



## ANÁLISE ECONÔMICA DA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS CLASSE A COMINUÍDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CASCATEL-PR

AMARAL, Tatiana Roberta 1

BRESSAN, Rodrigo Techio 2

1 Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, CascateL - PR. E-mail: tatianaamaral\_@hotmail.com

2 Docente, Mestre Engenheiro Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, CascateL – PR.

**RESUMO:** O crescimento da cidade de CascateL nos últimos tempos está associado a uma série de fatores, entre eles merece destaque o setor da construção civil, porém sua expansão gera alguns riscos ambientais ligados ao descarte dos resíduos produzidos durante a construção de uma edificação. Questões ambientais estas que já possuem soluções sustentáveis em boa parte do mundo, inclusive em nossa cidade. Uma delas é a britagem destes resíduos, que de entulho passam a ser novamente matéria-prima, voltando assim ao ciclo de produtividade. A partir deste ponto, foi realizada uma pesquisa nestas usinas, onde foram coletados dados referentes ao volume de resíduos reciclados nos anos de 2018 e 2019 e também valor de revenda destes agregados já de volta ao mercado. Em sequência, estes valores foram comparados estatisticamente com os valores dos agregados naturais revendidos em 20 lojas de materiais de construção da cidade. Este estudo ainda aponta a importância ambiental e os benefícios econômicos que a britagem deste entulho proporciona, bem como as diversas formas de utilização deste agregado reciclado. Faz também uma análise das leis e decretos municipais vigentes com relação ao gerenciamento destes resíduos. O principal objetivo deste estudo é uma maior compreensão do gerenciamento e tratamento dos resíduos gerados pela construção civil na cidade de CascateL, sendo o gerador responsável pela destinação de seus resíduos. Proporcionar, ainda, um maior entendimento de quais os tipos de obras e materiais podem ser confeccionados utilizando este agregado reciclado e, principalmente, apontar a grande economia que as obras podem ter adquirindo o agregado reciclado ao invés do natural.

**Palavras-chave:** Reciclagem, britagem, agregados.



## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores mais importantes da economia do país, pois é responsável por 9,99% do PIB Brasileiro, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2019. O setor gera também cerca de 10 milhões de empregos, formais e informais, ou seja, a construção civil é responsável pelo crescimento do país.

Segundo (SCILLAG, 2014), juntamente com esse crescimento, destaca-se negativamente como um dos maiores vilões, devido aos impactos ambientais ocasionados no país através da extração de minerais não renováveis e da grande participação na taxa de geração de poluentes, sendo uma das maiores fontes de geração dos resíduos sólidos urbanos, responsável por 30 a 40% do CO<sub>2</sub> gerado, vindo a ser o setor que mais consome recursos naturais no mundo.

Segundo (PINTO, 2005) dentre todos os resíduos da construção civil, os resíduos classe A, que são resíduos basicamente de alvenaria, são responsáveis por cerca de 50% de todo o resíduo gerado, principalmente em obras de demolições e reformas. Estes também são os resíduos mais fáceis de serem reciclados e posteriormente reutilizados, o que pode gerar um grande impacto econômico no valor final da obra.

A principal solução encontrada para esse problema é a moagem desse resíduo, que de entulho passa a ser novamente matéria-prima, voltando assim ao mercado por menor valor e sem a extração desses materiais da natureza. Isso beneficia o setor da engenharia civil de várias maneiras, proporcionando economia nas obras, maior vida útil de aterros sanitários e preservação do meio ambiente.

Apesar de todos estes fatores, as medidas tomadas para solucionar esse problema em nosso país são poucas, tendo em vista que a maior parte desses resíduos são descartados em aterros sanitários ou em lugares clandestinos. Concomitante a isso, vê-se a desenfreada extração dos recursos naturais, dados que comparados a outros países desenvolvidos são extremamente preocupantes.

A cidade de Cascavel conta com um programa de gestão de resíduos sólidos que é o PGRCC, que obriga os responsáveis pelas edificações da cidade a darem um destino correto aos seus resíduos. Conta também com duas usinas que fazem a reciclagem dos mesmos e posteriormente revende esse material.



O Brasil, segundo dados da ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição), tem 350 usinas de reciclagem de resíduos da construção civil licenciadas e atuando, resultando na reciclagem de menos de 5% do valor total de resíduos produzidos no país.

Assim, o objetivo do trabalho é avaliar e quantificar o volume de resíduos classe A produzidos e coletados no Município de Cascavel nos anos de 2018 e 2019, considerando seu valor de revenda e o valor monetário do mercado, e também contabilizar as vantagens econômicas e ambientais que os mesmos proporcionam.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Histórico

A reciclagem de entulhos da construção civil teve início em 1946, na Alemanha, logo após o final da Segunda Guerra Mundial, onde grande parte das cidades europeias foram destruídas e precisaram ser reconstruídas, o que ocasionou grande demanda por materiais da construção civil e a necessidade de remoção desses entulhos de demolições. A partir daí surgiu a ideia de britar esse material e reutilizá-lo como matéria-prima novamente. Para suprir a demanda por materiais de construção e minimizar o custo decorrente das operações de limpeza, a opção das autoridades locais foi reciclar todo esse material.

Segundo (HELLER, 1958), o volume de entulho existente nas cidades alemãs, na época, foi estimado entre 400 e 600 milhões de m<sup>3</sup>. Em 1955, as instalações de reciclagem lá existentes produziam algo em torno de 11,5 milhões de m<sup>3</sup> de agregados, com os quais foram construídas 175.000 unidades habitacionais. Conforme estatísticas elaboradas pela associação das cidades alemãs, no final de 1956, cerca de 85% do entulho da segunda grande guerra havia sido removido. Em 1960, todo entulho oriundo da segunda grande guerra, existente na República Federal da Alemanha, havia sido reciclado.

Em 1992, foi realizada, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, que revelou o despertar do interesse da humanidade pelo futuro do planeta. Muitos países passaram a valorizar as relações entre o desenvolvimento socioeconômico e as modificações no meio ambiente. A Agenda 21 foi um dos principais resultados da Rio-92, que firmou um acordo entre 179 países sobre a forma



como os governos, as empresas, as organizações e demais setores da sociedade poderiam cooperar para solucionar os problemas socioambientais. Não havia, até então, uma preocupação por parte da indústria da construção civil com o possível esgotamento dos recursos naturais não renováveis, tampouco com o destino dado aos resíduos gerados pela atividade construtiva (SCHENINI ET AL, 2004).

