

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO REGGIORI FERES ALVES

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO – PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2015

FERNANDO REGGIORI FERES ALVES

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – as Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Vanessa Medeiros Corneli

CAMPO MOURÃO
2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO
DE CAMPO MOURÃO – PR**

por

Fernando Reggiori Feres Alves

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h 20min do dia 27 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Márcia Aparecida de Oliveira

(UTFPR)

Prof. Dr. Eudes José Arantes

(UTFPR)

Prof.^a Dr^a Vanessa Medeiros Corneli

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil: **Prof. Dr. Marcelo Guelbert**

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

ALVES, Fernando Reggiori Feres. **Estimativa da geração de resíduos da construção civil no município de Campo Mourão – PR.** 2015. 27 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

Com o crescimento do setor da construção civil no Brasil, aumentou também a quantidade de resíduos gerados por este. Para disciplinar a gestão dos resíduos da construção civil (RCC), e minimizar os impactos negativos associados foi criada a Resolução CONAMA nº 307/2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Entre os procedimentos estabelecidos está a obrigatoriedade dos municípios elaborem seus Planos Municipais de Gestão de Resíduos da Construção Civil. Para estabelecer ações de gerenciamento dos RCC se faz necessário conhecer dados base. Neste contexto, a presente pesquisa teve por objetivo identificar a origem, estimar a geração e caracterizar a composição gravimétrica dos RCC na cidade de Campo Mourão, Paraná. Os dados foram obtidos a partir do acompanhamento *in loco* das atividades da única empresa licenciada como usina de reciclagem e aterro de resíduos da construção civil no município. Estima-se que a geração de RCC em Campo Mourão é de aproximadamente 41.610 t/ano, o que equivale a 447 kg/hab.ano ou 1,22 kg/hab.dia, onde 44,83% deste resíduo é proveniente da construção. Quanto a composição gravimétrica 91,52% equivale a Classe A, 8,14% a Classe B e 0,34% a Classe D.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil, composição gravimétrica, impactos ambientais.

ABSTRACT

CARLOS, Caroline Leal. **Estimate of construction waste generation in the city of Campo Mourão - PR.** 2015. 27 p. Final Dissertation (Graduation) – Bachelor's Degree in Civil Engineering, Federal Technology University – Paraná. Campo Mourão, 2015.

With the growth of the construction sector in Brazil also increased the amount of waste generated by this. To discipline the management of construction waste (RCC), and minimize the associated negative impacts was created CONAMA Resolution No. 307/2002 establishing guidelines, criteria and procedures for the management of construction waste. Among the established procedures is the obligation of municipalities develop their Municipal Plans for Construction Waste Management. To establish management actions of the RCC is necessary to know base data. In this context, the present study aimed to identify the source, to estimate the generation and characterize the gravimetric composition of the RCC in the city of Campo Mourão, Paraná. Data were obtained from the in situ monitoring of the activities only company licensed as a recycling plant and waste landfill construction in the city. It is estimated that the generation of RCC in Campo Mourão is approximately 41,610 t/year, which is equivalent to 447 kg/hab.year or 1,22 kg/hab.day, where 44.83% of this waste comes from construction. As for 91.52% gravimetric composition equivalent to Class A, Class B 8.14% and 0.34% Class D.

Keywords: Construction waste, gravimetric composition, environmental impacts.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição média dos materiais de resíduos da construção civil	12
Tabela 2 – Usos recomendados para agregados reciclados	14
Tabela 3 – Percentual por tipos de RCC conforme classificação do CONAMA	15
Tabela 4 – Volume, composição gravimétrica e origem dos RCC gerados no município de Campo Mourão – Pr	18
Tabela 5 – Geração de RCC em municípios brasileiros.....	21
Tabela 6 – Composição gravimétrica em municípios brasileiros.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 JUSTIFICATIVA	10
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
4.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	11
4.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	12
4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
4.4 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
4.5 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	15
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
7 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

A gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos é um dos principais desafios ambientais da atualidade. Fatores quantitativos, alta geração, e qualitativos, heterogeneidade dos materiais, conferem certa complexidade ao processo.

O setor da construção civil gera por ano no Brasil cerca de 36,5 milhões de toneladas de resíduos, um índice de 0,584 Kg/hab./dia (ABRELPE, 2013). Desse montante, 95% referem-se a resíduos classe A, passíveis de serem reutilizados ou reciclados como agregados (PINTO, 1999). Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2010) apenas 9,7% dos municípios brasileiros possuem alguma forma de processamento dos resíduos da construção civil (RCC).

