possibilitando o uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais com vistas à futura utilização da área; visa também a proteção das coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas (ABNT, 2004).

A NBR 15114:2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de área de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil Classe A; aplica-se na reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas (ABNT, 2004).

A NBR 15115:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos: Estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação (ABNT, 2004).

A NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos: Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil que se destinam a obras de pavimentação viária e a preparo de concreto sem função estrutural (ABNT, 2004).

2.2.3 Gerenciamento de RCC

O objetivo prioritário dos geradores consiste na não geração de resíduos, secundariamente, objetivam a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, bem como sua disposição final adequada (CONAMA, 2012).

O correto gerenciamento dos resíduos de construção civil engloba planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos a serem desenvolvidos para implementação das ações necessárias à execução das etapas previstas nos programas e planos elaborados (CONAMA, 2002).

Pela definição do CONAMA (2002) “os geradores são pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução”.

Conforme CONAMA (2002), fica a encargo dos municípios a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, ao passo que, cabe aos grandes geradores a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de modo a estabelecer os procedimentos necessários para a manipulação e destinação correta dos resíduos.

Para Lima e Lima (2012), o Plano Integrado de Gerenciamento de RCC é responsável pelo gerenciamento dos resíduos de pequenos geradores, através do Plano Municipal de Gestão de RCC; bem como regularizar e fiscalizar os grandes geradores que devem implementar o Plano de Gerenciamento de RCC.

De acordo com o CONAMA (2012), deve constar no Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC):

- 1)** As diretrizes técnicas e procedimentos que devem ser adotados pelos pequenos geradores e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;
- 2)** Cadastramento das áreas públicas ou privadas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes para destinação posterior às áreas de beneficiamento;
- 3)** Processos de licenciamento para áreas de beneficiamento e reservação de resíduos, como também disposição final de rejeitos;
- 4)** Proibição de disposição de resíduos de construção civil em locais não licenciados;
- 5)** Incentivo para reutilização ou reciclagem de resíduos, de modo a garantir sua reinserção no ciclo produtivo;
- 6)** Ações de orientação, fiscalização e controle para os agentes envolvidos;
- 7)** Ações educativas visando redução na geração de resíduos e possibilitando sua segregação.

Conforme CONAMA (2012), os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) deverão contemplar as seguintes etapas:

- a)** Caracterização: etapa em que o gerador deve identificar e quantificar os resíduos;
- b)** Triagem: deve ser realizada preferencialmente pelo gerador na origem, ou em áreas de destinação licenciadas, respeitando as classes dos resíduos;
- c)** Acondicionamento: cabe ao gerador o confinamento dos resíduos após sua geração até a etapa de transporte, preservando suas condições de reutilização e reciclagem;
- d)** Transporte: deve ser realizado de acordo com as normas técnicas para transporte de resíduos;
- e)** Destinação: deve ser previsto de acordo com a Resolução CONAMA.

2.2.3.1 Segregação e acondicionamento na obra

Os dispositivos e acessórios que podem ser utilizados para o acondicionamento inicial de resíduos nos canteiros de obras, de acordo com sua capacidade volumétrica, podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1 - Dispositivos e acessórios de acondicionamento em obras

Dispositivos	Descrição	Acessórios utilizados
Bombonas	Recipiente plástico, com capacidade para 50 litros. Deve ser lavado e extraído sua parte superior para ser utilizado como dispositivo para coleta.	Sacos de rafia; sacos de lixo simples (para coleta pública); adesivos de sinalização.
Bags	Saco de rafia reforçado, com 4 alças e capacidade de 1 m ³ de armazenamento.	Suporte de madeira ou metálico; plaquetas para fixação de adesivos de sinalização; adesivos de sinalização.
Baias	Geralmente construída em madeira, com dimensões diversas, adapta-se às necessidades de armazenamento e ao espaço disponível em obra.	Adesivos de sinalização; plaquetas para fixação de adesivos de sinalização (em alguns casos).
Caçambas estacionárias	Recipiente metálico com capacidade volumétrica de 3, 4 e 5 m ³	Recomendável o uso de dispositivo de cobertura quando disposta em via pública.

Fonte: Sinduscon (2005)

As instruções de acondicionamento inicial que devem ser executadas no canteiro de obras, em conjunto com os dispositivos apropriados para cada tipo de resíduo estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Acondicionamento inicial de resíduos nas obras

Tipo de resíduo	Acondicionamento inicial
Blocos de concreto, blocos e outros componentes cerâmicos, argamassas, concretos, tijolos e assemelhados.	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração, nos respectivos pavimentos.
Madeira	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia (peças pequenas) ou em pilhas formadas próximas as bombonas e dos dispositivos para transporte vertical.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações, etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia.
Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos) e papéis (escritório)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia para pequenos volumes. Para grandes volumes utilizar bags ou fardos.
Metal (ferro, aço, fiação, arame, etc.)	Em bombonas sinalizadas e revestidas internamente por saco de ráfia ou em fardos.
Serragem	Em sacos de ráfia próximos aos locais de geração.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Em pilhas formadas próximas aos locais de geração dos resíduos, nos respectivos pavimentos
Solos	Eventualmente em pilhas e, preferencialmente, para imediata remoção (carregamento dos caminhões ou caçambas estacionárias logo após a remoção dos resíduos de seu local de origem).
Telas de fachada e proteção	Recolher após o uso e dispor em local adequado.
EPS (poliestireno expandido)	Quando em pequenos pedaços, colocar em sacos de ráfia. Em placas, formar fardos.
Resíduos perigosos (pincéis, trinchas, panos, trapos, estopas, etc.)	Manuseio com cuidados observados pelo fabricante do insumo. Imediato transporte para local de acondicionamento final.
Restos de uniforme, botas, panos e trapos sem contaminação por produtos químicos.	Disposição nos bags para outros resíduos.

Fonte: Sinduscon (2005)

Segundo CONAMA (2002) é de responsabilidade do gerador o acondicionamento dos resíduos após a geração até o seu transporte, assegurando suas condições de reutilização e reciclagem.

2.2.3.2 Coleta e transporte

Para realização do transporte interno dos RCC pode-se utilizar de meios convencionais e disponíveis na obra como: para transporte horizontal (carrinhos,

gíricas e transporte manual) ou transporte vertical (elevador de carga, grua, condutor de entulho) (SINDUSCON, 2005).

A coleta dos resíduos de modo a promover sua remoção do canteiro de obras deve ser realizada conciliando alguns fatores como: compatibilização com a forma de acondicionamento final na obra, minimização dos custos, possibilidade de valorização dos resíduos e utilização de equipamentos adequados de acordo com os padrões definidos pela legislação (SINDUSCON, 2005).

Para que haja o correto transporte, primeiramente deve-se identificar qual a classe do resíduo a ser transportado, a fim de definir qual a forma de transporte e acondicionamento da carga (SINDUSCON, 2005).

O Quadro 3 apresenta os tipos de veículos e equipamentos adequados para transportar cada tipo de RCC.

Quadro 3 - Equipamentos adequados para transporte de RCC

Veículos e equipamentos	Tipo de resíduo a ser transportado
Caminhão com equipamento poli guindaste ou caminhão com caçamba basculante, coberto com lona	Blocos de concreto, blocos e outros componentes cerâmicos, argamassas, concreto, tijolos e assemelhados, gesso (revestimento, placas acartonadas e artefatos), telas de fachada e de proteção, solo.
Caminhão com equipamento poli guindaste, caminhão com caçamba basculante ou caminhão com carroceria de madeira, coberto com lona	Madeira
Caminhão, caminhonete ou outro veículo de carga (desde que os bags sejam retirados fechados para impedir mistura com outros resíduos e dispersão durante o transporte)	Papelão (sacos e caixas de embalagens dos insumos utilizados durante a obra) e papel, serragem e EPS
Caminhão preferencialmente equipado com guindaste para elevação de cargas pesadas ou outro veículo de carga	Metal
Caminhões ou outros veículos de carga cobertos	Material, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (pincéis, panos, estopas, etc.)

Fonte: Sinduscon (2005)

O transporte de resíduos perigosos só deve ser realizado por empresas especializadas neste tipo de material, sendo necessário para sua manipulação o uso de equipamentos de proteção individuais e coletivos (NAGALLI, 2014).

2.2.3.3 Reutilização

A reutilização de um resíduo de construção civil consiste em um processo de reaplicação deste resíduo sem que ocorra a transformação do mesmo (CONAMA, 2002).

Entretanto, alguns resíduos requerem um tratamento prévio para que possam ser reutilizados, podendo ocorrer na própria obra, como é o caso da segregação dos materiais; ou sendo encaminhado para outro local para que haja o beneficiamento do resíduo (NAGALLI, 2014).

Beneficiar um resíduo consiste em submetê-lo a operações e/ou processos, cujo objetivo é oferecer condições que permitam que o resíduo seja reutilizado como matéria-prima ou produto (CONAMA, 2002).

A segregação dos resíduos deve ocorrer em seu local de origem, sendo este processo fundamental para evitar a contaminação por qualquer tipo de impureza, podendo ocasionar a inviabilidade da reutilização. Em seguida, os resíduos devem ser acondicionados corretamente em depósitos distintos, para que possam ser reutilizados futuramente dentro do canteiro de obras ou fora dele (LIMA; LIMA, 2012).

2.2.3.3.1 *Reutilização da própria obra*

A organização no canteiro de obras é um fator determinante para evitar desperdícios de materiais e promover a reutilização de materiais excedentes no canteiro de obras. Neste aspecto, planejar a disposição dos resíduos na fase de projeto do canteiro; e realizar limpezas frequentes na obra, conforme a geração dos resíduos, são processos que ajudam a preservar a organização (SINDUSCON, 2005).

Um dos primeiros passos para organizar um canteiro de obras é a reserva de resíduos. Segundo a NBR 15112:2004, “reservação de resíduos é o processo de disposição segregada de resíduos triados para reutilização ou reciclagem futura.”

Deste modo, a correta separação e acondicionamento dos resíduos no canteiro, possibilita a reutilização dos resíduos na própria obra, o que promove a economia na compra de novos materiais e reduz os custos de coleta e remoção dos mesmos (SINDUSCON, 2005).

Porém, devem ser adotados alguns cuidados com os resíduos para que ocorra a correta segregação e acondicionamento, bem como identificar sua viabilidade econômica de reutilização no próprio canteiro de obras, conforme exemplificado no Quadro 4.

