



ISABELA TEODORO MARQUES DE PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL DE UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE
ARAXÁ – MG**

**LAVRAS – MG
2019**

ISABELA TEODORO MARQUES DE PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL DE UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE ARAXÁ – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Joaquim Paulo da Silva
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

ISABELA TEODORO MARQUES DE PAIVA

**CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL DE UMA OBRA NO MUNICÍPIO DE ARAXÁ – MG**

**GRAVIMETRIC CHARACTERIZATION OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE IN
ARAXÁ - MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título
de Bacharel.

APROVADO em
Dr. Joaquim Paulo da Silva
Dra. Camila Silva Franco
Julia Meletti

UFLA
UFLA
UFLA

Prof. Dr. Joaquim Paulo da Silva
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo sustento, pela determinação, pela sabedoria e pela oportunidade de me graduar em uma Instituição de Ensino de excelência.

Gratidão aos meus pais Délio e Patrícia pelo apoio, pela confiança e pela dedicação à nossa família. Às minhas irmãs Priscila e Natália pela presença e pelo apoio.

À construtora E. L. C. I. e aos encarregados pelo suporte e pela oportunidade que me deram de acompanhar a obra. Sem essa disposição, o estudo em questão não seria possível. Meu reconhecimento também vai ao meu pai, que me auxiliou na coleta de dados na obra.

À família Preserva Júnior, empresa que me permitiu vivenciar inesquecíveis momentos de aprendizado e de alegria.

Ao meu orientador Joaquim Paulo da Silva pela assistência e pela paciência. Cresci e aprendi muito com você. Minha eterna admiração!

À toda família e aos amigos que estiveram presentes durante todo o percurso da graduação.

À Universidade Federal de Lavras, a qual tenho imenso apreço e gratidão pelas oportunidades, pelo meu crescimento pessoal, pelo aprendizado e pelos demais momentos vividos durante os anos de graduação. Tenho orgulho de ser UFLA!

GRATIDÃO!

RESUMO

Reconhecida como uma importante atividade para o desenvolvimento econômico e social, a construção civil é um dos setores que mais cresce no mundo. É considerada uma atividade de alto impacto ambiental por utilizar diversos recursos naturais e ser responsável por grande parte dos resíduos sólidos gerados atualmente. A Resolução CONAMA nº 307/2002 classifica os resíduos de acordo com a periculosidade e capacidade de reciclagem, como também estabelece diretrizes e critérios para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC). Objetivou-se realizar um acompanhamento dos RCC's na fase de alvenaria de vedação de um prédio no município de Araxá - MG, quantificá-los, classificá-los de acordo com a legislação vigente e propor medidas que contribuam para a redução, reutilização e disposição final ambientalmente adequada destes. Para tal, foi realizado o levantamento de dados utilizando o método de quarteamento previsto na ABNT NBR 1007. Os resultados obtidos demonstraram que são gerados por apartamento 48 sacos de papel, 55,42% de tijolo cerâmico, 22,64% de material particulado composto por areia e pedregulhos, 11,88% de areia e 10% de concreto. Diante disso, observa-se a necessidade de ações que reduzam a geração e viabilizem o tratamento de cada resíduo, contribuindo para a sustentabilidade e economia, uma vez que a construção civil é o setor que mais gera resíduos no Brasil.

Palavras-chave: Alvenaria. Desenvolvimento sustentável. Resíduos Sólidos. Reutilização.

ABSTRACT

Recognized as an important activity for economic and social development, construction is one of the fastest growing sectors in the world. It is considered a high environmental impact activity because it uses various natural resources and is responsible for much of the solid waste generated today. CONAMA Resolution 307/2002 classifies waste according to its hazardousness and recycling capacity, as well as establishing guidelines and criteria for the management of construction waste (CCR). The objective was to monitor the CCR in the masonry phase of fencing a building in the city of Araxá - MG, quantify them, classify them according to current legislation and propose measures that contribute to the reduction, reuse and final disposal, environmentally sound. To this end, data were collected using the quartering method provided in ABNT NBR 1007. The results obtained showed that 48 paper bags, 55.42% of ceramic brick, 22.64% of particulate material composed of sand and boulders, 11.88% of sand and 10% of concrete are generated per apartment. Given this, there is a need for actions that reduce the generation and enable the treatment of each waste, contributing to sustainability and economy, since construction is the sector that generates more waste in Brazil.

