

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CÁSSIA DE SENA FREITAS

**COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

**Caçapava do Sul
2016**

CÁSSIA DE SENA FREITAS

**COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. José Waldomiro Jiménez Rojas

**Caçapava do Sul
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

F002c Freitas, Cássia de Sena
Composição Gravimétrica dos Resíduos de
Construção Civil do Município de Caçapava do Sul
- RS / Cássia de Sena Freitas.
39 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA
AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2016.
"Orientação: José Waldomiro Jiménez Rojas".

1. Composição gravimétrica. 2. Resíduos. 3.
quarteamento. 4. construção civil. 5.
Quantificação. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO**CÁSSIA DE SENA FREITAS****COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO
MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 14 de dezembro de 2016.

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Waldomiro Jiménez Rojas
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Dr José Pedro Rebes
UNIPAMPA

Prof.Msc Tiago Zavackl De Moraes
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre ajudar em minhas orações nos momentos difíceis

A minha mãe um agradecimento especial, pois foi e sempre será a pessoa que mais me incentiva a seguir em frente.

Ao meu namorado Marcelo pela sua dedicação e paciência comigo.

Ao meu pai Luís e minha irmã Bruna por estarem ao meu lado sempre.

Aos colegas e hoje amigos que fizeram parte desses cinco anos incentivando uns aos outros, Karolyne Estel, Stener Camargo, Franciele Vivian, Mab Raísa e Rosangela de Camargo.

A Neila e ao Érico pelo apoio e almoços nos meus dias corridos, que muito me ajudaram.

A Mariele e a Teka o meu imenso agradecimento, pois com certeza sem a ajuda de vocês em suas viagens de compras eu não conseguiria chegar ao final do curso.

Ao Rafael Oliveira, o meu muito obrigado pelo empenho em me ajudar desde o início.

Ao meu orientador, José Waldomiro Rojas por disponibilizar o seu tempo para contribuir com o presente trabalho, pela compreensão, paciência e apoio e principalmente pelo ser humano e grande professor que és.

Aos professores da banca avaliadora por disponibilizarem o seu tempo para contribuir com o meu trabalho.

Ao colega Everton Chaves pela contribuição no presente trabalho, além da amizade que construímos nesse período.

Ao colega Jandir Blasius, pelas inúmeras ajudas durante esses cinco anos, com certeza foi essencial para minha formação.

E a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram para que esse momento fosse possível.

RESUMO

A construção civil é um setor que apresenta aumento no decorrer dos anos, com isso, ocorre o crescimento de transtornos que esse setor traz aos municípios e ao meio ambiente, principalmente pela falta de gerenciamento. O maior causador de problemas é o grande volume de resíduos que sobram das obras, que são chamados popularmente de entulhos, estes quando jogados em lugares irregulares causam um grande problema ambiental. Para tentar amenizar estes impactos o governo federal criou a resolução 307/2002, que estabelece a elaboração e implantação de um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil. Desta forma realizou-se o presente trabalho com o objetivo de obter a quantificação e classificação dos resíduos, provenientes de obras do município de Caçapava do Sul- RS, através do método de quarteamento. Coletaram-se os resíduos em um local utilizado pela prefeitura do município e empresas privadas de coleta de resíduos da construção civil. Com base neste trabalho o diagnóstico resultante foi de que a composição gravimétrica mostrou que 85,62% dos resíduos gerados referem – se aos resíduos da classe A, os quais tem grande potencial para reutilização e reciclagem, seguido dos resíduos da classe B que é o segundo mais gerado. Em conclusão avalia-se a grande importância para o município um plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil, visto que o mesmo ainda não esta totalmente adequado a Resolução 307/2002 do CONAMA.

Palavras-Chave: Resolução 307/2002. Quantificação. Quarteamento..

ABSTRACT

Civil construction is a sector that has increased over the years, as a result of the growth of disorders that this sector brings to municipalities and the environment, mainly due to lack of management. The biggest problem is the large amount of waste left over from the works, which are popularly known as debris, which when thrown in irregular places cause a major environmental problem. To try to mitigate these impacts, the federal government created resolution 307/2002, which establishes the preparation and implementation of an integrated waste management plan for the construction industry. In this way, the present work was carried out with the objective of obtaining the quantification and classification of the residues, coming from works of the municipality of Caçapava do Sul, RS, through the method of quarteamento. The waste was collected at a site used by the city council and private companies collecting construction waste. Based on this work, the resulting diagnosis was that the gravimetric composition showed that 85.62% of the generated residues refer to class A waste, which has great potential for reuse and recycling, followed by class B waste which is the Second most generated. In conclusion it is assessed the great importance for the municipality a plan of management of the residues of the civil construction, since the Resolution 307/2002 of CONAMA is not yet fully adequate.

Keywords: Resolution 307/2002. Quantification. Quartering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Amostragem de pontos de retirada das amostras para o processo de quarteamento.....	9
Figura 2 - Fluxograma com o detalhamento das atividades que foram desenvolvidas no presente trabalho.	10
Figura 3 - Mapa de localização do município de Caçapava do Sul, RS, e mapa de localização da área do estudo.	11
Figura 4 - Resíduos que foram coletados e passaram pelo processo de quarteamento para o estudo.	12
Figura 5 - Diagrama do processo de quarteamento de RCC, com divisão da amostra em quatro partes e após, seleção de duas partes opostas para uma nova amostra.	13
Figura 6 - Processo inicial do quarteamento.....	14
Figura 7 - Divisão do material retirado em quatro partes.	15
Figura 8 - Nova separação dos resíduos.	15
Figura 9 - Separação conforme Resolução 307/2002 do CONAMA.....	16
Figura 10 - Processo de pesagem.....	16
Figura 11 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC do município de Caçapava do Sul-RS conforme a Resolução 307/2002 do CONAMA.	17
Figura 12 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC conforme Resolução 307/2002 do CONAMA (por classes).	18
Figura 13 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC do município de Salvador - BA, conforme a Resolução 307/2002 (%).	19
Figura 14 - Composição gravimétrica em porcentagem e classificação dos RCC do município de Pelotas – RS.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classes de resíduos sólidos da construção civil e alguns integrantes conforme Resolução nº 307/ 2002 e nº 431/2011.....	8
Tabela 2 - Classificação dos RCC conforme Resolução 307/200 do CONAMA.	17
Tabela 3 - Variabilidade dos valores detectados para alguns dos materiais comuns a construção civil, com base em pesquisas já realizadas no país por diferentes autores.	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

PNRS- Política Nacional de Resíduos sólidos

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

RCC– Resíduos da construção civil

SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO	II
AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	3
2.1 Objetivos gerais	3
2.2 Objetivos específicos	3
2.3 JUSTIFICATIVA.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 Legislação.....	4
3.4 Classificações dos resíduos	7
4 METODOLOGIA	9
4.1 Considerações iniciais.....	9
4.2 Área de estudo	11
4.3 Coleta de resíduos	12
4.4 Quarteamento	13
4.5 Materiais e equipamentos.....	13
5 RESULTADOS OBTIDOS	14
5.1 Quarteamento	14

5.2 Classificação	17
5.3 Composição dos RCC em diferentes estudos	18
6 CONCLUSÃO	21
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1 INTRODUÇÃO

Há muitos anos se observa o crescimento da construção civil pelo mundo, no Brasil um país em desenvolvimento esse aumento é ainda maior. Com isso é gerado um grande volume de resíduos referente a esse setor, situação essa, que durante muitos anos não foi dada a devida importância.

