

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANNA KAREN SZPAK

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL  
DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2013

ANNA KAREN SZPAK

# **PROPOSTA DE GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Carla A. P. Schmidt

Coorientador: Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos

MEDIANEIRA

2013

S121d SZPAK, Anna Karen.  
Proposta de Gerenciamento Sustentável de Resíduos de  
Construção e Demolição: subtítulo / Anna Karen Szpak. -  
Medianeira, PR. UTFPR, 2013.  
XI, 00f. : il. ; 30 cm

Orientadora: Dr. Carla A. P. Schmidt  
Coorientador: Dr. José Ailton Azevedo dos Santos

Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Bibliografia: f.

1. Construção Civil. 2. Resíduos de construção e demolição. 3.  
Gerenciamento 4. Sustentabilidade. . I. Orientadora: Dr. Carla A. P.  
Schmidt. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CDU 576.72: 578

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Proposta de Gerenciamento Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição

Por

**ANNA KAREN SZPAK**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentada às 15:00 h do dia 29 de Agosto de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.

---

Profª. Dra. Carla .Adriana Pizarro Schmidt  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Profª. Msc. Fabiana Costa de Araujo Schutz  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Msc. Fábio Orssatto  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

*Dedico este trabalho as pessoas que lutam diariamente  
ao meu lado, transmitindo fé, amor, alegria, disciplina, determinação,  
paciência e coragem, tornando os meus dias mais fáceis, felizes e bonitos.  
Aos meus pais, José e Magela, ao meu irmão, Yuri Fernando, e ao meu noivo, João Nei.  
Vocês são o meu suporte, com certeza sem vocês eu não conseguiria.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela Engenharia de Produção.

Aos meus pais, José e Magela, pela confiança, amor, cuidado, sabedoria. Que me deram a oportunidade que poucos têm, de fazer duas faculdades de engenharia, e já estar concluindo a segunda.

Ao meu irmão, Yuri Fernando, que sempre tentou me trazer muita paciência com a sua sábia calma, me ajudou a realizar este trabalho final e que hoje me sinto lisonjeada e orgulhosa em vê-lo seguindo meus passos, cursando duas faculdades de engenharia.

Ao meu amigo e noivo, João Nei, por toda caminhada que fizemos juntos até o dia de hoje, que são mais de 8 anos, e pelos próximos que virão. Por ser paciente, me compreender, me ajudar, me fazer feliz e sentir orgulhosa em ser uma inspiração pra ele por estar cursando sua segunda e tão desejada faculdade de direito.

Aos meus professores, em especial a minha orientadora Carla Schmidt, quem eu admiro tanto por sua competência e por transmitir seus conhecimentos e fazer deste trabalho uma experiência positiva.

O vencedor não distorce a essência de sua carreira. Respeita-a e cuida dela com muito carinho. Sabe traçar seu plano de vida com base nas coisas em que acredita. Mais importante do que o caminho em si é a necessidade de que ele esteja alinhado com sua maneira de ser e seus valores. Trilhado com honestidade e simplicidade, certamente vai levá-lo à consciência divina."

Roberto Shinyashiki

SZPAK, Anna Karen. **Proposta de Gerenciamento Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição**. 2013. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## RESUMO

A construção civil é uma das indústrias que mais geram resíduos, o que evidencia a necessidade de um gerenciamento bem feito, buscando minimizar os impactos que poderiam ser causados ao ambiente com uma destinação inadequada. Apesar de já existirem legislações e normas, muitos municípios ainda não conseguiram se adequar a essa realidade recente e propostas de gerenciamento desse tipo de resíduo têm se mostrado necessárias. Frente a isto, o objetivo do presente trabalho, foi desenvolver uma proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição para o município de Medianeira-PR o qual carece deste controle, pois foram identificadas durante este estudo 24 áreas de deposição irregular de RCD. Para isso, foi necessário conhecer a situação atual da disposição dos resíduos de construção e demolição gerados no município e propor soluções de sustentabilidade a partir da Resolução CONAMA 307/02, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. O município conta com duas empresas particulares responsáveis pela coleta de RCD, o volume de resíduos gerados chega a 29,85 toneladas por dia. Através da análise estatística verificou-se que os resíduos gerados em quantidades significativamente maiores são a argamassa e o concreto classificados como resíduos da Classe A, que podem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados e aplicados na própria construção civil em diversos tipos de produtos. Neste estudo, para facilitar a gestão municipal do RCD gerado, se propõem que o município disponibilize áreas licenciadas para a disposição adequada dos resíduos objetivando facilitar a segregação e reciclagem desses resíduos. Apresenta-se ao final uma proposta de instalação de estação de britagem para que o município aproveite os resíduos para fazer agregado reciclado. Com a implantação de um gerenciamento adequado é possível reduzir tanto os impactos ambientais quanto os custos.

**Palavras-chave:** Construção Civil; Resíduos de construção e demolição; Gerenciamento; Sustentabilidade.



SZPAK, Anna Karen. **Proposal for Sustainable Management of Construction and Demolition Waste**. 2013. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## **ABSTRACT**

The construction industry is one of the industries that generate more waste, which highlights the need for a management done well, seeking to minimize the impacts that could be caused to the environment with inadequate allocation. Although there are laws and regulations, many municipalities have failed to adapt to this new reality and proposals for management of such waste have proved necessary. Faced with this, the objective of this work was to develop a proposal for management of construction and demolition waste for the city of Medianeira - PR which lacks this control, because during this study were identified 24 areas of irregular deposition of RCD. For this it was necessary to know the current status of construction and demolition waste generated in the municipality and propose sustainable solutions from CONAMA Resolution 307/02, which establishes guidelines, criteria and procedures for the management of construction waste. The city has two private companies responsible for collecting RCD, the volume of waste generated reaches 29.85 tons per day. By statistical analysis it was found that the residues generated in significantly greater amounts mortar and concrete are classified as Class A waste which can be reused or recycled as aggregates and applied in construction itself in various types of products. In this study, to facilitate the management of municipal RCD generated, they propose that the council makes available licensed areas for proper disposal of waste aiming to facilitate the segregation and recycling of such waste. It is presented at the end a proposal for installation of crushing station for the municipality take the waste to recycled aggregate. With the implementation of proper management can reduce both the environmental impacts as costs.

**Key-words:** Construction; Demolition and construction waste; Management; Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Classificação do resíduos sólidos quanto à sua origem.....	18
Figura 2 - Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição .....	21
Figura 3 - Diversos pontos identificados com disposição irregular de resíduos de construção e demolição no município de Medianeira-PR.....	34
Figura 4 – Disposição irregular de RCD na região leste do município .....	35
Figura 5 - Disposição irregular de RCD na região sul do município .....	35
Figura 6 - Disposição irregular de RCD na região oeste do município .....	36
Figura 7 - Disposição irregular de RCD na região norte do município .....	36
Figura 8 - Disposição irregular de RCD na região central do município .....	36
Figura 9 - Dispersão das caçambas C1 a C6 em relação aos três materiais encontrados nas amostras, pertencentes à Classe A. ....	39
Figura 10 - Dispersão das caçambas C1 a C6 em relação aos quatro materiais encontrados nas amostras, pertencentes à Classe B . ....	41
Figura 11 - Estrutura da proposta de gestão de resíduos da construção civil .....	43
Figura 12 - Plano Integrado de Gerenciamento .....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de construções licenciadas no município de Medianeira de 2005 a 2012 .....	33
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos Resíduos conforme Conama nº307/02.....	22
Quadro 2 - Geração de Resíduos por etapa de uma obra .....	24
Quadro 3 - Conjunto de informações utilizado para controle de dados no local de coleta de pequenos geradores .....	44
Quadro 4 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe A.....	47
Quadro 5 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe B.....	48
Quadro 6 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe D.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração estimada de resíduos da construção civil .....	34
Tabela 2 - Avaliação estatística dos valores percentuais médios de resíduos encontrados.....	37
Tabela 3 - Apresentação das médias percentuais e resultados do teste de Tukey comparando os principais materiais da Classe A avaliados nas 6 caçambas.....	38
Tabela 4 - Apresentação das médias percentuais e resultados do teste de Tukey comparando os principais materiais da Classe B avaliados nas 6 caçambas.....	40
Tabela 5 - Composição, em porcentagem, de RCC de algumas cidades brasileiras	42
Tabela 6 - Especificações técnicas de britadores de mandíbulas .....	50
Tabela 7 - Especificações técnicas de moinhos martelos .....	51
Tabela 8 - Especificações técnicas de alimentadores vibratórios .....	52
Tabela 9 - Especificações técnicas de peneiras vibratórias .....	52
Tabela 10 - Especificações técnicas de correias transportadoras.....	53

## LISTA DE SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RCC	Resíduos de Construção Civil
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PMCMV.	Programa Minha Casa Minha Vida
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMGRCC	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Objetivo Geral .....	14
1.2 Objetivos Específicos .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 Desenvolvimento Sustentável .....	16
2.2 Construção Civil Sustentável.....	16
2.3 Impacto ambiental .....	17
2.4 Resíduos Sólidos.....	17
2.5 Resíduos de Construção e Demolição .....	19
2.5.1 Gestão dos RCD .....	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1 Diagnóstico dos Resíduos de Construção e Demolição.....	26
3.1.1 Estimativa de Geração de Resíduos .....	27
3.1.2 Mapeamento de disposição dos Resíduos.....	27
3.1.3 Classificação e Caracterização dos Resíduos .....	27
3.2 Proposta de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição para o Município de Medianeira-PR .....	28
3.2.1 Análise do Plano Integrado de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Medianeira-PR .....	29
3.2.2 Definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades .....	29
3.2.3 Apontamento das diretrizes.....	30
3.2.4 Estrutura de uma Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Medianeira-PR .....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Indicadores Básicos do Município de Medianeira .....	32
4.2 Diagnóstico dos RCD .....	33
4.2.1 Estudo Estatístico do Diagnóstico de RCD do município de Medianeira.....	36
4.2.2 Avaliação estatística dos Resíduos da Classe A.....	37
4.2.3 Avaliação estatística dos Resíduos da Classe B.....	39
4.2.4 Classificação e Caracterização dos Resíduos .....	41
4.3 Proposta de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição no	

Município de Medianeira-PR .....	42
4.3.1 Procedimentos PMGRCC.....	44
4.3.2 Realizar Projeto GRCC .....	45
4.3.3 Licenciamento de Áreas .....	45
4.3.4 Proibir Deposição de RCD em Área não licenciada .....	46
4.3.5 Cadastrar Áreas possíveis de Recebimento de RCD.....	46
4.3.6 Reinsere RCD reciclados no ciclo produtivo .....	47
4.2.6.1 Estação de Britagem .....	49
4.2.6.1.1 Britador de Mandíbula .....	49
4.2.6.1.2 Moinho Martelo.....	50
4.2.6.1.3 Alimentador Vibratório .....	51
4.2.6.1.4 Peneira Vibratória.....	52
4.2.6.1.5 Correia Transportadora .....	53
4.2.6.1.6 Eletroímã .....	54
4.2.6.2 Unidade para Reciclagem de Resíduos .....	54
4.2.7 Ações de educação, orientação e fiscalização dos agentes .....	54
5 CONCLUSÕES .....	57
6 SUGESTÕES.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICES.....	66
APÊNDICE A: Análise Estatística dos Resíduos de Classe A .....	67
APÊNDICE B: Análise Estatística dos Resíduos de Classe B .....	69
ANEXOS .....	71
ANEXO A: Classificação e Caracterização dos Resíduos de Medianeira-PR.....	72
ANEXO B: Orçamento de Estação de Britagem por uma empresa especializada no ramo .....	76



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento linear da indústria da construção civil ocasionada pelo aumento da população, e a alta concentração nos grandes centros urbanos tem ocasionado um incremento dos resíduos de construção e demolição (RCD) os quais têm se tornado presentes nas pautas das discussões ambientais.

O problema do resíduo é hoje um dos maiores problemas enfrentados por uma administração, seja esta pública ou privada, nesse contexto Lopes (2003) sugere um maior envolvimento entre os setores da sociedade, bem como uma integração maior entre os governos federal, estadual e municipal, para a minimização dos problemas provocados por estes resíduos.

Com a intenção de reduzir a poluição causada pelos resíduos sem destinação adequada e a produção exacerbada de resíduos é que cada vez mais pessoas tem se preocupado com a qualidade de vida, visando a sustentabilidade.

O entulho proveniente das construções representa uma boa parcela do total de Resíduos Sólidos Urbanos gerados diariamente nos municípios, tornando necessária a busca e o estabelecimento de modelos de gerenciamento sustentáveis para esses resíduos, o que tem motivado estudos, quantificações e propostas de disposição e minimização.

De acordo com Lopes (2003) a partir disso o aproveitamento dos resíduos sólidos passaram a ser estudados como uma alternativa de subproduto aplicado como matéria prima para a fabricação de outros produtos, devendo-se destacar que há previsões de escassez de alguns insumos para os próximos anos.

O presente trabalho busca, nesse sentido, reunir informações sobre os resíduos de construção civil (RCC) gerados no município de Medianeira (PR), com fim de promover diretrizes que possam fornecer qualidade de vida e sustentabilidade para a região.