Keywords: Masonry. Sustainable Development. Solid Waste. Reuse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do SISNAMA.....	13
Figura 2 - Localização da obra no município de Araxá, MG.....	15
Figura 3 - Edifício em estudo situado na cidade de Araxá, MG.	16
Figura 4 - Pilha inicial de alvenaria M' (esquerda) e nova pilha M'' formado com 12 amostras dividido em duas partes iguais (direita).	17
Figura 5 - Monte M'' dividido em quatro partes iguais (esquerda) e monte restante M''' utilizados para a gravimetria (direita).	18
Figura 6 - Gravimetria dos resíduos.	19
Figura 7 - Materiais utilizados para a realização da coleta de dados.	19
Figura 8 - Vergas e contravergas da obra.	22
Figura 9 - Sacos de papel de cimento e cal.....	23
Figura 10 - Acondicionamento dos resíduos em caçamba.	24
Figura 11 - Área de disposição final dos resíduos.....	24
Figura 12 - Galpões de triagem disponibilizados pela prefeitura.	25
Figura 13 - Britador de entulho localizado em área disponibilizada pela prefeitura.....	26
Gráfico 1 - Origem dos RCD em algumas cidades brasileiras (% em massa).	12
Gráfico 2 - Porcentagem dos resíduos gerados por apartamento.	23
Quadro 1 - Classificação dos resíduos conforme a Resolução Conama nº 307 e nº 431.....	14
Quadro 2 - Formas de destinação dos resíduos da construção civil.	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso em quilogramas adquiridos na composição gravimétrica dos resíduos de alvenaria da obra.....	21
Tabela 2 - Quantificação dos resíduos de cada amostra analisada.	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Panorama de RCD's no Brasil.....	12
2.2	Legislação ambiental sobre os RCC's.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	Caracterização da área de estudo	15
3.2	Levantamento de dados dos materiais utilizados na fase de alvenaria da obra. ..	15
3.3	Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5	CONCLUSÃO.....	28
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o desenvolvimento das cidades, associados, muitas vezes, com a exigência de uma maior qualidade nas construções e com a falta de emprego de tecnologia na área da construção civil, tem resultado em grandes volumes de materiais a serem descartados, conhecidos como resíduos de construção civil e demolição.

Com a Revolução Industrial, consolidada no século XIX, e a introdução dos novos hábitos consequente da produção industrializada de bens foram os fatores principais pelo aumento de consumo e da cultura do descarte, desencadeando, assim, um processo de degradação ambiental no planeta.

A partir da década de 90 os Resíduos de Construção e Demolição (RCD's) passaram a ser alvo de pesquisas científicas, resultando em inúmeras publicações, que culminaram, em 2002, na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 (BRASIL, 2002), a qual regulamentou as principais questões relacionadas aos RCD e definiu-o como sendo resíduos provenientes de construções, reparos, reformas e demolições de obras de construção, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos (TESSARO, A. B.; SÁ, J. S. de; SCREMIN, L. B., 2012). Ainda, a referida resolução passou a exigir dos municípios brasileiros a elaboração e a implementação de um Plano Municipal de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil, conforme a situação local e também, obriga, por parte dos geradores, à correta destinação dos RCD's, os quais não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", encostas, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Pinto (1999) demonstra que os resíduos da construção e demolição compõem entre 41% e 70% do total de resíduos sólidos urbanos, e de acordo com Pinto e González (2005), estes equivalem a duas vezes, em massa, a quantidade dos resíduos sólidos domiciliares. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe, 2017), estima-se que em 2017, os municípios brasileiros coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD.

Diante desses fatos, no âmbito dos RCD's, estudar e identificar as características dos resíduos é de fundamental importância para a que seja possível traçar planos e estratégias que visem o gerenciamento sustentável e busquem soluções para os problemas de destinação desse tipo de resíduo, que constituem a tônica do presente estudo.

Nesse contexto, objetivou-se realizar um diagnóstico dos resíduos gerados na fase de alvenaria da obra, classificá-los de acordo com a legislação vigente, identificar a forma atual de descarte e propor melhorias em todo o processo de destinação dos resíduos.