Quadro 4 - Cuidados e procedimentos para reutilização de RCC nas obras

Resíduo	Cuidados requeridos	Procedimento
Painéis de madeira provenientes da desforma de lajes, pontaletes, sarrafos, etc.	Retirada das peças, mantendo-as separadas dos resíduos inaproveitáveis.	Manter as peças empilhadas, organizadas e disponíveis o mais próximo possível dos locais de aproveitamento, ou formar estoque sinalizado nos pavimentos inferiores (térreo ou subsolos).
Blocos de concreto e cerâmicos parcialmente danificados	Segregação imediatamente após a sua geração, para evitar descarte.	Formar pilhas que podem ser deslocadas para utilização em outras frentes de trabalho.
Solo	Identificar eventual necessidade do aproveitamento na própria obra para reaterros.	Planejar execução da obra compatibilizando fluxo de geração e possibilidades de estocagem e reutilização.

Fonte: Sinduscon (2005)

De maneira análoga, Nagalli (2014) sugere algumas possibilidades para reaproveitar determinados tipos de resíduos no próprio canteiro de obras, além de suas principais vantagens, de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 - Cuidados e vantagens em reutilizar RCC no canteiro de obras

Resíduo	Cuidados requeridos	Vantagens
Solo	Projeto de engenharia prevendo o reaproveitamento do volume de corte na obra	Redução de custos de compra ou descarte de solo
Restos de concreto, alvenaria e argamassa	Colocar tábuas de madeira no chão rente a parede para coletar argamassa excedente	Evita desperdícios; auxilia na limpeza da obra; reduz custos
Restos de madeira	Retirar pregos e pinos metálicos	Permite a reutilização de tábuas, sarrafos e escoras
Metais	Segregação e acondicionamento adequados	Permite o reaproveitamento maximizado de tapumes, barras de aço, alumínio, cobre, etc.

Fonte: Adaptado de Nagalli (2014)

Nagalli (2014) ressalta ainda que a Resolução nº 448 do CONAMA não permite mais a reutilização de resíduos perigosos Classe D, como por exemplo: embalagens de tintas, solventes, óleos, etc.

2.2.3.3.2 Reutilização fora do canteiro de obras

A viabilidade econômica e ambiental para reutilização de resíduos na própria obra está associada diretamente a redução dos impactos ambientais; custos de transporte e disposição dos resíduos. O transporte de resíduos por grandes distâncias favorece a reutilização em canteiro, pois evita elevados custos e impactos ambientais. Entretanto, a reutilização de resíduos nos canteiros pode implicar em custos adicionais com gestão de materiais, treinamento da mão de obra e novos equipamentos (SINDUSCON, 2015).

Uma das principais soluções para a reutilização de resíduos Classe A, fora do canteiro de obras, é o encaminhamento para usinas de reciclagem. Após passar por um beneficiamento com técnicas de separação e trituração, os resíduos de construção civil se tornam agregados reciclados que podem ser empregados em diversos usos (SINDUSCON, 2015; NAGALLI; 2014).

Segundo a Resolução nº 307 de 2002 do CONAMA:

Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia” (CONAMA, 2002).

Pela NBR 15116:2004 os agregados reciclados são definidos de duas maneiras de acordo com a sua composição:

“Agregado de resíduo de concreto (ARC): é o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à Classe A, composto na sua fração graúda, de no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme o anexo A e atender aos requisitos das aplicações específicas.

Agregado de resíduo misto (ARM): é o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo de Classe A, composto na sua fração graúda, com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme o anexo A e atender aos requisitos das aplicações específicas” (ABNT, 2004).

O Quadro 6 apresenta alguns agregados reciclados e as suas principais utilizações na construção civil.

Quadro 6 - Uso de agregado reciclado na construção civil

Agregado reciclado	Diâmetro máximo	Utilização
Areia	4,8 mm	Argamassa de assentamento; contrapiso
Brita (1 ou 2)	39,0 mm	Concreto sem função estrutural; obras de drenagem
Bica Corrida	63,0 mm	Camadas de sub-base e base de pavimentação; regularização de vias não pavimentadas
Rachão	150,0 mm	Substituição de solo; terraplenagem; drenagem

Fonte: Adaptado de Nagalli (2014)

2.2.3.4 Reciclagem

De acordo com o CONAMA (2002), “reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação”. Para Nagalli (2014), a viabilidade técnica de reciclagem de um material está diretamente relacionada ao seu condicionamento, preservação e características físicas. Logo, para facilitar o processo de reciclagem, os resíduos devem ser identificados, classificados, reduzidos (volume ou forma física) e separados.

Segundo FIEB (2019), algumas dentre as principais vantagens do processo de reciclar os RCC, são:

- Preservação de recursos naturais e redução de impactos ambientais, estendendo a vida útil das reservas naturais;
- Redução das áreas de aterro em razão da redução de resíduos a serem depositados nestes locais;
- Geração de empregos devido ao surgimento de novas empresas para reciclagem.

O Quadro 7 apresenta os materiais mais utilizados na construção civil e as possibilidades de reciclagem para seus resíduos.

Quadro 7 - Resíduos de construção civil e seus métodos de reciclagem

Resíduo	Caracterização	Reciclagem
Poliestireno (isopor)	Material utilizado como isolante térmico e acústico; e como agregado para concretos leves	Deve ser encaminhado para recicladora onde é triturado, derretido, granulado e utilizado na fabricação de novos produtos
Gesso	Aplicado em forros, paredes (drywall); e como ligante ou regulador do tempo de pega do concreto	Não pode ser disposto em aterros devido a lixiviação do gesso que pode contaminar água e solo
Metal	Barras e vergalhões de aço, parafusos, latas, tiras metálicas	Comercializados como sucatas para ferros-velhos, são derretidos e transformados em novas peças
Madeira	Formas, caixaria, tapumes, ripas, caibros, revestimentos, etc.	Encaminhamento para ser triturado e utilizado como combustível (cavaco)
Solos	Oriundos de processos de escavação, terraplenagem ou fundações	Pode ser empregado na fabricação de tijolos tipo solo-cimento
Perigoso	Derivado de diversos tipos de materiais, como tintas, solventes, óleos, etc.	Destinação mais comum são aterros industriais e sistemas de coprocessamento em fornos de cimento (clínquer)

Fonte: Adaptado de Nagalli (2014)

Há também a possibilidade de utilizar os resíduos de construção civil como agregados e empregá-los como matéria prima para confecção de produtos e artefatos de cimento, reduzindo assim os custos de produção (PROHAB, 2019).

No município de São Carlos no estado de São Paulo, a Fábrica de Artefatos de Cimento da PROHAB (FAC) utilizando agregados reciclados produz: blocos estruturais e de vedação, canaletas, pisos intertravados (bloquetes), caixas de passagem, bancos e mesas para praças. A Figura 2 apresenta os produtos confeccionados e comercializados pela FAC.

Figura 2 - Artefatos de cimento comercializados pela FAC

Fonte: PROHAB (2019)

Em um único dia de trabalho, a FAC já produziu 8500 peças de pisos intertravados e 3500 blocos estruturais, o equivalente a 177 m² de piso e blocos suficientes para construir duas casas populares de aproximadamente 42 m² (SÃO CARLOS, 2019).

Para complementar a fabricação de artefatos confeccionados pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP) da Prefeitura de São Carlos, os artefatos produzidos pela FAC atendem as demandas de obras civis municipais, tais como construções de casas populares e pavimentação de loteamentos sociais (SÃO CARLOS, 2019).

Entretanto, FIEB (2019) alerta para as barreiras que o processo de reciclagem de RCC enfrenta no Brasil, dentre elas:

- Dificuldade de introduzir novas tecnologias na construção civil;
- Percepção incorreta de que um produto produzido a partir de resíduos possui qualidade inferior, quando comparado com um produto confeccionado de matérias primas virgens;
- Baixo custo dos agregados naturais;
- Falta de hábito de segregação de resíduos.

2.2.3.5 Destinação final

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 (2002) e posteriormente alterado pela Resolução CONAMA nº 448 (2012), os RCC após passarem pelo processo de triagem, devem ser destinados de acordo com a sua classe, da seguinte forma:

- i. Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros;
- 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 futura;
- iii. Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

- iv. Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

2.2.4 Gestão de RCC em Outros Países

A China, segunda maior economia do mundo, gera cerca 1,8 bilhões de toneladas por ano de resíduos de construção civil, onde a maior parte destes resíduos são descartados aleatoriamente e a taxa de reciclagem é inferior a 5%, de acordo com Chen Jialong, especialista em gerenciamento de resíduos de construção na Associação Chinesa da Indústria de Proteção Ambiental (XINHUA, 2018).

Como o manuseio inadequado dos resíduos de construção civil pode ocasionar a poluição do solo e de águas subterrâneas, representando uma ameaça à segurança e à saúde da população, muitos lugares do país já adotaram novos regulamentos e regras mais rígidas relacionadas ao descarte destes resíduos, de modo a garantir que estes sejam tratados e reutilizados adequadamente (XINHUA, 2018).

Em 2018, foram mais de 30 milhões de toneladas de resíduos de construção civil reciclados em Pequim, capital do país. Atualmente há 88 locais de reciclagem de resíduos de construção civil em operação na cidade, e estão em construção mais dez locais de reciclagem, com capacidade para reciclar mais de 5 milhões de toneladas de resíduos (CHINA HOJE, 2019).

Após serem triturados, filtrados e processados para se tornarem agregado reciclado, os resíduos de construção civil são empregados como matéria-prima para produzir tijolos, argamassa e concreto, que serão utilizados em construção de instalações públicas e outros projetos do governo (CHINA HOJE, 2019).

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada para alcançar os objetivos propostos refere-se a uma pesquisa exploratória, cuja abordagem de pesquisa utilizou-se de métodos qualitativos, para obter um panorama dos resíduos de construção civil (RCC) no município; e quantitativos, de modo a caracterizar numericamente as informações relevantes ao tema.

Em relação aos procedimentos técnicos para a coleta de dados, inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos, teses, dissertações, monografias, normas técnicas brasileiras e consultas às legislações no âmbito federal, estadual e municipal; de modo a conceitualizar os RCC e os procedimentos acerca do seu gerenciamento.

