



## **CARACTERIZAÇÃO DOS RCC GERADOS EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE**

*Eduardo Madeira Brum*<sup>1</sup>([eduardobrum@upf.br](mailto:eduardobrum@upf.br)), *Ritielli Berticelli*<sup>2</sup>([ritiberticelli@yahoo.com.br](mailto:ritiberticelli@yahoo.com.br)), *Aline Pimentel Gomes*<sup>1</sup>([alinegomes1977@hotmail.com](mailto:alinegomes1977@hotmail.com))

1 UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

2 UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA

### **RESUMO**

*Este documento apresenta dados sobre a caracterização dos resíduos de construção civil – RCC na cidade de Passo Fundo - RS, cidade caracterizada como de porte médio. Para elaboração do estudo foi realizado o acompanhamento durante o período de dez meses dos RCC recebidos na usina de reciclagem. A caracterização dos RCC foi realizada em acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA que classifica os resíduos em Classe “A”, “B”, “C” e “D”.*

**Palavras-chave:** Resíduos de construção civil. RCC. Usina de Reciclagem.

### **CHARACTERIZATION OF CDW GENERATED IN A MEDIUM SIZED CITY**

#### **ABSTRACT**

*This paper presents data about the characterization of the Construction and Demolition Waste - CDW in the city of Passo Fundo - RS, a city characterized as medium sized. For the elaboration of the study, the amount of CDW received at the recycling plant during ten months was monitored. The characterization of the CDW was carried out according to Resolution nº 307 of CONAMA which classifies the waste in Class "A", "B", "C" and "D".*

**Keywords:** Construction and demolition waste. CDW. Recycling Plant.

#### **1. INTRODUÇÃO**

De maneira geral a massa de resíduos de construção gerada nas cidades é igual ou maior que a massa de resíduos domiciliar (JOHN; AGOPYAN, 2000). Estima-se que em cidades brasileiras de médio e grande porte a massa de resíduos gerados varia entre 41% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (PINTO, 1999 *apud* JOHN E AGOPYAN, 2000).

De acordo com a Lei 12.305, cabe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta Lei (BRASIL, 2010). Ainda conforme a Lei 12.305, deve-se observar uma ordem de prioridade para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, compreendendo a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

O setor de construção civil é um dos setores mais importantes para a economia do Brasil (CBIC, 2015), sendo responsável pela geração de inúmeros empregos diretos e indiretos, a indústria da construção é de grande importância para assegurar a infraestrutura necessária ao crescimento e desenvolvimento de uma nação (PASCHOALIN FILHO *et al.*, 2014). Porém, apesar dos impactos socioeconômicos positivos, a indústria da Construção Civil é responsável por um intensivo consumo de matérias-primas naturais, gerando uma grande quantidade de resíduos que, se não forem adequadamente descartados ou manejados, poderão causar sérios impactos ambientais (MELO, 2011). As Usinas de Resíduos da Construção Civil surgiram com o intuito de diminuir o impacto ambiental causado pela geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) e promovendo a valoração dos resíduos, constituindo-se em uma alternativa sustentável.

Na cidade de Passo Fundo-RS, segundo Passo Fundo (2013), foi criada a Lei Municipal nº 4.969 que trata da Política Municipal de Resíduos Sólidos, que dispõe entre outros assuntos da destinação dos resíduos de construção pelas Construtoras que trabalham na cidade.

Desta forma, quantificar e classificar os resíduos de construção é essencial para que medidas de gerenciamento possam ser aplicadas, visto que as perdas em obras de construção civil são na maioria das vezes verificadas através do número de caçambas ou tele entulhos recolhidos da obra e não durante o processo de execução das atividades.

## 2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é caracterizar os resíduos de construção civil gerados em um Município de médio porte.

## 3. METODOLOGIA

Para que seja atendido o objetivo deste trabalho foram realizadas as seguintes etapas:

Etapa 1 – Revisão da literatura abordando alguns tópicos importantes para a pesquisa.

Nesta fase foram abordados tópicos importantes para fundamentação teórica da pesquisa. Os dados foram obtidos de forma secundária através de pesquisa em normas técnicas, leis, normativas, decretos, artigos, teses e dissertações.

Etapa 2 – Verificação do recebimento dos resíduos que chegam à Usina de Resíduos de Construção.