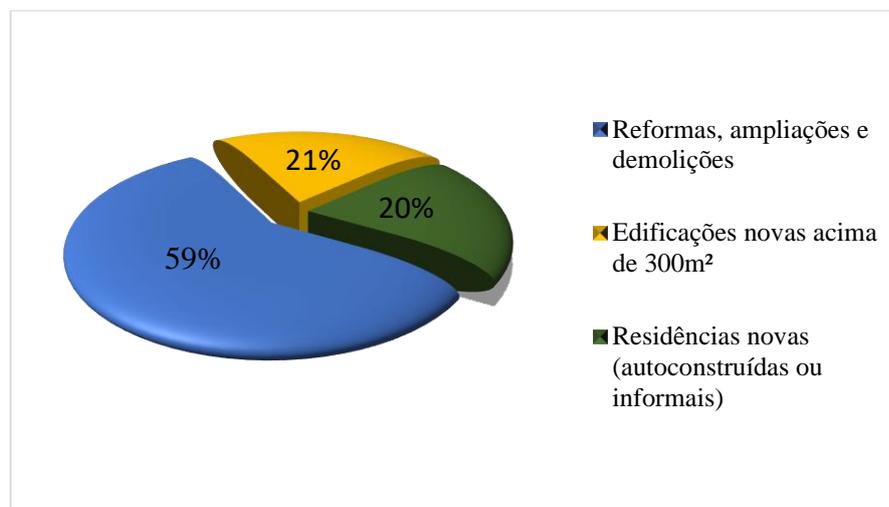
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama de RCD's no Brasil

De acordo com Bernardes et al. (2008), de forma geral, os estudos realizados, mostraram que o primeiro passo para o aumento de ações visando ao gerenciamento eficaz do RCD é a realização de um diagnóstico local, identificando aspectos referentes tais como origem dos resíduos, taxa de geração, agentes envolvidos na geração e coleta, destinação final, entre outros, que servem de base para o dimensionamento de ações para o atendimento da legislação vigente.

No gráfico 1, Pinto e González (2005), retratam que quanto à origem dos RCD's, os maiores geradores são as reformas, ampliações e demolições e correspondem a um total de 59 % de resíduo gerado.

Gráfico 1 - Origem dos RCD em algumas cidades brasileiras (% em massa).



Fonte: Adaptado de Pinto e González (2005).

Segundo Moraes (2006), o descarte inadequado dos resíduos de construção e demolição (RCD) é um dos grandes problemas na gestão dos municípios, pois acarreta impactos consideráveis no meio ambiente urbano, podendo comprometer a paisagem, o tráfego de veículos e pedestres e a drenagem urbana.

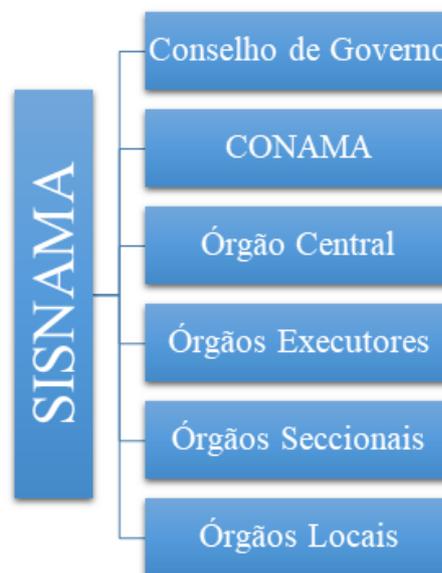
Embora seja de extrema importância a destinação adequada dos resíduos gerados, torna-se necessário ações que visem à redução diretamente na fonte, ou seja, nos canteiros de obra, que, somadas às ações de adequar a destinação desses resíduos, podem contribuir consideravelmente para a redução dos impactos da atividade construtiva no meio ambiente (SOUZA, 2004).

2.2 Legislação ambiental sobre os RCC's

Em 2010, foi aprovada a Lei 12.305 a qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A lei visa a regulação do descarte dos resíduos sólidos, inclusive RCC's, a fim de diminuir os danos causados pelo descarte inadequado dos materiais no país e sujeita os municípios à elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, condição estipulada para os Estados terem acesso a recursos da União.