Os dados quantitativos do município de Guarapuava sobre geração, manuseio e descarte de resíduos de construção civil foram obtidos através de pesquisa de campo e levantamento de dados junto ao Departamento de Aprovação de Projetos (DEAPRO), e à Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMAG).

Foram efetuadas visitas à usina de reciclagem de RCC de Guarapuava, para coleta de informações quantitativas e registros fotográficos sobre os resíduos gerados no município que são encaminhados ao local, além da coleta de uma amostra dos agregados reciclados durante o mês de setembro, para posterior análise laboratorial.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Guarapuava, de modo a caracterizar os RCC de acordo com às normas técnicas brasileiras e serão descritas nos itens a seguir.

3.1 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS GRAÚDOS

De acordo com a NBR NM 248:2003 de Agregados - Determinação da composição granulométrica, foram utilizadas peneiras sucessivas, de série normal e intermediária, com aberturas de malha para o rachão: 75 mm, 50 mm, 37.5 mm, 31.5 mm e 25 mm; e para a brita reciclada: 25 mm, 19 mm, 12.5 mm e 9.5 mm.

Para realizar o ensaio, as amostras de agregados foram levadas à estufa, tal como na Figura 3, e posteriormente pesadas, sendo 5 kg de brita e 15 kg de rachão.

Figura 3 - Agregados reciclados na estufa



Fonte: Autoria própria (2019)

Após encaixar as peneiras necessárias no agitador de peneiras, uma por vez, as amostras foram agitadas por cerca dois minutos de modo a obter a separação dos agregados e o acúmulo em cada peneira.

A Figura 4 exemplifica o agitador de peneiras eletromecânico modelo “G” utilizado no ensaio, para uso com peneiras quadradas de 50x50x10cm, com capacidade para 8 peneiras mais tampa e fundo, além de possuir controlador de tempo e frequência de vibração.

Figura 4 - Agitador de peneiras eletromecânico modelo G



Fonte: Solotest (2019)

Posteriormente, os agregados retidos em cada peneira foram pesados em balança digital para obter sua massa, e calcular as porcentagens retidas nas peneiras, o módulo de finura do agregado e a dimensão máxima característica dos agregados.

3.2 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS GRAÚDOS POR ANÁLISE VISUAL

O anexo A da NBR 15116:2004 apresenta o ensaio relativo à “Determinação da composição dos agregados reciclados graúdos por análise visual”, de modo a obter a relação percentual entre as massas dos materiais minerais e não minerais, pelo critério visual, e a massa total do agregado.

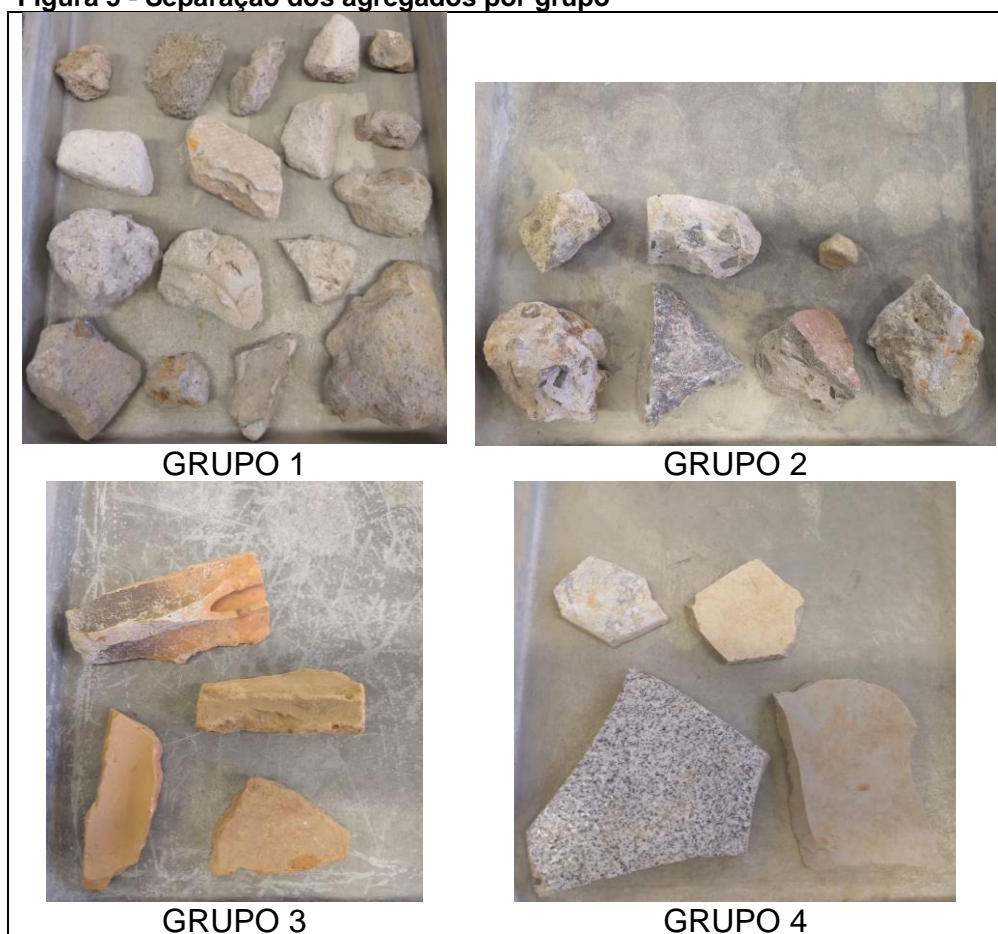
Para realização do ensaio, foi considerado uma amostra de agregados com peso de 4 kg de rachão e 4 kg de brita. Em seguida, cada fragmento da amostra foi separado em grupos, de acordo com as especificações do Quadro 8.

Quadro 8 - Grupos de acordo com os fragmentos do agregado

Grupo	Materiais
GRUPO 1	Fragmentos que apresentam pasta de cimento endurecida em mais de 50% do volume.
GRUPO 2	Fragmentos constituídos por rocha em mais de 50% do volume.
GRUPO 3	Fragmentos de cerâmica branca ou vermelha, com superfície não polida, em mais de 50% do volume.
GRUPO 4	Fragmentos de materiais não minerais de natureza orgânica como madeira, plástico, betume e materiais carbonizados, e de contaminantes como vidros, vidrados cerâmicos e gesso.

Fonte: NBR 15116 (ABNT, 2004)

A Figura 5 apresenta os agregados separados manualmente para o ensaio do rachão, de acordo com os grupos descritos anteriormente.

Figura 5 - Separação dos agregados por grupo

Fonte: Autoria própria (2019)

Após a separação, os agregados foram pesados em balança digital para se obter a massa referente a cada grupo, e determinar a sua porcentagem em relação a massa total da amostra, para posterior classificação dos resíduos em agregado de resíduo de concreto (ARC) ou agregado de resíduo misto (ARM).

3.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FORMA DE AGREGADOS GRAÚDOS PELO MÉTODO DO PAQUÍMETRO

Seguindo as diretrizes da NBR 7809:2019 de Agregado Graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio, para realizar o ensaio foram separadas e pesadas amostras dos agregados graúdos, sendo 20 kg para o rachão e 10 kg para a brita, conforme Figura 6.

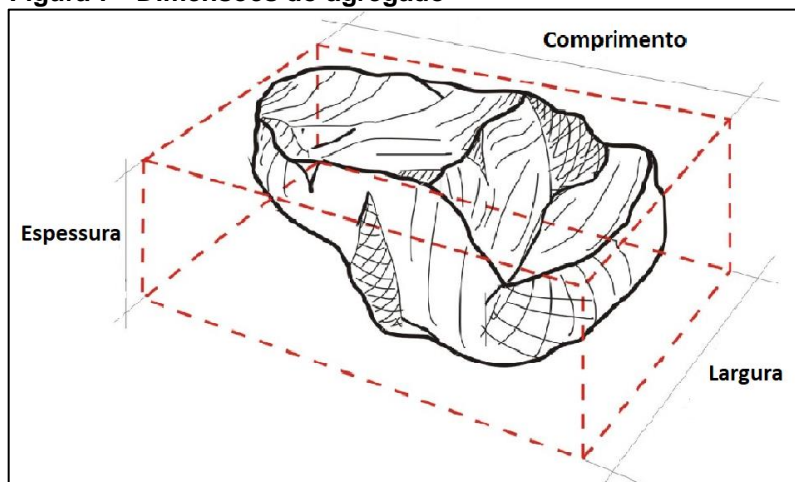
Figura 6 - Amostras dos agregados graúdos para ensaio



Fonte: Autoria própria (2019)

Em seguida, utilizando um paquímetro, cada fragmento da amostra foi medido em milímetros para obtenção do seu comprimento (c), largura (l) e espessura (e), tal como as dimensões do agregado exemplificadas na Figura 7.

Figura 7 - Dimensões do agregado



Fonte: Silva (2018)

A partir destas dimensões, foi possível obter o comprimento médio e espessura média dos agregados, e realizar o cálculo do índice de forma pela relação entre estes parâmetros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 SITUAÇÃO DOS RCC EM GUARAPUAVA-PR

O presente capítulo analisa a situação do gerenciamento dos resíduos de construção civil no município a partir de dados obtidos sobre sua geração, transporte, triagem e destinação final.

4.1.1 Apresentação do Município

O município de Guarapuava localizado na região centro-sul do estado do Paraná, possui área territorial de 3.168,087 km², população de 167.328 habitantes e densidade demográfica de 53,68 hab/km² de acordo com o último Censo do IBGE realizado no ano de 2010 (IBGE, 2019).

Conforme demonstra a Figura 8, Guarapuava faz divisa com os municípios de Turvo (ao Norte), Prudentópolis (ao Nordeste), Irati e Inácio Martins (a Sudeste), Pinhão (ao Sul), Cândói (a Oeste), Goioxim e Campina do Simão (a Noroeste).

Figura 8 - Municípios Limítrofes a Guarapuava



Fonte: Viaje Paraná (2019)

A Figura 9 apresenta a região central do município e seu desenvolvimento urbano nos dias atuais.