A questão de reciclagem dos resíduos da construção civil pode ser uma alternativa interessante para os municípios que sofrem com as construções urbanas e que se depara com problemas de gerenciamento desses resíduos (BRITO FILHO, 1999). Um ponto que antes não era notado como um problema é a questão ambiental, que hoje em dia tem grande destaque, os RCC podem causar grande impacto ao ambiente quando descartados incorretamente, sendo a reciclagem uma alternativa muito relevante.

Segundo FUNASA (2006), os resíduos representam um enorme problema de ordem sanitária, quando não gerenciados adequadamente. Os impactos estendem-se às esferas social, econômica e ambiental, sendo consideradas as principais dificuldades neste âmbito a ineficácia na coleta e a disposição final incorreta dos resíduos (MANAF *et al.*, 2009).

No Brasil esse problema ainda é recente, pois em países desenvolvidos já existem políticas mais rigorosas para o gerenciamento de RCC. Pensando nisso foram definidas algumas diretrizes com a publicação pelo CONAMA¹- Conselho Nacional de Meio Ambiente, da Resolução nº 307, de 05 de junho de 2002. Com essa resolução, passou a ser responsabilidade dos geradores dos RCC, o seu gerenciamento.

Segundo Freitas (1995), uma característica marcante na construção civil brasileira é o desperdício, principalmente, de materiais, de tempo, os relativos à mão-de-obra e o de recursos financeiros.

Como foi dito por Carneiro *et al.* (2001), a construção civil é considerada uma das atividades que mais produz resíduos e prejudicam o meio ambiente, desde a extração de matérias-primas, até o final da vida útil da edificação.

Alguns dos grandes problemas ambientais decorrentes da geração de RCC se devem a saturação de espaços disponíveis nas cidades para descarte correto

¹O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90 Decreto 99.274/90.

desses materiais, uma vez que eles correspondem a mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos em cidades de médio e grande porte no Brasil (DIJKEMA *et al.* 2000).

Uma etapa de grande importância para estudos de alternativas que tenha como objetivo a reciclagem dos RCC é a sua caracterização, tanto na forma bruta quanto na reciclada (CARNEIRO *et al.*, 2001), pois a geração e sua composição podem interferir na qualidade do agregado reciclado produzido.

E também segundo Guadagnin *et al.* (2001), a identificação e caracterização dos constituintes de cada localidade são essenciais na determinação da alternativa tecnológica mais apropriada, desde a fase de coleta, transporte, reaproveitamento, reciclagem até a destinação final dos rejeitos.

A análise da composição gravimétrica dos RCC é um importante parâmetro a ser considerado quando se trata de sistemas de tratamento e disposição final desses resíduos. De acordo com Cornelli *et al.*(2006), a determinação das diferentes frações dos componentes fornece alternativas de tratamento e aproveitamento do RCC.

Segundo Oliveira (2008), os RCD possuem características individuais, podendo variar em função do local em que foi gerado, da tecnologia aplicada na construção, das variantes referentes ao material aplicado durante a obra, da mão de obra utilizada.

Para Steiner (2010), a ciência da composição gravimétrica dos resíduos é indispensável nas fases de planejamento e operação nos serviços de limpeza pública, facilitando a identificação dos métodos e técnicas adequadas de tratamento e disposição final de acordo com cada realidade.

No atual momento, o município de Caçapava do Sul, onde o trabalho foi realizado, conta apenas com empresas de serviço de coleta de entulho da construção civil de empresas privadas, não tendo um plano específico para os RCC. O município não conta com dados da classificação dos RCC, apenas se sabe que é coletado em média 21660 ton/ano, informação essa passada pelos proprietários de empresas privadas coletoras dos RCC de Caçapava do Sul. Tendo em vista as considerações apresentadas este trabalho apresenta sua relevância, pois busca pesquisar e analisar a quantidade e a classificação dos resíduos gerados nas obras Caçapavanas.

Destaca-se também, que a região do Pampa Gaúcho está passando por um processo de desenvolvimento em infraestruturas, associados aos investimentos que tem sido realizado na região.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 Objetivos gerais

O objetivo geral do presente estudo é quantificar e classificar os resíduos oriundos de obras civis no município de Caçapava do Sul – RS.

2.2 Objetivos específicos

- a) Coletar e quarteirar os resíduos oriundo de obras civis;
- b) Quantificar os resíduos coletados;
- c) Classificar os resíduos conforme a norma 307/2002 e suas alterações.
- d) Gerar dados concretos em relação aos resíduos do município de Caçapava do Sul

2.3 JUSTIFICATIVA

A partir do século XVIII com a ocorrência da Revolução Industrial, todos os países instituíram novos modelos de desenvolvimento, sendo o principal objetivo seu crescimento econômico em curto prazo, sendo necessário utilizar de novas técnicas produtivas e grande exploração de matérias-primas e energias, sendo essas fontes limitadas.

Com o uso desenfreado dos recursos naturais causou a destruição de corpos hídricos e solo, o que nos últimos 30 anos tornaram - se muito evidente.

Segundo Pinto (1999), os RCC correspondem cerca de 40% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos e estima-se que a geração per capita dos RCC no Brasil varia entre 230 e 760 kg/hab.

Essa situação fez com que o Brasil investisse em leis mais rigorosas para combater o descarte ilegal de resíduos, criando a PNRS e em específico para os RCC, a Resolução 307/2002 que tem como finalidade principal a não geração de

resíduos, e como objetivo secundário a redução, reutilização, reciclagem e disposição final.

Nesse contexto o presente trabalho tem como finalidade auxiliar o gerenciamento dos resíduos de construção civil e classificar os resíduos da construção civil no município de Caçapava do Sul.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Legislação

A geração de resíduos torna-se cada vez maior nos municípios e aumentou a preocupação com o seu gerenciamento e destino final.

Pensando nisso no ano de 2010 foi criada, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelecidos pela Lei nº 12.305, ela estabelece diretrizes para a aplicação de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos para todos os níveis de setores federal, estadual, municipal e privado. Em seu decreto regulamentador é estabelecido que a gestão de resíduos de construção deve ser tratada de acordo com as regulamentações específicas do Sistema Nacional de Meio Ambiente, e nela ficam incluídas as resoluções do CONAMA.

A Resolução do CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002, que refere - se aos resíduos da construção civil no Brasil, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos a serem adotados por governos municipais e agentes envolvidos no manejo e destinação do RCD, a fim de que os impactos ambientais produzidos por esses resíduos minimizados (BRASIL, 2002).

Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 5 de julho de 2002: estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil.