A expressiva geração de RCC, associada ao não cumprimento das normas que regem o tema, contribuem com a geração de impactos ambientais negativos, principalmente àqueles relacionados com a disposição irregular. Resíduos da construção civil destinados de maneira inadequada tem como consequência poluição visual, atração de outros tipos de resíduos e vetores, desvalorização da área de entorno, comprometimento da drenagem urbana, entre outros.

A gestão ambientalmente adequada dos RCC além de minimizar os impactos associados à construção civil, também deve ser tratada como opção estratégica a fim de reduzir custos com matéria prima e com a destinação de resíduos. Com uma Política de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil os municípios se beneficiam com a renda gerada da reciclagem, como também com os impactos positivos no meio ambiente, diminuindo principalmente os passivos gerados por estes.

Conhecer aspectos quantitativos e qualitativos dos RCC são informações essenciais para planejar ações de gestão para esse tipo de resíduo. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo identificar a origem, estimar a geração e caracterizar a composição gravimétrica dos RCC na cidade de Campo Mourão, Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo identificar a origem, estimar a geração e caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos da construção civil (RCC) gerados na cidade de Campo Mourão, Paraná.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a origem dos RCC gerados;
- Quantificar a geração dos RCC;
- Caracterizar a composição gravimétrica dos RCC

3 JUSTIFICATIVA

Segundo dados do Sinduscon-MG (2014) o setor da construção civil, no Brasil, apresentou nos últimos vinte anos um crescimento de aproximadamente 74%. Associada a essa expansão está conseqüentemente também a geração de resíduos da construção civil, aspectos estes que justificam a presente pesquisa.

Em relação ao percentual de perdas na construção civil na forma de resíduos, Souza e Agopyan (1999) constataram que há uma significativa variação de desempenho entre uma empresa e outra. Desde perdas mínimas, de 2,5%, comparáveis aos melhores índices internacionais, há valores na ordem de 133% devido às muitas falhas cometidas pelas construtoras. Todavia, em média o desperdício é de 8%, menor que o popularmente divulgado de 30%, ou de uma casa a cada três construídas.

A gestão ambientalmente adequada dos RCC proporciona vantagens econômicas e ambientais ao setor, facilitando a reutilização e reciclagem do material, e conseqüentemente reduzindo a extração de recursos naturais. Todavia, para um efetivo planejamento dessa gestão se faz necessário conhecer aspectos preliminares básicos, como origem, estimativa de geração e composição gravimétrica dos resíduos.

Conhecer a origem dos RCC, se construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, ou resultantes da preparação e da escavação de terrenos, possibilita direcionar as ações de gestão nas fontes mais representativas. O fato de identificar, por exemplo, em uma construção a fase da obra a qual o RCC pertence permite estabelecer medidas pontuais de ação com o objetivo da não geração e/ou redução.

Dados relacionados à quantidade e à composição gravimétrica dos RCC gerados são necessários para planejar modelos de gerenciamento para esses resíduos. Tais informações subsidiarão a definição de estratégias de gestão para as etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos RCC.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a Resolução Conama 307/2002 são considerados resíduos da construção civil:

[...] 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).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define resíduos da construção civil como “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

A partir das suas características os RCC são classificados nas classes, A, B, C ou D, conforme estabelecido na Resolução Conama 431/2011 (BRASIL, 2011):

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Quanto às formas de destinação dos RCC, a Resolução Conama 448/2012 estabelece que:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de preservação de material para usos futuros;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

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

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

4.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O Brasil produziu cerca de 36,5 milhões de toneladas de RCC em 2013. A quantidade de resíduo coletado por dia é de 117.435 toneladas, sendo que a Região Sul contribui com 16.067 t/dia, representa a terceira maior geração, ficando atrás da Região Sudeste (com 61.487 t/dia) e da Região Nordeste (com 22.162 t/dia) (ABRELPE, 2013).

A taxa de geração de resíduos de construção encontra-se na ordem de 150 a 300 Kg/m² de área construída (PINTO 1999; Monteiro et al 2001). Valores similares são encontrados em outros trabalhos como é o caso de Falcão *et al* (2012) que chegaram ao valor de 148,28 kg/m² em pesquisa sobre a gestão de resíduos da construção civil no município de Olinda – PE.