Inicialmente foi realizada uma breve descrição e caracterização do empreendimento e suas estruturas. As informações foram obtidas de forma primária, através de visitas técnicas, observação direta no empreendimento, pesquisa documental (consulta a diários de obras e relatórios gerenciais) e entrevistas semiestruturadas com gestor da empresa. Nesta fase se procedeu ao acompanhamento do recebimento dos resíduos na empresa durante o período de 10 meses.

Etapa 3 - Quantificação e classificação dos resíduos que chegam à Usina de Resíduos de Construção.

Nesta fase foram realizadas a quantificação e a classificação dos RCC com o acompanhamento do processo de recebimento e classificação destes resíduos. Para a classificação os resíduos foram divididos em quatro classes conforme determina a Resolução nº 307 de CONAMA (BRASIL, 2002). Foram quantificados, por um período de 10 meses, os resíduos recebidos na empresa e realizado o registro dos recebimentos através de formulário de recebimento de material. Semanalmente foi acompanhado o processo de recebimento, através de visita a usina e realizado no *software Excel* o armazenamento dos dados através de planilha eletrônica, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Registro de RCC

Data	A		B					C	D	Total (m³)
	Entulho (m³)	Solos (m³)	Madeira (m³)	Reciclável (m³)	Diversos/ Sujeira/ Outros (m³)	Gesso (m³)	Isopor (m³)	Aterro Sanitário (m³)	Perigosos (m³)	

**Legenda:**

**Entulho:** de construção e demolição como tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, concreto e argamassa.

**Solos:** pavimentação de obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.

**Reciclável:** Papelão, plástico, metais, vidros.

**Diversos/Sujeira/Outros:** poda, grama, galhos, sujeiras de limpeza de rua, etc.

**Aterro Sanitário:** Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

**Perigosos:** Tintas, solventes, óleos e outros.

Fonte: Autores (2016).

Rocha (2012) trata da composição dos resíduos em inertes, perigosos e não perigosos. Neste trabalho foi utilizado o método adaptado de Rocha (2012), tendo em vista a separação dos resíduos ser utilizado o que prescreve a Resolução 307 do CONAMA, separando-os em Classe A, B, C e D, resultando nos seguintes indicadores, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA nº 307

Item	Categorias	Gênero
I - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307	Percentual Classe A	Quantidade de resíduos Classe A
		Quantidade total de resíduos
	Percentual Classe B	Quantidade de resíduos Classe B
		Quantidade total de resíduos
	Percentual Classe C	Quantidade de resíduos Classe C
		Quantidade total de resíduos
	Percentual Classe D	Quantidade de resíduos Classe D
		Quantidade total de resíduos

Fonte: Adaptado de Rocha, 2012.

Com os dados obtidos nos levantamentos em campo foi realizado a adaptação a partir do método de Rocha (2012) a fim de se obter percentuais quantitativos de resíduos separados dentro das classes do CONAMA 307, ficando os dados conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307 - Por tipo dentro das classes

Indicador	Categorias	Gênero
I - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307 separado por tipo dentro da classe	Percentual Classe A (Tipo Entulho)	Quantidade de resíduos tipo entulho ( tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto).
		Quantidade total de resíduos Classe A
	Percentual Classe A (Solos)	Quantidade de resíduos tipo solos (oriundo de escavações e serviços de terraplenagem)
		Quantidade total de resíduos Classe A
	<b>Total</b>	
	Percentual Classe B (Tipo Madeira)	Quantidade de resíduos Classe B tipo Madeira (chapas de compensado e madeiras diversas utilizadas em construção civil, paletts para acondicionamento de material, escoras de eucalipto)
		Quantidade total de resíduos Classe B
	Percentual Classe B (Tipo Reciclável)	Quantidade de resíduos Classe B tipo reciclável (plástico, papel, papelão, metais, vidro, madeira, embalagem vazia de tinta).
		Quantidade total de resíduos Classe B
	Percentual Classe B (Tipo Sujeiras)	Quantidade de resíduos Classe B tipo sujeira (poda de árvores, grama, galhos, material de varrição das Prefeituras e sujeiras diversas acondicionadas em tele entulho).
		Quantidade total de resíduos Classe B tipo Gesso (
	Percentual Classe B (Tipo Gesso)	Quantidade de resíduos Classe B
		Quantidade total de resíduos Classe B
	Percentual Classe B (Tipo Isopor)	Quantidade de resíduos Classe B tipo isopor
		Quantidade total de resíduos Classe B
	<b>Total</b>	
	Percentual Classe C (Tipo Aterro Sanitário)	Quantidade de resíduos Classe C tipo aterro sanitário (resíduos que não se consegue reciclar ou o custo é inviável como a lã de vidro, colchões).
		Quantidade total de resíduos Classe C
<b>Total</b>		
Percentual Classe D	Quantidade de resíduos Classe D (tintas, solventes, primer utilizado em impermeabilizações, ferramentas ou materiais de Classe A, B ou C contaminados, etc.)	
	Quantidade total de resíduos Classe D	
<b>Total</b>		