Ainda na resolução supracitada, se institui diretrizes para que os municípios e o Distrito Federal desenvolvam e programem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada situação local, devendo essas políticas assumir a forma de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (PIGRCD) (BRASIL, 2002).

Esta resolução também define as responsabilidades de seus envolvidos: geradores, transportadores, áreas de destinação e municípios.

3.2 Resíduos Da Construção e Demolição - RCD

Segundo Zordan (1997), resíduos de construção e demolição ou entulho como popularmente é chamado, pode ser proveniente de construções, reparos, reformas e demolições de estruturas ou estradas. Ainda segundo ele, os RCD são resíduos sólidos não contaminados, que podem ser originários tanto da construção, reparos, reformas e demolições, como também resíduos não contaminados de vegetação resultante de escavação e limpeza de solos.

O resíduo da construção civil é composto de diversos materiais de construção, tais como: argamassa, areia, cerâmica, concreto, madeira, metais, papéis, plásticos, pedra, tijolos, tinta, entre outros. Mas, ainda em sua maioria, o entulho é formado por material não mineral, como a madeira, o plástico, metais, papel e matéria orgânica (ZORDAN 1997)

Pinto (1999) avaliou que em cidades brasileiras de médio e grande porte , a massa de RCC gerados varia entre 41% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos, como é o caso da cidade de Salvador – BA.

Para permitir o manejo correto dos resíduos em áreas adequadas, foram elaboradas algumas normas e resoluções como a Resolução do CONAMA 307/2002.

Conforme ABRELPE² (2014), os municípios recolheram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD em 2014, o que provoca no aumento de 4,1% em relação a 2013. Esta ocorrência, também observada em anos precedentes, exige-se atenção especial quanto ao destino final dado aos RCD, visto que o número total desses resíduos é ainda maior, uma vez que os municípios coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos.

²A ABRELPE é uma associação civil sem fim lucrativos, fundada em 1976 que representa no Brasil a *International Solid Waste Association*, a principal associação que trata dos resíduos sólidos no mundo.

3.3 Gestão de resíduos sólidos

A construção civil como se pode perceber traz grandes benefícios para a população, mas também traz grandes problemas ambientais pelo uso dos recursos naturais ou até mesmo pela alteração da paisagem. Sendo assim, o setor de construção civil possui o desafio de harmonizar uma atividade produtiva de grande proporção com as condições que levem a um desenvolvimento sustentável consciente, menos prejudicial ao meio ambiente. Percebe-se também que a legislação tem se tornado mais rigorosa no que se refere à preservação ambiental.

Os Resíduos de Construção e Demolição tem se tornado um dos principais alvos na adequação ambiental, utilizando o mesmo como agregado para inúmeros usos na construção civil e também na pavimentação rodoviária, entrando como substituto às matérias-primas hoje utilizadas nestes setores (CARNEIRO, 2001).

A criação da Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2002, que definiu responsabilidades e deveres, justificando um novo sistema de gestão, foi uma importante ação em termos legais para superar problemas ambientais o qual obriga os geradores a reduzir, reutilizar e reciclar, tratar e dispor os resíduos de construção e demolição (RCD).

Para Lange *et al.* (2002), a informação da quantidade produzida, bem como das características físicas e químicas dos resíduos, é indispensável no intuito de direcionar e planejar os sistemas de gerenciamento dos resíduos.

No ano de 2002, no Brasil, foram recolhidos cerca de 70 milhões de t/ano de RCD, segundo Dos Santos (2008). Na maioria dos municípios brasileiros há uma dependência do setor público na gestão dos RCC, que tende a diminuir pela ação da indústria em paralelo à mudança da legislação nacional e aos procedimentos e normas municipais, o que resultam em taxas e subsídios a este nível (LIMA, 2013).

Segundo Naime & Rocha (2009), um dos critérios de uma boa gestão dos resíduos é a sua separação na fonte geradora, de forma a permitir a coleta seletiva e a reciclagem, o que resultará em uma diminuição dos impactos ambientais e até mesmo algum retorno econômico pela venda de material reciclável. Na Europa, a média de reciclagem dos RCD é de 28%, enquanto nos Países Baixos, esta média é ainda maior, sendo que em 2000, foram aproveitados 90% dos resíduos da construção (16,5 milhões de toneladas) (PUT, 2001).

A gestão deve ser direcionada de forma colaborativa entre os poderes públicos municipal, estadual e federal, envolvendo também a da população, sendo necessária a sensibilização desta por meio de iniciativas e programas de educação ambiental (LOPES, 2003; ALCANTARA, 2010).

Poucos municípios cumpriram a norma, na verdade a grande maioria não se adequou a Resolução 307/2002, como um exemplo a cidade do Rio de Janeiro que permitiu o descarte dos resíduos de construção e demolição até o fechamento do Aterro Controlado do Jardim Gramacho, em 2012.

Segundo Rampazzo (2002), somente uma parcela das empresas está agregando preocupações ambientais e sociais nas decisões empresariais, conscientizando os setores da indústria e de negócios.

Durante a ECO-92 e a definição da Agenda 21, houve ênfase a necessidade imprescindível de se implementar um apropriado sistema de gestão ambiental para os resíduos sólidos (GÜNTHER, 2000). Uma solução encontrada para os problemas gerados é a reciclagem de resíduos, já que a construção civil tem um grande potencial de utilização dos resíduos, uma vez que ela chega a consumir até 75% de recursos naturais (LEVY, 1997; PINTO, 1999; JOHN, 2000).

3.4 Classificações dos resíduos da construção civil

A Resolução nº 307/2002, Resíduos da Construção Civil (RCC) são 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, entre outros, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

A composição dos RCC depende das propriedades específicas de cada cidade ou região, tais como geologia, morfologia, disponibilidade dos materiais de construção, avanço tecnológico, entre outros. Dessa forma, existe uma grande variedade nos resíduos que são gerados em uma obra e, para efeito de seu gerenciamento, a Resolução CONAMA 307/2002 estabeleceu uma classificação específica como ilustrado na Tabela 1 (BRASIL, 2002). Os resíduos da construção civil pertencem à Classe II B – inertes.

Tabela 1- Classes de resíduos sólidos da construção civil e alguns integrantes conforme Resolução nº 307/ 2002 e nº 431/2011.

CLASSES	ORIGEM	EXEMPLOS DE RESÍDUOS
A	Reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Areia, tijolos, argamassas, cerâmica, concreto, pedras em geral, telhas, blocos
B	Recicláveis para outras destinações	Plásticos, papelão, pvc, aço, gesso
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem/ recuperação	Lã de vidro, peças de fibra de nylon
D	Resíduos perigosos, oriundos do processo de construção. Resíduos contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	Tintas, solventes, óleos, amianto e outros. Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002).

Porém, devido ao caráter específico de cada obra e a composição dos materiais, podem ser gerados nos canteiros de obras resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente.