Figura 9 - Município de Guarapuava



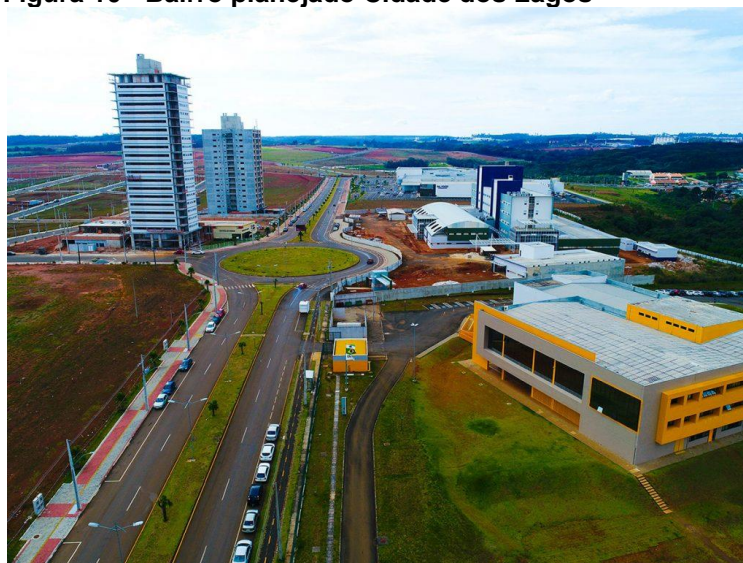
Fonte: Prefeitura Municipal de Guarapuava (2019)

Movimentando a economia e gerando mais empregos no município, desde 2010, ocorre a construção do bairro planejado Cidade dos Lagos, localizado no entroncamento da BR 277 (caminho do Porto de Paranaguá e rota do Mercosul) e PR 466 (em direção ao norte do Paraná e São Paulo).

Com aproximadamente 3 milhões de metros quadrados, o projeto de edificação do empreendimento conta com prédios comerciais e residenciais, Shopping Center (o único da região centro-sul paranaense), Instituições de Ensino como a UTFPR-GP, Hospitais, Centros Especializados, Centro de Tecnologia e Inovação, Centro de Eventos, entre outros projetos (CIDADE DOS LAGOS, 2019).

Na Figura 10 é possível ver as edificações já existentes no bairro planejado Cidade dos Lagos.

Figura 10 - Bairro planejado Cidade dos Lagos



Fonte: Cidade dos Lagos (2019)

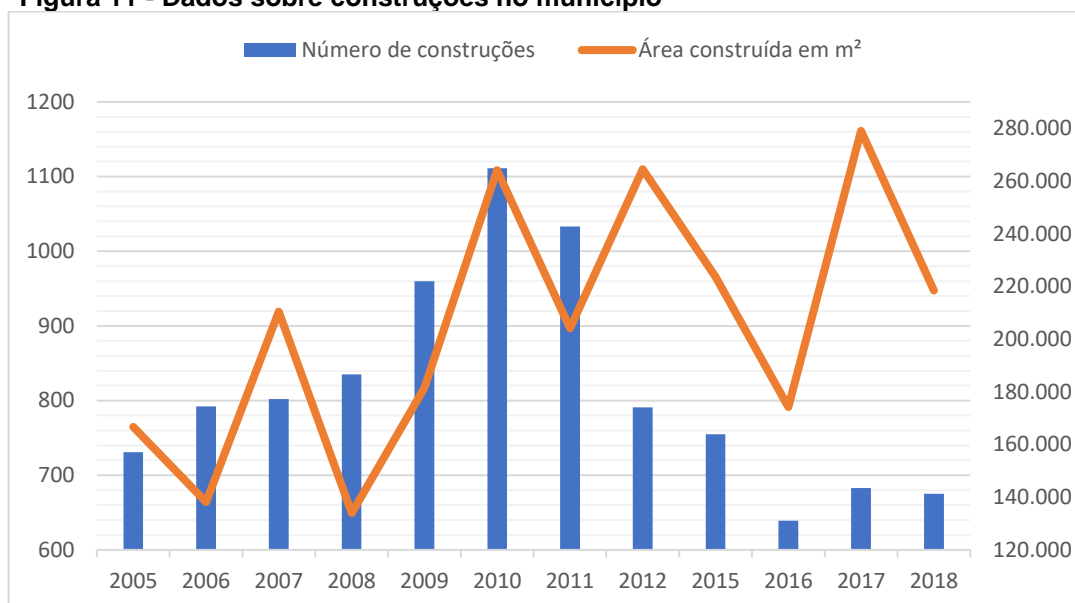
Em relação a parte ambiental do bairro, já existem praças, vastos gramados, ciclovias, parques e áreas verdes, além dos cinco lagos artificiais, que deram origem ao nome do empreendimento (CIDADE DOS LAGOS, 2019).

Por ser afastado do centro urbano do município, a preocupação dos empreendedores é com a logística de acesso ao bairro planejado. Foram construídos três portais de acesso, com segurança tecnológica 24 horas e, em dois deles, foram projetadas trincheiras (CIDADE DOS LAGOS, 2019).

4.1.2 Geração de RCC

De acordo com o Departamento de Aprovação de Projetos (DEAPRO) da Prefeitura Municipal de Guarapuava, apesar da crescente expansão territorial da região, o município apresenta um decréscimo no número de obras de acordo com o número de alvarás emitidos nos últimos anos¹. A Figura 11 apresenta graficamente a relação entre as novas construções e a área construída em metros quadrados.

¹Os anos de 2013 e 2014 não possuem dados para o número de construções e área construída em m² devido a uma pane no sistema do DEAPRO.

Figura 11 - Dados sobre construções no município

Fonte: Deapro Guarapuava (2019)

A partir do ano de 2012, houve um declínio no número de novas construções no município, sendo o ano de 2016 responsável por apenas 640 construções e 175.000 m² de área construída. Apesar de nos anos subsequentes, 2017 e 2018, ocorrerem um pequeno aumento na quantidade de novas construções, a área total construída sofreu um importante acréscimo, podendo ser explicada pelo aumento de construções verticais no município.

Segundo Pinto (1999) a taxa de geração de resíduos de construção civil pode ser estimada em função da área construída, sendo na ordem de 150 quilogramas por metro quadrado. Para Karpinsk et al. (2009), em algumas cidades brasileiras estima-se o peso médio de RCC em função do número de habitantes como 0,5 toneladas por habitante. A Tabela 1 apresenta uma estimativa de peso, segundo os autores, que podem ter sido gerados nos últimos anos no município de Guarapuava-PR.

Tabela 1 - Geração de RCC estimada

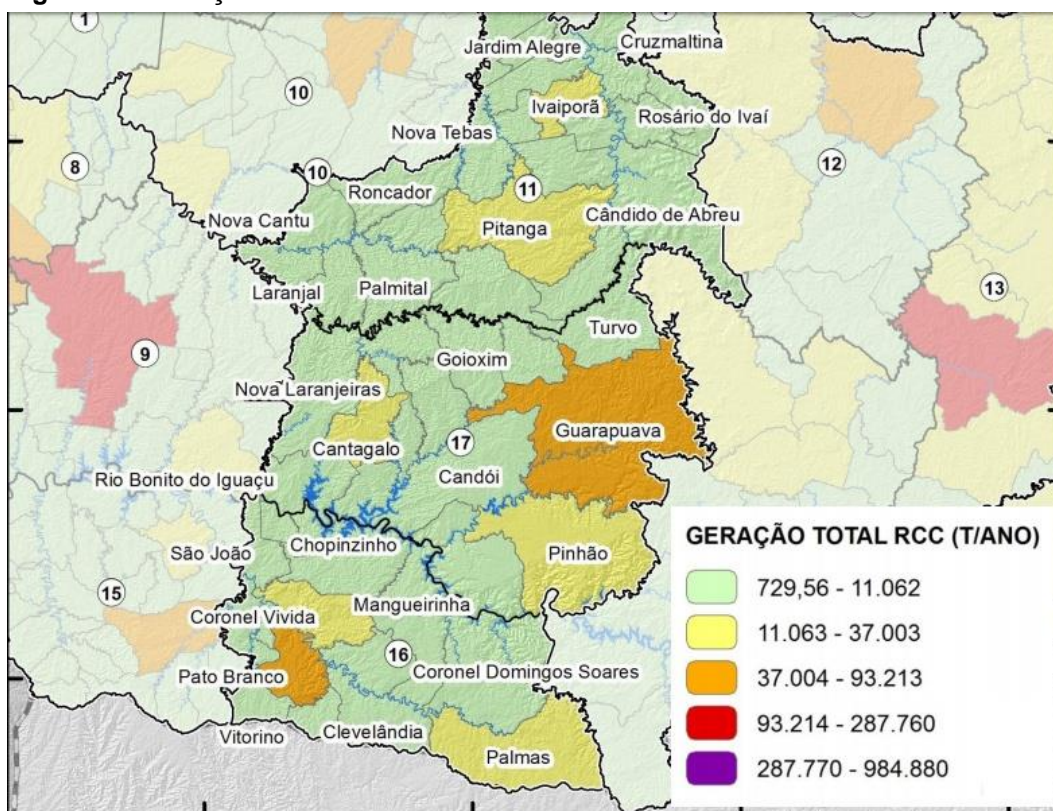
Ano	Área construída (m ²)	População estimada (hab) ²	Peso (t/ano)	
			Pinto (1999)	Karpinski (2009)
2005	166.678	166.897	25.001	
2006	138.149	169.007	20.722	84.503
2007	210.450	---	31.567	---
2008	133.971	171.230	20.095	85.615
2009	181.495	172.728	27.224	86.364
2010	264.073	---	39.611	---
2011	204.035	168.349	30.605	84.174
2012	264.449	169.252	39.667	84.626
2013	---	175.779	---	87.889
2014	---	176.973	---	88.486
2015	223.593	178.126	33.539	89.063
2016	174.204	179.256	26.130	89.628
2017	279.016	180.364	41.852	90.182
2018	218.385	180.334	32.757	90.167

Fonte: Deapro Guarapuava (2019); IBGE (2019); Pinto (1999); Karpinski (2009).

De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná (PERS/PR), a Figura 12 apresenta valores estimados de geração de RCC para várias cidades da região centro-sul do estado, incluindo o município de Guarapuava no ano de 2017.

² Estimativa da população no município de 2005 a 2018 de acordo com IBGE.

Figura 12 - Geração estimada de RCC em cidades do Paraná



Fonte: PERS/PR (2018)

Portanto, os valores apresentados pela literatura, como Pinto (1999) e Karpinski et al. (2009), apontam taxas de geração estimada de RCC condizentes com os valores indicados pelo PERS/PR (2018), entre 37 mil e 93 mil toneladas de RCC por ano, para o município de Guarapuava.