Atualmente, a maior reutilização de RCC (Resíduos da Construção Civil) conhecida no Brasil, foi na construção dos estádios da Copa do Mundo, onde foi executado o programa da FIFA, “Green Goal”, criado na Copa da África do Sul para dar um fim sustentável e correto aos resíduos. A maioria dessas construções reaproveitaram esses materiais, ou na própria obra ou em outras. Grande parte foi reutilizada para pavimentação de rodovias, passeios públicos e sub-base para os gramados.

Alguns resíduos serviram de matéria-prima para a fabricação de pré-moldados dentro da própria obra, que foi o caso do estádio construído na Amazônia. Em Natal - RN, foi feita a utilização de uma usina móvel, dentro do canteiro de obra, tendo em vista que o estádio lá existente foi demolido para a construção do novo, e a reutilização dos resíduos dessa obra foi de quase 100%, segundo (ECOD, 2014).

## 2.2 Normas técnicas

A principal norma de descarte de resíduos no Brasil é a Resolução nº 307/2002, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que foi criada devido à necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, considerando que a disposição de resíduos da construção civil, em locais inadequados, contribui para a degradação da qualidade ambiental.

Segundo a Resolução nº 307/2002, CONAMA, entende-se por resíduos da construção civil os resíduos provenientes de construção, reformas, reparos, demolições de obras da construção civil, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, madeiras e compensados, forros, argamassa, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

A Figura 1 mostra a separação dos resíduos em quatro classes: I, II, IIA e IIB e indica qual a classe que pode ser reciclada, ou seja, ser destinada a usinas de reciclagem, sendo esta a classe IIB, materiais inertes.

Figura 1: Classificação dos resíduos sólidos

| <b>ABNT 10004/2004 - Classificação resíduos sólidos</b> |               |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Classificação</b>                                    |               | <b>Características</b>                                                                                                                                                                        | <b>Empreendimento (s) qualificado (s) a receber</b>                                                                                               |
| <b>Classe I</b>                                         | Perigosos     | Resíduos que apresentem características de periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogeneidade.                                                           | •Aterro de Resíduos Perigosos<br>ABNT 10157/1987                                                                                                  |
| <b>Classe II</b>                                        | Não perigosos | Resíduos alimentares, sucatas de metais ferrosos, sucatas de não ferrosos, papel e papelão, plásticos, borrachas, madeiras, minerais não metálicos, areia de fundição, bagaço de cana e coco. | •Aterro de Resíduos Não Perigosos<br>ABNT 13896/1997                                                                                              |
| <b>Classe IIA</b>                                       | Não inertes   | Resíduos com propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.                                                                                                    | •Aterro Sanitário<br>ABNT 15849/2010                                                                                                              |
| <b>Classe IIB</b>                                       | Inertes       | Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.  | •Área de Transbordo e Triagem - ATT<br>ABNT 15112/2004<br>•Aterro de Inertes<br>ABNT 15113/2004<br>•Usina de Reciclagem de RCD<br>ABNT 15114/2004 |

Fonte: Abrecon (2004).

Já na Figura 2, podemos ver as alterações feitas na Resolução nº 307/2002, com o objetivo de melhoria da norma e inclusão de outros materiais que passaram a ter um destino reciclável. Estas alterações são a Resolução nº 348/2004, a qual incluiu como resíduos perigosos todos aqueles que contivessem amianto, a Resolução nº 431/2011, que classifica o gesso como material reciclável, e a Resolução nº 469/2015, que incluiu embalagens vazias de tintas, desde que secas e sem resíduos de produto, na classe B.

Figura 2: Resolução 307 CONAMA, alterada

| <b>Resolução CONAMA nº 307, 05 de julho de 2002</b><br><small>Alterada pela Resolução nº 448/12 (altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 e revoga os artigos 7º, 12 e 13)<br/>                     Alterada pela Resolução nº 431/11 (alterados os incisos II e III do art. 3º)<br/>                     Alterada pela Resolução nº 348/04 (alterado o inciso IV do art. 3º)</small> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Característica do material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Empreendimento (s) qualificado (a) a receber                                                                                                                                                           |
| <b>Classe A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004</li> <li>•Aterro de inertes ABNT 15113/2004</li> <li>•Área de Transbordo e Triagem - ATT ABNT 15112/2004</li> </ul> |
| <b>Classe B</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (redação dada pela Resolução nº 431/11).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004</li> <li>•Área de Transbordo e Triagem - ATT ABNT 15112/2004</li> <li>•Aterro Sanitário ABNT 15849/2010</li> </ul>  |
| <b>Classe C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Aterro Sanitário ABNT 15849/2010</li> <li>•Aterro de Resíduos Não Perigosos ABNT 13896/1997</li> </ul>                                                         |
| <b>Classe D</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela Resolução nº                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Aterro de Resíduos Perigosos ABNT 10157/1987</li> </ul>                                                                                                        |

Fonte: Abrecon (2004).

## 2.3 Destinação das RCC's em países desenvolvidos

Em alguns países existem regulamentações que proíbem e punem os responsáveis pela deposição de resíduos no meio ambiente. Nos países abaixo citados, o índice de reciclagem dos RCC's pode chegar a 90%.

No Reino Unido, por exemplo, é feita uma cobrança de taxas pela deposição de resíduos de concreto no meio ambiente (SEALEY, 2001). (BUTTLER, 2003) relata que na Inglaterra, o Estado cobra uma taxa da construtora de todo o resíduo gerado na obra; a preocupação, em princípio, não é apenas com o desperdício em si, mas sim com o provável impacto que esse resíduo gerará no meio ambiente; caso esse resíduo seja previamente separado na obra, a taxa a ser cobrada será menor.

O governo da Dinamarca estimula, frequentemente, a redução de resíduos gerados e a reciclagem dos mesmos, através de projetos de gestão municipal de resíduos, obrigatoriedade de projetos de gestão nas obras, aplicação de regras e condições referentes à separação e



tratamento durante o licenciamento, e a aplicação de elevadas taxas, conforme a quantidade de resíduos produzidos na edificação. Estas medidas justificam os elevados índices de reciclagem na Dinamarca (WAMBUCO, 2002).

Na União Europeia, a taxa de reciclagem de RCD é da ordem de 70%, subindo para mais de 90% no caso da Bélgica e da Holanda. Do total de cerca de 240,8 milhões de toneladas gerados em 2002, na Alemanha, mais de 85% foi reaproveitado (WAMBUCO, 2002).