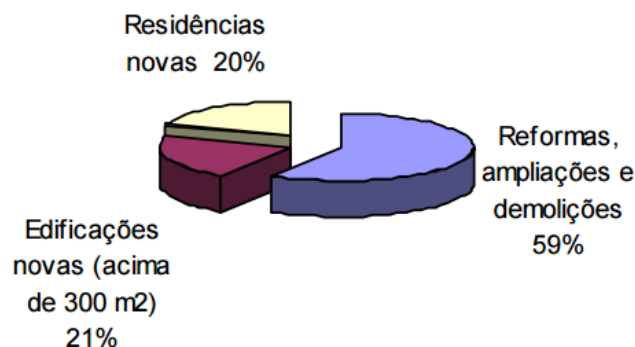
Fonte: Adaptado de Rocha, 2012.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Resíduos da Construção Civil - RCC

Quanto à origem dos resíduos nos municípios brasileiros, Miranda *et al.* (2009) destaca como predominantes as reformas, ampliações e demolições, de acordo com a Figura 1 e que estão em conformidade com os dados extraídos de Pinto e Gonzales (2005).

Figura 1: Origem dos RCC em alguns municípios brasileiros



Fonte: Miranda *et al.* (2009)

A composição dos RCC varia conforme a procedência do material. Pesquisas conduzidas por Marques Neto e Schalch (2010); Silva *et al.* (2010); Carmo *et al.* (2012); Tessaro *et al.* (2012) e Lima e Cabral (2013) revelam que as massas de RCC são compostas, predominantemente, por resíduos cimentícios e cerâmicos, podendo ser classificados como Classe A, conforme a Resolução no 307 (BRASIL, 2002). Segundo Mália *et al.* (2011), as massas de RCC brasileiras são compostas por materiais que podem ser valorados e grande potencial de reinserção na cadeia produtiva da Construção Civil.

A utilização do RCC como matéria prima para produção de agregados reciclados reemprega componentes mineralógicos, auxilia na redução da utilização dos recursos naturais e promove a correta destinação dos resíduos. Os agregados reciclados apresentam elevada variabilidade de constituintes, aumentando as possibilidades de substituição dos materiais naturais. Sendo assim, a usinas de reciclagem de RCC devem contribuir para a redução de impactos ambientais negativos não só pelo aproveitamento racional do RCC, mas também pelo disciplinamento das disposições no meio urbano (MELO, 2011).

É possível encontrar nas bibliografias, diversas definições para RCC, porém para este trabalho será adotado o conceito constante na Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), que define em seu Art. 2º, RCC como:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha; (BRASIL, 2002).

Importante ainda no que tange a conceitos é entender a terminologia comumente empregada na bibliografia. Desta forma são apresentados a seguir alguns itens utilizados na Tese de Leite (2001), na qual a mesma cita que Levy (1997) define como a mais completa terminologia sobre o assunto.



- Resíduo de concreto: entulho de concreto de estruturas demolidas, ou ainda, sobras de concreto pré-misturados endurecidos, rejeitados por centrais de concreto ou aqueles produzidos na própria obra;
- Concreto convencional: concreto produzido com agregados gráudo e miúdo naturais.
- Concreto original: concreto proveniente de estruturas de concreto armado, protendidas ou simples, que podem servir de matéria prima para a produção dos agregados reciclados. Pode ser chamado também de concreto velho, concreto demolido ou concreto convencional;
- Concreto de agregado reciclado: concreto produzido com agregado reciclado, sendo os agregados reciclados substituídos total ou parcialmente. Também conhecido como concreto novo;
- Argamassa original: mistura de cimento, água e agregado miúdo endurecido do concreto original. Parte da argamassa pode estar aderida a fragmentos das partículas de agregado natural nos agregados reciclados. Também pode ser conhecida como argamassa antiga ou argamassa convencional;
- Agregado original: agregados utilizados para a produção de concreto original ou convencional. Os agregados originais podem ser naturais ou manufaturados;
- Agregado de concreto reciclado: agregados produzidos a partir da britagem de concretos, podendo ser miúdo ou gráudo;