A exceção do solo extraído durante as escavações, 63% dos RCC referem-se à argamassa e 29% à concreto e blocos, classificados como resíduos classe A (Tabela 1) (Monteiro et al. 2001 *apud* Silva Filho 2005):

Tabela 1 - Composição média dos materiais de resíduos da construção civil no Brasil

Componentes	Porcentagem (%)
Argamassa	63,0
Concreto e Blocos	29,0
Outros	7,0
Orgânicos	1,0
Total	100,0

Fonte: Monteiro et al. (2001) *apud* SILVA FILHO (2005)

Quanto às causas da geração de resíduos da construção civil, alguns fatores se destacam como: a falta de qualidade de bens e serviços, a urbanização

desordenada, estruturas de concreto mal executadas, desastres naturais e provocados pelo homem (LEITE, 2001).

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Impacto ambiental, segundo a Resolução nº 001 do CONAMA é definida como:

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

Os resíduos da construção civil estão associados à impactos ambientais. Desde o momento da geração, quando em virtude do desperdício, há um acréscimo na quantidade de materiais utilizados e conseqüentemente de recursos naturais retirados da natureza, até a disposição final, já que parte dos RCC não são dispostos de maneira adequada, resultando no surgimento e agravamento de problemas urbanos (CARNEIRO, 2005). A construção civil consome entre 14% e 50% dos recursos naturais extraídos no planeta (SJÖSTRÖM, 1996).

Em sua grande maioria os RCC são resíduos inertes, de baixa periculosidade, cujos impactos ambientais originam-se basicamente do expressivo volume gerado e da sua disposição ilegal em locais não adequados, tais como ruas, calçadas, terrenos baldios, encostas, leitos de córregos e rios, etc. A prática de deposição ilegal é observada frequentemente em quase todas as cidades brasileiras (NUNES; MAHLER, 2004).

Alguns impactos são visíveis e comprometem a qualidade do ambiente e da paisagem local, como é o caso de prejuízos às condições de pedestres e veículos. Impactos em relação a drenagem urbana são mais extensos, ocorrendo desde a drenagem superficial, até a obstrução de córregos (um dos componentes mais importantes do sistema de drenagem). A presença de RCC e outros resíduos cria

um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana (PINTO, 1999).

É, portanto, de extrema importância a gestão ambientalmente adequada para evitar o surgimento de novos impactos, bem como a ação corretiva de impactos no ambiente urbano para evitar o agravamento dos mesmos.

4.4 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para uma gestão sustentável é imprescindível que ocorra a reciclagem dos resíduos. Além da geração de renda, a reciclagem também irá diminuir o consumo de matéria prima o que viabiliza ainda mais a implantação de centrais de reciclagem. Um exemplo reciclagem é a produção de agregados, que segundo Capello (2006), é uma forma economicamente viável e ambientalmente correta de utilização dos RCC (Tabela 2).

Tabela 2 – Usos recomendados para agregados reciclados

Produto	Características	Uso recomendado
Areia Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco Reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita Reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica Corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: Capello (2006)

4.5 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para uma gestão eficaz é necessário que o município tenha um diagnóstico atual da situação dos RCC. Fatores como quantidade de resíduos gerados, demanda de materiais para construção, diversidade dos materiais, composição gravimétrica devem ser levantados o mais próximo possível da realidade. Fatores políticos fazem com que este tipo de problema não tenha prioridade nos planos de gestão municipal na grande maioria das cidades.

A ABRELPE divulga anualmente o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil onde os RCC são quantificados regionalmente. Os últimos relatórios mostram que o país não fez avanços quando se diz respeito à diminuição da geração de RCC. A maioria dos resíduos são da classe A, ou seja, podem ser recicláveis ou reutilizáveis como agregados.

A tabela 3 exemplifica a necessidade de uma gestão sustentável, predominância de resíduos de classe A, mostrando o percentual dos tipos de RCC em quatro municípios conforme classificação do CONAMA.

Tabela 3 – Percentual por tipos de RCC conforme classificação do CONAMA

Tipos de RCC segundo o CONAMA	Municípios (%)			
	São Paulo	São Carlos	Rio de Janeiro	Salvador
Classe A	95,0	98,0	94,1	94,0
Classe B	1,0	-	4,2	4,0
Classe C	-	-	1,7	-
Classe D	-	-	-	-
Outros ¹⁴	4,0	2,0	-	2,0

Fonte: NUNES; MAHLER (2004)

Trabalhos sobre a análise da gestão de resíduos como os de Cruz Junior (2011) no município de Angicos – RN e de Karpinski et al. (2008) no município de Passo Fundo – RS, exemplificam a realidade da maioria dos municípios brasileiros, onde a política de gestão não é eficaz e eficiente. A administração municipal opta por empregar ações corretivas à uma gestão sustentável, e a falta de políticas municipais para a destinação adequada dos resíduos e apoio as empresas que realizam a coleta e transporte de RCC agravam a geração de diversos impactos ambientais.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Campo Mourão está situado na região Centro-Oeste do estado do Paraná, a aproximadamente 450 Km da capital do estado. Possui uma população de 93.000 habitantes segundo o IBGE.