4.1.3 Coleta e Transporte de RCC

A coleta e o transporte dos RCC no município ocorrem com o auxílio de sete empresas licenciadas junto a prefeitura que podem realizar o aluguel das caçambas. Segundo a empresa W de Rocco, esta é responsável pela coleta mensal de 50% do volume de RCC gerado no município, alugando em média 350 caçambas estacionárias por mês (ROCCO, 2019)

Atualmente, todo o resíduo de construção civil recolhido no município deve ser encaminhado a um local adequado para que haja o correto manejo, separação e destinação. Entretanto, segundo Moletta (2018) até o mês de setembro de 2018, o local onde ocorria o despejo dos RCC recolhidos pelas empresas de caçamba era em

um terreno na área urbana, aos fundos do 26º GAC (Grupamento de Artilharia de Campanha) de Guarapuava, considerado área de preservação ambiental.

A prefeitura permitiu o transporte e depósito de RCC pelas empresas para aterrar um córrego existente no local, com o intuito de construir uma via pavimentada para ligar dois bairros do município (MOLETTA, 2017).

A Figura 13 apresenta à esquerda, o córrego onde os resíduos eram dispostos em 2017; à direita, como estava o local em 2018.

Figura 13 - Área de depósito de entulho autorizado pela prefeitura



Fonte: Moletta (2017)

Para o geógrafo Paulo Nobokuni, um dos impactos ambientais decorrentes da ampla degradação da área, refere-se à inundação que pode afetar as regiões vizinhas, visto que anteriormente, o córrego existente no local agia como um estoque de segurança para as precipitações pluviométricas. (MOLETTA, 2017).

A Figura 14 apresenta um panorama da degradação do local desde o ano de 2016 até o ano de 2019.

Figura 14 - Degradação do local ao longo dos anos



Fonte: Google Earth (2019)

Nota-se que no ano de 2016, apesar de não autorizado, o local já estava recebendo resíduos em pequenas quantidades. Porém, ao longo dos anos, devido ao acréscimo de resíduos encaminhados, a região impactada foi alargando-se e conseqüentemente a vegetação local diminuiu.

4.1.4 Área de Triagem de RCC

O município de Guarapuava conta uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil desde o mês de novembro de 2018. Criada por Wagner de Rocco, proprietário da W de Rocco, empresa de coleta de RCC do município, a usina foi instalada em um terreno de 10.000 m² cedido pela prefeitura, como uma alternativa para direcionar corretamente os RCC recolhidos, pois os mesmos não podem ser encaminhados para o aterro municipal e não há mais nenhum local licenciado para depósito (ROCCO, 2019)

A Figura 15 indica o local das sete empresas e da usina de reciclagem no município de Guarapuava-PR, além da distância média entre as empresas e a usina.

Figura 15 - Local das empresas licenciadas e da usina de reciclagem



Fonte: Adaptado do Google Maps (2019)

A Figura 16 exibe a entrada da usina de reciclagem do município, com algumas caçambas estacionárias, e ao fundo o local onde é realizado a separação e beneficiamento da madeira que chega até lá.

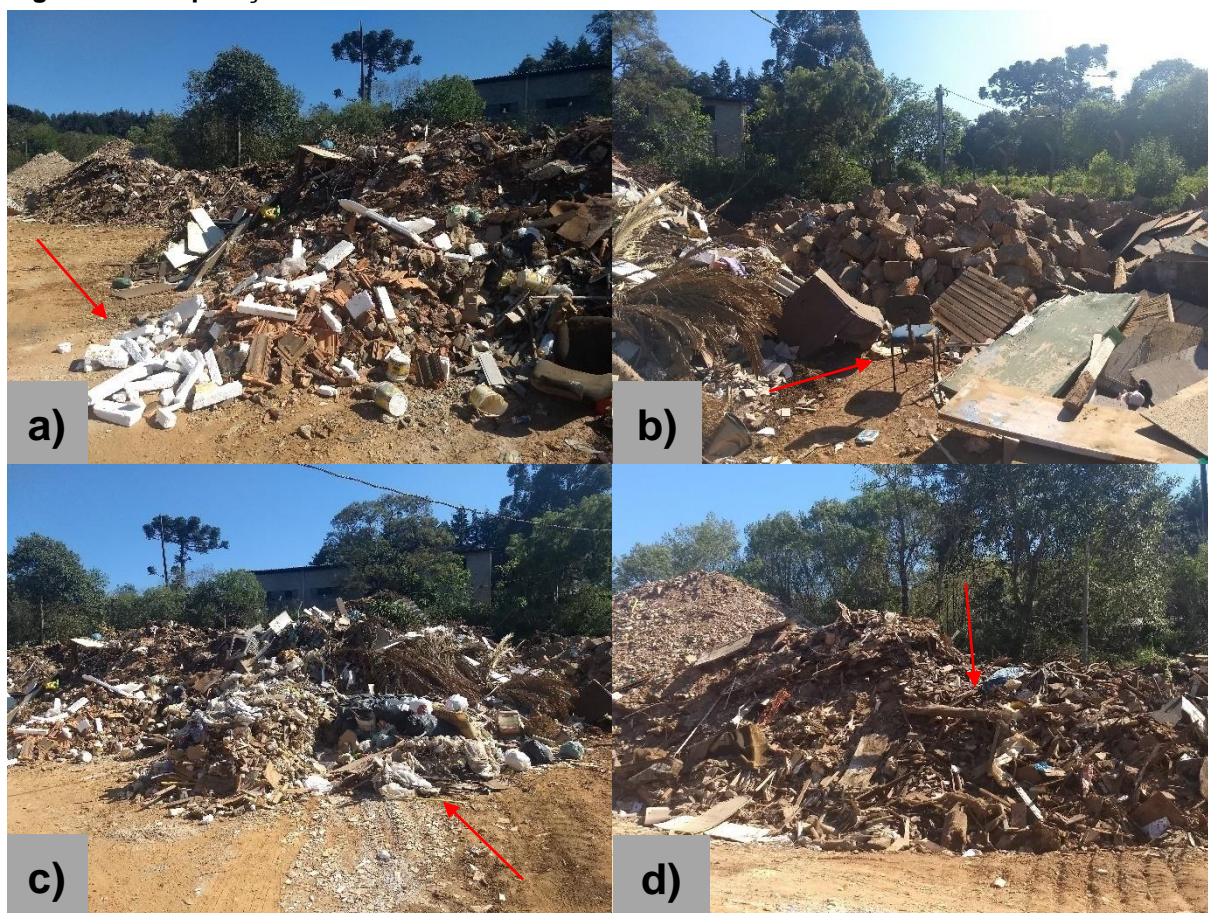
Figura 16 - Usina de Reciclagem de Guarapuava-PR



Fonte: Autoria própria (2019)

A princípio, os materiais que chegam à usina sem nenhum tipo de segregação e são acondicionados em montes de maneira irregular e sem nenhuma organização. Na Figura 17 é possível observar diferentes tipos de materiais dispostos juntos, como em a) isopor, restos cerâmicos e tubos plásticos; b) resíduos de limpeza urbana como poda de árvores, painéis de madeira e móveis antigos como uma cadeira; c) sacolas plásticas, poda de árvores e outros entulhos; d) tronco de árvores e plásticos.

Figura 17 - Disposição dos resíduos na usina



Fonte: Autoria própria (2019)

A Tabela 2 apresenta a quantidade de entulho recebida pela usina nos 4 primeiros meses deste ano.

Tabela 2 - Quantidade de RCC recebido pela usina de reciclagem

	Janeiro/2019	Fevereiro/2019	Março/2019	Abril/2019
Entulho (m ³)	2657	2631	2557	2707
RSU (m ³)	440	315	320	770
RSU (%)	16,56%	11,97%	12,51%	28,44%

Fonte: Rocco (2019)

De acordo com Rocco (2019), em média, 15% do entulho que chega à usina corresponde a RSU. É na central de triagem que ocorre a separação dos materiais, de maneira manual, em resíduos de concreto/argamassa/cerâmica; e RSU, ao qual passa por outro processo de separação para identificar os materiais recicláveis como

papelão, plástico, alumínio, que serão revendidos e o restante encaminhado ao aterro municipal. A Figura 18 exibe a central de triagem da usina.

Figura 18 - Central de triagem da usina



Fonte: Autoria própria (2019)

Os resíduos de concreto/argamassa/cerâmicos são encaminhados por uma esteira até uma máquina trituradora e separadora. A Figura 19 apresenta a máquina onde os resíduos são fragmentados e separados de acordo com seu diâmetro, gerando assim os diferentes tipos de agregados reciclados.

Figura 19 - Triturador e separador de agregados



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 20 observa-se os agregados reciclados gerados e a disposição na usina após sua saída do triturador, de acordo com o diâmetro de cada agregado.

Figura 20 - Tipos de agregados reciclados



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Os resíduos de madeira recebem um tratamento diferente dos demais resíduos de construção civil. A princípio, estes são separados e dispostos em local protegido de intempéries, tal como na Figura 21.

Figura 21 - Resíduos de madeira empilhados



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Em seguida, são encaminhados para um triturador diferente do utilizado para os resíduos Classe A. O beneficiamento dos resíduos de madeira transforma-o em cavaco, comumente utilizado para fins energéticos em indústrias. A Figura 22 apresenta o processo de reciclagem dos resíduos, onde a máquina trituradora

transforma os resíduos em pequenos pedaços de madeira, encaminhando-os por uma esteira rolante até uma pilha de cavacos que serão comercializados posteriormente.

Figura 22 - Triturador dos resíduos de madeira



Fonte: Aatoria Própria (2019)

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RCC

De acordo com o CONAMA (2002), após passar pelo processo de triagem, os resíduos de construção civil de Classe A, provenientes de construções, demolições, reformas, etc., podem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados.

Os itens a seguir apresentam os resultados dos ensaios laboratoriais realizados para os agregados reciclados, além de apresentar alternativas para destinação final de RCC no município.

4.2.1 Resultados Obtidos Para os Ensaio Laboratoriais

O primeiro ensaio realizado foi de acordo com a NBR NM 2048:2003, e refere-se ao método para determinação da composição granulométrica dos agregados miúdos e graúdos para concreto.

Após o peneiramento realizado pelo agitador mecânico, Tabela 3 apresenta a massa retida em cada peneira utilizada no ensaio, além das porcentagens retidas individuais e acumuladas.