A definição ou o conceito de RCC está bem discutido na legislação brasileira. Para este trabalho, adotou-se a definição descrita na resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações, pelo fato dela representar a principal diretriz para os setores público e privado na área. Em 2010, foi aprovada a Lei 12.305 a qual estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), esta cita que a gestão de resíduos de construção deve ser tratada de acordo com as regulamentações específicas do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Segue sua estrutura na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Estrutura do SISNAMA.



Fonte: Do Autor (2019).

De acordo com Pinto e González (2005), a triagem dos resíduos em classes é um passo imprescindível para uma gestão efetiva. Os RCD's devem ser classificados segundo a Resolução do Conama nº 307 e nº 431, em resíduos de classe A, B, C e D, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos conforme a Resolução Conama nº 307 e nº 431.

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

Fonte: TESSARO (2012).

Após a triagem, os resíduos da construção civil deverão ser destinados de acordo com sua classificação, detalhados no Quadro 2.

Quadro 2 - Formas de destinação dos resíduos da construção civil.

Classes	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: TESSARO, 2012.

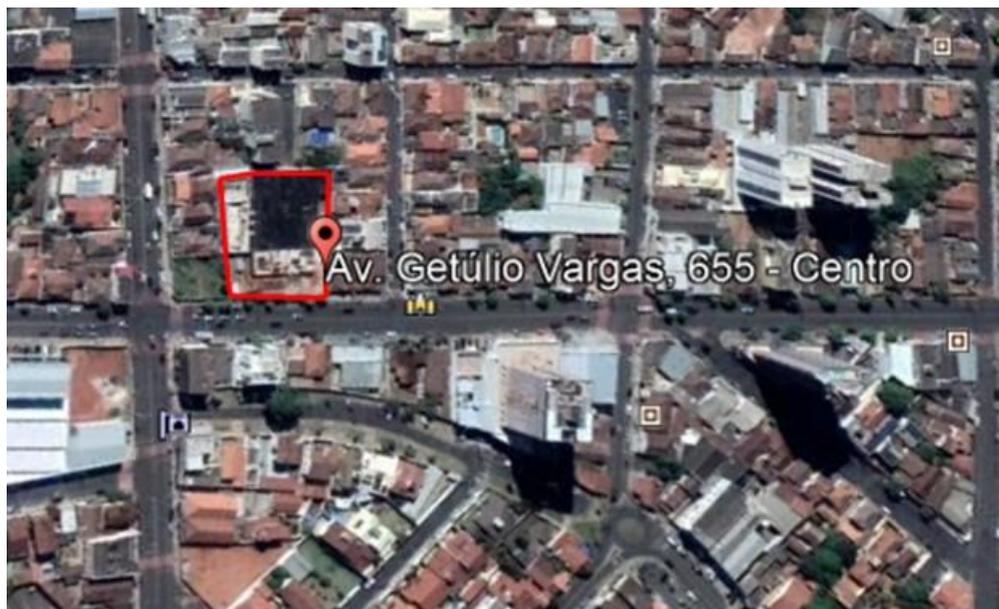
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na cidade de Araxá, localizada no estado de Minas Gerais, mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, pertencente às coordenadas geográficas 19°35'03'' S 46°57'05'' W, a uma altitude de 1.093 metros, com área territorial de 1.164,062 km² (GOOGLE EARTH, 2019). Segundo o IBGE (2019), a população estimada do município é de 106.229 habitantes.

O local da obra em estudo é um edifício em fase de construção situado no centro da cidade (Figura 2).

Figura 2 - Localização da obra no município de Araxá, MG.



Fonte: Google Earth Pro (2018).

3.2 Levantamento de dados dos materiais utilizados na fase de alvenaria da obra.

Atualmente o edifício encontra-se na fase de construção de estruturas e de paredes, denominada como alvenaria de vedação. O imóvel contará com um total de 24 andares, área de 540 m² por andar, sendo 4 apartamentos por piso.

Figura 3 - Edifício em estudo situado na cidade de Araxá, MG.



Fonte: Do Autor (2019).