A Resolução CONAMA 307/2002 agrupou os resíduos da construção civil em quatro classes, porém, esta resolução passou por algumas alterações conforme a publicação nº 348/2004 (que inseriu o amianto na classificação de classe D), a publicação nº431 de maio de 2011 (que alterou a classificação do gesso de classe C para B - recicláveis) e por ultimo com a publicação 469/2015 (que incluiu na classe B as embalagens vazias de tintas imobiliárias - recipientes que apresentam apenas filme seco de tinta, sem conter tinta líquida). Já as embalagens de tintas usadas na construção civil deverão seguir ao sistema de logística reversa. conforme a PNRS.

3.5 Método de quarteamento

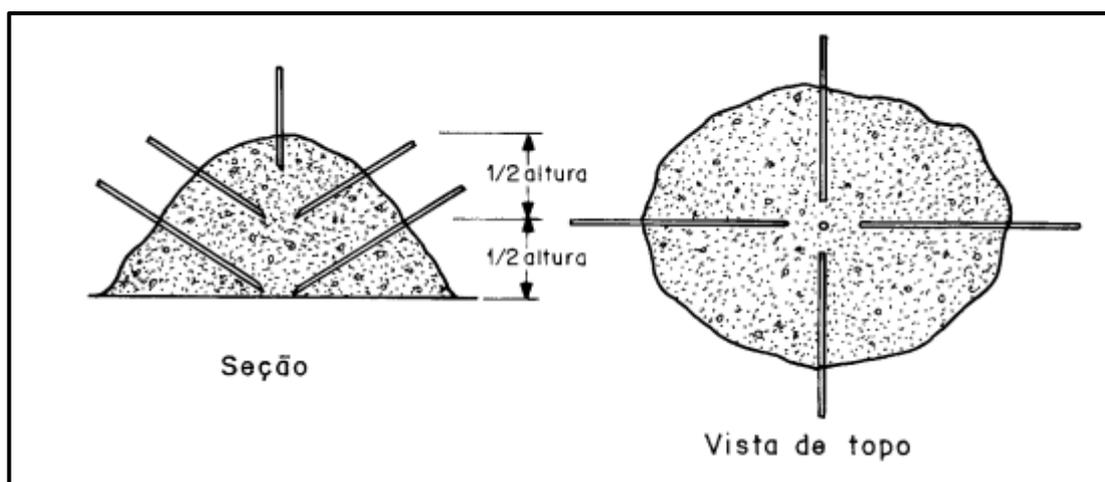
O quarteamento deve ser aplicado quando é necessário reduzir o volume de resíduos até se obter uma amostra com o volume desejado.

Conforme a NBR 10007/2004, que define a amostragem de resíduos sólidos, o método de quarteamento é:

Processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré – homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartar as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado (ABNT 10007/2004, p.1).

Ainda segundo a NBR 10007/2004, deve-se retirar as amostras de pelo menos três seções (do topo, do meio e da base). Em cada seção, devem ser coletadas quatro amostras como se pode observar na (Figura 1) e após proceder ao processo de quarteamento.

Figura 1 - Amostragem de pontos de retirada das amostras para o processo de quarteamento.



Fonte: NBR 10007/2002.

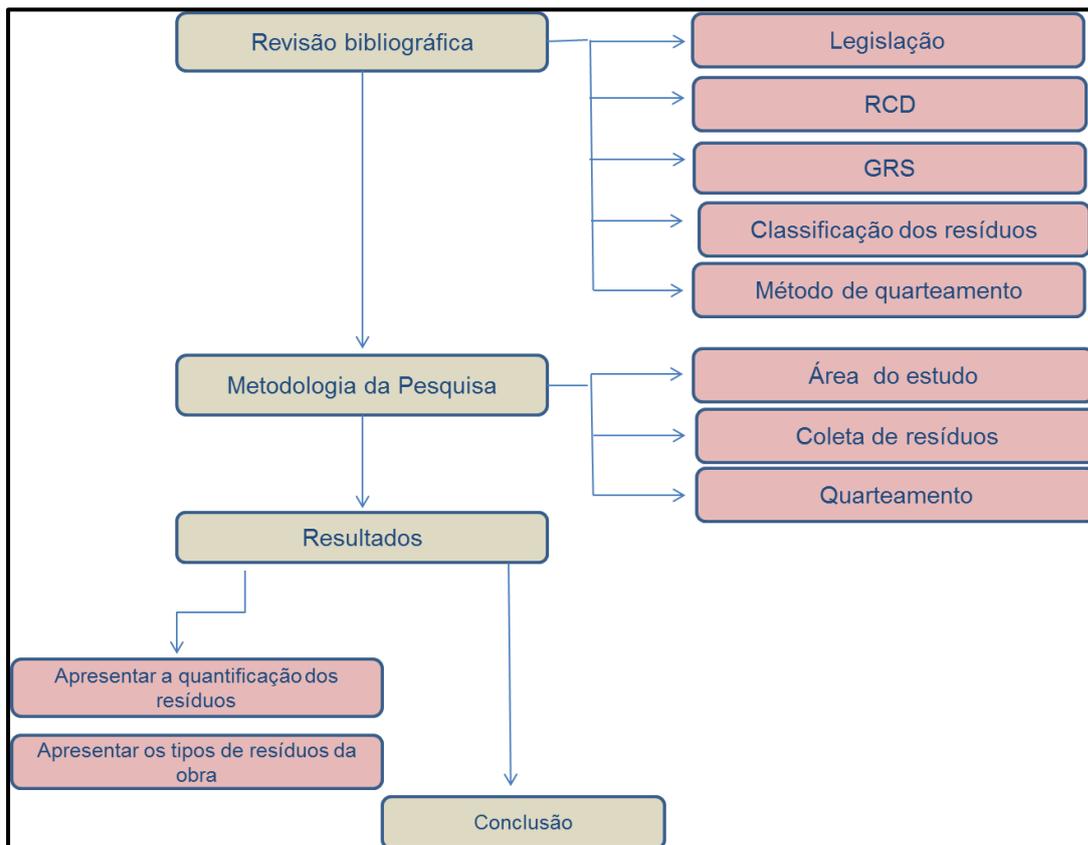
4 METODOLOGIA

4.1 Considerações iniciais

A metodologia estabelecida teve como objetivo a coleta de resíduos de construção civil e logo após sua classificação.

A Figura 2 apresenta resumidamente o fluxograma do presente trabalho. A metodologia deste trabalho foi dividida em 4 etapas:

Figura 2 - Fluxograma com o detalhamento das atividades que foram desenvolvidas no presente trabalho.



Fonte: Autora.

Primeiramente, este trabalho contém uma revisão da bibliografia, onde foram avaliadas as leis vigentes para um melhor entendimento do que poderia ser aplicada neste pesquisa, seguida de uma breve introdução aos RCD e seu gerenciamento e passando a conhecer a classificação dos RCC, conforme Resolução 307/2002, bem como suas alterações.