Tabela 3 - Resultado do peneiramento realizado pelo agitador mecânico

Rachão				
Peneiras		Massa retida (kg)	% retida individual	% retida acumulada
nº	mm			
3"	76,2	1,780	11,88	11,88
2"	50,8	8,774	58,58	70,47
1 1/2"	38,1	3,431	22,91	93,38
1 1/4"	31,8	0,777	5,19	98,57
1"	25,4	0,214	1,43	100
TOTAL		14,977	100	

Brita				
Peneiras		Massa retida (kg)	% retida individual	% retida acumulada
nº	mm			
1"	25,4	0,683	13,67	13,67
3/4"	19,1	2,716	54,33	68,00
1/2"	12,7	1,446	28,94	96,94
3/8"	9,5	0,152	3,06	100
TOTAL		4,999	100	

Fonte: Autoria Própria (2019)

O cálculo do módulo de finura e a determinação da dimensão máxima dos agregados do ensaio encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado do módulo de finura e dimensão máxima do agregado

Agregado	Módulo de finura	D_{máx} (mm)
Rachão	3,74	76,2
Brita	2,79	25,4

Fonte: Autoria Própria (2019)

A Tabela 5 apresenta os limites da distribuição granulométrica indicados pela NBR 7211:2009 para o agregado graúdo, comparado aos valores obtidos no ensaio para a brita.

Tabela 5 - Limites da composição granulométrica do agregado graúdo

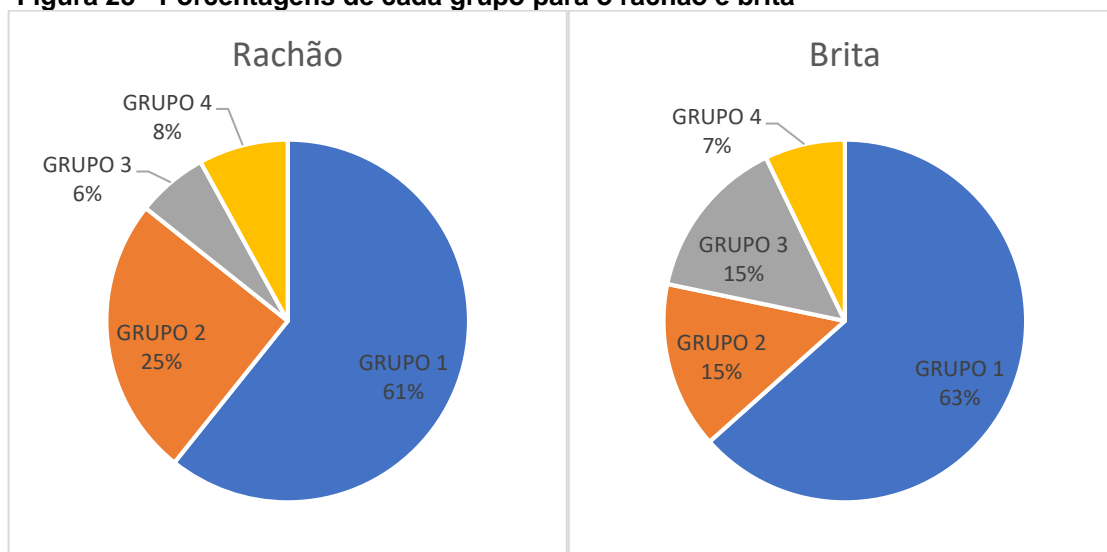
Peneira com abertura de malha	Porcentagem em massa retida (%)	
	Zona granulométrica d/D	
	19/31,5	
	Limites	Brita
31,5 mm	0 - 5	0
25 mm	5 - 25	14
19 mm	65 - 95	68
12,5 mm	92 - 100	97
9,5 mm	95 - 100	100

Fonte: Adaptado NBR 7211 (ABNT, 2009)

A zona granulométrica d/D da Tabela 5 apresenta os valores como d sendo a menor, e D a maior dimensão do agregado graúdo em milímetros. Observa-se que para a brita foi considerado a zona granulométrica 19/31,5 e a mesma atende aos limites especificados pela NBR 7211:2009 de agregado graúdo para concreto.

Dando continuidade aos ensaios para caracterização dos agregados, o anexo A da NBR 15116:2004 contém o ensaio de “Determinação da composição dos agregados reciclados graúdos por análise visual”.

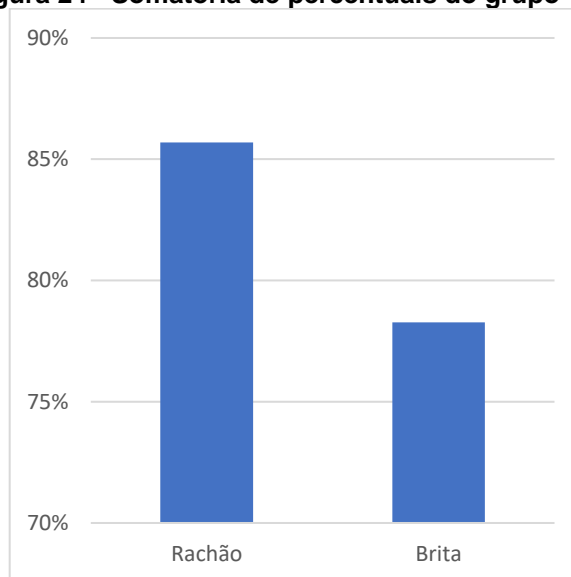
A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Figura 23 apresenta as porcentagens obtidas após a separação do rachão e da brita, segundo cada grupo apresentado na norma.

Figura 23 - Porcentagens de cada grupo para o rachão e brita

Fonte: Autoria Própria (2019)

De acordo com a NBR 15116:2004, agregado tipo ARC é aquele cuja soma dos percentuais dos grupos 1 e 2, seja maior ou igual a 90%, e o agregado tipo ARM corresponde aquele cuja soma dos percentuais dos grupos 1 e 2, seja menor do que a 90%. A Figura 24 apresenta a soma dos percentuais obtidos para o rachão e a brita.

Figura 24 - Somatória de percentuais do grupo 1 e 2



Fonte: Autoria Própria (2019)

Nota-se que os agregados reciclados, rachão e brita, não atingem 90% na somatória de percentuais do grupo 1 e 2. Sendo assim, ambos os agregados são classificados como ARM, devido à sua composição.

De acordo com a ABRECON (2019), o uso recomendado para a brita reciclada é a fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens; e o rachão pode ser utilizado em obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Outra normativa empregada para caracterização dos RCC foi a NBR 7809:2019, a qual especifica o método para determinação do índice de forma de agregados graúdos pelo método do paquímetro.

A Tabela 6 apresenta o número de fragmentos utilizados em cada amostra de rachão e brita, bem como o comprimento e espessura médios dos fragmentos, além do índice de forma calculado para as amostras utilizadas no ensaio.

Tabela 6 - Resultado do índice de forma dos RCC

Amostra		Rachão	Brita
Nº de fragmentos		160	57
Comprimento médio (mm)	$C_{\text{médio}}$	65,4	35,7
Espessura média (mm)	$E_{\text{médio}}$	31,4	17,0
Índice de forma	I	2,4	2,6

Fonte: Autoria Própria (2019)

A NBR 7211:2009 sobre especificações de agregados miúdos e graúdos para produção de concreto de cimento Portland, estabelece que o índice de forma do agregado graúdo não deve ser superior a 3. Já a NBR 15116:2004 determina que o agregado reciclado pode ser utilizado em pavimentação desde que seu índice de forma seja menor ou igual a 3.

Portanto, comparando os resultados obtidos pelos parâmetros normativos, o rachão pode ser utilizado como agregado reciclado para pavimentação, e a brita reciclada pode ser empregada na produção de concreto de cimento Portland sem função estrutural.

Em relação a forma dos agregados reciclados, Silva (2018) classifica os grãos em quatro formas distintas, de acordo com a relação entre largura/espessura e comprimento/espessura, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Forma dos grãos dos agregados graúdos

Forma	Razão	Índice
Cúbica	$c/e < l/e <$	1,8
Alongada	$c/e > l/e <$	1,8
Lamelar	$c/e > l/e >$	2,4
Alongada-lamelar	$c/e > l/e >$	3,0

Fonte: Silva (2018)

Fazendo as relações de largura/espessura e comprimento/espessura para determinar a forma dos grãos do rachão e da brita, a Tabela 8 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 8 - Determinação da forma dos grãos dos agregados

Relação	Rachão	Brita
largura/espessura	l/e	1,7
comprimento/espessura	c/e	2,4
forma dos grãos	alongada	alongada

Fonte: Autoria Própria (2019)

Silva (2018) realizou ensaios experimentais com corpos de prova cilíndricos de concreto aos quais foram empregados agregados graúdos de forma cúbica, alongada, lamelar e alongada-lamelar.

Os corpos de prova de concreto com formas alongadas apresentaram bom desempenho de resistência à compressão, com menor consumo de cimento, pois a maior quantidade de arestas e vértices dos agregados proporcionam intertravamento mecânico, ocasionando assim melhor aderência entre a pasta cimento e o agregado (SILVA, 2018).

4.2.2 Destinação Final de RCC

A destinação final dos resíduos de construção civil após seu beneficiamento na usina de reciclagem segue alguns caminhos exemplificados nos itens a seguir.