Os materiais utilizados como matéria-prima, por andar, estão descritos em tópicos, conforme segue:

Tijolo cerâmico:

- 5.604 tijolos de 9X19X29 cm de 2kg
- 4.612 tijolos de 14X19X29 cm de 4,4kg

Sacos de papel de cimento de 50 kg: 65 sacos

Sacos de papel de cal de 20 kg: 130 sacos

Areia: 15m³

3.3 Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados

A metodologia utilizada para a realização deste estudo consistiu na coleta dos dados durante aproximadamente três meses, onde foram realizadas visitas in loco, pesagem dos resíduos e registros fotográficos, com abordagem qualitativa e quantitativa. Com o intuito de

obter uma amostra final homogeneizada com menor massa, foi utilizado o método de quarteamento para os resíduos de alvenaria.

De acordo com a ABNT NBR 1007, quarteamento é uma amostragem de resíduos definida por um processo de divisão de amostras pré-homogeneizadas em quatro partes iguais, sendo separadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha um volume representativo.

Com o uso de uma pá, a amostragem dos resíduos consistiu no recolhimento de quatro amostras no topo, quatro no centro e quatro na base do monte inicial de alvenaria, denominado como (M'), totalizando doze amostras e formando uma nova pilha de resíduos (M''). Este, foi dividido em quatro partes iguais, sendo rejeitados dois opostos e utilizados para a gravimetria as duas pilhas restantes (M'''). Esse procedimento foi realizado com três amostras. As etapas do quarteamento é mostrado nas Figuras 4 e 5 abaixo.

Figura 4 - Pilha inicial de alvenaria M' (esquerda) e nova pilha M'' formado com 12 amostras dividido em duas partes iguais (direita).



Fonte: Do Autor (2019)

Figura 5 - Monte M'' dividido em quatro partes iguais (esquerda) e monte restante M''' utilizados para a gravimetria (direita).



Fonte: Do Autor (2019)

Para a caracterização foram utilizados os seguintes materiais:

- 1) 1 recipiente “A” (capacidade de 17 litros e peso de 482 g);
- 2) 1 recipiente “B” (capacidade de 20 litros kg e peso de 737 g);
- 3) 1 fita métrica de 5 metros.
- 4) 1 peneira de 50cm;
- 5) 1 enxada;
- 6) 1 pá;
- 7) 1 balança manual modelo G-Tech (capacidade máxima de 130 kg);
- 8) Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) – luvas e capacete.

A gravimetria foi realizada com o monte final (M''') dos resíduos opostos entre si e não rejeitados. Com o auxílio de uma peneira de 50 cm, foi feita a separação dos tijolos cerâmicos, concreto, areia e material particulado composto por areia e pedregulhos. Após esse procedimento, pesou-se cada material separadamente em um balde com o intuito de determinar a quantidade de cada elemento gerado na obra, por apartamento.

Figura 6 - Gravimetria dos resíduos.



Fonte: Do Autor (2019).

Figura 7 - Materiais utilizados para a realização da coleta de dados.



Fonte: Do Autor (2019)

O cálculo do monte de resíduos de alvenaria foi realizado levando-se em conta uma aproximação do volume de um cone, conforme a Equação 1.

$$V = \frac{Ab \cdot h}{3} \quad (1)$$

Sendo:

$$Ab = \pi * r^2 \quad (2)$$

Em que:

V – volume (m³);

Ab - área da base (m²);

h – altura (m);

r – raio (m).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição gravimétrica do Quadro 3 refere-se à três amostras adquiridas após o procedimento de quarteamento, denominadas AM1, AM2 e AM3, respectivamente. A gravimetria foi realizada de acordo com o acúmulo de resíduos de alvenaria por apartamento e com a disponibilidade de tempo do encarregado responsável pela obra.

Tabela 1 - Peso em quilogramas adquiridos na composição gravimétrica dos resíduos de alvenaria da obra.

Classes	Resíduos	AM1 (Kg)	AM2 (Kg)	AM3(Kg)
A	Concreto	0,7315	0,8315	0,7938
	Tijolo cerâmico	4,209	4,259	4,512
	Areia	0,6315	1,315	0,962
	Solo*	0,7315	2,8315	2,165
	Total	6,3035	9,237	8,4328
	Desvio Padrão classe A	1,756	1,5542	1,7149
B	Plásticos e papel	0	0	0
	Madeira	0	0	0
	Aço	0	0	0
	Total	0	0	0
C	Espuma, couro e tecido	0	0	0
	Total	0	0	0
D	Embalagem de tinta, solvente, amianto	0	0	0
	Total	0	0	0

*Material particulado composto por areia e pedregulhos.