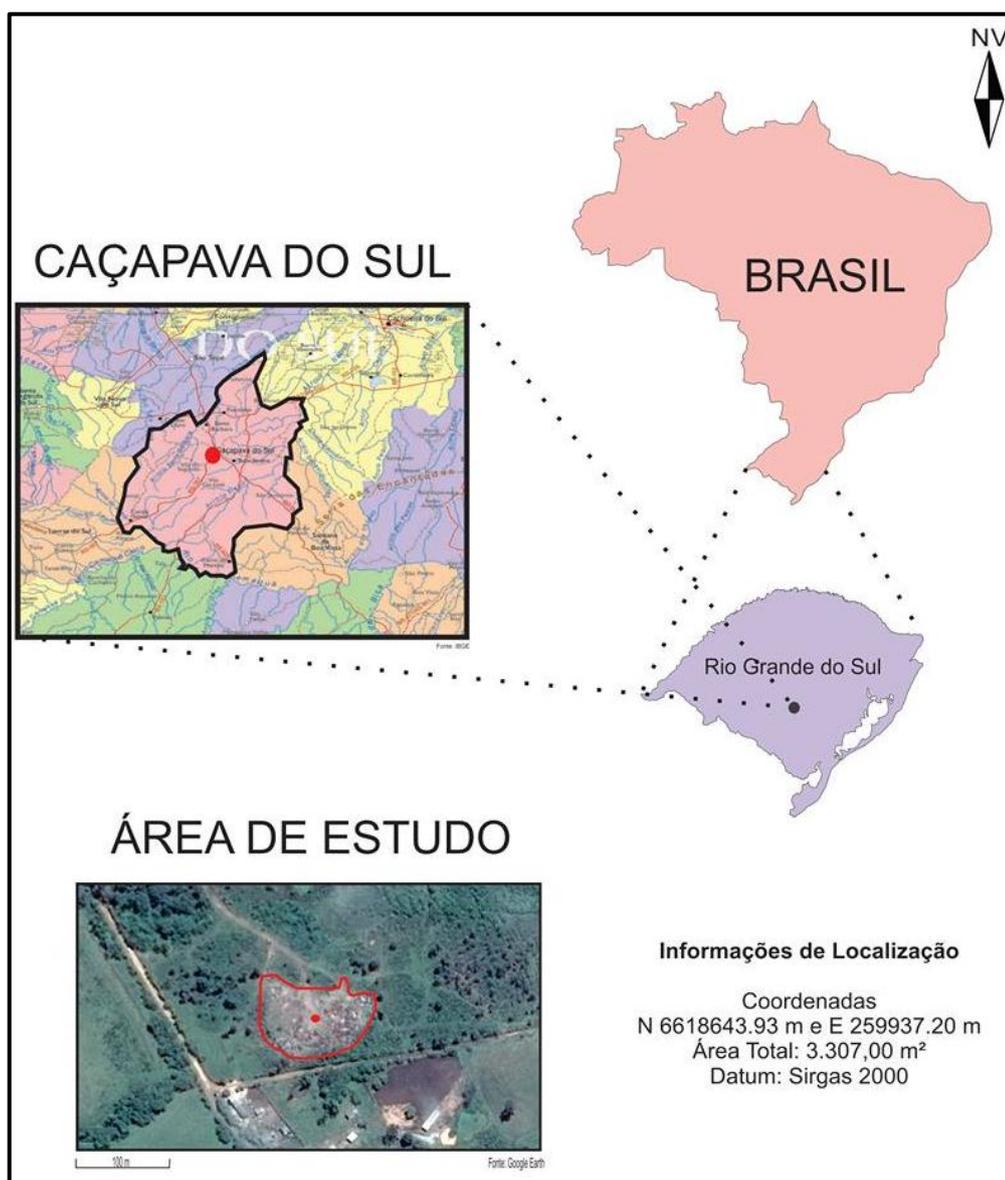
Num segundo momento fez-se a escolha do local, onde foi feito a coleta dos resíduos, sendo eleita uma área utilizada pela prefeitura da cidade.

A metodologia aplicada para a quantificação dos resíduos foi fundamentada através do quarteamento (Figura 1), que é uma técnica para redução do volume de amostras iniciais, facilitando assim seu procedimento.

4.2 Área de estudo

O trabalho desenvolveu-se no município de Caçapava do Sul, RS, que fica localizado a 260 km de Porto Alegre, a capital do estado. Trata-se de um local utilizado pela prefeitura da cidade e empresas de serviço de coletas de entulho para descartes de material oriundos da construção civil (Figura 3). Este local possui 3.307,00 m² de área, sendo localizado a aproximadamente 3 km do centro da cidade de Caçapava do Sul, com acesso pela RS 357.

Figura 3 - Mapa de localização do município de Caçapava do Sul, RS, e mapa de localização da área do estudo.



Fonte: *Google Earth*. Data: 08/07/2016. Imagem adaptada pelo autor.

As coordenadas aqui descritas no município estão georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, a partir das estações ativas da RBMC de Santa Maria, de coordenadas *UTM* E 237.205,247m e N 6.709.269,527m, e de Porto Alegre, egue as coordenadas E 488.457,545m e N 6.673.004,056m, que se encontram no fuso *UTM* 22, cuja longitude do Meridiano Central é 51° WGr, tendo como *Datum* o *SIRGAS 2000*.

4.3 Coleta de resíduos

No presente trabalho o material foi coletado no mês de julho do ano de 2016 no local onde é utilizado pela prefeitura e empresas de serviço de coletas de entulho para descarte de RCC (Figura 4).

Figura 4 - Resíduos que foram coletados e passaram pelo processo de quarteamento para o estudo.



Fonte: Autora.

A coleta seguiu as recomendações da NBR 10007(ABNT 2004).

Inicialmente montou-se uma pilha de resíduos da construção civil e após retirou-se as amostras de pelo menos três pontos da pilha (do topo, do meio e da base), ao final da coleta das amostras os resíduos foram homogeneizados em cima de uma lona preta. Em seguida foi aplicado o processo de quarteamento, onde foi separado duas partes opostas dos resíduos, descartando as outras duas partes e são homogeneizadas novamente as partes escolhidas. E assim, repetindo o

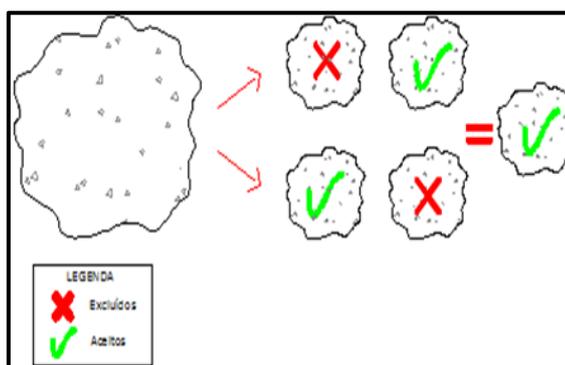
processo de quarteamento, com o objetivo de separar uma parte representativa que foi utilizada no estudo. Após escolhida a amostra, a segregação foi realizada manualmente e os grupos de resíduos definidos em classes conforme estabelecido pela Resolução 307/2002, ou seja, nas classes A, B, C ou D.