A caracterização da origem, quantificação e composição gravimétrica dos RCC gerados no município de Campo Mourão foram realizadas a partir do acompanhamento *in loco* das atividades da única empresa licenciada como usina de reciclagem e aterro de resíduos da construção civil do município.

Foram acompanhados dez dias de operação da empresa, durante os meses de fevereiro e março de 2015, no período da manhã (das 8:00 às 12:00) ou tarde (das 13:30 às 17:30). Para cada carga de RCC descarregada no local foi analisado e registrado em uma ficha de campo (Quadro 1) a origem do RCC (construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, ou resultantes da preparação e escavação de terrenos); identificado o volume depositado (a partir do conhecimento prévio da capacidade do veículo/caçamba que estava realizando o transporte); e estimado de maneira visual o percentual de cada classe de RCC presente (A, B, C e D).

Os veículos que fazem o descarte do resíduo são caminhões poliguindaste que transportam caçambas de 5 m³ ou caminhões basculantes de 8 ou 12 m³. No total foram registrados 78 descargas de RCC, dos quais 59 foram caçambas, 12 basculantes de 8 m³ e 7 basculantes de 12 m³.

Quadro 1 – Ficha de campo para registro dos dados coletados

Ficha de campo		
Descrição sobre a origem	Volume total estimado (m ³)	Composição gravimétrica (%)
<input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> Reforma <input type="checkbox"/> Demolição <input type="checkbox"/> Escavação		Classe A: Classe B: Classe C: Classe D:
<input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> Reforma <input type="checkbox"/> Demolição <input type="checkbox"/> Escavação		Classe A: Classe B: Classe C: Classe D:
<input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> Reforma <input type="checkbox"/> Demolição <input type="checkbox"/> Escavação		Classe A: Classe B: Classe C: Classe D:

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do acompanhamento realizado junto a usina de reciclagem e aterro de resíduos da construção civil, no município de Campo Mourão – PR, foi possível obter informações relacionadas ao o volume, composição gravimétrica e a origem dos RCC gerados (Tabela 4).

Durante o período de acompanhamento foram registados 78 descargas de RCC, totalizando um volume de 475 m³ de resíduos.

Tabela 4 – Volume, composição gravimétrica e origem dos RCC gerados no município de Campo Mourão – PR.

Volume estimado	Composição gravimétrica (%)				Origem
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	
5 m ³	99%	1%	-	-	Construção
5 m ³	85%	15%	-	-	-
5 m ³	95%	5%	-	-	Reforma
5 m ³	100%	-	-	-	Reforma
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	85%	15%	-	-	Construção
5 m ³	90%	9%	-	1%	Construção
5 m ³	80%	20%	-	-	Escavação
5 m ³	95%	5%	-	-	Reforma
5 m ³	70%	30%	-	-	Reforma
5 m ³	88%	10%	-	2%	Reforma
5 m ³	80%	20%	-	-	Reforma
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	100%	-	-	-	Escavação
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	100%	-	-	-	Escavação
5 m ³	80%	15%	-	5%	Construção
5 m ³	85%	15%	-	-	Reforma
5 m ³	85%	15%	-	-	Construção
5 m ³	80%	20%	-	-	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	Construção
5 m ³	97%	3%	-	-	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	Construção
5 m ³	85%	14%	-	1%	Construção
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	85%	15%	-	-	Reforma
5 m ³	85%	10%	-	5%	Construção
5 m ³	70%	25%	-	5%	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	-
5 m ³	80%	18%	-	2%	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	Construção
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	80%	15%	-	5%	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	-
5 m ³	85%	15%	-	-	-
5 m ³	80%	20%	-	-	-