Fonte: Adaptado de Lima e Cabral (2013).

O concreto adquirido na composição gravimétrica refere-se à construção de elementos estruturais utilizados na etapa de alvenaria que têm como objetivo distribuir as cargas e tensões em vãos, como portas e janelas, denominados de verga e contra-verga (Figura 8).

Figura 8 - Vergas e contravergas da obra.



Fonte: Do Autor (2019)

De acordo com a Tabela 1, é possível identificar que 100% dos resíduos de alvenaria das três amostras analisadas são classificados como A, ou seja, são capazes de serem britados e podem ser reutilizados ou reciclados como agregados.

Com o intuito de caracterizar os resíduos, foi calculada a porcentagem dos mesmos nas três amostras analisadas. Após realizar este procedimento para o concreto, tijolo cerâmico, areia e solo, calculou-se a média aritmética simples de cada composto, a fim proporcionar uma porcentagem única para cada material.

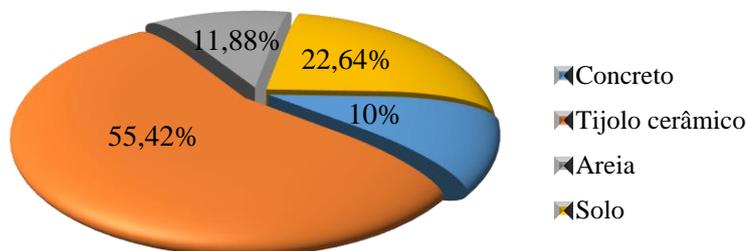
Tabela 2 - Quantificação dos resíduos de cada amostra analisada.

Resíduos	AM1 (%)	AM2 (%)	AM3 (%)	Média (%)
Concreto	11,6	9	9,41	10
Tijolo	66,77	46	53,5	55,42
Areia	10	14,24	11,41	11,88
Solo	11,6	30,65	25,67	22,64

Fonte: Do Autor (2019).

Para uma melhor visualização da representatividade de cada resíduo coletado nas amostras de alvenaria, segue o gráfico representado no Gráfico 3.

Gráfico 2 - Porcentagem dos resíduos gerados por apartamento.



Fonte: Do Autor (2019).

O tijolo cerâmico representa mais de 50% dos resíduos gerados pela obra na fase analisada, já que na construção de estruturas e de paredes, denominada como alvenaria, é o material de maior densidade e conseqüentemente, maior volume.

Uma pesquisa realizada no Estado de São Paulo, referente aos anos de 1999 a 2002, apontou que a etapa de acabamentos pode chegar a ser responsável por 59% do volume de resíduo gerado durante uma construção, atingindo a maior porcentagem de resíduos gerados, seguido de revestimentos e alvenarias (NETO, J. C. M., SCHALCH, V., 2010).

De acordo com os dados levantados sobre os materiais utilizados na obra, são gerados 16 sacos de papel de cimento e 32 sacos de papel de cal por apartamento, resíduos classificados como B e que também são encaminhados para a área pertencente a prefeitura, no Distrito Industrial do município.

Figura 9 - Sacos de papel de cimento e cal.



Fonte: Do Autor (2019).

Os resíduos provenientes da etapa de alvenaria de vedação da obra são acondicionados e armazenados em uma caçamba com capacidade de 5m³, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Acondicionamento dos resíduos em caçamba.



Fonte: Do Autor (2019).

O descarte dos resíduos é terceirizado por meio de uma empresa caçambeira. Após o acúmulo, estes são encaminhados a uma área não licenciada, localizada às margens da BR-262 pertencente à prefeitura, no Distrito Industrial a uma distância de aproximadamente 5 km da cidade de Araxá, MG (Figura 11).

Figura 11 - Área de disposição final dos resíduos.



Fonte: Do Autor (2019).

A presença de catadores é diária, já que a prefeitura municipal dispõe de três galpões de triagem para que seja feito o armazenamento dos resíduos reciclados, oferece caminhão para transporte e marmitas para os catadores, como mostra a Figura 12.