Ainda segundo o autor, na Alemanha, a indústria de resíduos emprega mais de 250.000 pessoas. Além disso, várias universidades possuem faculdades de Gestão de Resíduos, e também existe uma qualificação profissional especial para o ramo. No ano de 2001 houve a proibição de aterramento de resíduos da construção civil não tratados na Alemanha, Suíça e Áustria.

Em geral, os países europeus possuem pouca fonte de recursos naturais, principalmente areia, o que explica tamanha preocupação com a reciclagem desses resíduos. A Dinamarca chega a exportar entulhos de outros países para fazer a reciclagem.

## 2.4 O entulho e seu processo de reciclagem

O entulho, na maioria das vezes, é gerado por deficiência no processo da construção, como falha na elaboração do projeto ou em sua execução, má qualidade dos materiais empregados, perdas no transporte e armazenamento, entre outros. Isso pode ser amenizado com um bom gerenciamento e planejamento dos canteiros de obra, o que pode trazer uma quantia muito menor de resíduo gerado e influenciar diretamente no valor final da obra.

A reciclagem desses resíduos é feita por meio de britagem, que pode ser feita de duas maneiras: por meio de usinas de reciclagem ou por meio de um britador móvel dentro do próprio canteiro de obra. Isso dependerá do tamanho da obra, ou da quantidade de obras que a construtora está executando no momento; o procedimento é o mesmo nos dois casos. Esse procedimento consiste em separar os materiais, no caso do estudo, resíduos cimentícios e terrosos, a serem britados. Estes são descarregados no britador, que funciona como mandíbulas, e são triturados em várias partículas de diferentes tamanhos. Após essa trituração o material segue por meio de uma esteira até as peneiras vibratórias de diferentes tamanhos,



onde o material é separado por granulometria e, por último, cada material é novamente guiado, por meio de esteiras, até o seu local de armazenamento.

As usinas de reciclagem são uma solução mais viável para obras de pequeno e médio porte, que podem estar encaminhando o resíduo para a usina e depois retornando com o mesmo material britado novamente para a obra, ou, caso não façam uso do material, restituem o mesmo à cadeia produtiva, para outras obras fazerem uso deste.

As usinas têm a vantagem de fornecer matérias mais diversificadas, tendo em vista que possuem estruturas maiores, possuindo assim maior variedade de granulométrica destes agregados.

O britador móvel é mais utilizado em grandes obras, por ter alto custo na compra ou aluguel da máquina, porém este valor se torna viável tendo em vista a reutilização dos materiais no próprio canteiro e devido à não necessidade de gastos com caçambas de entulho e com frete de materiais naturais, que podem ser dispensados com essa reutilização.

O caminhão tipo *Roll On Roll Off* é indicado para qualquer tipo de obra, tendo em vista que o material britado pode ficar na própria obra ou ser encaminhado para usinas. Este sistema é utilizado em países desenvolvidos e com grande competitividade no mercado, ainda não é utilizado no Brasil. Ele é composto por uma britadeira Móvel e uma Peneira Rotativa Móvel atracada no caminhão. As britadeiras móveis são construídas em um único bloco, normalmente com o tamanho variando de acordo com sua capacidade de processamento. Podem ser utilizadas em um empreendimento fixo, bem como serem alugadas para obras em diferentes locais.

## 2.5 Produtos oriundos da britagem dos resíduos classe A

É possível produzir, através da reciclagem de resíduos de construção e demolição, agregados como areia, brita rachão e bica corrida. Da mesma maneira, podem-se fabricar componentes de construção, tais como blocos, tijolos, telhas, entre outros. Para todas estas aplicações é possível obter similaridade de desempenho em relação aos produtos convencionais, com custos mais competitivos no mercado (VAZ, 2001).

Um dos produtos é a areia reciclada, que também pode ter diferente granulometria, de acordo com a passagem das peneiras, ou seja, areia fina ou areia grossa. Esse material



geralmente contém uma pequena quantia de resíduos de cimento, exigindo assim um pouco mais de água no processo de confecção de argamassa ou concreto.

No Quadro 1, observa-se a característica e a aplicação para cada um dos materiais vistos anteriormente, tais como granulometria, dimensões e o uso recomendado.

Quadro 1: Uso recomendado para os materiais reciclados

| Produto            | Características                                                                                                                                                | Uso recomendado                                                                                                                                               |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Areia reciclada    | Material com dimensão máxima característica, inferior a 4,8mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de concreto e blocos de concreto.                | Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapiso, solo cimento, blocos e tijolos de vedação.                                                    |
| Pedrisco reciclado | Material com dimensão máxima característica, de 6,3mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de concreto e blocos de concreto.                        | Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto entre outros.                                            |
| Brita reciclada    | Material com dimensão máxima característica, inferior a 39mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de concreto e blocos de concreto.                 | Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagem.                                                                                                  |
| Bica corrida       | Material com dimensão máxima característica, de 63mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de materiais cimentícios ou terrosos da construção civil. | Obras de base e sub-base de pavimentos, reforços de subleito de pavimentos, regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos. |
| Rachão             | Material com dimensão máxima característica, inferior a 150mm, isento de impurezas, proveniente de reciclagem de concreto ou blocos de concreto.               | Obras de pavimentação, drenagem e terraplanagens.                                                                                                             |

Fonte: Adaptado de Campus da Unesp em Ilha Solteira (SP)

Hoje, há no mercado, uma variedade enorme de materiais reciclados de entulho classe A, cimentícios e terrosos, bem como infinitas formas de reutilizar estes materiais, tais como: Pavimentação de estradas; Blocos; Bloquetes; Calçadas; Bancos de praça; Calçamentos; Tijolos ecológicos; Tijolos solo cimento; Pisos e contrapisos; Aterro de vias de acesso;



Acertos topográficos de terrenos; Argamassas de assentamento; Contenção de encostas; Canalização de córregos; Aditivo para argamassa e concreto; Tubos para drenagem; Blocos de pavimento intertravado.

A reutilização destes materiais deve ser feita de acordo com as normas específicas para cada caso, pois estes materiais, normalmente, possuem resistência inferior aos naturais e não devem ser utilizados para fundações ou paredes e elementos estruturais, a não ser que passem pelos testes de resistência estabelecidos. Afinal, na maioria das vezes, não se tem uma quantia exata de impurezas ou porcentagem exata de cada material presente nas caçambas, a não ser que as mesmas já venham com apenas um tipo de material, o que pode trazer grandes variações nas características de cada lote fornecido. Porém, este fator não impede o uso diversificado destes materiais, que além de muito semelhantes aos naturais, apresentam custos mais competitivos no mercado (VAZ, 2001).