5 m ³	85%	15%	-	-	Reforma
5 m ³	95%	5%	-	-	Construção
5 m ³	85%	15%	-	-	Construção
5 m ³	90%	10%	-	-	Construção
5 m ³	97%	3%	-	-	Reforma
5 m ³	90%	9%	-	1%	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	-
5 m ³	95%	5%	-	-	Construção
5 m ³	95%	5%	-	-	Escavação
5 m ³	70%	30%	-	-	-
5 m ³	100%	-	-	-	Reforma
5 m ³	95%	5%	-	-	-
5 m ³	85%	15%	-	-	-
5 m ³	90%	5%	-	5%	Construção
5 m ³	90%	10%	-	-	Reforma
5 m ³	100%	-	-	-	Escavação
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	80%	20%	-	-	Construção
5 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
5 m ³	75%	25%	-	-	-
5 m ³	90%	10%	-	-	-
5 m ³	100%	-	-	-	Construção
5 m ³	90%	10%	-	-	Construção
8 m ³	85%	15%	-	-	-
8 m ³	100%	-	-	-	Escavação
8 m ³	95%	5%	-	-	Escavação
8 m ³	95%	5%	-	-	Reforma
8 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
8 m ³	97%	3%	-	-	-
8 m ³	90%	10%	-	-	Construção
8 m ³	95%	5%	-	-	Construção
8 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
8 m ³	95%	5%	-	-	Reforma
8 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
8 m ³	90%	10%	-	-	Reforma
12 m ³	99%	1%	-	-	Reforma
12 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
12 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
12 m ³	95%	5%	-	-	Escavação
12 m ³	85%	15%	-	-	-
12 m ³	99%	1%	-	-	Escavação
12 m ³	100%	-	-	-	Escavação
Média ponderada	91,52%	8,14%	-	0,34%	

Com relação à origem dos resíduos, 44,83% dos veículos que dão entrada na usina é proveniente da construção. Reformas e escavações tiveram a mesma quantidade de veículos observados, 27,59%. Não foi identificado nenhum caminhão/caçamba com resíduo de origem de demolição (Figura 1).

O volume (m³) total das cargas também é maior nos veículos da construção, 136 m³, seguida pelos da escavação com 130 m³ e reforma com 96 m³, os veículos

não identificados (os quais não foi possível distinguir visualmente a origem do resíduo) somaram um volume de 113 m³ (Figura 2).