O conhecimento da situação dos RCD nos municípios e o planejamento de políticas de desenvolvimento sustentável tornam-se imprescindíveis para as administrações públicas estarem adequando-se no novo panorama de gestão apresentado e, atualmente proposto pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução de nº.307 de julho de 2002 (BRASIL, 2002). Com base nessa legislação cabe aos Municípios e Distrito Federal, buscarem soluções

para o gerenciamento dos pequenos volumes de resíduos, bem como disciplinar a ação dos agentes envolvidos com os grandes volumes.

Desta forma o presente estudo se justifica na necessidade de estudos que subsidiem um Plano de Gestão Sustentável dos Resíduos da Construção Civil para o município de Medianeira-PR.

### **1.1 Objetivo Geral**

O trabalho apresenta como objetivo geral elaborar uma proposta de gerenciamento de resíduos de construção e demolição para o município de Medianeira-PR.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Listar e realizar um levantamento de dados na prefeitura e empresas gestoras do RCD no município.

Realizar um levantamento bibliográfico dos tipos e classificações dos resíduos gerados e suas possíveis destinações.

Diagnosticar a situação atual do RCD no município.

Realizar um estudo estatístico do diagnóstico de RCD do município.

Propor soluções sustentáveis para gestão desse resíduo no município.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A população mundial tem crescido de maneira descontrolada impulsionando a crescente demanda por bens e serviços, que por consequência motivou à sociedade o consumo e desperdício como nunca ocorrera na história. Incorporado ao avanço tecnológico, o desenvolvimento da indústria propiciou a invenção de novos produtos, que induziu a dilapidação dos recursos naturais, devido ao seu uso indiscriminado. O paradigma de que os recursos naturais seriam inesgotáveis antes do século XVI, fazia da preservação da natureza uma atitude desfavorável ao desenvolvimento. Tradicionalmente, ao final da vida útil, os resíduos gerados durante a produção eram rejeitados em aterros irregulares (NETO, 2005).

A indústria da construção civil se destaca na economia brasileira, sendo assim responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis. Embora exista um número elevado de oferta de empregos na área e uma melhora na viabilização de moradias, renda e infraestrutura, ainda é de extrema importância uma política de destinação dos resíduos gerados (KARPINSKI, et al, 2009).

A preocupação com os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU no Brasil, começou a ser percebida somente nas últimas décadas, quando os problemas causados pelo mau gerenciamento dos resíduos passaram a influenciar negativamente na qualidade de vida da população (CARNEIRO, 2005).

O RSU integra os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) representando atualmente, uma das maiores dificuldades para o saneamento municipal. Esses resíduos são oriundos dos serviços de infraestrutura, como terraplanagem e redes de serviços públicos (água, esgoto, pluvial, gás, energia elétrica e telefonia), e da execução de novas construções urbanas, demolições e reparos de construções existentes (NETO, 2005).

O elevado desperdício de materiais na realização dos empreendimentos é responsável pela geração contínua e crescente de RCD no Brasil. É estimado que para cada tonelada de resíduo urbano coletado, são recolhidas duas toneladas de entulho proveniente do setor de construção civil. Essa informação importante induz uma necessidade de políticas de controle, coleta, transporte e disposição final e que facilitem o emprego desses resíduos de construção e demolição reciclados como matéria-prima na produção de novos materiais (NETO, 2005).

Para estabelecer diretrizes nesse importante avanço na gestão de resíduos oriundos de atividades construtivas foi criada a Resolução Nº 307, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, em julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

A Lei 12305/10, que institui a política nacional de resíduos sólidos, modificada em 2012, também estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

## **2.1 Desenvolvimento Sustentável**

Hartmann (2003) define desenvolvimento sustentável como exploração equilibrada dos recursos naturais, de maneira a satisfazer as necessidades e o bem-estar da presente geração, sem comprometer as condições de sobrevivência das gerações futuras, incorporando, a variável ambiental.

O conceito de desenvolvimento sustentável compreende as gerações futuras a sobrevivência do planeta em que vivemos. Torna-se imprescindível o uso racional dos recursos naturais, da energia e da implantação de mais lógica na gestão de resíduos (JOHN, 2001).

O desenvolvimento sustentável é um processo participativo que integra aspectos econômicos, ambientais, culturais, políticos, legais, sociais e técnicos, do ponto de vista coletivo ou individual (KARPINSKI et al, 2009).

## **2.2 Construção Civil Sustentável**

O conceito de construção sustentável é abordado nos mais diversos países. Alguns determinam os aspectos econômicos, sociais e culturais da construção sustentável como essenciais, mas os impactos ecológicos da construção são dados como mais importantes, tais como: biodiversidade, tolerabilidade da natureza e

preservação de recursos naturais. Devido a esses impactos é que os países estão adotando políticas ambientais específicas para o setor (JOHN, 2001).

Os modelos e sistemas integrados possibilitam à sustentabilidade ambiental e social na gestão dos resíduos sólidos uma redução dos resíduos gerados pela população, a implantação de programas permitem também a reciclagem e o reaproveitamento desse material, servindo assim como matéria-prima para a indústria, reduzindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

### **2.3 Impacto ambiental**

Uma edificação, independentemente de ser de pequeno, médio ou grande porte, altera significativamente o meio ambiente, seja na etapa de produção, seja na manutenção ou no uso, sempre irá causar impacto ao meio ambiente (KARPINSKI, et al, 2009).

Para a ISO 14001:2004, impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Juridicamente, o conceito de impacto ambiental refere-se exclusivamente aos efeitos da ação humana sobre o meio ambiente.

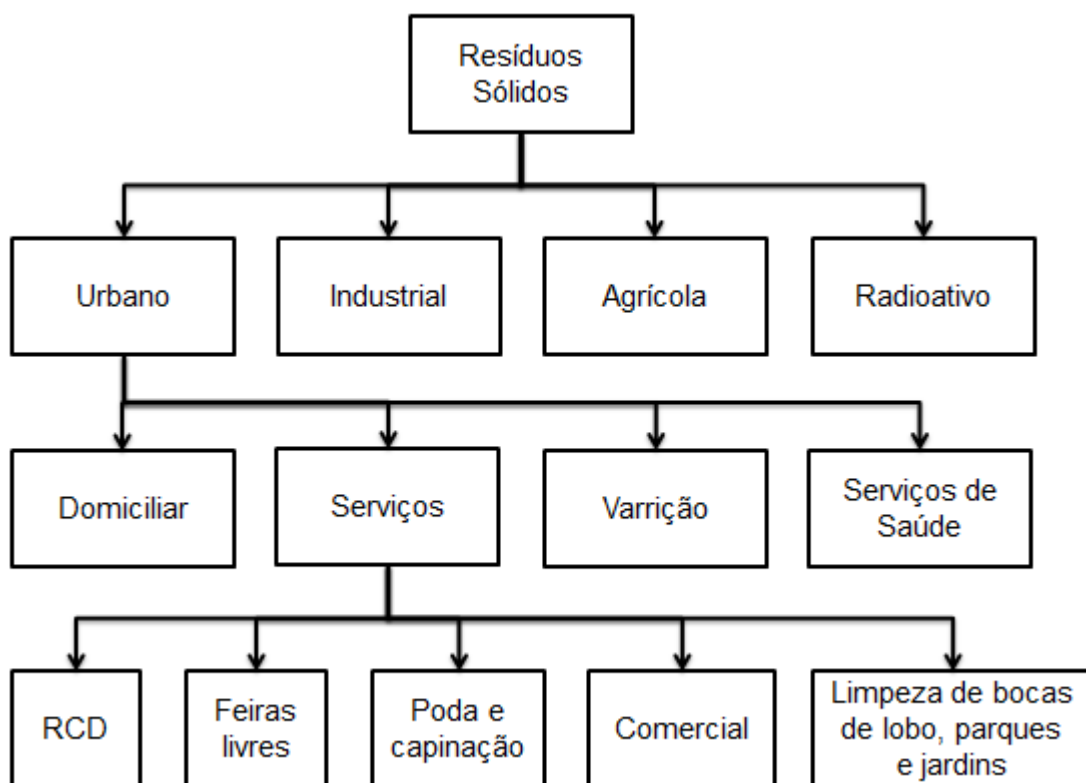
### **2.4 Resíduos Sólidos**

A ISO 10004:2004 define resíduo sólido e semissólido, como resultantes de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, onde também ficam inclusos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, gerados de equipamentos de instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis.

No decorrer dos anos o substantivo resíduo adquiriu o adjetivo sólido, com o propósito de diferenciar os resíduos sólidos dos rejeitos líquidos, esgotos sanitários e emissões gasosas (NETO, 2005).

SCHALCH (1996), apud HERNANDEZ (1999) classifica os resíduos sólidos conforme a sua origem e grau de biodegradabilidade em: urbano que contém resíduos domiciliares, de serviços que inclui o RCD, de varrição regular e de serviços de saúde; industrial os resíduos oriundos dos processos industriais; agrícola os resíduos provenientes das atividades da agricultura e da pecuária; e radioativos que incluem os resíduos derivados dos combustíveis nucleares.

A Figura 1 descreve melhor a classificação dos resíduos sólidos urbanos. Quanto ao grau de biodegradabilidade, o mesmo autor subdividiu os resíduos sólidos em: Facilmente degradáveis (FD); Moderadamente degradáveis (MD); Dificilmente degradáveis (DD) e Não degradáveis (ND)



**Figura 1 - Classificação do resíduos sólidos quanto à sua origem**

Fonte: SCALCH (1996).

O Art. 13 da Lei 12.305 classifica os resíduos quanto à origem:

- Resíduos domiciliares
- Resíduos de limpeza urbana;
- Resíduos sólidos urbanos;
- Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
- Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- Resíduos de serviços de saúde;
- Resíduos da construção civil;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos de serviços de transportes;
- Resíduos de mineração;

## **2.5 Resíduos de Construção e Demolição**

Conforme Souza et al., (2004) não é novidade o interesse em conhecer a quantidade de resíduos gerados pela indústria da construção civil, embora na maioria das vezes o tema está envolvido no debate sobre a redução de desperdícios. A pesquisa do arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, concluída em 1986, foi onde ele se preocupou estudar o uso do material reciclado para produção de argamassas.

Até 2002, não existiam leis e resoluções para os resíduos gerados pelo setor da construção civil no Brasil. Em São Paulo até o mesmo ano a legislação municipal restringia-se a proibir a deposição de RCD em vias e logradouros públicos, conferindo ao gerador a responsabilidade pela sua remoção e destinação (SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004).

O aumento da gestão de obras ocasiona problemas como a grande quantidade de RCD, a reciclagem dos resíduos e a alteração de tecnologia de construção. Recentemente, em domínio municipal, foi introduzida uma nova regulamentação para o setor da construção civil, por meio da Resolução do

CONAMA nº 307/02, a qual disciplina a destinação dos resíduos de construção (GONZÁLES e RAMIRES, 2005).

Principalmente nos centros urbanos, o local em que são depositados os resíduos é uma questão importante, sendo essas áreas escassas e o volume gerado de resíduo considerável, ocasionando conseqüentemente, transtornos à população, além de requerer investimentos elevados para adequar o processo à legislação (KARPINSKI et al, 2009).

De acordo com Pinto (2000), os resíduos de construção e demolição que causam mais impactos sanitários e ambientais, são aqueles associados às deposições irregulares, que no contexto implicam efeitos deteriorantes do ambiente local, danificando a paisagem, a drenagem urbana, o tráfego de pedestres e de veículos, atraindo resíduos não inertes além da propagação de doenças e outras conseqüências.

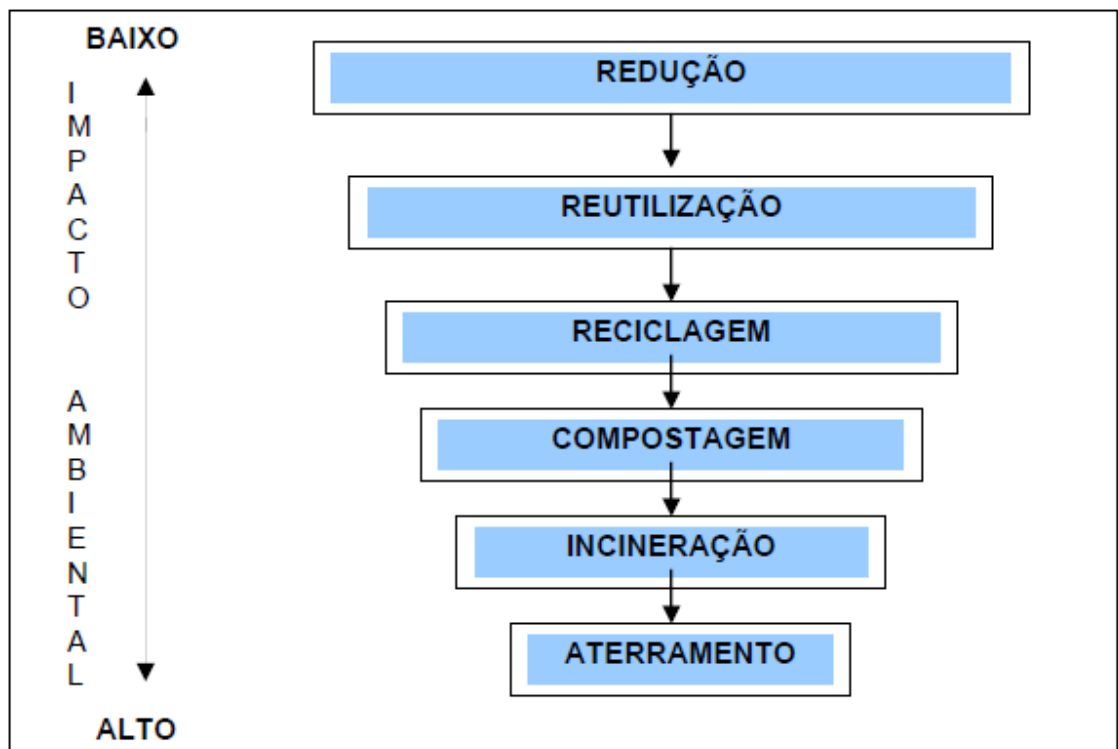
Ainda segundo o mesmo autor, a redução da geração de resíduos aparece como a opção mais eficaz para a redução do impacto ambiental, além de ser, no ponto de vista econômico, a melhor alternativa, já a reutilização dos resíduos se refere a uma simples aplicação alternada de materiais, empregada com o mínimo de processamento e energia. A reciclagem dos resíduos refere-se à transformação destes em novos produtos e a compostagem consiste basicamente na alteração da parte orgânica que se transformará em húmus para o tratamento do solo. A incineração dos resíduos, pode formar substâncias tóxicas, como os próprios gases de combustão, entretanto, estes podem ser tratados e o aterramento dos resíduos só deve ser escolhido como alternativa quando não há condições de aproveitamento dos resíduos.