4.4 Quarteamento

Para realização desse trabalho coletou-se as amostras no local utilizado pela prefeitura e empresas de serviço de coleta de entulhos da construção civil na cidade de Caçapava do Sul para descarte de RCC.

Segundo a NBR 10007/2004, norma que foi seguida para amostragem de resíduos sólidos, as amostras deverão ser revolvidas com uma pá ou enxada para tornar a mesma homogênea, após será feita uma pilha e desta será retirada amostras de pelo menos três seções (topo, meio e base), que serão dispostos em cima de uma lona, para dar início ao primeiro processo de quarteamento dividindo em quatro partes aparentemente iguais da amostra pré – homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si e as demais descartadas. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido, assim se obtendo um volume desejado (Figura 5).

Figura 5 - Diagrama do processo de quarteamento de RCC, com divisão da amostra em quatro partes e após, seleção de duas partes opostas para uma nova amostra.



Fonte: Autora.

Após foi pesado esse montante que e considerado como 100% para o calculo da percentagem de cada componente, os resíduos foram segregados conforme suas características, seguindo a Resolução 307/2002 do CONAMA, calculadas as

percentagens de cada componente usar-se-á o programa Excel para gerar os gráficos dos resultados.

4.5 Materiais e equipamentos

Para início do trabalho utilizou-se uma enxada para revolver a pilha e homogeneizar os RCC. Uma lona preta é usada para expor os resíduos.

Após ocorrer o quarteamento, a segregação foi feita manualmente. Após foi utilizada uma balança de precisão para pesagem de resíduos leves, como o plástico, e uma balança mecânica para pesagem de materiais mais grossos como tijolos.

Na ausência de materiais de grande porte, como vigas, não se fez necessário a utilização de máquinas mais pesadas.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Quarteamento

Neste item apresentaremos os resultados do processo de quarteamento. A partir da Figura 6 é possível verificar o início do quarteamento, quando os resíduos foram retirados (do topo, do meio e da base) da pilha, colocados em cima da lona preta e homogeneizados.

Figura 6 - Processo inicial do quarteamento.



Fonte: Autora.

A Figura 7 apresenta mais uma etapa, onde o resíduo foi dividido em quatro partes iguais, separando duas partes opostas e homogêinzando novamente.

Figura 7 - Divisão do material retirado em quatro partes.



Fonte: Autora

Após o procedimento anterior, os resíduos foram homogêinzados novamente, formando um novo volume e sendo separados em duas partes iguais, conforme pode ser visualizado na Figura 8, a qual mostra o material separado em mais duas partes.

Figura 8 - Nova separação dos resíduos.



Fonte: Autora

Após a divisão em duas partes, ocorre a segregação dos resíduos de acordo com a Resolução 307/2002 do CONAMA, ilustrado pela Figura 9.

Figura 9 - Separação conforme Resolução 307/2002 do CONAMA.



Fonte: Autora

A Figuras 10 ilustra o momento da pesagem. A balança, antes da pesagem era calibrada com pesos conhecidos, para que pudessemos chegar a valores confiáveis.

Figura 10 - Processo de pesagem.



Fonte: Autora.

5.2 Classificação

Após a realização dos procedimentos supracitados, foi possível obter os resultados para cada material e assim classificá-los conforme a Resolução 307/2002 do CONAMA, conforme ilustra a Tabela 2.

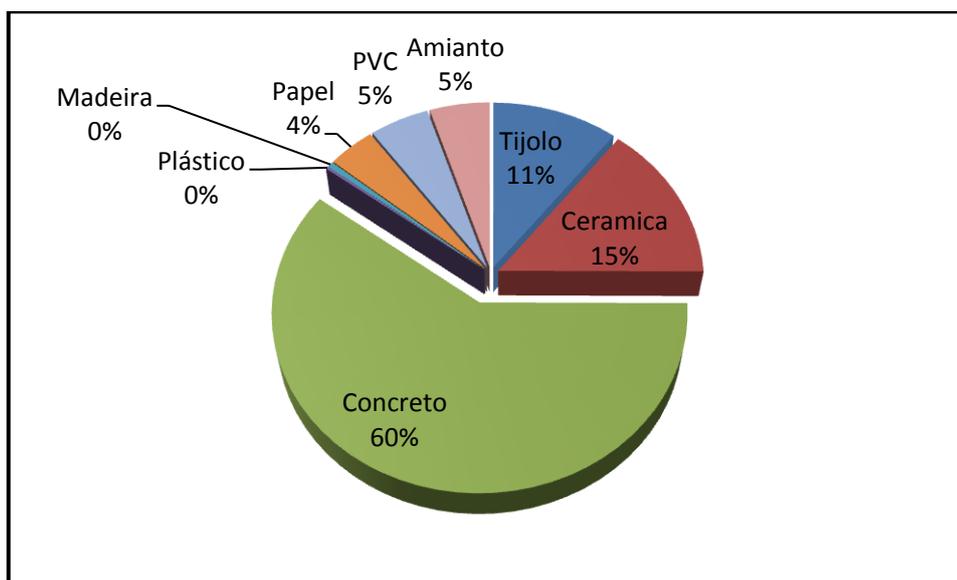
Tabela 2 - Classificação dos RCC conforme Resolução 307/200 do CONAMA.

Classe	Material	Peso por material (Kg)	% por material
A	Tijolo	2,1	10,57
A	Cerâmica	2,900	14,609
A	Concreto	12	60,45
B	Plástico	0,05	0,251
B	Madeira	0,1	0,503
B	Papel	0,8	4,03
B	PVC	1	5,03
D	Amianto	1	5,03

Fonte: Autora

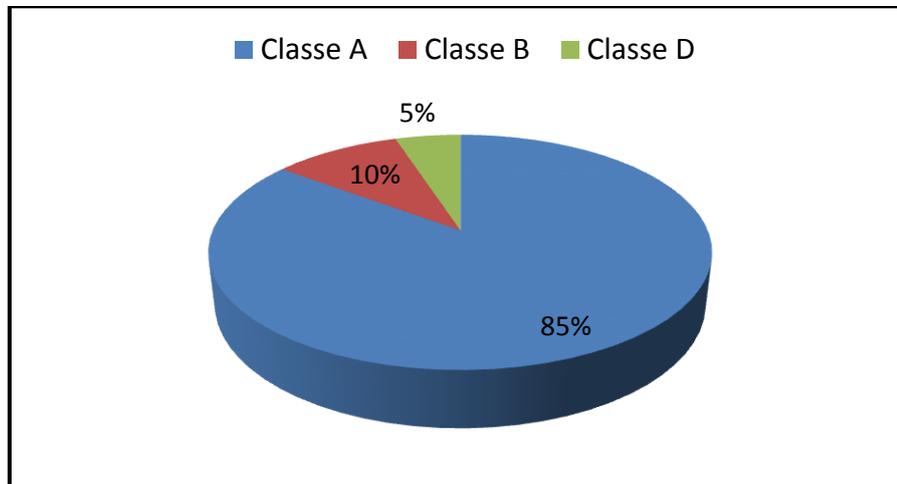
Podemos melhor visualizar os resultados obtidos, são mostrados nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC do município de Caçapava do Sul-RS conforme a Resolução 307/2002 do CONAMA.