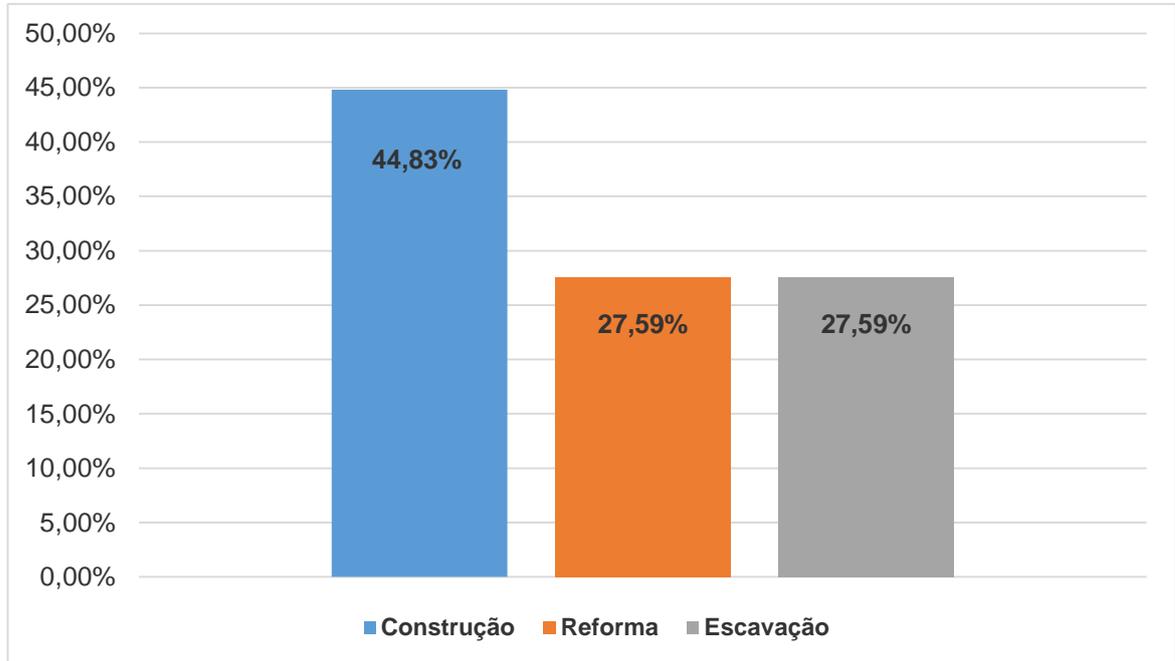


Figura 1 – Origem dos veículos identificados no município de Campo Mourão – PR

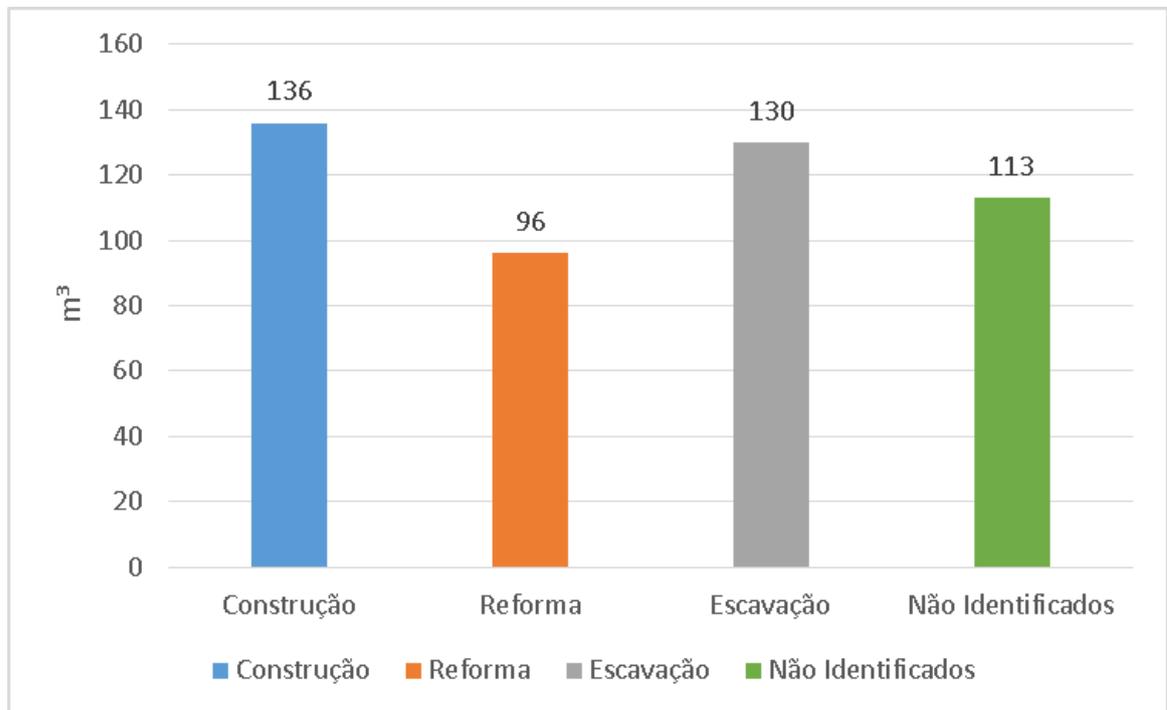


Figura 2 – Volume (m³) total de RCC gerados no município de Campo Mourão – PR referente ao somatório dos 10 dias analisados.

O fato de construções novas apresentarem maior percentual de RCC gerado pode ser explicado pelo crescimento do município, que apresentou um aumento populacional de aproximadamente 6,6% nos últimos 5 anos segundo o IBGE (2015), o que gera um aumento na demanda de moradia e infraestrutura. E por ser uma cidade relativamente nova, completando 68 anos desde sua emancipação, e com muito espaço para expandir, a demolição não apresentou percentual de resíduos.

Segundo Corneli (2009), ações educativas aplicadas diretamente no canteiro-de-obras podem ser tomadas para diminuir significativamente a geração de RCC, como explicar a classificação dos RCC, a importância da segregação bem como suas técnicas e informar a possibilidade de reutilização dos resíduos na própria obra.

Adotando a massa específica de 1200 kg/m^3 descrita por Pinto e Gonzáles (2005) e multiplicando pela média diária de 95 m^3 gerados de RCC, é possível se estimar o total de 41.610 t/ano de RCC gerado no município de Campo Mourão – PR. Se dividir esse valor pelo total de habitantes, aproximadamente 93.000 segundo o IBGE (2015), chega-se ao resultado de 447 kg/hab.ano ; valor compreendido na estimativa do Brasil de $230\text{-}760 \text{ kg/hab.ano}$ segundo John e Agopyan (2000).

A cidade de Campo Mourão se enquadra na média de RCC gerado no Brasil. O que ratifica a necessidade de uma Política de Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil.

O índice de 447 kg/hab.ano pode ser apresentado em uma taxa diária de $1,22 \text{ kg/hab.dia}$, valor superior a pesquisa realizada pela ABRELPE (2014) na Região Sul que apresenta um índice de $0,569 \text{ kg/hab.dia}$. Na sequência é apresentado um comparativo referente à geração de RCC de cinco cidades brasileiras (Tabela 5).