Ainda conforme Leite (2001) existe outras terminologias que foram sendo incorporadas e cita Lima (1999) que na sua proposta de trabalho listou:

- Argamassa convencional: argamassa produzida com areia natural como agregado;
- Argamassa de agregado reciclado: argamassa produzida com agregado miúdo reciclado, ou combinações de agregados reciclados e outros agregados;
- Resíduo de alvenaria: resíduos sólidos não contaminados, provenientes de construção, reforma, reparos ou demolição de alvenaria e estruturas. Como resíduos são listados: blocos de concreto e outros materiais de alvenaria, rocha, argamassa, telhas e outros componentes cerâmicos ou de concreto.

Conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004a) da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4: Classificação dos resíduos pela NBR 10.004:2004

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
Classe I - Perigosos	São resíduos que apresentam periculosidade, ou seja, apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade
Classe II A – Não perigosos e não inertes	São resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe II B – Não perigosos e inertes	São resíduos que, ao serem submetidos aos testes de solubilização, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: Adaptado de NBR 10.004 (2004a)

Outra classificação dos RCC é de acordo com o art. 3º da Resolução nº 307 de CONAMA (BRASIL, 2002), que determina que os resíduos da construção civil deverão ser classificados em quatro classes como demonstra o Quadro 5.

**Quadro 5: Classificação dos RCC conforme Resolução CONAMA nº 307**

CLASSE	ORIGEM	MATERIAL	DESTINO
<b>A</b>	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	De construção, demolição, reformas e reparos de:	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos "Classe A" de reservação de material para usos futuros.
		a) pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.	
		b) componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), concreto e argamassa.	
		c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.	
<b>B</b>	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados à áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
<b>C</b>	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Não especificado pela resolução.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
<b>D</b>	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção	Tintas, solventes, óleos e outros.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
	Resíduos contaminados, prejudiciais a saúde, oriundos de demolições, reforma e reparo	Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	

Fonte: Adaptado de Brasil (2002)

No Brasil a partir da Resolução nº 307 do CONAMA, outras leis e normativas nas diferentes esferas foram surgindo. De forma a legislar através de diversas leis, decretos e resoluções tratando dos resíduos de construção civil. Estas legislações além de atribuir responsabilidades na esfera federal passaram a delegar e obrigar os estados brasileiros e o distrito federal, bem como aos municípios brasileiros a criarem legislações específicas referentes aos RCC, conforme apresentado no quadro a seguir elaborado por Borges (2016) e descrito no Quadro 6.

**Quadro 6: Resumo dos instrumentos legais abrangentes aos RCC nos diversos níveis.**

Nível	Legislação	Descrição
Federal	Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Federal	Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de resíduos sólidos e o Comitê orientador para implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
Federal	Resolução nº 307 do CONAMA, de 17 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. (Correlações: alterada pelas Resoluções 348/04, 431/11 e 448/12).
Estadual	Lei nº 14.528, de 16 de abril de 2014	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) e dá outras providências.
Municipal	Lei nº 4969, de 03 de janeiro de 2013	Institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS) de Passo Fundo/RS e dá outras providências.
Municipal	Lei nº 5.102, de 05 de dezembro de 2014	Dispõe sobre o aproveitamento, reciclagem e processamento de entulho e estabelece diretrizes para o gerenciamento de resíduos oriundos da construção civil no Município de Passo Fundo/RS, conforme específica.

Fonte: Borges (2016).

Embora não sejam leis no Brasil, existem as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT que contemplam normas referentes a RCC, conforme demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7: Normas Técnicas referentes à RCC

Norma	Nomenclatura
NBR 10004:2004	Resíduos sólidos - Classificação
NBR 15113:2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15114:2004	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15115:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos
NBR 15116:2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

Fonte: Autores (2016).