Fonte: Autora

Figura 12 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC conforme Resolução 307/2002 do CONOMA (por classes).



Fonte: Autora

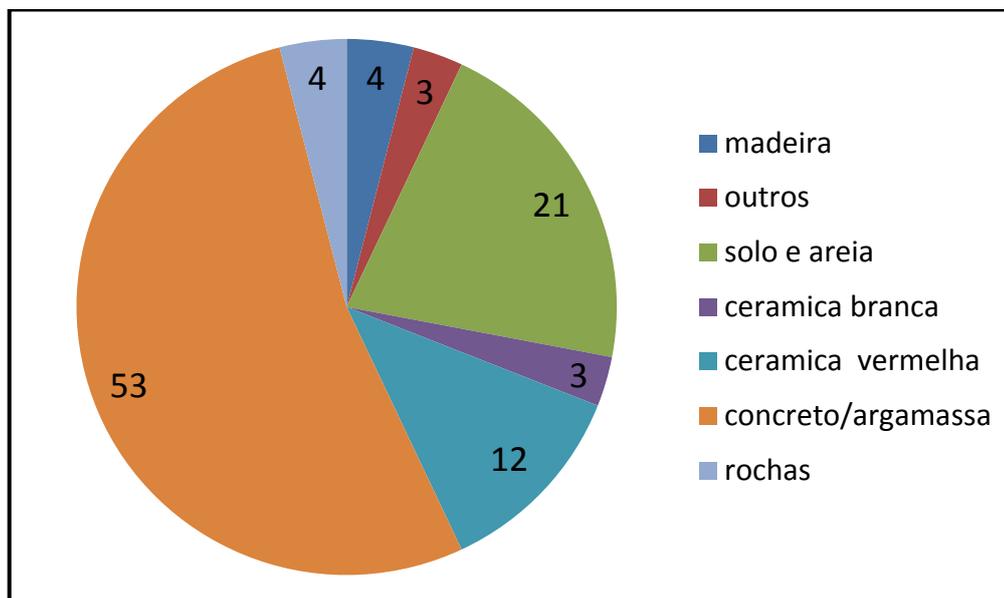
A composição gravimétrica dos RCD gerados no município de Caçapava do Sul-RS mostra que os resíduos que pertencem a classe A representam 85,62% do total de resíduos gerados e o restante é composto principalmente de resíduos Classe B (papel, plástico, pvc, madeira), que representam 9,814%. Isso demonstra a parcela expressiva de resíduos que podem ser reutilizáveis ou recicláveis na forma de agregado, mostrando também a importância da criação de plano de gerenciamento dos RCC.

5.3 Composição dos RCC em diferentes estudos

A quantificação do volume de resíduo gerado em uma construção civil é bastante variável. Essa grande variação provém, basicamente, da diferença de tecnologias construtivas aplicadas, do gerenciamento das obras, e da qualificação da mão-de-obra utilizada. O controle sobre essas variáveis é bastante difícil, tendo em vista que uma obra sempre é diferente da outra.

Em um estudo feito por Carneito *et al.* (2001), foi averiguado a geração de RCC dispostos em um aterro na cidade de Salvador-BA e constatou que 89% da quantidade de resíduos gerada se enquadra na classe A, conforme a Resolução 307/2002 do CONAMA (Figura 13).

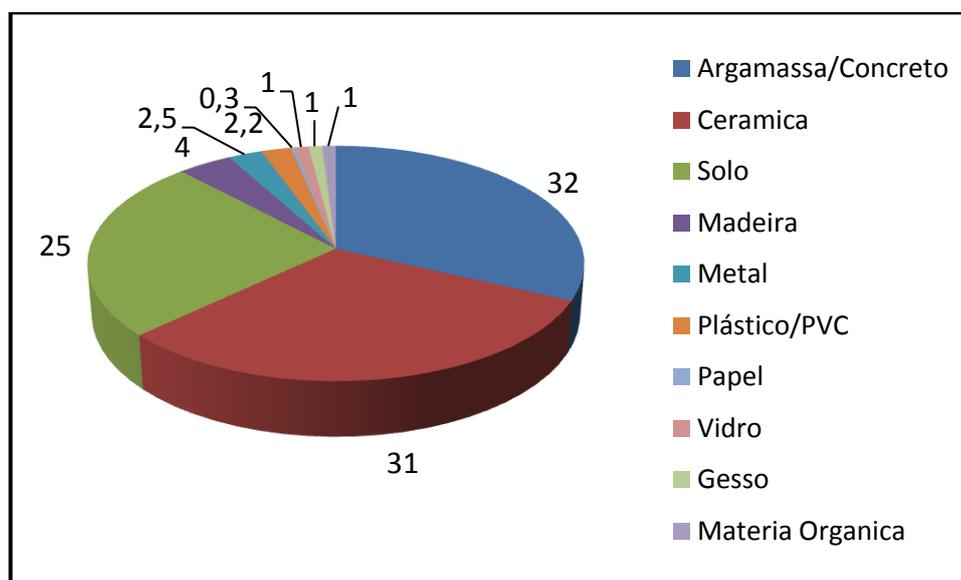
Figura 13 - Composição gravimétrica e classificação dos RCC do município de Salvador - BA, conforme a Resolução 307/2002 (%).



Fonte: Carneiro *et al.* (2001), adaptada pela autora.

No estudo feito no município de Pelotas –RS, por Tessaro *et al.* (2012) ilustrado na Figura, é possível observar que 14, 88% dos resíduos gerados são considerados, conforme a Resolução do CONAMA 307/2002, pertencentes a classe A, ou seja, que podem ser reutilizados ou reciclados.

Figura 14 - Composição gravimétrica em porcentagem e classificação dos RCC do município de Pelotas – RS.



Fonte: Adaptado pela autora

Um comparativo entre os dados obtidos nos estudos dos municípios de Pelotas-RS e Salvador, os quais utilizaram metodologias análogas, percebemos uma diferença entre resíduos denominados rejeitos. Esse fato sucedeu-se, por que no estudo realizado em Salvador foi descartada as cargas que possuíam quantidades expressivas de resíduos que eram considerados rejeitos. Porém em ambos os municípios mostra que resíduos da classe A também são maioria, assim como o estudo feito no município de Caçapava do Sul – RS.

Segundo PINTO (1989 *apud* PINTO, 1999) após vários estudos realizados no país, considera-se que a perda da construção civil do Brasil está com uma percentagem entre 20% a 30%. A Tabela 3 mostra valores de desperdícios de materiais obras da construção civil por diferentes autores.

Tabela 3 - Variabilidade dos valores detectados para alguns dos materiais comuns a construção civil, com base em pesquisas já realizadas no país por diferentes autores.

<i>Materiais</i>	<i>PINTO (1989)</i>	<i>SOIBELMAN (1993)</i>	<i>SOUZA ET AL (1998)</i>
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	-	36%
Areia	39%	44%	44%

Fonte: Adaptado de PINTO (1999).