Tabela 5 – Geração de RCC em municípios brasileiros.

Município	Fonte	Taxa RCC Kg/hab.ano
Jundiá – SP	Pinto (1999)	760
Lençóis Paulista – SP	Manfrinato (2008)	670
Teresina – PI	Silva (2015)	100,12
Santa Maria – RS	Junior e Silva (2006)	189,46
Campo Mourão – PR	Corneli (2009)	442
Campo Mourão – PR	Alves (2015)	447

A média do percentual dos tipos de resíduos se mostrou similar com a de outras cidades brasileiras como São Paulo, São Carlos, Rio de Janeiro e Salvador conforme os trabalhos de Nunes e Mahler (2004), onde a grande maioria está concentrada na Classe A, uma minoria na Classe B e praticamente nula na Classe C e D (Figura 3).

Pela questão cultural do Brasil de se utilizar na maioria das construções estruturas em concreto e paredes em alvenaria, faz com que os resíduos gerados sejam predominantemente de argamassas e blocos cerâmicos, que são considerados da Classe A.

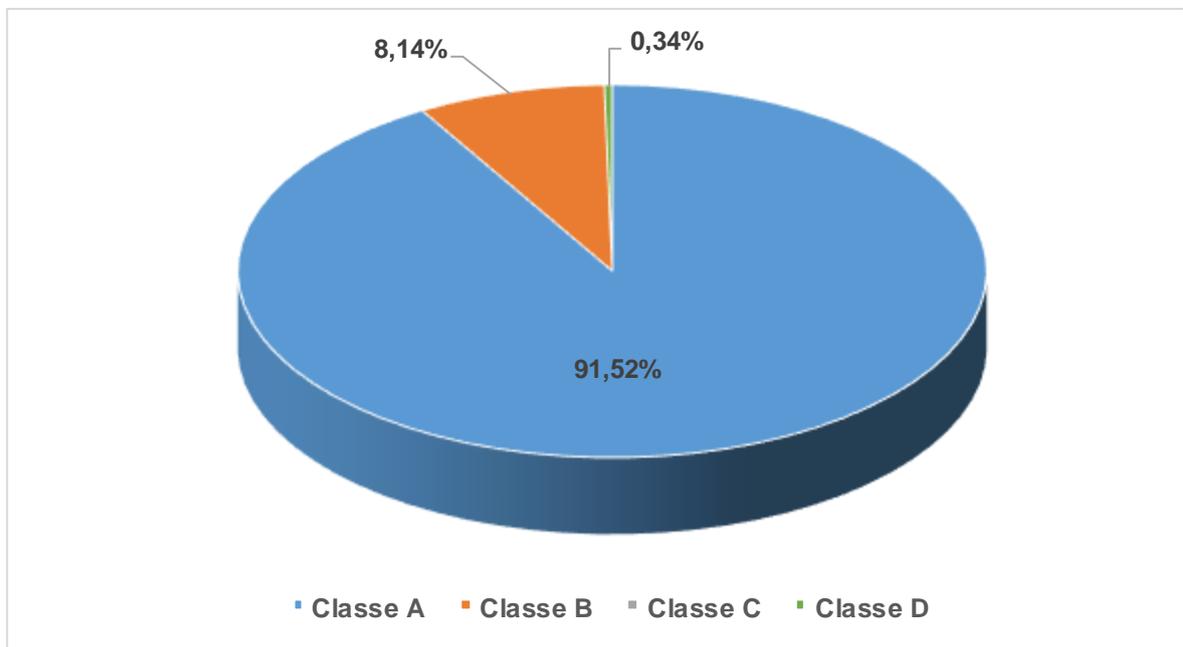


Figura 3 – Composição gravimétrica do RCC no município de Campo Mourão – PR

A seguir é apresentado um comparativo da composição gravimétrica dos RCC de quatro municípios brasileiros (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição gravimétrica em municípios brasileiros.

Município	Fonte	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
São Carlos – SP	Córdoba (2010)	81,80%	17,10%	0,40%	-
Passo Fundo – RS	Junior e Silva (2006)	94,50%	3,10%	2,40%	-
Fortaleza – CE	Lima e Cabral (2009)	93,40%	6,40%	0,02%	0,20%
Campo Mourão – PR	Reggiori (2015)	91,52%	8,14%	-	0,34%

O não registro de resíduos da Classe C pode ser explicado por serem materiais mais difíceis de serem encontrados na região e sua utilização é mais controlada, então o volume desses materiais não é significativo. Como, por exemplo, a utilização da lã de vidro, que tem um custo alto, então o manuseio é feito para que não haja desperdício.