## 2.6 Impactos ambientais

O crescimento da construção civil está diretamente atrelado ao aumento da população, tal fato tem como consequência a mudança cada vez maior do meio ambiente, devido aos impactos ambientais (Paiva e Ribeiro, 2011). A expressão impacto ambiental, segundo a Resolução nº 001 do CONAMA, de 23 de setembro de 1986, é definida como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE, em 2016, a quantidade de resíduos sólidos recolhidos foi de 71,3 milhões de toneladas, o que marcou um índice de arrecadação de 91% para o país, um aumento significativo comparado ao ano anterior. Cerca de 7 milhões de toneladas desses resíduos não foram destinados corretamente e aproximadamente 63% dos mesmos são provenientes da Construção e Demolição. Quem acaba tendo que arcar com estes custos de remoção das deposições irregulares são os próprios cofres públicos, ou seja, mesmo que indiretamente, o custo é da população, e este custo é de aproximadamente R\$ 45 milhões/ano, segundo estudos de Miranda (2009).



Este despejo inadequado contribui de forma significativa para a degradação da qualidade de vida em vários aspectos, tais como interferências nos sistemas de drenagens, causando enchentes, comprometimento do transporte de pedestres e veículos nas vias públicas, poluição visual e desvalorização dos terrenos, bem como a proliferação de vetores de doenças (Fagury e Grande, 2007).

## 2.7 Impactos econômicos

Tendo em vista os principais reúso dos resíduos e sua economia em relação aos recursos naturais, os maiores beneficiados com este sistema são os órgãos públicos, pois as obras públicas são as que podem ter maior demanda destes materiais na construção de rodovias, artefatos de concreto de praças, blocos de pavimento intertravados, artefatos para obras hidrossanitárias, dentre outros. Como exemplo pode-se citar a cidade de Jundiaí - SP, onde foi construído o Geresol (Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) – usina mantida pela própria prefeitura, que recebe o RCC, separa os agregados e os utiliza no concreto para produzir peças pré-fabricadas de cimento para fins não estruturais, como blocos de pavimento intertravados, meios-fios e manilhas. Em dois anos, o Geresol já recebeu 700 mil m<sup>3</sup> de RCC e extraiu 300 mil toneladas de material reciclado. Isso gerou economia de R\$ 13 milhões ao município, que passou a não comprar mais produtos virgens, principalmente areia e brita.

Junto com o Geresol, a prefeitura de Jundiaí implantou um rigoroso sistema de fiscalização do transporte de caçambas e dos geradores de resíduos da construção civil, que passam de 40 mil na cidade. Quanto às empresas que atuam no município, transportando caçambas, estas passam de 250. Os caminhões só podem circular se estiverem cadastrados na prefeitura. Quando isso ocorre, eles passam a ser monitorados por GPS. Para fiscalizar o transporte ilegal, o rastreamento é feito por 25 fiscais.

A construção civil pode ser muito favorecida com essa reutilização, não só as obras públicas. Temos como exemplo no Brasil a construtora MRV que, em termos de faturamento, é a empresa do setor de construção de edifícios residenciais com o maior lucro na América Latina e nos Estados Unidos, segundo estudo da consultoria Economática, com base nas demonstrações financeiras de 2011. Isto se explica pelo sistema adotado pela mesma, de reciclar o resíduo dentro da própria obra.



Em uma das obras realizadas pela construtora, que é um complexo de 520 unidades habitacionais, de edifícios populares, foram reciclados praticamente 100% de seus resíduos. A madeira, por exemplo, foi para a usina de reciclagem e voltou para a obra em forma de compensados. Foram recicladas, ao todo, 77 toneladas de madeira. O concreto, materiais cimentícios e terrosos, foram reciclados dentro da própria obra para a confecção de concreto não estrutural e confecção de calçadas e bancos, onde foram recicladas cerca de 600 toneladas desse material. Outro fator que influenciou nessa economia foi a reciclagem dentro da obra, evitando gastos com caçambas para a retirada desse entulho.

Um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos é a chamada logística reversa. Careli (2014) observa que o conceito não significa necessariamente o retorno de resíduo ao fabricante. A volta à cadeia produtiva, após processos de transformação dos resultados da construção em produtos de valor para o uso do próprio gerador, também é uma forma de trabalhar o conceito na prática. E as atividades aí envolvidas – entre elas, a reciclagem – são parte de um circuito de logística reversa.

## 2.9 Os resíduos em Cascavel - PR

Segundo o estudo de caso realizado por Kochem et al. (2017), na cidade de Cascavel, onde as mesmas buscavam encontrar a porcentagem de classificação de resíduos do aterro de inertes da cidade, foram encontrados os seguintes valores, demonstrados na Quadro 2.

Quadro 2: Porcentagem das classes de resíduos na cidade de Cascavel

| Classe | Tipologia         | Peso (KG) | % Amostra | % Classe |
|--------|-------------------|-----------|-----------|----------|
| A      | Argamassa         | 54,58     | 36,55     | 86,29    |
|        | Concreto          | 24,6      | 16,47     |          |
|        | Material Cerâmico | 49,66     | 33,25     |          |
| B      | Madeira           | 8,39      | 5,61      | 12,36    |
|        | Metal             | 3,58      | 2,39      |          |
|        | Plástico          | 2,24      | 1,5       |          |
|        | Papel             | 4,25      | 2,84      |          |
|        | Vidro             | 0         | 0         |          |
|        | Gesso             | 0         | 0         |          |



|        |                                                                |        |      |      |
|--------|----------------------------------------------------------------|--------|------|------|
| C      | Telhas termoacústica B contaminado com A plásticos rígidos     | 1,57   | 1,05 | 1,05 |
| D      | Material contaminado com tinta/solvente EPIs telhas de amianto | 0,44   | 0,29 | 0,29 |
| TOTAL: |                                                                | 149,31 | 100% | 100% |

Fonte: Kochem et al. (2017).

Os estudos realizados apontaram que 86% dos resíduos são da “Classe A”, com 86,29%, seguido da “Classe B”, 12,36%, “Classe D”, 1,05 % e, por fim, a “Classe C”, com 0,29%. Ou seja, os materiais gerados em maior quantidade são os pertencentes às classes passíveis de reaproveitamento e/ou reciclagem.