4.2.2.1 Reutilização

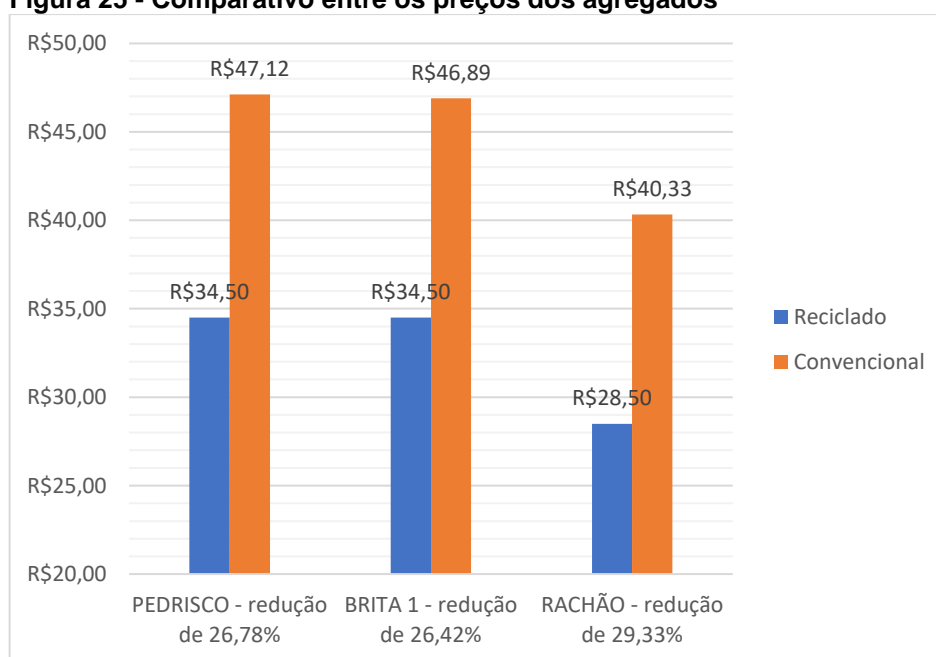
Os agregados reciclados provenientes do beneficiamento dos RCC são comumente aproveitados em camadas de pavimentação para base, sub-base ou revestimento primário; além da confecção de argamassas e concreto sem função estrutural, podendo substituir integral ou parcialmente os agregados convencionais como areia e brita (AREA, 2017).

A usina de reciclagem de Guarapuava produz agregados reciclados como pedrisco, brita e rachão, porém estes ainda são poucos difundidos e comercializados no município. Além do desconhecimento das construtoras quanto a sua existência, existe também certa desconfiança quanto a qualidade do agregado (ROCCO, 2019).Quadro 6

Em relação aos aspectos econômicos, os agregados reciclados apresentam boa viabilidade econômica quando comparados aos agregados naturais (CASSA; CARNEIRO; BRUM, 2001).

A Figura 25 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma comparação entre os preços médios por metro cúbico do agregado convencional e reciclado no estado do Paraná³ em 2018.

Figura 25 - Comparativo entre os preços dos agregados



Fonte: Barizão et al (2018)

Pode-se observar que os agregados reciclados, pedrisco e brita, são em média 27% mais baratos do que os agregados naturais, e o rachão reciclado apresenta uma redução de quase 30% quando comparado ao rachão convencional.

4.2.2.2 Reciclagem

Há diversos trabalhos na área que discorrem sobre a viabilidade técnica e econômica em utilizar agregados reciclados para produção de concreto e argamassa reciclada, além de confeccionar novos artefatos de concreto reciclado.

³ Levantamento realizado nas cidades de Cascavel, Londrina, Alto Paraná e Maringá.

Segundo Pitol (2013) a substituição de agregados naturais por agregados reciclados na confecção de blocos de concreto para pavimentação é uma alternativa plausível, desde que sejam realizados ensaios laboratoriais para averiguar suas propriedades mecânicas.

A usina de reciclagem presente no município de Guarapuava-PR fabrica blocos de concreto para pavimentação (paver) a partir dos agregados reciclados produzidos na mesma usina, conforme exhibe a Figura 26.

Figura 26 - Bloco para pavimentação (paver)



Fonte: Autoria Própria (2019)

Outras possibilidades que podem ser implementadas no município utilizando agregados reciclados incluem: blocos de vedação, tampa para bueiros guia para calçadas, caixa de passagem, mesa e banco de concreto para praças (PROHAB, 2019).

Para Sousa (2019) a utilização de RCC na construção de blocos de vedação é possível e pode ser uma forma eficiente de reaproveitar este tipo de resíduo, reduzindo assim os altos níveis de poluição do meio ambiente provocado pelo seu descarte inadequado.

A pesquisa de Sousa consistiu em determinar os níveis de isolamento acústico dos blocos de concreto para vedação confeccionados a partir de resíduos de

construção e demolição. Apesar de considerar o bloco como poroso, e possuir uma menor massa específica, o bloco de vedação ainda apresentou níveis satisfatórios de desempenho no isolamento de ruídos, principalmente quando utilizado posteriormente algum acabamento nas paredes como chapisco, emboço ou reboco (SOUSA, 2019).

4.2.2.3 Irregularidades

Estima-se que existam diversos locais de disposição irregular de resíduos de construção civil no município, principalmente em terrenos baldios. Em 2019, a Secretaria de Meio Ambiente de Guarapuava (SEMAG), recebeu 16 denúncias relacionadas ao depósito irregular de RCC, porém, como na maior parte dos casos os infratores responsáveis não puderam ser localizados, o recolhimento dos resíduos pela Companhia de Serviços de Urbanização de Guarapuava (SURG) foi a única medida tomada. (SEMAG, 2019).

Ainda de acordo com a SEMAG (2019), entre os anos de 2015 a 2019, houveram quatro autos de infração, no valor de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) cada um, pela disposição de RCC em locais inadequados.

Segundo o CONAMA (2012), os RCC não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, áreas de bota fora, encostas, corpos hídricos, lotes e áreas protegidas.

Uma alternativa a destinação de RCC que ainda não está disponível no município de Guarapuava-PR, mas já se encontra em algumas cidades do estado do Paraná como Curitiba, Londrina e Castro são os Ecopontos e Ponto de Entrega Voluntária (PEV). Nestes locais, os pequenos geradores podem entregar entulho e outros resíduos recicláveis para que ocorra a correta separação e destinação dos mesmos (CORREIO DOS CAMPOS, 2018; CURITIBA, 2019; LONDRINA, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho consistiu em diagnosticar a situação do descarte de resíduos de construção civil no Município de Guarapuava-PR, através do levantamento de dados sobre obras de construção civil no município, quantidade de RCC gerados e destinação a quais são submetidas.

Através de dados coletados juntos aos órgãos municipais competentes, pôde-se estimar a geração de RCC entre 37 mil e 93 mil toneladas por ano, no município de Guarapuava-PR

A coleta e o transporte dos RCC ocorrem por meio de sete empresas de caçamba licenciadas, até a usina de reciclagem de RCC, único local do município autorizado a receber este tipo de resíduo.

É nesta usina que se realizam os processos de segregação e beneficiamento dos RCC. Os resíduos classe A, como restos de argamassa, concreto e materiais cerâmicos são transformados em agregados reciclados, aos quais podem ser reutilizados posteriormente em camadas de pavimentação, produção de argamassas, concreto sem função estrutural, ou reciclados por meio da fabricação de artefatos de concreto.

Por meio dos ensaios laboratoriais, pôde-se classificar os agregados reciclados provenientes da usina de reciclagem como agregado reciclado misto, sendo a brita reciclada recomendada para fabricação de concreto não estrutural; e o rachão podendo ser empregado em camadas de pavimentação como reforço de subleito, sub-base ou base.

Entretanto, os ensaios foram realizados com uma amostra recolhida somente uma vez no mês de setembro, sendo então necessário a realização de mais ensaios, com amostras de diferentes épocas do ano, para que a caracterização dos agregados seja mais fiável.

Apesar da existência da usina de reciclagem no município, ainda ocorrem depósitos de RCC em locais irregulares, causando impactos ambientais e degradações de áreas ambientais.

Os subsídios fornecidos por este trabalho englobam os dados quantitativos e qualitativos acerca da geração, transporte, beneficiamento e disposição final dos RCC em Guarapuava-PR, além de sugerir alternativas para reutilização e reciclagem destes resíduos em âmbito municipal.

Ademais, após analisar a situação dos RCC no município e compará-los as normas e legislações brasileiras relativas ao tema, prevê-se a necessidade do município implementar um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), de modo a promover as diretrizes técnicas e procedimentos para correta destinação dos resíduos oriundos de pequenos geradores, além de exigir o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PGRCC) dos grandes geradores.

A implementação de um PMGRCC em Guarapuava-PR também pode englobar ações educativas e de incentivo à população para reduzir, reutilizar, reciclar e destinar corretamente os resíduos de construção civil no município.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Dentre algumas sugestões para trabalhos futuros como forma de continuidade as pesquisas referentes a este trabalho, propõe-se:

- Acompanhar por alguns meses o funcionamento da usina de reciclagem, de modo a quantificar e qualificar os resíduos gerados no município com maior precisão;
- Estimar o índice de geração de resíduos de construção civil por meio das empresas licenciadas de aluguel de caçambas;
- Realizar mais ensaios de caracterização dos agregados reciclados com diferentes amostras;
- Realizar ensaio de análise de carbonatação e corrosão para concreto e argamassa confeccionados com agregados reciclados;
- Averiguar e indicar quais os preços viáveis para que os agregados reciclados possam ser comercializados em Guarapuava-PR;
- Estudar sobre a viabilidade técnica e econômica em produzir artefatos de agregados reciclados em Guarapuava-PR;
- Ampliar o levantamento de dados e mapear os locais de deposição irregular dos resíduos de construção civil em Guarapuava-PR;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2017. 74 p. Disponível em: <https://belasites.com.br/clientes/abrelpe/site/wp-content/uploads/2018/09/SITE_grappa_panoramaAbrelpe_ago_v4.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **Entulho**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>>. Acesso em: 22 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 7809: Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

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

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

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

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

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

ASSOCIAÇÃO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DE JABUTICABAL - AREA. **Livro técnico da AREA Jaboticabal:** resíduos da construção civil. 16 pag. 2017. Disponível em: <http://areajaboticabal.org.br/pdf/livro_residuos.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2019.

BARIZÃO, Fernando A. C. et al. Semana Acadêmica UniFatecie. **Utilização de resíduos da construção civil para fabricação de concreto não estrutural**, Paranaíba-PR, v. 7, ed. 1, 2018. Disponível em: <http://fatecie.edu.br/revistacientifica/index.php/SEMANAACADEMICA/issue/view/issue/Semana%20Acad%C3%AAmica%202018/pdf_152>. Acesso em: 25 nov. 2019.

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. Brasília, DF: DOU, p. 2, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 06 abr. 2019.

CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção.** Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. 312 p. ISBN 85-232-0226-9.