A composição dos resíduos de construção e demolição (RCD) é diferente em cada etapa da obra, pois são oriundos de produtos que se destacam em cada etapa, que difere também entre os países, devido a distinção das tecnologias construtivas utilizadas (KARPINSKI, et al, 2009).

As etapas em que o resíduo da construção é gerado são classificados de acordo com John e Agopyan, (2000): a) fase de construção (canteiro); b) fase de manutenção e reformas; c) demolição de edifícios.

A Figura 2 apresenta uma avaliação da hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição de acordo com Peng et al. (apud LEITE, 2001).





**Figura 2 - Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição**

Fonte: PENG *et al*/apud LEITE (2001, p. 16).

Na construção civil, em cada uma das etapas de uma obra acontecem perdas e desperdícios de materiais, gerando RCC tanto na sua concepção quanto na execução e posterior utilização (LIMA; LIMA, 2009).

Por conseguinte, a caracterização média dos componentes dos resíduos está relacionada a parâmetros específicos de sua região geradora, atrelada à estrutura de seus constituintes. A ocorrência de desperdícios está diretamente ligada à composição do resíduo de construção e demolição (RCD) encontrada na construção convencional (KARPINSKI *et al.*, 2009).

A resolução nº 307 do CONAMA tem como objetivo estimular a não geração de resíduos, inicialmente classificando os geradores de resíduos em "grandes geradores" (construtoras) e "pequenos geradores" (particulares). O documento também classifica os resíduos em quatro classes, exigindo que sejam distinguidos a partir da sua natureza, ainda dentro do canteiro de obras, buscando racionalizar o reaproveitamento ou reciclagem. Prevê, ainda, perante os órgãos públicos, a necessidade de aprovação e um Projeto de Gerenciamento de Resíduos. As alterações para as construtoras entraram em vigor em 2 de janeiro de 2005 (BRASIL, 2002).

As quatro classes distintas, A, B, C e D dos RCD são classificadas quanto ao seu potencial de reciclagem, segundo a Resolução nº 307 do CONAMA.

A Classe A engloba os resíduos reutilizáveis ou recicláveis, 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, etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos etc), produzidas nos canteiros de obras.

A Classe B inclui os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso e outros. A Classe C são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis, que permitam a sua reciclagem/recuperação. A Classe D encampa os resíduos perigosos, oriundos do processo da construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

**Quadro 1 - Classificação dos Resíduos conforme Conama nº307/02**

<b>Classes</b>	<b>Definição</b>
A	Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação
D	Resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos e amianto (contaminados).

Fonte: Brasil (2002)

A NBR 10004 classifica os resíduos nas seguintes classes: Classe I - Perigosos; Classe II – Não perigosos; Classe II A – Não inertes e Classe II B – Inertes. A norma classifica os resíduos de construção e demolição como sendo de Classe II B, inertes, uma vez que não se decompõem quando dispostos no solo.

### 2.5.1 Gestão dos RCD

Devido ao amplo volume e diversidade de materiais utilizados em seu processo produtivo, a construção civil é uma das áreas que mais gera resíduos. Como benefício para a sociedade tanto quanto para as empresas que seguem métodos para cooperar com o uso sustentável de nossos recursos naturais, é ideal que exista um desenvolvimento de um plano de Produção mais Limpa (P+L), de forma a amenizar os impactos causados ao meio ambiente, bem como as perdas econômicas (KUNKEL, 2009).

O conhecimento pormenorizado das características dos agentes coletores de RCD, da sua intensidade de atuação e das suas limitações de ação, é essencial para a compreensão dos fluxos cumpridos pelos resíduos de construção e para a definição de metodologias adequadas para sua gestão (PINTO, 1999).

É relativamente baixa, na composição dos RCD, a presença de resíduos perigosos (produtos ácidos, inflamáveis e outros), mas esse aspecto não deve ser secundarizado, dotando-se esta parcela dos procedimentos e tratamento adequado (PINTO, 1999).

Pinto (2000) afirma que a gestão diferenciada de resíduos deve ser composta de um conjunto de ações que visem a redução, a máxima captação dos resíduos gerados e sua reciclagem, essas ações determinam o surgimento de novos serviços públicos.

A Resolução CONAMA nº 307/02 determina que compete ao poder público municipal implementar um sistema de gestão capaz de reduzir a deposição irregular e dar destino adequado aos resíduos segregados, cabe aos geradores a inclusão da gestão de resíduos nos canteiros de obras e é do dever do fabricante buscar soluções para transformar sua linha de produção em um sistema fechado. A Resolução também determina a elaboração de plano integrado de gerenciamento de resíduos (PIGRCC), de responsabilidade dos municípios. Portanto, a Resolução demonstra que para uma gestão diferenciada é necessário reduzir, reutilizar e reciclar.

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve conter as principais informações sobre a legislação, especialmente sobre os marcos conceituais, a classificação e destinação dos resíduos.

No Quadro 2, encontra-se a identificação dos resíduos gerados por etapa de uma obra de edifício residencial segundo Valotto (2007). Onde o mesmo deve ser seguido pelos responsáveis pelas obras de tal maneira a se obter dados estatísticos e indicadores que auxiliem no planejamento da minimização da geração dos resíduos nas construções.

**Quadro 2 - Geração de Resíduos por etapa de uma obra**

<b>Fases da Obra</b>	<b>Tipos de resíduos possivelmente gerados</b>
Limpeza do Terreno	Solos Rochas, vegetação, galhos
Montagem do Canteiro	Blocos cerâmicos, concreto (areia, brita) Madeiras
Fundações	Solos Rochas
Superestrutura	Concreto (areia, brita) Madeira Sucata de ferro, fôrmas plásticas
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa Papel, plástico
Instalações hidro sanitárias	Blocos cerâmicos PVC
Instalações elétricas	Blocos cerâmicos Conduites, mangueira, fio de cobre
Reboco interno/externo	Argamassa
Revestimentos	Pisos e azulejos cerâmicos Laminado de madeira, papel, papelão, plástico
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, texturas
Coberturas	Madeiras Cacos de telhas de fibrocimento

Fonte: VALOTTO, (2007).

A implantação de uma gestão diferenciada de RCD permite a obtenção de resultados concretos numa política de desenvolvimento urbano sustentável, impondo aos municípios um caráter regulador que pode aprimorar instrumentos jurídicos para que novos procedimentos de gestão se consolidem. Além disso, o uso do agregado reciclado em tecnologias alternativas no atendimento as demandas sociais dos

centros urbanos está em conformidade com a complicada questão do déficit habitacional brasileiro (FAGURY, 2007).

De acordo com Lima e Lima (2009) os agregados reciclados podem ser utilizados na confecção de pavers para pisos, em bases para pisos de concreto sem função estrutural e na confecção de blocos de concreto.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo de caso foi realizado no município de Medianeira – Paraná e foi dividido em duas etapas, sendo a primeira um diagnóstico da situação encontrada no município em análise, sem adotar as exigências contidas na Resolução CONAMA nº 307/02 e a segunda etapa será uma proposta de planejamento e uso eficiente do RCD adotando as mesmas exigências.

Na primeira etapa, com o intuito de obter um diagnóstico da situação, do ponto de vista ambiental e legal, dos resíduos de construção no município de Medianeira, foi realizada uma pesquisa junto às empresas envolvidas no recolhimento e destinação final do RCD, estimativas de quantidade de RCD gerados e mapeamento dos locais de deposição do RCD (legais e ilegais). A seguir procedeu-se a obtenção dos dados de resíduos brutos gerados no município de Medianeira-PR em literatura e realizou-se uma avaliação e análise estatística nesses valores.

Na segunda fase foi realizada uma proposta de plano de gerenciamento adequado segundo a Resolução CONAMA nº 307/02.

No diagnóstico inicial, as informações foram obtidas através das empresas responsáveis pelo recolhimento e destinação do RCD, o diagnóstico foi realizado também através de frequentes trajetos pela cidade, sendo esta identificação documentada por imagens fotográficas, para uma melhor compreensão da situação. A caracterização dos resíduos foi obtida com base no trabalho de Szpak (2012b) que é apresentado no Anexo A.

O levantamento dos resíduos de construção civil tem como objetivo o conhecimento da situação atual dos mesmos para a implantação de um planejamento da destinação final dos resíduos no município de Medianeira.

#### **3.1 Diagnóstico dos Resíduos de Construção e Demolição**

Para realização desse diagnóstico realizou-se um levantamento de campo com as empresas prestadoras de serviço que trabalham com a coleta de RCD e com a

prefeitura Municipal de Medianeira, coletando-se as seguintes informações:

- A quantidade em empresas que trabalham com a coleta de “entulho” no município de Medianeira, PR.
- Quanto à destinação final dada ao entulho;
- Quanto ao reaproveitamento do entulho;

### 3.1.1 Estimativa de Geração de Resíduos

O cálculo aproximado de geração de RCD foi elaborado com base na equação apresentada por Marques Neto (2003):

$$v = N \cdot C \cdot c \quad (1)$$

Onde:

$v$  = volume (ton.d<sup>-1</sup>)

$N$  = nº de caçambas em média / dia

$C$  = capacidade média das caçambas (m<sup>3</sup>)

$c$  = massa específica do entulho (ton.m<sup>-3</sup>)

### 3.1.2 Mapeamento de disposição dos Resíduos

No mapa do município foram identificados os locais de disposição ilegal dos resíduos no município.

### 3.1.3 Classificação e Caracterização dos Resíduos

A caracterização utilizada neste estudo foi apresentada no estudo de Szpak (2012b), tais dados foram separados em duas classes de resíduos e posteriormente avaliados por meio de Análise de Componentes Principais (ACP) e análise

estatística ANOVA em um delineamento de blocos ao acaso, onde as 6 caçambas foram tratadas como blocos sendo que foram considerados como tratamentos os diferentes materiais coletados, as análises foram realizadas com o auxílio do software Assistat 7.6 beta.

É sempre necessário fazer a classificação e caracterização dos resíduos, para assim realizar um gerenciamento dos mesmos, para este trabalho a caracterização dos resíduos de Szpak (2012b) exposto no Anexo A possibilitará o gerenciamento dos resíduos no município. Para a classificação foi adotada como base a Resolução CONAMA nº 307/02.

A caracterização de Szpak (2012b) exposta no Anexo A foi realizada através dos ensaios de massa específica, análise granulométrica e absorção de água.

### **3.2 Proposta de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição para o Município de Medianeira-PR**

A proposta de gerenciamento de resíduos foi desenvolvida de acordo com uma sugestão de Karpinski et al. (2009) a partir da Resolução CONAMA nº 307/02, onde a mesma foi dividida nas seguintes fases:

- Análise do Plano Integrado de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) de Medianeira-PR;
- Definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades;
- Apontamento das diretrizes;
- Estrutura de uma Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Medianeira-PR.



### **3.2.1 Análise do Plano Integrado de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Medianeira-PR**

Como principal incentivo, das diretrizes técnicas do PIGRCC estão a não-geração de resíduos, a redução, a reutilização e a reciclagem no próprio local de produção (KARPINSKI et al., 2009).

Para a disposição adequada dos resíduos de construção civil, as empresas coletoras devem estar de acordo com a classificação dos resíduos, para que os mesmos sejam dispostos conforme legislação, e não ocorra disposição em áreas não-licenciadas.

Para um planejamento mais adequado incentiva-se o uso de materiais reutilizáveis ou reciclados dentro do ciclo produtivo de uma edificação, propiciando vantagens econômicas além das ambientais.

Sugere-se que a Secretaria do Meio Ambiente organize eventos anualmente, para discussão da geração, acondicionamento, transporte, reciclagem e disposição final do entulho gerado no município de Medianeira.

Deve haver o cadastramento dos transportadores, de acordo com o volume transportado, onde os mesmos devem ser orientados e fiscalizados.

Para uma racionalização dos materiais e reutilização dos resíduos na própria obra, os geradores devem promover campanhas de esclarecimento sobre os benefícios econômicos e ambientais (KARPINSKI et al., 2009).