Sabe-se que as doenças urbanas são muitas vezes ocasionadas pela presença de vetores, que transmitem doenças por meio do contato direto com a pele, alimentos, água e fezes de animais. Portanto, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como luvas, calçados, proteção facial e outros são de extrema importância se usados corretamente, podendo prevenir a ocorrências de acidentes e doenças.

Figura 12 - Galpões de triagem disponibilizados pela prefeitura.



Fonte: Do Autor (2019).

Em 2011, a prefeitura municipal de Araxá inaugurou a usina de reciclagem de resíduos de construção civil localizada no Distrito Industrial, com o intuito de tratar todo o entulho gerado pela cidade. Atualmente, a área de descarte disponibilizada pela prefeitura do município conta com um britador de entulho, equipamento que tem como finalidade triturar resíduos provenientes de atividades de construção e demolição e transformar em matéria-prima para a conservação de estradas de terra, aterros, dentre outras finalidades, porém encontra-se danificado e sem funcionalidade. A mistura do concreto triturado, tijolos e telhas se transforma em material de alta qualidade para certos tipos de construções, como a base de estradas de terra, principalmente.

Figura 13 - Britador de entulho localizado em área disponibilizada pela prefeitura.



Fonte: Do Autor (2019).

Em virtude da falta de gerenciamento e planejamento adequados, o desperdício dos materiais em uma obra pode ser de aproximadamente 30% (ZORDAN, 1997).

O estabelecimento de objetivos e metas são de grande importância para a minimização e reciclagem dos resíduos de construção civil, uma vez que estes são responsáveis por grande parte do montante descartado pelos municípios e interferem diretamente na vida útil de aterros sanitários.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2010), a área de reciclagem dos RCD's classificados como A compõe os processos de trituração e peneiração dos resíduos de alvenaria, concreto, argamassas e outros, para produção dos agregados reciclados.

Segundo Moraes (2006), a reciclagem de entulho pode ser realizada com equipamentos de baixo custo, apesar de existirem opções mais modernas. As alternativas tecnológicas são diversificadas, mas todas demandam áreas e aparelhagens destinados à seleção, trituração e classificação de materiais. As opções mais modernas permitem produzir a um custo mais baixo, utilizando menos mão-de-obra e maior qualidade. Contudo requer maiores investimentos e deve atender uma escala maior de produção. Além disso, é necessário que haja também um mercado consumidor.

Segundo Mesquita et al. (2015), uma forma de tratamento dos RCC's consiste na segregação da fração mineral, que é triturada até a granulometria desejada e pode ser utilizada no próprio canteiro de obra. Como por exemplo no aproveitamento dos resíduos de concreto na

confeção de tijolos prensados de solo-cimento, popularmente conhecidos como tijolos ecológicos.

Na década de 90, os moinhos argamassadeiras eram utilizados em obras para reciclagem de RCD por um processo de conhecimento adquirido através da observação, causando patologias em revestimentos de argamassas (MIRANDA, 2000). Segundo Miranda (2009), um sistema de gestão de resíduos no canteiro de obras, bem implantado, pode ser útil para melhorar a qualidade do agregado reciclado, que garanta que a fração classe A não seja contaminada por solo, matéria orgânica ou outros. Tal processo contribui com a redução de impactos ambientais como emissão de poluentes, consumo de energia e os custos envolvidos no transporte.

De acordo com Bernucci et al. (2009), um exemplo de obras de pavimentação é o trabalho realizado nas ruas internas do campus da USP na Zona Leste de São Paulo, onde um sistema viário com mais de 2 km de extensão foi pavimentado com camadas de agregado reciclado de entulho de obra e revestido com asfalto borracha, tendo sido denominado “pavimento ecológico”.

De acordo com o Portal Oficial da União Europeia (2019), a união detém algumas das normas ambientais mais rigorosas do mundo. O documento European Commission (2010) da enfoque à gestão dos resíduos, na prevenção da geração de lixo e traça novos objetivos que irão auxiliar a União Europeia a se mover em direção a se tornar uma sociedade recicladora, inclui como objetivo para os Estados-Membros a reciclagem de 70% de resíduo de construção até 2020.