CIDADE DOS LAGOS. **Bairro planejado inteligente.** 2019. Disponível em: <<https://www.cidadedoslagos.com/a-cidade-dos-lagos/>>. Acesso em: 09 dez. 2019

CHINA HOJE. **30 milhões de ton de resíduos da construção civil são reciclados e reaproveitados em Pequim.** 2019 Disponível em: <<http://www.chinahoje.net/30-milhoes-de-ton-de-residuos-da-construcao-civil-sao-reciclados-e-reaproveitados-em-pequim/>>. Acesso em: 09 dez. 2019

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS. **Aspectos da construção sustentável no Brasil.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4>>. Acesso em: 27 maio 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002.** [Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão

dos resíduos da construção civil]. [S. I.]: Publicação DOU, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

_____. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004.** [Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos]. [S. I.]: Publicação DOU, n. 158, p. 70, 17 ago. 2004. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=449>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

_____. **Resolução nº 431, de 24 de 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]. [S. I.]: Publicação DOU, n. 99, p. 123, 25 maio 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

_____. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** [Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA]. [S. I.]: Publicação DOU, n. 14, p. 76, 19 jan. 2012. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

_____. **Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015.** [Altera a Resolução CONAMA no 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil]. [S. I.]: Publicação DOU, n. 144, n. Seção 1, p. 109-110, 30 jul. 2015. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CORREIO DOS CAMPOS (Paraná). **População deve utilizar ecopontos para descartar entulho**, Castro-PR, 9 abr. 2018. Disponível em: <<https://mail.correiodoscamos.com.br/castro/2018/04/09/populacao-deve-utilizar-ecopontos-para-descartar-entulho>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

CURITIBA, Prefeitura Municipal de. **Ecoponto do Alto Boqueirão é opção de descarte correto de resíduos**. Curitiba, 2019. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/ecoponto-do-alto-boqueirao-e-opcao-de-descarte-correto-de-residuos/51035>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

DEAPRO Guarapuava. Dados do Departamento de Aprovação de Projetos. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rivolli.flavia@hotmail.com> em 07 out. 2019.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA - FIEB. **Gestão de resíduos na construção civil**: redução, reutilização e reciclagem. 2019. Disponível em: <<http://www.fieb.org.br/bancafieb/detalhe/gestao-de-residuos-na-construcao-civil-reducao-reutilizacao-e-reciclagem/177>>. Acesso em: 05 nov. 2019

GOOGLE EARTH. Município de Guarapuava-PR. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 12 nov. 2019

GOOGLE MAPS. Município de Guarapuava-PR. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

GUARAPUAVA. **Lei Complementar nº 66, de 21 de dezembro de 2016**. Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Guarapuava, e dá outras providências. Guarapuava, 2016. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-guarapuava-pr>>. Acesso em: 22 maio 2019.

_____. **Lei nº 1265, de 03 de outubro de 2003**. Institui normatização para o transporte de resíduos no município de Guarapuava. Guarapuava, 2003. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/g/guarapuava/lei-ordinaria/2003/126/1265/lei-ordinaria-n-1265-2003-institui-normatizacao-para-o-transporte-de-residuos-no-municipio-de-guarapuava-2003-10-03>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

GUARAPUAVA, Prefeitura Municipal de. **PIB de Guarapuava cresce quase 90% em cinco anos**. Paraná, 2019. Disponível em: <<http://www.guarapuava.pr.gov.br/noticias/pib-de-guarapuava-cresce-quase-90-em-cinco-anos/>>. Acesso em: 02 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISAS GEOGRÁFICA - IBGE. **Indicadores IBGE**: contas nacionais trimestrais. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2121/cnt_2019_1tri.pdf. Acesso em: 28 maio 2019.

_____. **Panorama Guarapuava**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/panorama>>. Acesso em 02 set. 2019.

_____. **Estimativas da População.** Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=17283&t=downloads>>. Acesso em 02 set. 2019.

KARPINSK, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHR, R.; KUREK, J.; PANDOLFO, L.; GUIMARÃES, J. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental.** Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 164 p. Disponível em:
<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/GestaodeResiduosPUCRS.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

LIMA, Rosimeire S; LIMA, Ruy R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil.** Paraná: CREA-PR, 2012. 60 p. Disponível em:
<http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.

LONDRINA, Prefeitura Municipal de. **PEV - Ponto de Entrega Voluntária.** Londrina, 2019. Disponível em:<<https://cmtu.londrina.pr.gov.br/index.php/limpeza-urbana/pev.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MATTIELLO, Isar. **Estudo para incorporação de resíduos de construção e demolição em blocos de concreto no Sudoeste da Bahia.** 2010. Dissertação (Mestrado em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

MOLETTA, Cleber. **Entulhos continuam sendo jogados em área preservação, em Guarapuava.** Central Cultura de Comunicação, Guarapuava-PR, 2 ago. 2018. Disponível em:
<<http://www.centralcultura.com.br/?pag=noticias.php&id=57092#>> Acesso em: 21 out. 2019.

_____. **Prefeitura concede mais 30 dias para empresários jogarem entulho em área de preservação, em Guarapuava.** Central Cultura de Comunicação, Guarapuava-PR, 27 set. 2018. Disponível em:
<<http://www.centralcultura.com.br/?pag=noticias.php&id=58219#>>. Acesso em: 21 out. 2019.

_____. **Prefeitura libera área de preservação para jogar entulhos.** Central Cultura de Comunicação, Guarapuava-PR, 2 ago. 2017. Disponível em:
<<http://www.centralcultura.com.br/?pag=noticias.php&id=48659#>>. Acesso em: 21 out. 2019.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2014.

PASCHOALIN FILHO, J.A; FARIA, A.C; PIRES, G.W.M; DUARTE, E.B.L.
Investimentos em ativos imobilizados para instalação de usina de reciclagem de resíduos de construção civil de médio porte da Zona Leste de São Paulo. Desenvolvimento em Questão, São Paulo, n.36, p.320-351, out./dez. 2016. Disponível em: < www.redalyc.org/pdf/752/75247943012.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

PARANÁ. **Lei nº 7.978, de 30 de novembro de 1984**. Institui o Conselho Estadual de Defesa do Ambiente e adota outras providências. Palácio do Governo, PR: DOU, n. 1920, 03 dez. 1984. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=7419&indice=2&anoSpan=1990&anoSelecionado=1984&isPaginado=true>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

PARANÁ. **Lei nº 19.261, de 07 de dezembro de 2017**. Cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos - Paraná Resíduos para atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná e dá outras providências. Palácio do Governo, PR: DOU, n. 10084, 07 dez. 2017. Disponível em: <http://portal.alep.pr.gov.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=51143&tipo=L&tplei=0>. Acesso em: 10 jun. 2019.

_____. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná – PERS/PR**. Plano de Trabalho Consolidado. 2017a. Disponível em: <http://www.residuossolidos.sema.pr.gov.br/modules/documentos/get_file.php?current_file=1250&curent_dir=1238>. Acesso em: 10 out. 2019.

PROGRESSO E HABITAÇÃO DE SÃO CARLOS - PROHAB. **FAC – Produtos à venda**. 2019. Disponível em: <<https://www.prohabsaocarlos.com.br/produtos/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

PINTO, Tarcísio P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da Construção Urbana**. (Tese Doutorado) – Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

PITOL, A. P. **Análise do comportamento de blocos de concreto para pavimentação com adição de resíduos de construção e demolição**. Campo

Mourão, 2013. 39p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão.

ROCCO, Wagner de. Dados da usina de reciclagem. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rivolli.flavia@gmail.com> em 08 out. 2019.

SÃO CARLOS, Prefeitura Municipal de. **Fábrica de Artefatos de Cimento**. São Paulo, 2019. Disponível em:<<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/fabrica-artefatos-cimento.html>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SÃO CARLOS, Prefeitura Municipal de. **Usina de Reciclagem PROHAB**. São Paulo, 2019. Disponível em:<<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/usina-de-reciclagem.html>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, Prefeitura Municipal de. **Empresas transportadoras de resíduos de construção civil**. São José dos Pinhais, 2019. Disponível em:<<http://www.sjp.pr.gov.br/secretarias/secretaria-meio-ambiente/servicos/empresas-transportadoras-de-residuos-de-construcao-civil/>>. Acesso em: 03 dez. 2019

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - SEMAG. **Ofício nº 121/2019**. Guarapuava, PR: Prefeitura de Guarapuava, 18 out. 2019.

SILVA, Danilo de Almeida. GEYER, André Luiz Bortolacci. **Análise e classificação da forma do agregado graúdo britado para concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 05, pp. 18-28 Dezembro de 2018. ISSN:2448-0959

_____. **Influência da forma do agregado graúdo nas propriedades mecânicas do concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 05, pp. 67- 82. Dezembro de 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO DISTRITO FEDERAL - SINDUSCON (DF), ECO Atitude, UNB. **Programa Entulho Limpo (1 Etapa) – Coleta Seletiva**: uma forma racional de tratar os resíduos sólidos gerados nos canteiros de obra. 36 p. 2002. Disponível em:<http://www.web-resol.org/site/trabalhos_tecnicos3.php?id=762>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON (SP). **Gestão ambiental de Resíduos da Construção Civil**:

a experiência do SindusCon-SP. São Paulo, 2005. Disponível em:
<http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_Residuos_Solidos.pdf>.
Acesso em: 29 maio 2019.

_____. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil:** avanços institucionais e melhorias técnicas. São Paulo, 2015. Disponível em:
<<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/2017/04/03/gestao-ambiental-de-residuos-da-construcao-civil-avancos-institucionais-e-melhorias-tecnica/>>. Acesso em: 29 maio 2019.

_____. **Resíduos da Construção Civil.** São Paulo, 2012. Disponível em:
http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2012/09/folheto_sinduscon_20125.pdf.
Acesso em: 09 mar. 2019.

SOLOTEST. **Agitador de peneiras mod. G 220v-60h.** 2019. Disponível em:
<<https://www.solotest.com.br/novo/produtos/agitador-de-peneiras-mod--g-220v-60h-/6.203.220>>. Acesso em: 07 dez. 2019.

SOUSA, Raylton Pereira de. **Sustentabilidade e Análise Acústica: Produção de Blocos de Concreto com Utilização de Resíduos da Construção Civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

VIAJE PARANÁ. **Guarapuava.** 2019. Disponível em:
<<http://www.viajeparana.com/Guarapuava>>. Acesso em: 07 dez. 2019

XINHUA. **Recycled construction waste helps firms go from trash to cash.** 2018. Disponível em:
<<http://www.chinadaily.com.cn/a/201811/04/WS5bde668ea310eff303286690.html>>.
Acesso em: 09 dez. 2019.