### **3.2.2 Definições dos agentes envolvidos e suas responsabilidades**

Os agentes que devem ser envolvidos no PIGRCC do Município de Medianeira, PR e, conseqüentemente, na gestão municipal dos RCD são os geradores de resíduos, os prestadores de serviços, como os transportadores, os proprietários de áreas que a cedem para o recebimento de RCD, e o poder público.

Em meio as responsabilidades dos geradores de resíduos estão os métodos e técnicas que estejam de acordo com a legislação vigente, bem como o gerenciamento dos mesmos, desde a sua geração até a sua disposição final.

A responsabilidade do transportador é cumprir as determinações normativas que obedecem aos procedimentos e operações do processo de gerenciamento de RCD. Quem recebe os resíduos também tem como responsabilidade atender as determinações normativas que descrevem os procedimentos e operações de aterros inertes e seu controle ambiental. Já o poder público é responsável por orientar, controlar e fiscalizar a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do PIGRCC, e também adotar soluções e medidas para a estruturação da rede de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes de resíduos de obra civil, para posterior destinação às áreas de beneficiamento (SINDUSCON-MG, 2005).

### **3.2.3 Apontamento das diretrizes**

Segundo Karpinski et al. (2009), no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC) deve constar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e várias outras metodologias necessárias para o seu funcionamento e continuidade.

Ainda segundo o mesmo autor, devem ser seguidas as diretrizes básicas de como levantar os procedimentos do PMGRCC, fiscalizar a execução dos PGRCC pelas empresas construtoras, licenciar as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos, proibir e penalizar a deposição dos resíduos de construção em áreas não-licenciadas, cadastrar áreas possíveis de recebimento, triagem e armazenamento, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento, incentivar a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo, definir critérios para o cadastramento de empresas coletoras, realizar ações de orientação e educação ambiental, realizar ações de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos e desenvolver ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

### **3.2.4 Estrutura de uma Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Medianeira-PR**

Para garantir uma ocupação adequada do solo urbano, o poder público municipal, deve apresentar soluções que se adequem à legislação vigente, aplicando, dessa forma, a proposta de Projeto de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Medianeira-PR, de forma a detalhar cada passo a ser realizado no Município.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em Medianeira, os resíduos de C&D são destinados em aterros não inertes e lixões. Embora a Resolução CONAMA nº 307/02 tenha entrado em vigor em 2004, não é conhecida nenhuma ação no município que vise o atendimento dessa legislação.

O RCD do município de Medianeira é coletado apenas por empresas privadas responsáveis pela coleta desse tipo de resíduos. A caracterização dos resíduos e todas as propostas de melhoria aqui apresentadas estão embasadas nos dados de levantamento de RCD, apresentados por Szpak (2012b), para o município de Medianeira-PR.

### **4.1 Indicadores Básicos do Município de Medianeira**

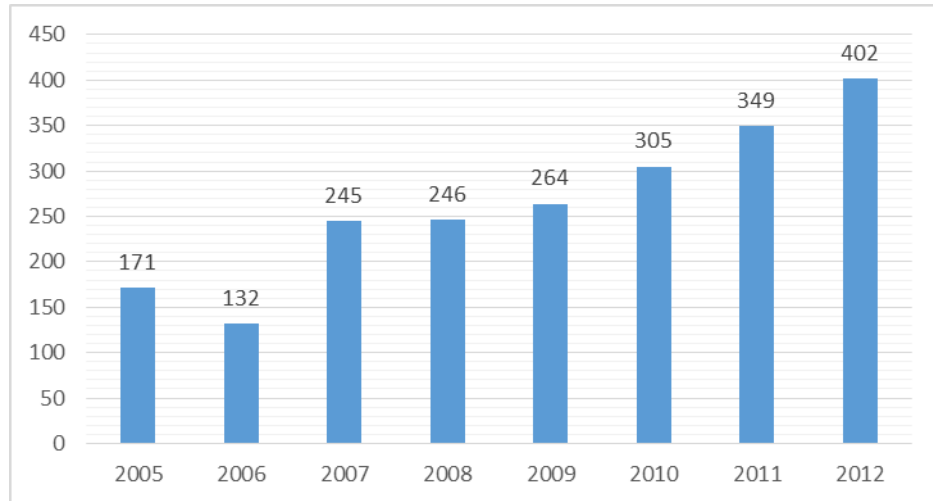
Medianeira situa-se na região oeste do Paraná, região Sul do Brasil, distante 580 km da capital. Localiza-se a 402 metros acima do nível do mar. Seu ponto mais alto, 608 metros e o ponto mais baixo, 275 metros. Limita-se ao norte com o município de Missal, ao leste com Matelândia, ao oeste com São Miguel do Iguazu e ao sul com Serranópolis.

O município de Medianeira possui uma área total de 328,733 km<sup>2</sup>. Sua população segundo o IBGE (2010) é de 41.817 habitantes, sendo 37.390 habitantes na área urbana (89,41%) e 4.427 habitantes na área rural.

A maior fonte de RCD no município é proveniente de reformas, novas construções horizontais e verticais e demolições.

Com base no Gráfico 1, que apresenta o número de construções licenciadas no município de Medianeira de 2005 a 2012, verificou-se que no ano de 2012 o número de construções aprovadas foi mais de 100% superior ao ano de 2005. Isso comprova que o setor de construção civil na Cidade, assim como em todo o Brasil, segue em crescimento contínuo, mostrando uma tendência de desenvolvimento urbano, ocorrência essa que contribui diretamente para a crescente geração de

RCD. Nota-se que o crescimento mais acentuado ocorre a partir de 2007, período em que iniciou a implantação do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e do PMCMV (Programa Minha Casa Minha Vida).



**Gráfico 1 - Número de construções licenciadas no município de Medianeira de 2005 a 2012**

**Fonte: Prefeitura Municipal de Medianeira (2013).**

#### 4.2 Diagnóstico dos RCD

O município dispõe atualmente, de apenas 2 empresas particulares que coletam o entulho. A prefeitura é responsável apenas pela coleta de resíduos sólidos recicláveis como vidro, plástico, papel, metal, etc., que também são gerados na indústria da construção civil, porém os materiais de classe A da Resolução CONAMA nº 307/02 os quais representam a maior parte do resíduo gerado no setor, como argamassa, concreto e cerâmica, o município não se responsabiliza pela coleta e destinação.

Como diagnóstico geral, tem-se que a destinação final do entulho no município de Medianeira atualmente não é adequada, devido à falta de aterros inertes e planejamento adequado.

Não existe a prática de aproveitamento do entulho, sendo assim apenas dispostos em locais inadequados, levando então, a uma necessidade imediata de planejamento.

Através da equação (1) proposto por Marques Neto (2003), o volume

aproximado de geração de RCD é de  $29,85 \text{ ton.d}^{-1}$ , onde o número de caçambas em média por dia é de 2,707, a capacidade média das caçambas é de  $45 \text{ m}^3$  e a massa específica do entulho de acordo com Szpak (2012b) é de  $0,245 \text{ ton.m}^{-3}$ .

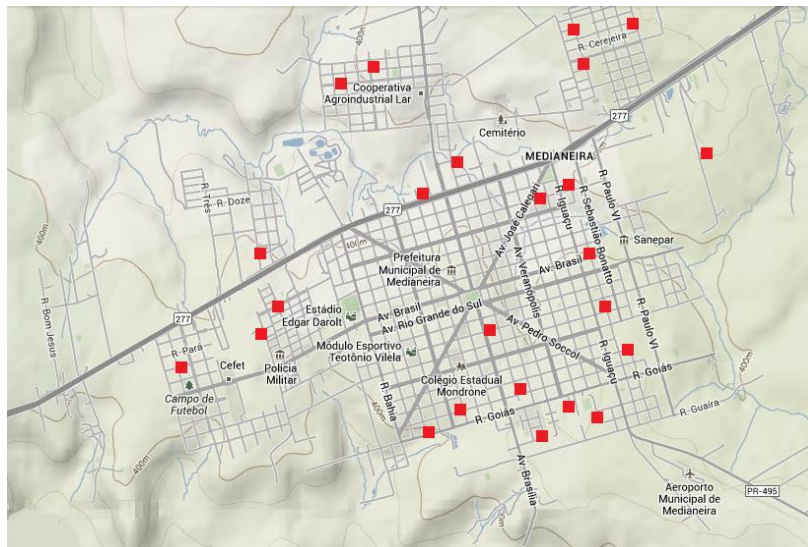
Levando em consideração o número de habitantes do município de Medianeira-PR, este volume de geração de resíduos por dia é relevante quando comparado a cidades de maiores portes, citadas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Geração estimada de resíduos da construção civil**

Município	Geração de RCC (Kg/hab)
São Paulo	1,15
Porto Alegre	0,29
Salvador	0,77
Ribeirão Preto	3,25
São José do Rio Preto	2,14
Jundiaí	2,45
Belo Horizonte	1,29
Medianeira	0,71

Fonte: Adaptada de KARPINSKI et al. 2009, p.33 apud LEITE, 2001, p.19.

Para melhor identificação, aqui estão dispostos alguns locais de disposição ilegal no município, sendo os mesmos de pequenos e grandes volumes de RCD depositados.



**Figura 3 – Diversos pontos identificados com disposição irregular de resíduos de construção e demolição no município de Medianeira-PR**

Fonte: Do autor, 2013.



As Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam a disposição irregular de RCD em pontos equidistantes do município de Medianeira-PR.



**Figura 4 – Disposição irregular de RCD na região leste do município**

**Fonte: Do autor.**



**Figura 5 - Disposição irregular de RCD na região sul do município**

**Fonte: Do autor.**





**Figura 6 – Disposição irregular de RCD na região oeste do município**

Fonte: Do autor.



**Figura 7 - Disposição irregular de RCD na região norte do município**

Fonte: Do autor.



**Figura 8 - Disposição irregular de RCD na região central do município**

Fonte: Do autor.

#### **4.2.1 Estudo Estatístico do Diagnóstico de RCD do município de Medianeira**

A seguir apresenta-se uma avaliação estatística dos dados brutos disponibilizados no diagnóstico de RCD realizado por Szpak (2012b), para o município de Medianeira. Esta análise visa avaliar a variabilidade nas quantidades de resíduos que são encontrados nas caçambas amostradas bem como observar as médias e desvios padrão apresentados para cada tipo de resíduo dentro de cada



classe. Foram encontrados naquele estudo nas caçambas analisadas apenas resíduos das Classes A e B.

Em relação ao conjunto total de resíduos das classes A e B não foram observadas diferenças significativas entre as caçambas ao nível de 5%, como se pode observar na Tabela 2.

**Tabela 2 - Avaliação estatística dos valores percentuais médios de resíduos encontrados.**

Caçamba	Resíduos da Classe A	Resíduos da Classe B
01	29,70 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>
02	31,44 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>
03	27,65 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>
04	31,13 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>
05	32,31 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>
06	25,20 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>

Obs. Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

**Fonte: Do autor.**

Porém, com base nos dados apresentados na Tabela 2, pode-se claramente observar que as quantidades percentuais médias geradas de resíduos da classe A são muito superiores aos resíduos da classe B.

#### 4.2.2 Avaliação estatística dos Resíduos da Classe A

Por meio do teste de comparação de média de Tukey observou-se que a maior média de resíduos da Classe A foi encontrado para Argamassa e Material cerâmico e a menor para Solo Natural, porém estatisticamente ao nível de 5% observou-se diferença entre os três materiais (Tabela 3).

Entre os resíduos da Classe A avaliados observou-se que o Material Cerâmico apresentou uma variabilidade maior entre as 6 amostras (ver Apêndice A), isso pode ser explicado pela fase da construção, pois quando a obra encontra-se em fase de acabamento pode-se verificar o aumento desse material em detrimento dos demais, isso confirma a importância da realização das amostragens em diferentes

fases da construção.

O coeficiente de variação foi maior para os produtos encontrados em menores quantidades nas caçambas, entretanto nessa pesquisa dada a aleatoriedade da geração dos resíduos elevados coeficientes de variação são comuns tendo em vista que não se trata de um experimento onde as parcelas e tratamentos podem ser controlados.