## 2.10 Histórico e normas dos RCC's de Cascavel

No ano de 2014, a Prefeitura da cidade de Cascavel, juntamente com algumas empresas de caçamba, foram multadas por irregularidades no aterro de inertes (construção civil), pois, além de o aterro estar sobrecarregado, não tinha fiscalização do IAP e havia grande volume de resíduos domésticos em meio aos resíduos sólidos. O aterro de inertes, localizado na antiga pedreira, no bairro Guarujá, ocupava uma área de cerca de 5 alqueires. Implantado na época da fiscalização, há mais de 13 anos, o aterro estava com sua capacidade esgotada e ainda assim todos os dias caminhões de entulhos seguiam para o local.

Segundo o site Paraná Ambiental, ainda no ano de 2014, a média mensal de recebimento de caçambas sofreu redução de 50% após a secretaria começar a notificar as empresas que não cumpriam com as exigências, fato que fez com que surgissem aterros clandestinos na cidade. Cartilhas com normas para o uso de caçambas que recolhem os entulhos foram confeccionadas pela Secretaria de Meio Ambiente para orientar as empresas que realizavam este tipo de serviço. Na cartilha havia orientações do que poderia ou não ir para o aterro e o valor das multas destinadas à empresa e ao contratante, que variavam de R\$ 160,00 a R\$ 320,00.

Juntamente com o fechamento do aterro houve o surgimento de duas usinas recicladoras de resíduos de construção civil, que era para onde os resíduos classe A, cimentícios, terrosos e madeira, deveriam ser destinados a partir daí. Mediante o fato, foi



criado o decreto nº 12.383, de 02 de julho de 2015, que dispõe sobre regulamentação da destinação final dos resíduos da construção civil, no município de Cascavel-PR, e dá outras providências.

Logo após, no ano de 2016, já na nova gestão da prefeitura, as melhorias e a recuperação do aterro de resíduos de construção civil precisaram ser realizadas, pelo Decreto nº 13.233, de 28 de dezembro de 2016 - Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2016, onde saiu o edital com o quadro orçamentário das atividades a serem realizadas, e onde se encontram as ações e seus respectivos valores.

Ainda, após o fechamento do aterro e as novas leis municipais, duas empresas de caçamba tiveram seus alvarás caçados e mais de R\$ 100.000,00 aplicados em multa, por estarem descartando materiais em aterros clandestinos.

## 2.11 PGRCC

Ainda sobre a destinação dos resíduos, foi criado o decreto 9.775/2011 - termo de referência para Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil Completo (PGRCC): Artigo 14: O presente Termo de Referência tem como finalidade orientar os grandes geradores de resíduos da construção civil para a elaboração do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Sendo obrigatório para empreendimentos de construção com área superior a 600 m<sup>2</sup> (seiscentos metros quadrados).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil constitui-se de um item obrigatório para aprovação dos projetos arquitetônicos e emissão do alvará de construção pela SEPLAN (Secretaria de Planejamento). Para análise e aprovação da SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente), o PGRCC deverá ser protocolado juntamente com uma via do Projeto Arquitetônico, Croqui de Acondicionamento e ART/RRT - do Profissional Responsável pela Elaboração e Implementação do PGRCC.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa



Para atingir os objetivos definidos na pesquisa, optou-se por duas estratégias: a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso.

Desta forma, para a execução deste trabalho, a metodologia de pesquisa constituiu-se das seguintes etapas:

Pesquisa bibliográfica: levantamento e análise de bibliografias relacionadas aos resíduos de Construção Civil, os Impactos Ambientais gerados pela mesma, a legislação vigente sobre a destinação desses resíduos, destinação final correta desses resíduos, Áreas de Transbordo e Triagem de Resíduos de Construção, e economia gerada pela reutilização de resíduos sólidos. Para estas pesquisas foram utilizados artigos, livros, matérias de jornal, normas técnicas, legislações, trabalhos acadêmicos publicados e a internet.

Pesquisa de campo: Visita e coleta de dados: Conselho Municipal do Meio Ambiente (CONAM), localizado na Rua Castro Alves, 2558 – Região do Lago, que é o órgão responsável pelo gerenciamento e fiscalização dos resíduos da cidade; Usina de reciclagem Future, localizada na BR 369 - Km 517, empresa que, além de fazer a britagem do entulho, presta serviços de locação de caçambas, consultoria ambiental, Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e demolições; Usina de reciclagem Lapa entulhos, localizada na Rua da Lapa 654- Maria Luiza, trabalha com a britagem do entulho e locação de caçambas; 20 Lojas de materiais de construção de Cascavel para comparativos de valor dos agregados naturais e reciclados.

### 3.2 Caracterização da amostra

A pesquisa foi realizada inicialmente no (CONAM) de Cascavel, onde foram coletadas informações referentes à destinação dos RCC's (Resíduos da Construção Civil) da cidade. Já as duas usinas de reciclagem disponibilizaram dados referentes ao volume de resíduos reciclados mensalmente e valores de revenda deste material já de volta ao mercado, e nas 20 empresas de matérias de construção e pedreiras foram coletados dados referentes ao valor dos agregados naturais, para comparativo de valores com os agregados reciclados.

### 3.3 Coleta de dados

Após a visita à Secretaria do Meio Ambiente, foi constatado que devido ao decreto de fechamento do aterro de inertes da cidade, no ano 2014, aterro este onde era depositado todo o resíduo da construção civil de Cascavel, foram então licenciadas duas usinas de reciclagem privadas para estarem fazendo a coleta e britagem desses resíduos, sendo a prefeitura então, a partir daí, responsável pela elaboração do PGRCC, que passou a ser mais rigoroso, fazendo com que as construções que geram entulhos destinem o mesmo a uma destas duas usinas. O município exige ainda que as empresas de caçamba contratadas possuam um CTR (Controle de Transporte de Resíduos). Atualmente estão em funcionamento, na cidade, 18 empresas de caçamba licenciadas pela prefeitura.