Farias (2014) descreve que são poucos os municípios brasileiros que implantaram algum modelo de gestão desses resíduos. Ressalta ainda que somente as grandes cidades, já possuem os Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção - RCC.

No Brasil a NBR 15.115 (ABNT, 2004b), trata sobre o assunto de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, estabelecendo critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação.

Compreende-se como agregado reciclado, todo o material obtido por britagem ou beneficiamento mecânico, de resíduos da construção civil e classificados como resíduo de construção classe “A”. Outro conceito importante diz respeito a reciclagem, que segundo a NBR 15.115 (ABNT 2004b) é definido pelo processo de aproveitamento de resíduos, depois de terem sido submetidos a transformação.

Quanto à classificação dos RCC, Jadovski (2005), classifica os usos possíveis do agregado reciclado em três níveis:

- Os aplicáveis (proteção de taludes (rip-rap) e pavimentação);
- Aplicáveis com restrições (concreto não armado, argamassa de assentamento, argamassa de revestimento, pré-moldados de concreto, camadas drenantes, cobertura de aterros e gabião);
- E os não aplicáveis (concreto estrutural).

#### 4.2 Descrição do objeto de estudo

A Usina de Reciclagem, objeto de estudo, iniciou sua operação no ano de 2015, na localidade denominada Pinheiro Torto, junto a ERS 153 em Passo Fundo-RS. É a primeira e única usina de resíduos da construção civil licenciada no município. A usina possui uma área de 13.850 m<sup>2</sup>. Na figura 2 tem-se uma vista aérea da usina.



**Figura 2: Vista área do local de implantação da empresa**

Fonte: Autores (2016).

Na cidade existem em torno de oito empresas que depositam seus resíduos na usina de reciclagem, sendo que os resíduos são recebidos em caçambas metálicas com capacidade de 5,00 m<sup>3</sup>, denominadas tele, em caminhão caçamba com capacidade variável e através de bolsas denominadas BAGs, são recipientes de lona impermeável com elevada capacidade volumétrica que se destinam ao transporte e armazenamento de entulho, facilitando o armazenamento e transporte destes materiais. A Unidade é a única planta licenciada para receber este tipo de resíduo no município.

Após a chegada do entulho inicia-se a primeira fase do processo de reciclagem na usina, que é o recebimento do entulho. A portaria é o local onde os caminhões são identificados e passam por um controle de tratamento de resíduos onde é verificada visualmente a quantidade de resíduo, tomando como parâmetro o volume da fonte transportadora, sendo realizado o preenchimento de uma ficha de controle de tratamento de resíduos onde são anotados os dados de origem do resíduo como, o endereço, transportador, gerador, os tipos de resíduos e a quantidade volumétrica.

Após o preenchimento da Ficha de controle de tratamento de resíduos o caminhão é conduzido para o Galpão de recebimento de material onde é realizada a descarga do material. Nesta fase é realizada a separação dos materiais mais grossos, caso existam, após os materiais são colocados numa moega.

Depois de colocados na moega os RCC são encaminhados para a esteira de seleção de recicláveis onde é realizado a triagem do material. Nesta esteira ficam em média quatro funcionários de cada lado da esteira distribuído no comprimento de 30 metros da mesma.

A separação de resíduos é realizada manualmente pelos funcionários que colocam os materiais em bags e containers que estão acoplados em baixo da esteira, Figura 3. Esses materiais são de classe B (madeira, aço, plástico, papel, gesso, entre outros).

**Figura 3: Esteira de separação e local de armazenamento dos materiais reciclados**

Fonte: Autores (2016).