**Tabela 3 - Apresentação das médias percentuais e resultados do teste de Tukey comparando os principais materiais da Classe A avaliados nas 6 caçambas.**

<b>Resíduos</b>	<b>Média ± Desvio Padrão</b>	<b>Coeficiente de Variação</b>	<b>Variância</b>
Argamassa e Concreto	61,31 <sup>a</sup> ± 13,79	22,50	190,3149
Material cerâmico	26,08 <sup>b</sup> ± 17,47	66,98	305,2867
Solo Natural	01,32 <sup>c</sup> ± 01,28	97,09	001,6495

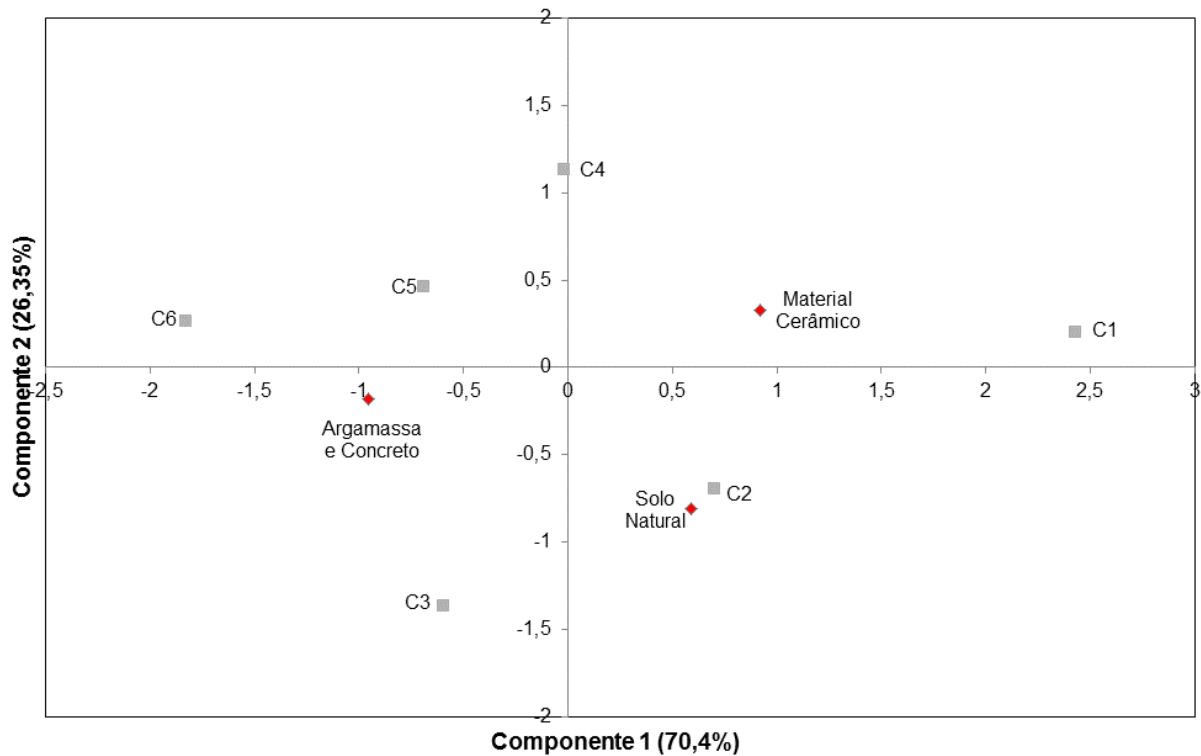
Obs. Valores seguidos por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

**Fonte: Do autor.**

Os dados também foram avaliados por meio de Análise de Componentes Principais onde se pode observar que as duas principais componentes isoladas pela análise conseguiram explicar 96,75% da variabilidade do conjunto de dados (Figura 9), sendo esse valor considerado muito elevado o que comprova a boa demonstração que o gráfico dá ao conjunto de dados.

Observou-se por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), Figura 9, que os três materiais amostrados ficaram em quadrantes distintos, mostrando que existiu muita diferença entre os valores levantados para eles, isso pode ser confirmado também pela significativa diferença estatística observada entre os produtos na Tabela 3.

A Figura 9 ilustra claramente a proximidade das caçambas C1 a C6 dos materiais que mais foram encontrados no levantamento quantitativo de cada material, sendo que a caçamba C2 apresentou maior conteúdo de solo natural que as demais por isso está próxima ao ponto de dispersão do solo natural, a caçamba C1 mostrou maior teor de material cerâmico do que Argamassa e concreto, comportamento esse que foi inverso ao comportamento das demais caçambas analisadas.



**Figura 9 - Dispersão das caçambas C1 a C6 em relação aos três materiais encontrados nas amostras, pertencentes à Classe A.**

Fonte: Do autor.

#### 4.2.3 Avaliação estatística dos Resíduos da Classe B

Dentre os materiais da Classe B não foram encontrados por Szpak (2012b) em seu estudo em nenhuma das caçambas avaliadas nem papel nem vidro, sendo que por esse motivo esses materiais não entrarão nessa análise estatística (ver Apêndice B).

Todos os coeficientes de variação encontrados para os resíduos da Classe B (Tabela 4), foram maiores que 100%, isso significa que os desvios padrão da média encontrados para esses produtos foram maiores que as médias percentuais de cada um dos tipos de resíduos avaliados nas caçambas. Nesse tipo de estudo a ocorrência de coeficientes de variação muito elevados não invalida os resultados tendo em vista que não se trata de um experimento onde os tratamentos pudessem ser controlados, os resultados se devem ao acaso e em alguns blocos à época que

se encontrava a obra pois são gerados em maiores quantidades em algumas fases específicas da obra. Isso demonstra a importância da avaliação de diversas caçambas, bem como a realização de tal avaliação em diversas etapas construtivas.

Observou-se que o Gesso apresentou maior variância (Tabela 4) o que pode ser explicado pela fase em que se encontra a obra, pois o gesso costuma ser colocado de uma só vez. Esse fato reforça a tese da necessidade de amostragem das obras em diversas fases com o objetivo de avaliar a geração de resíduos de diversos tipos e classes.

**Tabela 4 - Apresentação das médias percentuais e resultados do teste de Tukey comparando os principais materiais da Classe B avaliados nas 6 caçambas.**

Resíduos	Média ± Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Variância
Metal	0,0233 <sup>a</sup> ± 0,0572	245,14	00,0033
Plástico	0,1833 <sup>a</sup> ± 0,4345	237,00	00,1888
Madeira	2,0083 <sup>a</sup> ± 2,3226	115,64	05,3943
Gesso	3,7700 <sup>a</sup> ± 8,5117	225,77	72,4486

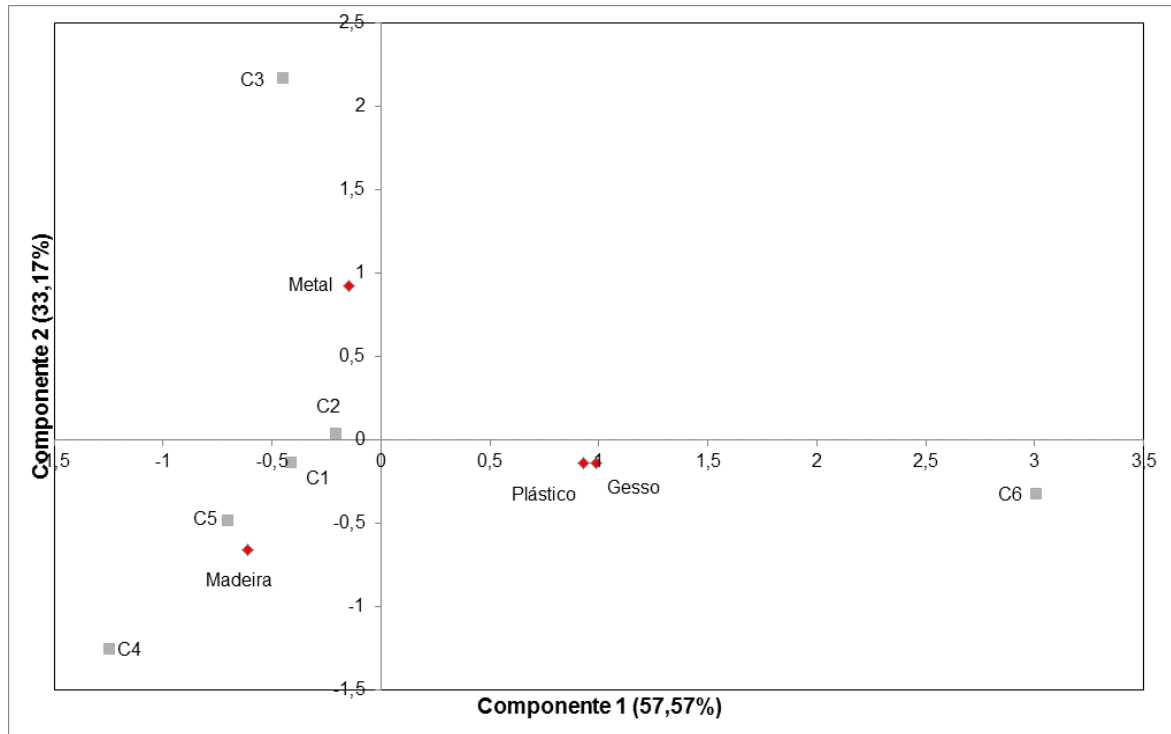
Obs. Valores seguidos por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

**Fonte: Do autor.**

Com base nos resultados médios e na comparação de média de Tukey, não foi observada diferença ao nível de 5% entre os diferentes resíduos encontrados nas amostras, listados na Tabela 4.

Os dados dos resíduos da classe B, também foram avaliados por meio de Análise de Componentes Principais onde se observou que as duas principais componentes isoladas pela análise conseguiram explicar 90,74% da variabilidade do conjunto de dados (Figura 10), sendo esse valor considerado bom e suficiente para que o gráfico represente bem o que acontece com conjunto de dados.

Observando-se os dados brutos pode-se verificar que a madeira foi encontrada nas 5 primeiras caçambas sendo que isso justifica a caçamba 6 (C6) ter se localizado no gráfico bem distante do ponto que está a Madeira na Análise de Componentes Principais pode-se observar que as caçambas 5 e 4 possuíam teores superiores de madeira que as demais. A caçamba C6 apresentou Gesso e Plástico em seu conteúdo e a C3 apresentou metal.



**Figura 10 - Dispersão das caçambas C1 a C6 em relação aos quatro materiais encontrados nas amostras, pertencentes à Classe B .**

Fonte: Do autor.

Com base em todas as observações feitas nos dados e resultados estatísticos obtidos, verifica-se que os resíduos da classe A são os gerados em quantidades superiores e que a destinação correta desses resíduos seria muito significativa para o meio ambiente dada a quantidade elevada em que são depositados nessas caçambas.

Visto isso é possível considerar que o RCD gerado no município de Medianeira-PR tem elevado potencial de reciclagem, podendo ser utilizado para produção de agregados reciclados.

#### **4.2.4 Classificação e Caracterização dos Resíduos**

Para realizar um planejamento de controle dos resíduos da construção civil, faz-se necessária uma classificação e caracterização adequada dos mesmos, exposto no Anexo A.

A Tabela 5 demonstra que a argamassa e o concreto são os maiores resíduos gerados em diversas cidades no Brasil, o que está de acordo com o que se constatou para o município de Medianeira-PR.

**Tabela 5 – Composição, em porcentagem, de RCC de algumas cidades brasileiras**

Local de Estudo	Composição de RCC (%)				
	1 (Concreto)	2 (Argamassa)	3 (Cerâmica)	4 (Rocha)	5 (Outros)
São Leopoldo <sup>1</sup>	22,50	26,00	32,80	17,40	0,30
Porto Alegre <sup>2</sup>	44,20	18,30	35,60	1,80	0,10
Novo Hamburgo <sup>3</sup>	34,90	27,30	23,20	14,40	0,20
Santo André <sup>4</sup>	20,55	42,22	37,23	-	-
São Paulo <sup>2</sup>		41,87	7,76	23,75	26,62
Maceió <sup>5</sup>	16,73	55,49	26,49	1,28	0,01
Salvador <sup>2</sup>		44,00	19,00	3,00	34,00
Recife <sup>6</sup>		52,76	8,65	2,20	36,39
Passo Fundo <sup>7</sup>		69,4	28,0	-	2,60
Medianeira <sup>8</sup>		62,50	27,18	-	10,32

<sup>1</sup>SILVA (2011).

<sup>2</sup>LEITE (2001).

<sup>3</sup>KARPINSKI et al (2009).

<sup>4</sup>PINTO (1999).

<sup>5</sup>VIEIRA (2004).

<sup>6</sup>CARNEIRO (2005).

<sup>7</sup>BERNARDES et. al. (2008).

<sup>8</sup>SZPAK (2012b).

Fonte: Adaptado das fontes citadas pelo autor.

### 4.3 Proposta de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição no Município de Medianeira-PR

A Figura 11 apresenta a estrutura da proposta de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD), dando sequência com o modelo de gestão de resíduos da construção civil.



**Figura 11 - Estrutura da proposta de gestão de resíduos da construção civil**

Fonte: Do autor.

Guerra (2009), resume quais devem ser as responsabilidades dos grandes e pequenos geradores (Figura 12).



**Figura 12 – Plano Integrado de Gerenciamento**

Fonte: Adaptado de Guerra (2009).

### 4.3.1 Procedimentos PMGRCC

De acordo com o número de funcionários proporcional ao número de habitantes e à densidade demográfica do Município, o poder público municipal deverá criar um departamento responsável pelo resíduo de construção civil do Município, onde o mesmo deverá ser responsável por apresentar e explicar o PMGRCC para as empresas de transporte e coleta de resíduos existente no Município.

Visto que o Município é de pequeno porte e possui apenas 2 empresas responsáveis pelo transporte e coleta, as mesmas juntamente com os geradores diretos de RCD devem se tornar os responsáveis pelas áreas de disposição e licenciamento do aterro de RCD, assim como pela triagem, armazenamento e venda de produtos para reciclagem.

Assim o poder público municipal se tornaria responsável pelo terreno utilizado para a instalação do aterro de RCD já licenciado, enquanto que as duas atuais empresas, que devem ser devidamente cadastradas recolhem o RCD e transportem ao seu destino correto.

Para pequenos geradores de resíduos, o guia de gestão de resíduos sólidos da SINDUSCON (2005), diz que o Município pode disponibilizar uma caixa de coleta permanente de resíduos de construção, onde a coleta pode ocorrer sem custos, para que haja incentivo de disposição adequada dos resíduos.

Karpinski et al. (2009) sugere que haja um controle no local da coleta de pequenos geradores, conforme o Quadro 3.