O CONAM é responsável ainda por fazer a fiscalização de todas as empresas de caçamba, se as mesmas estão realmente destinando os resíduos para as usinas, bem como consumir 10% de todos os agregados reciclados por estas usinas em obras e serviços públicos, segundo decreto Lei 6.663/2016.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados disponibilizados pela empresa Future, apresentam o volume de RCC's coletado e reciclado, nos anos de 2018 e 2019, no Quadro 3:

Quadro 3: Volume de resíduos reciclados (Future)

| Future Reciclagem Inteligente - Balanço 2018-2019 |                           |                    |           |                    |           |
|---------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| Mês                                               | Recebimento               | 2018               |           | 2019               |           |
|                                                   |                           | Volume em caçambas | Volume m³ | Volume em caçambas | Volume m³ |
| Jan                                               | Recebido até final do mês | 375                | 1500      | 519                | 2076      |
|                                                   | Média diária              | 17,04 /dia         |           | 22,56/dia          |           |
| Fev                                               | Recebido até final do mês | 340                | 1360      | 390                | 1560      |
|                                                   | Média diária              | 15,45 /dia         |           | 19,5/dia           |           |
| Mar                                               | Recebido até final do mês | 391                | 1564      | 406                | 1624      |
|                                                   | Média diária              | 17,77/dia          |           | 19,33/dia          |           |
| Abr                                               | Recebido até final do mês | 410                | 1640      | 522                | 2088      |
|                                                   | Média diária              | 18,63/dia          |           | 24,85/dia          |           |
| Mai                                               | Recebido até final do mês | 417                | 1668      | 506                | 2024      |
|                                                   | Média diária              | 18,95/dia          |           | 23,00/dia          |           |
| Jun                                               | Recebido até final do mês | 290                | 1160      | 414                | 1656      |
|                                                   | Média diária              | 13,18/dia          |           | 15,54/dia          |           |
| Jul                                               | Recebido até final do mês | 499                | 1996      | 527                | 2108      |



|       |                           |            |       |            |       |
|-------|---------------------------|------------|-------|------------|-------|
|       | Média diária              | 22,68/dia  |       | 22,91/dia  |       |
| Ago   | Recebido até final do mês | 525        | 2100  | 494        | 1976  |
|       | Média diária              | 23,86/dia  |       | 22,45/dia  |       |
| Set   | Recebido até final do mês | 474        | 1896  | 509        | 2036  |
|       | Média diária              | 21,54/dia  |       | 24,23/dia  |       |
| Out   | Recebido até final do mês | 471        | 1884  | 564        | 2256  |
|       | Média diária              | 21,40/dia  |       | 24,52/dia  |       |
| Nov   | Recebido até final do mês | 423        | 1692  | 349        | 1396  |
|       | Média diária              | 19,22/dia  |       | 17,45/dia  |       |
| Dez   | Recebido até final do mês | 342        | 1368  | 342        | 1368  |
|       | Média diária              | 15,54 /dia |       | 15,54 /dia |       |
| Total |                           |            | 19832 |            | 22168 |

Fonte: Future (2020).

Os dados apresentados na Quadro 3 demonstram todo o balanço de recebimento mensal dos resíduos, tanto volume diário de caçambas recebidas, quanto volume mensal em caçambas e em m<sup>3</sup>, sendo as caçambas equivalentes a 4m<sup>3</sup> cada, em média.

Ao total foram coletadas, no ano de 2018, 4.958 caçambas, totalizando um valor aproximado de 19.832 m<sup>3</sup>. Já no ano de 2019, foram coletadas 5.542 caçambas, totalizando 22.168m<sup>3</sup>. Comparando os valores, temos um crescimento de 10,54% do volume reciclado do ano de 2018 para o ano de 2019.

Foram ainda disponibilizados os valores de revenda destes agregados já de volta ao mercado, sendo estes areia, brita e pedrisco, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4: Valor de revenda dos agregados reciclados (Future)

| Material | Valor m <sup>3</sup> R\$ |
|----------|--------------------------|
| Areia    | 38,00                    |
| Brita    | 32,00                    |
| Pedrisco | 32,00                    |

Fonte: Future (2020).

A Future faz a venda dos resíduos separadamente, por m<sup>3</sup>, sendo este valor reduzido com compras em maiores quantidades. Levando em consideração o volume de agregado reciclado anualmente, multiplicado pela média de valor de sua revenda, no caso R\$ 34,00, no ano de 2018 a empresa faturou em média R\$ 674.288,00 e no ano de 2019, R\$ 753.712,00.

A empresa Lapa entulhos também disponibilizou os dados referentes ao volume coletado e reciclado nos anos de 2018 e 2019, como mostra o Quadro 5.



Quadro 5: Volume de resíduos coletados e reciclados (Lapa)

| Lapa Entulhos |                      |                        |              |
|---------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Ano           | Volume anual         | Volume mensal          | Caçambas/dia |
| 2018          | 28.000m <sup>3</sup> | 2.333,33m <sup>3</sup> | 29,16        |
| 2019          | 35.000m <sup>3</sup> | 2.916,67m <sup>3</sup> | 36,46        |

Fonte: Lapa entulhos (2020).

Os dados fornecidos foram dos valores médios, tanto mensal quanto anual, do volume coletado nos dois últimos anos de funcionamento da empresa. Comparando os valores, temos um crescimento de 20% do volume reciclado do ano de 2018 para o ano de 2019. Foram também disponibilizados os valores de revenda destes agregados, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6: Valor de revenda dos agregados reciclados (Lapa)

| Material | Valor m <sup>3</sup> R\$ |
|----------|--------------------------|
| Areia    | 25,00                    |
| Brita    | 25,00                    |
| Pedrisco | 25,00                    |

Fonte: Lapa Entulhos (2020).

A Lapa Entulhos, diferentemente da Future, trabalha com venda de carga fechada dos seus agregados, sendo esta carga de 12m<sup>3</sup>, onde qualquer dos agregados possui valor fixo de R\$25,00 m<sup>3</sup>. Fazendo o mesmo comparativo de dados da empresa anterior, onde se tem o volume de agregado reciclado anualmente multiplicado pela média de valor de sua revenda, no caso R\$ 25,00, no ano de 2018 a empresa faturou em média R\$ 700.000,00 e no ano de 2019, R\$875.000,00.

Na pesquisa feita nas lojas de materiais de construção e pedreiras da cidade, foi possível obter uma média dos valores dos agregados naturais à venda no ano de 2020, sendo estas 18 lojas de materiais de construção e duas pedreiras, como mostra o Quadro 7.