Outro motivo do baixo percentual de resíduos das classes C e D é pelo fato do aterro não fazer a destinação final dessas classes. Quando ocorre a descarga desses tipos de resíduos eles são separados e encaminhados para aterros sanitários ou industriais preparados para seu recebimento, onde eles receberam o tratamento adequado.

7 CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível identificar que 44,83% dos RCC do município de Campo Mourão – PR são provenientes de novas construções e, 27,59% de reformas e escavações.

Verificou-se que no município são gerados 41.610 t/ano de RCC, o que corresponde a aproximadamente 477 kg/hab.ano, ou 1,22 kg/hab.dia. Valor superior à média da Região Sul de 0,569 kg/hab.dia (ABRELPE, 2013).

Constatou-se também que a composição gravimétrica é similar à de outras cidades brasileiras, onde a maioria dos resíduos se concentra na Classe A, sendo registrado o valor de 91,52%, a Classe B de 8,14% e a Classe D de 0,34%. A Classe C teve valor nulo, pela pouco uso e desperdício de materiais dessa natureza. O fato da empresa não fazer o processamento de resíduos da Classe C e D também influenciam no baixo valor registrados dos mesmos.

Com isso é possível afirmar que Campo Mourão possui uma geração significativa de RCC, se fazendo necessário a criação e implementação do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, que irá orientar uma gestão ambiental mais proativa, minimizando geração, incentivando formas de reuso e reciclagem e conseqüentemente diminuindo os impactos ambientais associados.

O estudo sobre o RCC e a coleta de dados de cada município deve ser feito de forma contínua, pois esses dados se alteram de acordo com o cenário político e econômico vivido no momento de cada pesquisa.

Estudos futuros sobre esse tema devem contemplar a legislação atual. Novos materiais, técnicas de destinação e reciclagem estão sendo desenvolvidas continuamente, e juntamente com os dados antigos e atualizados sobre a geração de RCC do município auxiliam para uma gestão de resíduos correta e eficaz.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. 2013. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2013**. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. ABRELPE. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>

BERNARDES, A.; THOMÉ, A.; PRIETTO, P.D.M.; ABREU, A.G. **Quantificação e Classificação dos Resíduos da Construção e Demolição Coletados no Município de Passo Fundo, RS**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008

CONAMA. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONAMA. Resolução 307, de 05 de julho de 2002. Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e Ações da Atual Situação dos Resíduos de Construção e Demolição na Cidade do Recife**. 131 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

CAPELLO, G in THÉCHNE. **Reciclagem: uso de resíduos de construção**. Revista Técnica: a revista do engenheiro civil. São Paulo: Editora Pini, v.112, p. 32-35, jul. 2006.

CÓRDOBA, R.E. **Estudo do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção e Demolição no Município de São Carlos – SP**. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2010.

CORNELI, V. M. **Análise da Gestão de Resíduos da Construção e Demolição no Município de Campo Mourão/Paraná**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009.

FALCÃO, N.C.B; FARIAS, A.B.; SUKAR, S.F.; GUSMÃO, A.D. **Diagnóstico da Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Olinda/PE - Estudo de Caso**. Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas - ENAOP - Palmas/TO, 2012

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. São Paulo: PCC-EPUSP. 2000.

JUNIOR, G.T.A.P.; SILVA, C.E. **Avaliação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) Gerados no Município de Santa Maria – RS – Brasil**. XXX CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, Punta del Este, Uruguay, 2006.

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

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

MANFRINATO, J.W.S; ESGUÍCERO, F.J; MARTINS, B.L. **Implementação de Usina para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC) como Ação para o Desenvolvimento Sustentável**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

MONTEIRO, J.H.P.; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A.F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. de; MANSUR, G. L. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2001. 195 p.

PINTO, T. P. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: CAIXA, 2005.194p.

SILVA, L.C.S; SILVA, C.E. **Diagnóstico dos Resíduos da Construção Civil em Teresina-PI**. UFPI, Teresina, PI, 2015.

SILVA FILHO, A.F. **Gestão dos Resíduos Sólidos das Construções Prediais na Cidade de Natal-RN**. 2005. 118 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Engenharia de Produção, UFRN, Natal, 2005.

SJÖSTRÖM, C. Service life of the building. *In: Applications of the performance concept in building*. Proceedings... CIB: Tel Aviv, 1996. v. 2, p.6-1; 6-11

SOUZA, U. E. L.; AGOPYAN, V. Os números que faltavam. **Revista Qualidade na Construção**, p. 14-20. São Paulo, 1999