**Quadro 3 - Conjunto de informações utilizado para controle de dados no local de coleta de pequenos geradores**

Data	Depositante	Endereço da Obra	Início da Obra	Final da Obra	Quantidade de RCD	Classificação de RCD

Fonte: Karpinski et al. (2009).

Com este controle é possível inclusive determinar uma classificação de RCD do município com maior precisão, para que os mesmos possam ser reaproveitados.



### **4.3.2 Realizar Projeto GRCC**

As empresas que necessitam realizar os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) são os grandes geradores e transportadores de RCD. As mesmas devem apresentar ao órgão responsável pelo RCD da Prefeitura Municipal de Medianeira os procedimentos necessários para transporte, manejo, transformação e destinação dos resíduos de construção e demolição.

Apenas profissionais capacitados deverão analisar e aprovar os PGRCC. Depois de um prazo estabelecido, o projeto será fiscalizado, podendo assim as empresas geradoras e responsáveis pelo transporte dos RCD receberem notificação de adequação.

As empresas responsáveis pela coleta e transporte de resíduos poderiam contar com o departamento criado no poder público municipal para que as mesmas realizem seus projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil e dar suporte na caracterização, identificação e quantificação de RCD.

Karpinski et al. (2009) sugere que os maiores geradores devem possuir um local adequado para realizar o manejo de RCD, que pode ser chamado de “área 1 de beneficiamento” que será a área que receberá a maior parte de RCD das empresas.

### **4.3.3 Licenciamento de Áreas**

Para que as áreas de beneficiamento e disposição final de RCD estabeleçam condições que causem o menor impacto possível ao meio ambiente é que existe o licenciamento de áreas, que avalia os impactos ambientais causados pelo empreendimento.

Para o sucesso no programa o órgão responsável pelos RCD deve informar os futuros geradores de resíduos sobre o licenciamento, sobre o resíduo ser um potente poluidor e poder causar degradação ambiental. Para isso sugere-se que exista uma Licença Prévia (LP), que deve ser solicitada no planejamento do

empreendimento e em sequência vem a Licença de Instalação (LI), que aprovaria início da obra.

Segundo a Resolução CONAMA nº 237/97, a Licença Prévia é a licença concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação. A Licença de Instalação, a mesma define como o documento que autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante. Há também a Licença de Operação, que é autorizada depois de verificar o efetivo cumprimento das LP e LI.

#### **4.3.4 Proibir Deposição de RCD em Área não licenciada**

Proibir a disposição de RCD em áreas não-licenciadas com uma lei municipal, ajudaria o poder público municipal a reduzir a disposição irregular, aplicando multas às empresas e proprietários dos terrenos que não cumprirem a lei.

Para isso é necessário que o órgão criado, responsável pelos RCD, fiscalize os terrenos baldios.

Medidas como campanhas de incentivo a reutilização e reciclagem de RCD podem ajudar a reduzir a disposição irregular de RCD.

#### **4.3.5 Cadastrar Áreas possíveis de Recebimento de RCD**

Encontradas as áreas possíveis de recebimento de RCD, as mesmas poderão receber o RCD para triagem e armazenamento e serem devidamente cadastradas pelo proprietário da área, porém o recebimento de RCD deve ser fiscalizado pelo órgão municipal.

#### 4.3.6 Reinsere RCD reciclados no ciclo produtivo

Uma alternativa viável e econômica é reinsere o RCD reciclado no próprio processo produtivo, realizando triagem e tratamento adequado, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos. Pode-se primeiramente realizar o aproveitamento no próprio canteiro de obra, não sendo possível, pode ser encaminhado para reaproveitamento, onde o material pode sofrer alteração e ser reutilizado, como fabricação de blocos de concreto com devida triagem e trituração adequada (SZPAK, 2012a). Já Hood (2006), aproveita o RCD para a fabricação de blocos para pavimentação e Aragão (2007) para a fabricação de lajes pré-moldadas.

Os geradores de resíduos podem ainda vender os resíduos para aproveitamento dos mesmos na confecção de agregados reciclados. O Quadro 4 apresenta o tratamento e a destinação que podem ser dados ao resíduo pertencente a Classe A da Resolução CONAMA nº 307/02.

**Quadro 4 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe A**

<b>RESÍDUO CLASSE A (CONAMA 307/02)</b>	
<b>Resíduo</b>	<b>Tratamento e Destinação</b>
Argamassa, Cimento e Cerâmica	Utilizada em reciclagem Regularização de desnível
Terra	Aterros e terraplanagens Restauração de solos contaminados

Fonte: Adaptado de Karpinski et. al. (2009).

Para Formoso et al (1996) os materiais que são desperdiçados em maior quantidade nos canteiros de obra são a argamassa, o cimento e a areia. E a ocorrência de perdas acontece com mais intensidade no estoque e no transporte dos materiais do que durante o processamento em si. Devido a isso é necessário, por parte dos geradores, controlar melhor o estoque e transporte de materiais.

Para os resíduos Classe B o Quadro 5 apresenta o seu devido tratamento e destinação

**Quadro 5 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe B**

<b>RESÍDUO CLASSE B (CONAMA 307/02)</b>	
<b>Resíduo</b>	<b>Tratamento e Destinação</b>
Metais	Reutilização na própria obra Venda para empresas de reciclagem Entregue a associação de catadores Reaproveitamento
Madeira	Venda para empresas de reciclagem Reaproveitamento Reutilização na própria obra
Vidros	Venda para empresas de reciclagem Entregue a associação de catadores
Embalagens, papel e plásticos	Utilização na obra para embalar outros resíduos Entregue a associação de catadores Venda para empresas de reciclagem
Gesso	Venda para empresas de reciclagem

Fonte: Adaptado de Karpinski et. al. (2009).

Drywall (2013) diz ainda que o gesso pode ser reprocessado na indústria de gessos e chapas para drywall, pode também ser usados para a correção do pH do solo ou como fertilizante e ainda ser reutilizado na indústria cimenteira.

A madeira, segundo Sinduscon-SP (2012), pode ser reutilizada a partir de logística reversa, queima para geração de energia fechamento e outras utilidades.

Para resíduos de Classe D deve se ter muito cuidado, por se tratarem de resíduos perigosos, por isso devem ser acondicionados de sacos plásticos para posterior tratamento e destinação conforme sugere o Quadro 6.

**Quadro 6 - Tratamento e destinação de resíduos da Classe D**

<b>RESÍDUO CLASSE D (CONAMA 307/02)</b>	
<b>Resíduo</b>	<b>Tratamento e Destinação</b>
Resíduos perigosos e contaminados (tintas, vernizes e produtos químicos)	Venda para empresas de reciclagem de tintas e vernizes Venda para empresas de coprocessamento

Fonte: Adaptado de Karpinski et. al. (2009).

#### **4.2.6.1 Estação de Britagem**

Criar uma estação de Britagem de resíduos de classe A para fazer calçamento seria uma boa solução para o município. Segundo Tavares (2009), esta estação deve dispor de uma edificação de apoio administrativo, uma guarita, um portão e cercamento da área, áreas para estocagem de material recebido e processado, estrutura para apoio de equipamento e britador e um conjunto britador: britador de mandíbula, moinho martelo, alimentador vibratório, correia transportadora, peneira vibratória e eletroimã.

O custo total da aquisição destes equipamentos necessários para um aproveitamento de  $25\text{ton.d}^{-1}$  de resíduos é de R\$359.500,00 (Trezentos e cinquenta e nove mil e quinhentos reais), conforme orçamento, fornecido por um empresa especializada no ramo, em Anexo 2.

A equipe de operação, sugerida por Tavares (2009), pode ser composta por quatro funcionários, sendo um operador de trator, um operador do britador e dois operários.

Depois de realizar a devida triagem dos materiais, os resíduos de classe A devem ser levados por caminhão ou pás carregadeiras até um Alimentador Vibratório, que alimentará mecanicamente um Britador de Mandíbulas, que reduzirá o tamanho destes materiais para serem reutilizados. O resultado desta britagem é recolhido por um Transportador de Correia que levará o produto até uma Peneira Vibratória, onde se realizará a separação dos materiais.

##### **4.2.6.1.1 Britador de Mandíbula**

O britador de mandíbulas gera uma produção de agregados com maior tamanho máximo e menor conteúdo de fração fina, ou seja é a primeira etapa por onde os resíduos passam. Não apresenta problema de cubicidade na britagem de concreto, mas entulho com conteúdo de telhas e ladrilhos podem gerar lamelas indesejáveis. Precisa ser alimentado com menor comprimento das vigas de concreto armado. É a melhor opção de instalação a céu aberto e para instalações

subterrâneas, possui alto rendimento, velocidade ótima e elevada potência instalada, facilidade de automatização (METSU MINERALS, 2008).

Na Tabela 6 são apresentadas especificações técnicas referentes aos ao britador de mandíbulas.

**Tabela 6 - Especificações técnicas de britadores de mandíbulas**

<b>Modelo</b>	<b>2015E</b>	<b>3020E</b>	<b>4230E</b>	<b>6240E</b>
<b>Boca (mm)</b>	100x150	300x200	420x300	620x400
<b>Peso (kg)</b>	545	1720	3000	7000
<b>Volante - Diâmetro (mm)</b>	750	800	900	1075
<b>Rotação (rpm)</b>	380	350	350	280
<b>Motor (hp)</b>	10	15	25	40
<b>Polia – Diâmetro (mm)</b>	172	260	280	265
<b>Altura (mm)</b>	680	1160	1370	1630
<b>Comprimento (mm)</b>	750	1050	1300	1600
<b>Largura (mm)</b>	760	1100	1250	1530

Fonte: Adaptado de Metso Minerals (2008).

#### **4.2.6.1.2 Moinho Martelo**

É um equipamento que realiza a britagem através do choque do material contra as paredes fixas e peças móveis da máquina.

Segundo SBM (2010), o moinho martelo é composto por uma parte interior de aço com alto teor de manganês, que é fácil de trocar quando desgastado. No eixo, que compõem o rotor, há vários martelos com toca-discos e martelo eixo. Seu funcionamento é realizado por um motor e correia-V para rotar a unidade do eixo e rotor de giro, de modo que espalha a força centrífuga produzida pelo martelo rotativo. Após a britagem adequada, o material britado deve baixar de 10 a 15% o teor de umidade.

O Moinho Martelo tem como características, a alta capacidade de produtividade, um baixo consumo de energia, promove um tamanho uniforme de partícula, possui estruturas de operação simples e um baixo custo de investimento.

Na Tabela 7 são apresentadas especificações técnicas referentes aos moinhos martelo.

Tabela 7 - Especificações técnicas de moinhos martelos

Modelo	7550 HD	7575 HD	75100 HD
<b>Diâmetro do Rotor(mm)</b>	750 x 500	750 x 750	750 x 1000
<b>Boca alimentadora(mm)</b>	141 x 500	140 x 750	140 x 1000
<b>Potência (hP)</b>	75 - 125	100 - 200	150 - 300
<b>Rotação (rpm)</b>	900 - 1600	900 - 1600	900 - 1600
<b>Velocidade perif. (m/s)</b>	35-63	35-63	35-63
<b>Aliment. (tam. máx.)mm (pol.)</b>	100 (4")	100 (4")	100 (4")
<b>Peso (kg)</b>	3100	3800	4500
<b>Vel. de export. (m<sup>3</sup>)</b>	3,6	4,2	4,9

Fonte: Adaptado de Metso Minerals (2008).

#### 4.2.6.1.3 Alimentador Vibratório

Os alimentadores vibratórios são ideais para alimentação de britadores primários e secundários. Dotados de grelhas na extremidade de descarga da mesa vibrante, realizam também a pré-classificação de partículas finas, visando melhorar a eficiência do britador (METSO MINERALS, 2008).

É composto basicamente por uma mesa vibrante e acionamento. A mesa vibrante é fabricada em chapa de aço e reforçada por vigas transversais e protegida por revestimentos de aço de alta resistência e o acionamento é efetuado por dois motores, um para cada vibrador, girando em sentidos opostos. Um eixo cardan conecta o vibrador a uma polia estacionária acionada pela polia do motor através de correias.

Na Tabela 8 são apresentadas especificações técnicas referentes aos alimentadores vibratórios.

**Tabela 8 – Especificações técnicas de alimentadores vibratórios**

<b>Modelo</b>	MV27070	MV35080	MV40090	MV40120	MV60128
<b>Peso Total (Kg)</b>	3150	5150	6200	8500	11500
<b>Abertura entre trilhos</b>	2"-3"	2"-4"	2"-4"	2"-4"	4"
<b>Motores</b>	2 x 5 HP	2 x 7,5 HP	2 x 8 HP	2 x 16 HP	2 x 20 HP
<b>Peso da Tremonha (Kg)</b>	1.350	2.050	2.600	3.250	4.610
<b>Volume Raso/Coroadado (m³)</b>	3,0/5,4	4,0/7,0	4,8/8,6	5,8/10,5	8,6/ 15,5
<b>Capacidade (m³/h)</b>	30-150	50-200	80-250	120-350	150-400

Fonte: Adaptado de Metso Minerals (2008).

#### 4.2.6.1.4 Peneira Vibratória

As peneiras vibratórias mecânicas também comumente referidas como separadores giratórios ou máquinas de triagem, são uma parte tradicional de processamento de pós de granéis sólidos. Eles classificam os materiais, separando-os por tamanho de partícula através de uma malha de tela. Usando uma combinação de movimentos horizontais e verticais por meio de um motor vibratório, espalham o material sobre uma tela em padrões de fluxo controlado e estratificar o produto (SBM, 2008).