Tabela 10: Valor médio dos agregados naturais.

| Empresa              | Valor m³ areia R\$ | Valor m³ brita R\$ | Valor m³ pedrisco R\$ |
|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Empresa materiais 1  | 78,90              | 69,90              | 78,90                 |
| Empresa materiais 2  | 75,00              | 63,00              | 77,00                 |
| Empresa materiais 3  | 75,50              | 68,00              | 75,50                 |
| Empresa materiais 4  | 83,00              | 69,90              | 78,90                 |
| Empresa materiais 5  | 79,90              | 65,90              | 77,90                 |
| Empresa materiais 6  | 78,90              | 68,00              | 76,00                 |
| Empresa materiais 7  | 69,90              | 65,90              | 69,90                 |
| Empresa materiais 8  | 75,00              | 66,00              | 77,90                 |
| Empresa materiais 9  | 75,00              | 69,90              | 76,00                 |
| Empresa materiais 10 | 76,50              | 67,50              | 77,00                 |
| Empresa materiais 11 | 76,00              | 65,90              | 76,00                 |
| Empresa materiais 12 | 75,00              | 67,00              | 75,00                 |
| Empresa materiais 13 | 78,00              | 68,90              | 77,90                 |
| Empresa materiais 14 | 75,90              | 68,90              | 75,90                 |
| Empresa materiais 15 | 75,00              | 66,00              | 75,90                 |
| Empresa materiais 16 | 80,00              | 67,00              | 77,00                 |
| Empresa materiais 17 | 78,90              | 65,90              | 75,00                 |
| Empresa materiais 18 | 75,90              | 70,00              | 74,90                 |
| Pedreira 1           |                    | 60,00              | 60,00                 |
| Pedreira 2           |                    | 62,90              | 64,00                 |
| MEDIA                | 76,79              | 66,83              | 74,83                 |

Fonte: Autor (2020).

De acordo com os dados da pesquisa e levando em consideração que todos os agregados da cidade devem ir para uma das duas usinas licenciadas, tem-se o valor total de resíduos Classe A gerados pela Construção Civil, que segundo a pesquisa de Cochem et al. (2017), citada anteriormente, representa cerca de 86% de todo o resíduo gerado. Estes valores estão representados no gráfico da Figura 3.

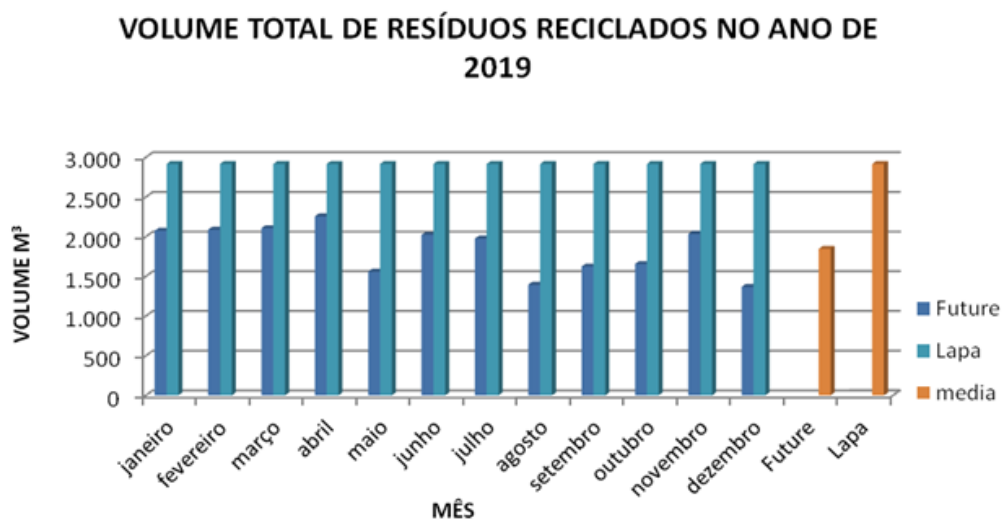
Figura 3: Volume total de resíduos reciclados no ano 2018



Fonte: Autor (2020).

O mesmo estudo foi feito no ano de 2019 e apresenta os valores ilustrados no gráfico da Figura 4.

Figura 4: Volume total de resíduos reciclados no ano 2019



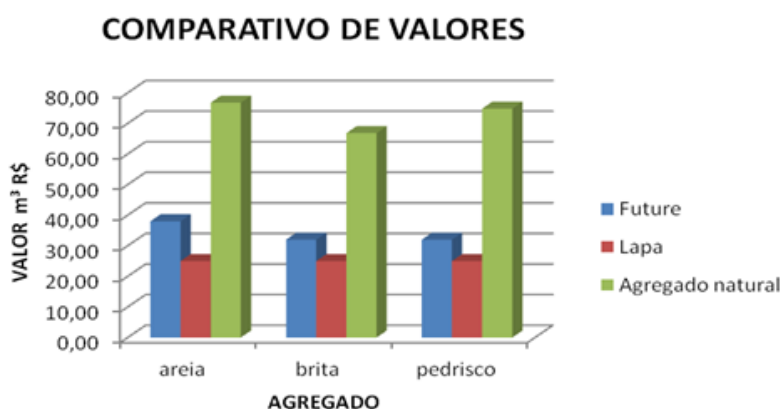
Fonte: Autor (2020).

No ano de 2019 houve um grande crescimento na coleta de resíduos em relação ao ano anterior, tanto em uma usina quanto na outra, sendo reciclados ao total 57.168m³, ou seja,

cerca de 16,33% a mais que no ano anterior, onde a Future foi responsável por 1847,33m<sup>3</sup>/mês e a Lapa por 2916,67m<sup>3</sup>/mês.

Em relação aos valores dos agregados naturais e reciclados, após a coleta de todos os preços obtidos, foi realizado um comparativo dos valores médios de 20 empresas de revenda de agregados naturais com os valores de revenda dos agregados reciclados das duas usinas, obtendo-se assim o gráfico da Figura 5.

Figura 5: Comparativo de valores dos agregados naturais e reciclados



Fonte: Autor (2020).

Analisando o gráfico, é possível perceber a grande economia que se tem adquirindo o agregado reciclado em relação ao agregado natural, sendo o valor da areia 50,51% menor na empresa Future e 67,44% na empresa Lapa. Já a brita apresenta economia de 52,12% pela empresa Future e 62,59% pela empresa Lapa, e o pedrisco 57,24% na Future e 66,59% na Lapa. Ou seja, as obras que podem fazer o uso do agregado reciclado por norma, podem chegar a uma economia de até 67,44% no seu valor final.

O setor que mais tende a se beneficiar com esta economia seria o setor público, pois os agregados reciclados, em maior parte, são indicados para obras de pavimentação, aterramento, nivelamento de solo, construção de praças, vias públicas, confecção de blocos intertravados, dentre outros, porém as duas usinas alegam que o setor público da cidade não tem adquirido este material para suas obras, mesmo com a lei que obrigaria tal medida, inclusive, uma das usinas nunca foi procurada pelo setor público da cidade em seus 5 anos de funcionamento e ambas alegam muita dificuldade na venda do material.