5.4 Análises da classificação

A preocupação com o meio ambiente e em ter um gerenciamento dos RCC adequado tem feito com que sejam desenvolvidos vários estudos sobre o tema.

No município de Pelotas, RS, localizado a 250 km de Porto Alegre, a capital do estado, ocupando uma área de 1.610,09 km² (192,5 km² de área urbana), com 328.000 habitantes aproximadamente, dos quais cerca de 92% residindo na zona urbana do município (IBGE, 2010), ocorreu um estudo para classificar os resíduos da construção civil

Foi observado que 88% do RCD gerado no município refere-se à Classe A, ou seja, composta de argamassas, concretos, material cerâmico e solo natural, ambos reutilizáveis ou recicláveis. Já um estudo realizado em Salvador- BA, uma cidade de

grande porte percebeu-se que uma mudança na geração dos resíduos por região, mas de uma forma geral os resíduos de classe A também representam a sua maioria com 72%.

Esses valores se assemelham aos dados obtidos no município da Caçapava do Sul – RS de 85,62% de resíduos da classe A.

6 CONCLUSÃO

Apesar de a Resolução nº 307 do Conama (BRASIL, 2002) estar em vigor desde 2004, nenhuma ação visando ao atendimento desse documento vêm sendo realizada no município de Caçapava do Sul – RS.

Atualmente, a coleta e o transporte dos RCD são realizados por duas empresas privadas e o setor de limpeza pública, porém não possui um local adequado de disposição final.

A composição gravimétrica do RCD gerado no município mostra que a Classe A representa 85,62% do total de resíduos gerados e o restante é composto principalmente de resíduos Classe B (papel, plástico, PVC). Isso demonstra a parcela significativa de resíduos que pode ser reutilizável ou reciclável na forma de agregado. Um fator importante observado é que não foram encontrados no local resíduos de grande porte como vigas, pois as empresas coletoras de resíduos utilizam esses materiais para outros meios, como aterro em obras.

Percebe-se a com esse diagnóstico que seria muito benéfico ao município de Caçapava do Sul-RS a implantação de um plano de gerenciamento dos RCC, contribuindo assim, para o atendimento da legislação e conseqüentemente para a preservação do meio ambiente.

Em fim, a indústria da construção civil deve enfrentar o grande desafio do seu crescimento amenizando os problemas ambientais, visto que ainda há uma grande despreocupação com fator.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante dos resultados desta pesquisa, este trabalho apresenta sugestões para estudos posteriores.

- Monitoramento de pontos de descarte dos RCC;

- Gestão sustentável dos resíduos da construção civil do município;
- Criar um plano de recuperação de áreas degradadas pelo descarte de RCC;
- Identificar e cadastrar empresas coletoras de RCC para assim poder cobrar legalização ambiental para tal transporte;
- Instituir um plano de gerenciamento dos RCC um núcleo gestor dos RCC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Publica e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos do Brasil**, 2014. 33p.

ALCANTARA, A. J. O. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres – MT**. 2010. 89 F. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado do Mato Grosso. Cáceres, MT, 2010.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007: amostragem de resíduosb- procedimento**. Rio de Janeiro, 2004

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 307, de 5 de julho de 2002: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. CONAMA, 2002.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 16 nov. 2011.

BRITO FILHO, J.A. Cidades versus entulhos. In: **SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2., 1999. São Paulo. Anais. São Paulo: Editora Ibracon, 1999. p. 56-67.

CARNEIRO, A.P.; BRUM, I.A.S.; CASSA, J.C.S. (org.). (2001). **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA – Caixa Econômica Federal, 312 p.

CORNELLI, R.*et al.* (2006).**Caracterização de resíduos de construção e demolição (RCD) em dois municípios da serra Gaúcha**. In: Congresso de Iniciação Científica em Engenharia Tecnológica, XXI Anais... Ijuí: UNIJUÍ, CD-ROM.

DIKEMA, G.P.J.; REUTER, M.A.; VERHOEF, E.V.A **New paradigm for waste management**. Waste Management, vol. 20.Pergamon, March, 2000, p. 633-638.In: Congresso de Iniciação Científica em Engenharia Tecnológica, XXI Anais... Ijuí: UNIJUÍ, CD-ROM

DOS SANTOS, ALMAI DO NASCIMENTO. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE)**. 2008.

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

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3 ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006. 409 p

GUADAGNIN, M. R. *et al.* **Classificação, determinação e análise da composição gravimétrica dos resíduos urbanos dos municípios de Criciúma, Içara e Nova Veneza, do Estado de Santa Catarina, Brasil**. Rev. Tecnologia e Ambiente, Universidade do Extremo Sul Catarinense, v. 7, n. 2, 2001.

GUNTHER, W.M.R. **Minimização de resíduos e educação ambiental**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA, 7. Curitiba, 2000. Anais. Curitiba, 2000

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LANGE, L. C.; SIMÕES, G. F.; FERREIRA, C. F. A.; SANTANA, D. W. E. A.; GARCIA, L. N. **Estudo comparativo de metodologias empregadas para análise de resíduos sólidos urbanos**. In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancún, México, 8 p.

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

LIMA, Francisco Mariano da Rocha *et al.* **A formação da mineração urbana no Brasil: reciclagem de RCD e a produção de agregados**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LOPES, A. A. **Estudo da gestão e do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos no município de São Carlos (SP)**. 2003. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MANAF, L. A.; SAMAH, M. A. A.; ZUKKI, N. I. M. **Municipal solid waste management in Malaysia: Practices and challenges**. Waste Management, v. 29, issue 11, 2009, p. 2902-2906. Disponível em: Acesso em 15 nov. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 307**, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. 2002. Diário Oficial da União, n. 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96.

NAIME, R; ROCHA, C. S. **Panorama da gestão de resíduos sólidos no Vale do Paranhama e pesquisa sobre uso de instrumentos legais**. Revista Brasileira de Estudos de Segurança Pública, Goiânia, v. 2, n. 2, 2009, p 1-14.

OLIVEIRA, D. M. **Desenvolvimento de Ferramenta Para Apoio à Gestão de Resíduos de Construção e Demolição Com Uso de Geoprocessamento: caso Bauru, SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de

Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, Márcio Joaquim Estefano de. **Materiais Descartados pelas Obras de Construção Civil: Estudo dos resíduos de Concreto para Reciclagem**. Rio Claro: 2002, 191f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

PUT J. Recycling of C&DW: **success factors**. Apresentado no Workshop Reciclagem de Resíduos da Construção e as Normas Técnicas Para Sua Utilização; 2001 ago 07; São Paulo, Brasil.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p

RAMPAZZO, S.E. **A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico**. In: Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade? 4ª. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2002. 161 - 190.

STEINER, P. A. **Gestão de resíduos sólidos em centros comerciais do município de Curitiba – PR**. 2010. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

TESSARO, Alessandra Buss; DE SÁ, Jocelito Saccol; SCREMIN, Lucas Bastianello. **Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS**. Ambiente Construído, v. 12, n. 2, p. 121-130, 2012.