Na Tabela 9 são apresentadas especificações referentes a peneiras vibratórias.

**Tabela 9 - Especificações técnicas de peneiras vibratórias**

<b>Modelo</b>	PV-200100	PV-300100	PV-350120	PV-400150
<b>Dimensão da tela (mm)</b>	2000 X 960	3000 X 960	3500 X 1160	4000 X 1460
<b>Número de decks</b>	2	3	4	4
<b>Potência (unidade indicada)</b>	5,0 cv	7,5 cv	12,5 cv	20 cv
<b>Potência / Capacidade de Produção (kW.h/m²)</b>	0,96	0,64	0,57	0,55

Fonte: Adaptado de Metso Minerals (2008).



#### 4.2.6.1.5 Correia Transportadora

São fabricadas de acordo com as capacidades exigidas e fornecidas junto com os apoios metálicos, bicas de transferência, passadiços e plataformas de manutenção, quando necessário (METSO MINERALS, 2008).

As correias transportadoras têm como acessórios: roletes, tambores, acionadores, esticadores e estrutura metálica. O rolete é composto por um conjunto de rolos geralmente cilíndricos e seu suporte. Os rolos são capazes de efetuar livre rotação em torno do seu eixo, e são usados para suportar e/ou guiar a correia transportadora. Os tambores são elementos para transmissão, que podem ser de acionamento, de retorno, de dobra, de encosto e esticador (FÁBRICA – FAÇO, 1985).

Na Tabela 10 são apresentados especificações técnicas referentes às correias transportadoras.

**Tabela 10 - Especificações técnicas de correias transportadoras**

<b>Modelo</b>	<b>TC-16</b>			<b>TC-24</b>			<b>TC-42</b>		
<b>Largura da correia (polegadas)</b>	16			24			42		
<b>Capacidade de transporte (m<sup>3</sup>/h)</b>	60			140			400		
<b>Distância de transporte (m)</b>	10	25	40	10	25	40	10	25	40
<b>Potência (CV)</b>	3	5	7,5	6	10	15	15	25	40
<b>Potência/ Capacidade de Produção (kW.h / ton . m)</b>	0,002	0,0015	0,0014	0,002	0,0013	0,0012	0,0017	0,0012	0,0012

Fonte: Adaptado de Metso Minerals (2008).

#### **4.2.6.1.6 Eletroímã**

Equipamento utilizado no caminho da correia transportadora, que cria um campo magnético para a retirada de pequenos objetos de metal como pedaços de arame, pregos parafusos e outros (TAVARES, 2009).

#### **4.2.6.2 Unidade para Reciclagem de Resíduos**

Segundo IPT (2013), existe uma alternativa mais economicamente viável para um município de até 50 mil habitantes, que é a unidade para reciclagem de resíduos. Essa unidade não necessita de britador, que para o modelo sugerido no tópico anterior é necessário, por que ainda de acordo com IPT (2013), o britador é o grande gargalo para a reciclagem nas pequenas cidades, pois representa um alto custo no que se diz respeito a aquisição da unidade de processamento. O equipamento custa em torno de R\$170.000,00, ou seja, mais de 50% menor que a estação de britagem.

Dessa forma, as pequenas cidades podem reciclar e ter um ganho ambiental para o município.

#### **4.2.7 Ações de educação, orientação e fiscalização dos agentes**

Como monitoramento e melhoria contínua das ações aplicadas, deve-se orientar os agentes envolvidos no processo de coleta e transporte de RCD, fiscalizar e controlar os agentes envolvidos, incentivar a redução de geração de RCD e inserir áreas de manejo de RCD.

Para orientar os agentes envolvidos no processo de coleta e transporte de RCD o órgão responsável pelo resíduo de construção e demolição deve adotar as medidas apresentadas no Quadro 7.

**Quadro 7 - Medidas que devem ser adotadas para orientar os agentes geradores de resíduos**

<b>1ª Medida</b>	Dispor grupos de trabalho para desenvolver soluções para os resíduos de C&D, viabilizando soluções práticas de reuso, reciclagem e correta destinação final dos resíduos;
<b>2ª Medida</b>	Orientar as fontes geradoras de RCD sobre o modo de realizar a triagem e transporte dos mesmos;
<b>3ª Medida</b>	Monitorar e fiscalizar as práticas desenvolvidas, com periódicas reuniões, para avaliar e aperfeiçoar o plano.
<b>4ª Medida</b>	Promover atividade de educação ambiental para os trabalhadores da construção civil, através de seminários e palestras, ressaltando as metas de minimização, reutilização, armazenamento, triagem e transporte de RCD.

Fonte: Do autor.

Para fiscalizar e controlar os agentes envolvidos é necessário implantar um programa de fiscalização municipal, a fim de garantir o sucesso da proposta sugerida no item 4.2 deste trabalho, para o município de Medianeira, adequando os agentes envolvidos ao novo sistema de gestão. Para um melhor controle é necessário determinar um número de fiscais que serão responsáveis por fiscalizar determinadas áreas.

Para incentivar a redução de geração de RCD é indispensável apresentar atividades de sensibilização de educação ambiental para os trabalhadores da construção civil, visando os objetivos de minimização, reutilização e separação dos resíduos na sua origem, bem como seu apropriado armazenamento e transporte.

É imprescindível o incentivo de reinserção dos resíduos reutilizáveis em outras obras. Para isso é necessária coleta de sobras e restos de materiais em obras já finalizadas, com autorização do proprietário.

A implantação de áreas de manejo de RCD é dividida para pequenos e grandes volumes.

Pequenos volumes devem ser direcionados para área previamente definida como ponto de entrega para pequenos geradores de RCD, em concordância com o poder público, os geradores poderão depositar até 1 m<sup>3</sup> de resíduo. Por tal motivo, não há necessidade de áreas muito extensas para a rede de ponto de entrega de

pequenos volumes de resíduos. Porém nestas áreas deverão estar identificados os espaços destinados à recepção de RCD e os espaços de RCD já devidamente separado, para que a remoção seja realizada com equipamentos adequados para cada tipo de resíduo.

Já, as áreas destinadas ao processamento de grandes volumes de RCD podem ser públicas ou privadas. Visto que o município até então não possui porte para gerenciar grandes volumes de RCD, a maior parte da geração será de responsabilidade de agentes privados, os quais devem controlar as áreas destinadas aos grandes volumes RCD.

## 5 CONCLUSÕES

Atualmente, no município de Medianeira, a coleta e o transporte dos RCD são realizados por duas empresas privadas. Através do cálculo de estimativa de geração de RCD chegou-se ao número de 10.029,60ton de entulho por ano, sendo que a maior parte destes resíduos pertencem a classe A da Resolução CONAMA nº 307/02, como constatou a análise estatística da caracterização do RCD, o que garante aos resíduos grande potencialidade na reutilização, reciclagem e reaproveitamento dos mesmos.

Vista a necessidade clara de um plano de gerenciamento dos RCD no município de Medianeira, a proposta sugerida neste trabalho teve como característica principal adequar áreas licenciadas para disposição regular de RCD, onde as mesmas devem ser fiscalizadas periodicamente.

Uma alternativa de grandes benefícios para a redução de RCD é a sua reciclagem, que transforma as despesas em uma fonte de faturamento, ou ao menos reduz as despesas com deposição e extração de matéria-prima, que contribui para a preservação de recursos naturais.

A britagem foi proposta neste estudo como uma possível solução para disposição irregular de RCD o que possibilitaria à prefeitura um maior controle sobre a geração e destinação desse tipo de resíduo no município.

Processos de gestão de resíduos em canteiros de obra, com aproveitamento no mesmo ciclo produtivo também é solução para a redução do acúmulo de resíduos gerados.

Uma gestão adequada de RCD, com auxílio do poder público, pode trazer diversos benefícios à população e ao meio ambiente, assim como a redução de custos da limpeza urbana e recuperação de áreas degradadas, redução de impactos ambientais, preservação do meio ambiente, incentivos de redução da geração de RCD, incentivos de reciclagem e reutilização de RCD e também geração de empregos.

Com a implantação de um PIGRCC, a gestão pública consegue reduzir impactos ambientais e sociais do descarte inadequado, otimizando uso de aterros licenciados e transformando fontes de despesas e fontes de faturamento, consegue também incentivos de educação ambiental.

Conforme soluções expostas neste trabalho, ressalta-se que a efetiva implantação de políticas públicas de reciclagem de RCD precisa ser planejada e executada com ações de longo prazo, aliadas sempre à pesquisa e desenvolvimento.

Perante o cenário brasileiro atual, em que o plano de gerenciamento de RCD ainda não é prática comum nas administrações públicas, este trabalho ressalta que a implantação de uma gestão pública de RCD beneficia a sociedade como um todo, conformando ações de conscientização e cidadania.

## 6 SUGESTÕES

Como sugestão de trabalhos futuros:

- Determinar o índice de geração de resíduos para as principais atividades desenvolvidas dentro do canteiro de obras;
- Realizar estudos de viabilidade técnica do aproveitamento de agregados reciclados de RCD;
- Realizar estudos de viabilidade técnico-econômica da implantação de uma Unidade de Beneficiamento de RCD.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, H. G. Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2007. 126p.

ARAÚJO, C.B. Z. M de.; FIGUEIRA, K. C.; MALHEIROS, M. R. T. L. **Trabalhos de conclusão de curso: normas e padrões**. Campo Grande: FIC/UNAES, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

BARRETO, I, M, C, B, N. **Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Aracaju, 2005.

BERNARDES, et al. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 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, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

BURGO, P. C. F. Caracterização da disposição dos resíduos de construção e demolição do município de Bauru. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2001.



CARNEIRO, F. P. Diagnósticos da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005. 131p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 307 de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2002. 3p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 237 de 19 de dezembro de 1997**. Estabelece procedimentos, critérios técnicos e prazos para Licenciamento Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1997. 9p.

DRYWALL. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br>> Acesso em 17 jul. 2013.

FÁBRICA DE AÇO PAULISTA – FAÇO. **Manual de Britagem**, 4. ed. São Paulo, 1985.

FAGURY, S. C., GRANDE, F. M. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) – Aspectos Gerais da Gestão Pública de São Carlos/SP**. Exacta, Centro Universitário Nove de Julho, São Carlos, SP, nº 001, janeiro-junho, ano/vol. 5, 2007, p. 35-45

FORMOSO, C.T. et al. **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle**. São Paulo, Técnica, v. 23, p.30-33, jul/ago, 1996.

GALBIATI, A.F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Educação ambiental para o Pantanal. Disponível em <[www.amda.org.br/objeto/arquivos/97.pdf](http://www.amda.org.br/objeto/arquivos/97.pdf)>. Acesso em 12 mai. 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERRA, J. S. **Gestão de Resíduos da Construção Civil em Obras de Edificações**.

**Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2009.

HARTMANN, F.; SAMBERG, J. R. D. **A variável ambiental na conservação rodoviária**. In: ENACOR – ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, Minicurso. Artigos Meio Ambiente, Gramado, 2003.

HERNÁNDEZ, R. H. Proposta de um sistema para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos da cidade de Pato Branco-PR. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. 175p.

HOOD, R. S. S. **Análise de Viabilidade Técnica da Utilização de Resíduos de Construção e Demolição como Agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. Tese (Doutorado) UFRS. Porto Alegre, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 22 de Setembro. de 2012.

IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica. Disponível em: <<http://www.ipt.br>> Acesso 16 de Agosto de 2013.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (Org). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto e entulho bom. Salvador: EDUFBA/ Caixa Econômica Federal, 2001.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos da Construção**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP (PCC USP). São Paulo, 2000.

JÚNIOR, N. B. C. **Cartilha de Gerenciamento de resíduos sólidos para construção civil**. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2005. 38p.

KARPINSKI, L. A.; GUIMARÃES, J. C. B; PANDOLFO, A.; PANDOLFO, L. M.; REINEHER, R.; KUREK, J. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil – Uma abordagem Ambiental**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163p.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa**. 14. ed. rev. e ampl. Petrópolis: Vozes, 1997

KUNKEL, N. **Resíduos da Construção Civil Aliados a Produção mais Limpa (P+L)**. Centro de Tecnologia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2009.

LEITE, B. M. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 2001.

LIMA, R. S., LIMA R. R. R. **Guia para a Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil**. Série de Publicações Temáticas do CREA-PR, 2009.

LOPES, A. A. Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos do município de São Carlos (SP). **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.

METSO MINERALS. **Catálogo de Produtos**. 2008.

NETO, J. C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos : RiMa, 2005.

NOVAES, M. V., MOURÃO, C. A. M. A. **Manual de Gestão Ambiental**. Coopercon – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará, 1ª Ed., Fortaleza, CE, 2008. 100p.

PINTO, T P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. **Tese** (Doutorado Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999. 189p.

PINTO, T. de P. Resultados da gestão diferenciada. **Revista de Tecnologia da Construção** - Tèchne, ano 5, n.31, p.-31-34, 2000.

SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI, A. JR. Public management of construction and demolition waste in the city of São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.4, n.4, p. 21-32, 2004.

SILVA, L. M. **Gestão de Resíduos da Construção Civil: Dificuldade para Implementação do Plano Integrado de Gestão de Resíduos no Município de São Leopoldo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil**, 2ª. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2005. 68p.