### 4.3 Quantificação e Classificação dos RCC

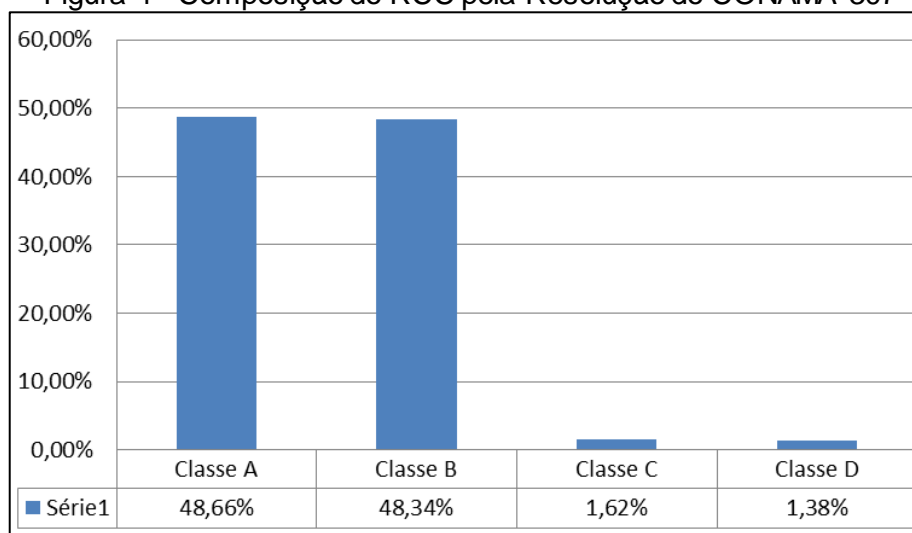
Através da quantificação do material foi possível determinar o percentual de RCC separados pelas classes da Resolução nº 307 do CONAMA, resultando conforme Quadro 8 e Figura 4.

Quadro 1 - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307

Categorias	Percentual (%)	Gênero
Percentual Classe A	48,66%	Quantidade de resíduos Classe A
		Quantidade total de resíduos
Percentual Classe B	48,34%	Quantidade de resíduos Classe B
		Quantidade total de resíduos
Percentual Classe C	1,61%	Quantidade de resíduos Classe C
		Quantidade total de resíduos
Percentual Classe D	1,38%	Quantidade de resíduos Classe D
		Quantidade total de resíduos
<b>Total</b>	100,00%	

Fonte: Autores (2016).

Figura 4 - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307



Fonte: Autores (2016).

Ainda em relação à quantificação de material se buscou separar os materiais dentro das classes da Resolução nº 307 do CONAMA, para saber o que poderia ser reutilizado como agregado reciclado, o percentual que a empresa teria que enviar para outras empresas recicladoras e o percentual que deveria ir para aterros sanitários. Desta forma se obteve os dados apresentados no Quadro 9, como resumo.

**Quadro 2 - Composição do RCC pela Resolução do CONAMA 307**

Percentual Classe A (Tipo Entulho)	90,04%	Quantidade de resíduos tipo entulho ( tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto).
		Quantidade total de resíduos Classe A
Percentual Classe A (Solos)	9,96%	Quantidade de resíduos tipo solos (oriundo de escavações e serviços de terraplenagem)
		Quantidade total de resíduos Classe A
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	
Percentual Classe B (Tipo Madeira)	23,16%	Quantidade de resíduos Classe B tipo Madeira (chapas de compensado e madeiras diversas utilizadas em construção civil, paletts para acondicionamento de material, escoras de eucalipto)
		Quantidade total de resíduos Classe B
Percentual Classe B (Tipo Reciclável)	25,63%	Quantidade de resíduos Classe B tipo reciclável (plástico, papel, papelão, metais, vidro, madeira, embalagem vazia de tinta).
		Quantidade total de resíduos Classe B
Percentual Classe B (Tipo Sujeiras)	46,15%	Quantidade de resíduos Classe B tipo sujeira (poda de árvores, grama, galhos, material de varrição das Prefeituras e sujeiras diversas acondicionadas em tele entulho).
		Quantidade total de resíduos Classe B tipo Gesso (
Percentual Classe B (Tipo Gesso)	4,73%	Quantidade de resíduos Classe B
		Quantidade total de resíduos Classe B
Percentual Classe B (Tipo Isopor)	0,33%	Quantidade de resíduos Classe B tipo isopor
		Quantidade total de resíduos Classe B
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	
Percentual Classe C (Tipo Aterro Sanitário)	100,00%	Quantidade de resíduos Classe C tipo aterro sanitário (resíduos que não se consegue reciclar ou o custo é inviável como a lã de vidro, colchões).
		Quantidade total de resíduos Classe C
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	
Percentual Classe D	100,00%	Quantidade de resíduos Classe D (tintas, solventes, primer utilizado em impermeabilizações, ferramentas ou materiais de Classe A, B ou C contaminados, etc.)
		Quantidade total de resíduos Classe D
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	

Fonte: Autores (2016).