Uma das usinas alega ainda, que sua maior venda, que utilizou todo o seu estoque, foi no início do ano de 2018, para a cidade de Foz do Iguaçu, que utilizou esse material para fazer a base na execução das marginais na Rodovia das Cataratas. A partir daí a empresa teve um fluxo muito baixo na saída do seu material, estando com o estoque lotado e com uma média de 8.600m<sup>3</sup> de agregados revendidos no último ano.

Se analisarmos os dois últimos anos de funcionamento das duas usinas, levando em consideração os faturamentos anteriormente mencionados, se somados, chegam a um total de R\$ 3.002.712,00 em material, valor este que anteriormente era aterrado e descartado como lixo, sem valor algum e podendo ainda ser fonte de vetores de doenças para a população da cidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desta pesquisa foi possível identificar o volume de resíduos classe A da construção civil produzidos e reciclados na cidade de Cascavel nos dois últimos anos, sendo este cerca de 105.000 m<sup>3</sup> de entulhos, que deixam de estar indo para descartes clandestinos ou aterro sanitário e passam a ter um fim mais sustentável, promovendo assim um grande impacto ambiental positivo na nossa cidade, pois, além de evitar a proliferação de doenças com os aterros irregulares, ainda podem gerar grande economia no setor da construção civil.

Em relação ao impacto econômico, é possível identificar a enorme diferença no valor da compra do material reciclado com relação ao natural, podendo chegar a 67,44% de economia, opção esta que é muito pouco procurada em nossa cidade e poderia gerar grande impacto no custo de nossas obras, tanto públicas quanto privadas. Destaca-se ainda o valor obtido com o volume dos agregados reciclados nos dois últimos anos, gerando cerca de R\$ 3.002.712,00 em material, valor este que, em função de seu descarte, foi desperdiçado por muitos anos em nossa cidade, sendo que a opção de cominuir os resíduos da construção civil e reciclá-los já existe desde o fim da segunda guerra mundial.



## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Os resíduos sólidos no Brasil. Disponível em: < <http://abrelpe.org.br/>>. Acesso em: Agosto 2019.

### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

- \_\_\_\_\_NBR 10004/2004 - Classificação dos resíduos sólidos
- \_\_\_\_\_NBR 10007/2004 - Amostragem dos resíduos sólidos
- \_\_\_\_\_NBR 11174/1990 - Amostragem dos resíduos classe II inertes e III não inertes
- \_\_\_\_\_NBR 13221/2010 - Transporte dos resíduos sólidos
- \_\_\_\_\_NBR 13463/1985 - Coleta dos resíduos sólidos
- \_\_\_\_\_NBR 15113/2004 - Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - aterros
- \_\_\_\_\_NBR 15114/2004 - Resíduos sólidos da construção civil - áreas de reciclagem

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. História do entulho. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/historia-do-entulho/>. Acesso: Agosto 2019

BUTTLER, A. M. Concreto com agregados graúdos - Influência da idade da reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

CARELI, E. D. A resolução CONAMA nº 307/02 e as novas condições para gestão dos resíduos de construção e demolição. Dissertação Mestrado em Tecnologia – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso: Agosto 2019



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Alterada pelas Resoluções nº 348, de 2004, nº 431, de 2011 e nº 448, de 2012. Dispõe sobre gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002. Disponível em: < [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: Setembro 2019.

ECOD. Instituto EcoDesenvolvimento. Arena das Dunas é exemplo de reaproveitamento de resíduos e captação da água de chuva. Editoriais Arquitetura e Construção, Portal EcoD, jan. 2014. Disponível em: <https://envolverde.cartacapital.com.br/arena-das-dunas-e-exemplo-de-reaproveitamento-de-residuos-e-captacao-da-agua-da-chuva/>. Acesso em: Setembro 2019.

KOCHEM et al., 2017. Apoio acadêmico CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA CIDADE DE CASCAVEL, PR, Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/188/139>. Setembro 2019.

Leis municipais- DECRETO Nº 9.775/2011. Disponível em: < [http://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/30032016\\_termo\\_referencia\\_pgrcc\\_2016.pdf](http://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/30032016_termo_referencia_pgrcc_2016.pdf)> Acesso em: Setembro 2019.

Leis municipais- DECRETO Nº 12.383, DE 02 DE JULHO DE 2015. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/cascavel/decreto/2015/1238/12383/decreto-n-12383-2015-dispoe-sobre-regulamentacao-da-destinacao-final-dos-residuos-da-construcao-civil-no-municipio-de-cascavel-pr-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: Setembro 2019.

Leis municipais- DECRETO Nº 13.233 DE 28 DE DEZEMBRO DE 2016. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a1/pr/c/cascavel/decreto/2016/1324/13233/decreto-n-13233-2016>>. Acesso em: Setembro 2019.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. Série de Publicações Temáticas do CREA/PR, 2005.



Massa Cinzeta: Prefeitura de Jundiaí transforma resíduos em praças. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/jundiai-transforma-residuos-em-pracas/>>. Acesso em: Agosto 2019.

MIRANDA, L.F.R. Estudo de fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 172p.

PAIVA, Paulo Antônio de; RIBEIRO, Maisa de Souza. A reciclagem na construção civil: como economia de custos. 2004. Disponível em: <[http://legacy.unifacef.com.br/rea/edicao06/ed06\\_art01.pdf](http://legacy.unifacef.com.br/rea/edicao06/ed06_art01.pdf)>. Acesso em: Agosto 2019.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção. São Paulo: CEMA, 2005. Disponível em: [http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos\\_web2012.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf). Acesso em: Agosto 2019.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. Gestão de resíduos da construção civil. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. COBRAC 2004. Anais... Florianópolis. 13 p. Out. 2004. Disponível em: <[http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2004/092.pdf](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/092.pdf)>. Acesso em: Agosto 2019.

SEALEY. Manual integrado de resíduos sólidos. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: agosto 2019.

VAZ, J.C. Reciclagem de entulho. Disponível em: [http://www.federativo.bndes.gov.br/dicas/D007. Reciclagem de entulho.htm](http://www.federativo.bndes.gov.br/dicas/D007.Reciclagem%20de%20entulho.htm). Acesso em: Agosto 2019.

WAMBUCO. Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios – Volume III. União Europeia, 2002.