SINDUSCON-SP. **Resíduos da construção civil**. São Paulo: Sinduscon-SP, 2012.

SOUZA, U.E.L. *et. al.*, Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v.4, n.4, p.33-46, 2004.

SZPAK, A. K. **Estudo de Viabilidade Técnica do Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição como Alternativa Sustentável para a Produção de**

**Blocos de Concreto de Vedação.** União Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu-PR, 2012a.

SZPAK, A. K. *et. al.*, **Diagnóstico e Classificação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) gerados na cidade de Medianeira, Pr.** XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), Curitiba-PR, 2012b.

TAVARES, D. L. M. **Gestão ambiental e sustentabilidade: uma proposta para o tratamento dos resíduos da construção civil de Santiago-RS.** Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Santiago-RS, 2009.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa - ação.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

VIEIRA, et. al. **Resistência e Durabilidade de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição.** Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2004.

.

## APÉNDICES

## APÊNDICE A: ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS DE CLASSE A

=====

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2013) - Homepage <http://www.assistat.com>  
 Por Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG - Atualiz.13/05/2013

=====

Arquivo temporário Data 29/08/2013 Hora 19:02:24

### EXPERIMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	5	108.72403	21.74481	0.0915 *
Tratamentos	2	10907.15124	5453.57562	22.9380 **
Resíduo	10	2377.53102	237.75310	
Total	17	13393.40629		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )  
 \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )  
 ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
5	10	0.151	0.0915	0.0166
2	10	7.5594	22.938	<0.001

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	29.69667	a
2	31.43667	a
3	27.65333	a
4	31.13000	a
5	32.31000	a
6	25.19667	a

dms = 43.71032

##### Médias de tratamento

1	61.31167	a
2	26.08167	b
3	1.31833	c

dms = 24.42414

MG = 29.57056

CV% = 52.14

Ponto médio = 36.49500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

## DADOS

35.85	59.43	70.16	59.16	70.28	72.99
50.93	32.35	10.21	34.23	26.17	2.60
2.31	2.53	2.59	0.00	.48	0.00

## SIGLAS E ABREVIACOES

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande  
 CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
 DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
 FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12



## APÊNDICE B: ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESÍDUOS DE CLASSE B

=====

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2013) - Homepage <http://www.assistat.com>  
 Por Francisco de A. S. e Silva DEAG-CTRN-UFCG - Atualiz.13/05/2013

=====

Arquivo temporário Data 29/08/2013 Hora 19:07:46

### EXPERIMENTO EM BLOCOS CASUALIZADOS

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	5	83.24249	16.64850	0.8136 ns
Tratamentos	3	55.95241	18.65080	0.9115 ns
Resíduo	15	306.93246	20.46216	
Total	23	446.12736		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
5	15	0.156	0.8136	>0.050
3	15	0.07	0.9115	>0.050

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de bloco

1	0.41750 a
2	0.60250 a
3	0.10250 a
4	1.54500 a
5	0.76750 a
6	5.54250 a

dms = 10.38146

##### Médias de tratamento

1	2.00833 a
2	0.02333 a
3	0.18333 a
4	3.77000 a

dms = 7.53460

MG = 1.49625

Ponto médio = 10.55000

CV% = 302.32

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

## DADOS

1.64	.89	.27	6.18	3.07	0.00
0.00	0.00	.14	0.00	0.00	0.00
.03	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07
0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	21.10

## SIGLAS E ABREVIACÕES

UFCG = Universidade Federal de Campina Grande  
 CTRN = Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
 DEAG = Departamento de Engenharia Agrícola  
 FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIAS DO ASSISTAT

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

Silva, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## ANEXOS

## ANEXO A: CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MEDIANEIRA-PR

A Tabela 1 a seguir apresenta a classificação média de RCD no município de Medianeira por Szpak (2012).

**Quadro 1 - Classificação média do RCD no Município de Medianeira-PR**

Material	%	Classe	% por classe
Argamassa e concreto	62,50%	A	90,18%
Material cerâmico	27,18%		
Solo natural	1,50%		
Madeira	1,86%	B	5,29%
Metal	0,02%		
Plásticos/PVC	0,16%		
Papel/Papelão	0,00%		
Vidro	0,00%		
Gesso	3,25%		
Matéria Orgânica	0,03%	-	4,53%
Outros	4,50%		

Fonte: SZPAK (2012)

O trabalho de Szpak (2012) apresenta a massa específica dos agregados miúdos obtida pelo método do frasco de Chapman e dos agregados graúdos obtida pelo método do frasco graduado, que estão apresentados na Tabela 4. Verifica-se que os agregados reciclados produzidos possuem massa específica inferior à dos agregados naturais. O agregado graúdo natural de origem basáltica presente na região apresenta massa específica de 2,85 g/cm<sup>3</sup> contra 2,45 g/cm<sup>3</sup> do agregado reciclado. O agregado miúdo natural de origem quartzosa tem 2,65 g/cm<sup>3</sup> enquanto que o agregado miúdo reciclado 2,16 g/cm<sup>3</sup>.

Tabela 1 – Massa Específica dos agregados miúdos e graúdos

Massa Específica do agregado miúdo	Massa Específica do agregado graúdo
$\gamma = 2,450 \text{ g/cm}^3$	$\gamma = 2,167 \text{ g/cm}^3$

Fonte: SZPAK (2012)

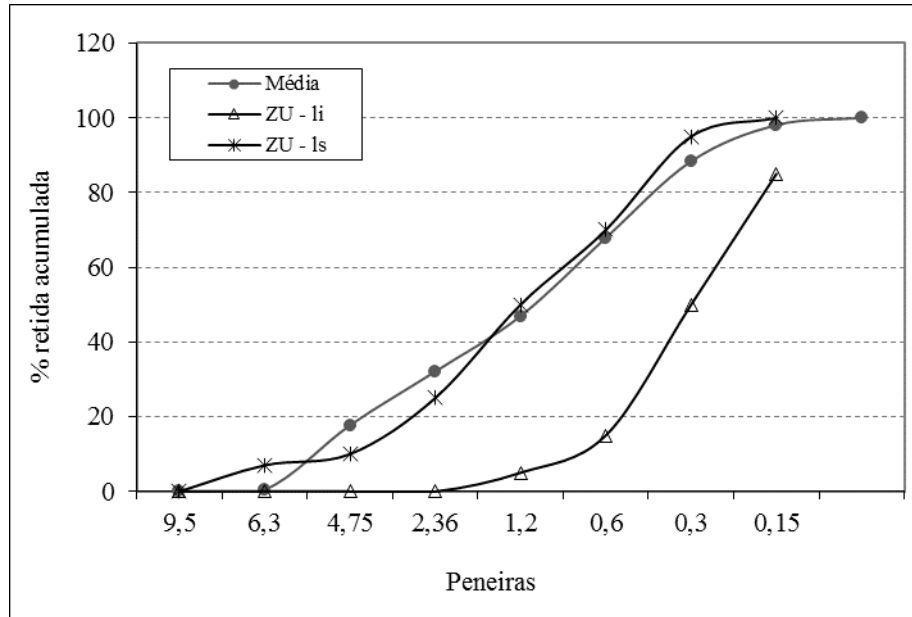
Na Tabela 3, apresentam-se os resultados da análise granulométrica dos agregados miúdos e graúdos e nos gráficos 02 e 03 com as curvas granulométricas para os agregados miúdo e graúdo estão, respectivamente a seguir.

Quadro 2 - Análise granulométrica do agregado miúdo a) e graúdo b)

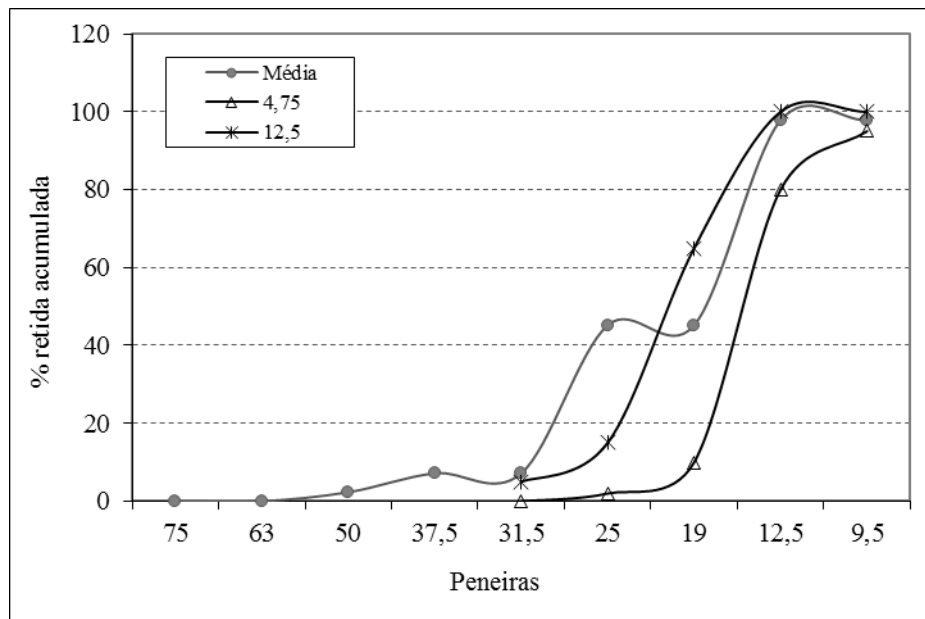
a) Agregado miúdo				b) Agregado graúdo			
Peneiras	Massa retida (g)	Porcentagens (%)		Peneiras	Massa retida (g)	Porcentagens (%)	
		retida	acumulada			retida	acumulada
4,8	4,84	0,48	0,48	25	25,4	2,32	2,32
2,4	173,88	17,23	17,71	19,1	53,3	4,87	7,18
1,2	145,2	14,39	32,11	12,7	299,35	27,33	34,51
0,6	149,59	14,83	46,93	9,52	117,23	10,7	45,22
0,3	211,61	20,97	67,91	7,93	150,13	13,71	58,92
0,15	206,44	20,46	88,37	6,35	236,74	21,61	80,53
0,075	98,11	9,72	98,1	4,8	188,95	17,25	97,78
Fundo	19,21	1,9	100	Fundo	24,27	2,22	100
Soma	1008,88	100		Soma	1095,37	100	
Módulo de finura		3.51		Módulo de finura		6.50	
Dmáx (mm)		6.3		Dmáx (mm)		25	
Dmin (mm)		0,15		Dmin (mm)		4.8	
Classificação		Zona Utilizável		Classificação		4,75/12,5	

Fonte: SZPAK (2012)

O gráfico 1 e 2 demonstram as curvas granulométricas dos agregados miúdos e graúdos respectivamente, onde os ambos são considerados dentro dos limites aceitáveis.

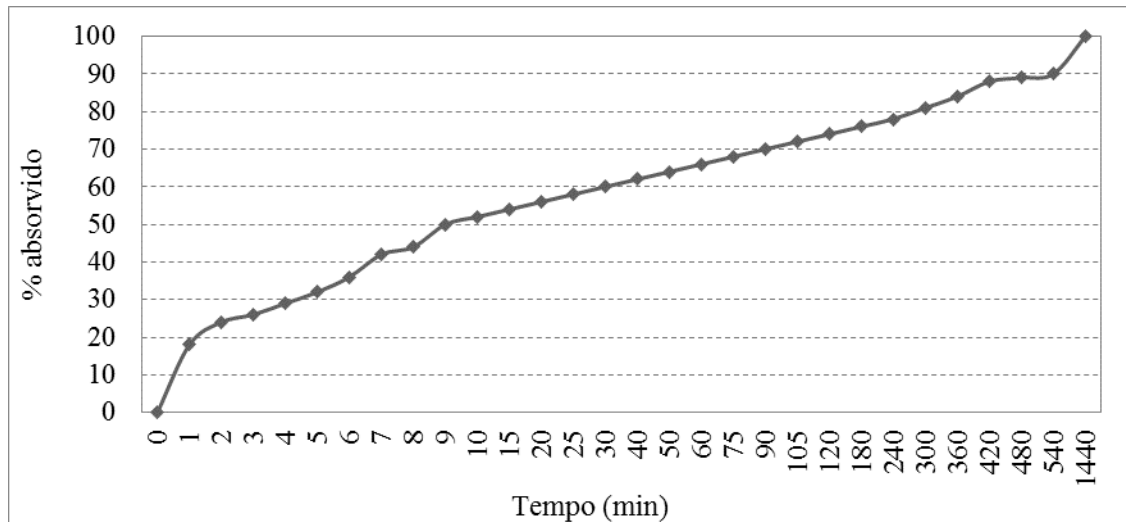


**Gráfico 1 - Curva granulométrica do agregado miúdo**



**Gráfico 2 - Curva granulométrica do agregado graúdo**

O gráfico 4 mostra a curva de absorção de água dos agregados graúdos dos resíduos coletados e analisados por Szpak (2012), que demonstraram que foi absorvido mais que 50% da massa total nos primeiros 30min e a partir disso o percentual de absorção de água não variou muito.



**Gráfico 3 - Curva de absorção de água do agregado graúdo**

Para mais informações, SZPAK, A. K. *et. al.*, **Diagnóstico e Classificação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) gerados na cidade de Medianeira, Pr.** XVII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR (SICITE), Curitiba-PR, 2012.