### 3 CONCLUSÃO

Através da caracterização do empreendimento e diagnóstico com a quantificação e classificação dos resíduos recebidos pela Usina foi possível conhecer todo o processo produtivo e sua capacidade. O estudo realizado visou quantificar os resíduos de construção civil e classificar pelas classes da Resolução nº 307 do CONAMA. No que se refere à quantificação dos materiais recebidos, a média mensal é de 4062,72 m<sup>3</sup>, sendo que 48,66% desse valor é resíduo Classe “A” e 48,34% resíduo Classe “B”, ambos com grande potencial de reciclagem. Os RCC classificados como “C” representam 1,62% e 1,38 % de Resíduos Classe “D”.

Os resíduos Classe A são aproveitados na própria Usina, na produção de agregados reciclados. Os resíduos Classe B são comercializados para empresas de reciclagem externas. Sendo assim, promovendo a reciclagem eficiente dos materiais, pode-se alcançar índices de mais de 95% de aproveitamento dos resíduos recebidos. Desta forma evidencia-se a maioria predominante de RCC que podem ser reaproveitados como matéria prima na própria construção civil.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.

\_\_\_\_\_. NBR 15.115. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004b.

BORGES, J. B. G. Aplicação da produção mais limpa no processo de construção em edifício multipavimentos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo/RS. Passo Fundo/RS. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Alterada pelas Resoluções nº 348, de 2004, nº 431, de 2011 e nº 448, de 2012. Dispõe sobre gestão dos Resíduos da Construção Civil. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em 03 set. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de Agosto de 2010.

CARMO, D. S.; MAIA, N. S.; CÉSAR, C. G. Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte. Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v. 17, n. 2, p. 187-192, 2012.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Banco de Dados 2015*. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/home/>. Acesso em 20 jul. 2016.

FARIAS, I. P. Proposta de modelo de gestão de resíduos da construção civil para a zona leste da cidade de Teresina-PI. 2014. Tese - Programa de Pós - Graduação em Geografia - Área de Concentração em Organização do Espaço, IGCE, UNESP, Rio Claro, São Paulo, 2014.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V., Reciclagem de resíduos de construção. Seminário – Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, São Paulo. 2000. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/V\\_Agopyan/publication/228600228\\_Reciclagem\\_de\\_residuos\\_da\\_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/V_Agopyan/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao/links/0046352af919c1984c000000.pdf). Acesso 29 out 2016

JADOVSKI, I. Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição. 2005. Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. RS. 2005.

LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Tese - Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. RS. 2001.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). Revista Engenharia Sanitária Ambiental, v. 18, n. 2, p. 169-176, 2013.



LIMA, J. A. R. Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos. 1999. Dissertação - Mestrado de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. SP. 1999.

MÁLIA, M.; BRITO, J.; BRAVO, M. Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição para Construção Residenciais Novas. Revista Ambiente Construído, v. 11, n. 3, p. 117-130, jul. / set. 2011.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Gestão dos resíduos de construção e demolição: Estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho, n. 36, p. 41-50, 2010.

MELO, A. V. S. Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbano da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA. 2011.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. Ambiente Construído (on-line), v.9, 2009.

PASCHOALIN FILHO, J.A.; ROMÃO, A.S.; QUARESMA, C.C.; DUARTE, E.B.L.; OLIVEIRA, R.B. Usinas de Reciclagem de Entulho como alternativa na redução dos impactos da Construção Civil: um estudo de caso da usina Cabucu. Anais... In: XVI ENGEMA, São Paulo, 2014.

PASSO FUNDO. Prefeitura Municipal. Fundação Passo Fundo/RS de Turismo. 2013. Disponível em: <http://www.pmpf.rs.gov.br/secao.php?t=11&p=325>. Acesso em 02 out. 2016.

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

ROCHA, M. P. Proposta de indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos de construção e demolição. Dissertação apresentada ao Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2011/2012- Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

SILVA, W. M.; FERREIRA, R. C.; SOUZA, L. O.; SILVA, A. M. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição e sua utilização como base, sub-base e mistura betuminosa em pavimento urbano em Goiânia-GO. Revista Brasileira de Ciência Ambientais, n. 15, p. 1-9, mar. 2010.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr. / jun. 2012.