É necessária a realização de um diagnóstico para a elaboração de ações visando à minimização da geração dos RCC's, à reutilização, reciclagem e destinação adequada, de acordo com a classificação de cada componente, possibilitando, assim, uma redução nos custos de construção e também nos impactos ambientais causados por essa atividade.

5 CONCLUSÃO

É de fundamental importância que existam instrumentos capazes de garantir que os resíduos recebam destinação ambientalmente adequada. Para isso, a Lei 12.305/2010 dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e cita em seu Art 3º inciso XVII sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Portanto, de acordo com a legislação, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são responsáveis pelo manejo dos resíduos gerados.

É importante destacar que para que haja efetividade na redução da geração e diminuição do descarte incorreto de resíduos de construção civil, é necessário que haja aprofundamento do assunto juntamente com a sociedade, visando a instrução das pessoas de forma que elas participem de ações socioambientais e que se conscientizem, para que possam cobrar medidas dos geradores de resíduos e da prefeitura municipal.

A implantação da educação ambiental na comunidade, ajuda a população a entender realidade do município, diferenciando as ações que possam realizar das ações que são de responsabilidade de órgãos e instituições municipais, estaduais e federais, levando assim a transformação da situação irregular atual para uma situação coerente com os princípios de proteção ao meio ambiente a partir da lógica de ação educativa.

Espera-se que com a informação da quantidade de resíduos gerados pela obra na fase de alvenaria de vedação, os gestores possam fazer uso dos dados como parâmetro de controle na busca pela diminuição deste impacto ambiental, através de estudos e aplicação de formas de reaproveitamento dos resíduos, tais como o uso de agregados na composição de asfalto.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS POSTERIORES

- Realizar o acompanhamento dos resíduos gerados por uma obra em todas as etapas de construção, desde a fundação, estrutura, alvenaria, cobertura, instalações hidráulica e elétrica, esquadrias, acabamento e pintura.
- Utilizar uma balança digital.
- Acompanhar a empresa caçambeira nos descartes dos resíduos.
- Reunir com o responsável pela área disponibilizada para o descarte de resíduos, com o intuito de questionar sobre o conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. São Paulo. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf > Acesso em: 05 ago. 2019.

BERNARDES, A. et al. Quantificação e Classificação dos Resíduos da Construção e Demolição Coletados no Município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BERNUCCI, L.B. et al. Pavimento ecológico. **Revista Técnica**. 2009. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/126/imprime62005.asp>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 015 ago. 2019.

BRASIL. **Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 19 jun. 2001. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 25 out. 2019.

BRASIL. **Resolução Conama nº 307, de 05 de julho de 2002**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

BRASIL. **Resolução Conama nº 431, de 24 de maio de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 25 mai. 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

BRASIL. **Resolução Conama nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 19 jan. 2012. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

European Commission. **Being wise with waste: the EU's approach to waste management**. Luxembourg: Publications Office of the European Union. p.16. 2010 doi 10.2779/93543.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Senso 2019**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/araxa/panorama> > Acesso em: 22 out. 2019.

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

MESQUITA, L.C.; AZEVEDO, I.C.A.D.; CÂNDIDO, E.S.; CATHOUD, G.A. Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação. **REEC**. v.10, n.3, p.30-40. 2015.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, É. D. (2009). A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, v.9 n.1. p.57-71. 2009

MIRANDA, L. F. R. **Estudo de Fatores que Influem na Fissuração de Revestimentos de Argamassa com Entulho Reciclado**. São Paulo, 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Brasília, DF. p.63. 2010.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da Deposição Clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em Bairros Periféricos de Uberlândia**: subsídios para uma gestão sustentável. Uberlândia, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

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**, v. 36, p. 41-50, 2010.

PCRJ SCO- **Sistema de Custos de Obras e Serviços de Engenharia FGV**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/8142480/4217656/TABELASOFGV02.pdf>. Acesso em 04 out. 2019.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 190 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 - Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília : CAIXA, 2005.

Portal Oficial da União Europeia. **Ambiente**. Disponível em <http://europa.eu/pol/env/index_pt.htm>. Acesso em 01 nov. 2019.

SOUZA, U. E. L. Diagnóstico e Combate à Geração de Resíduos na Produção de Obras de Construção de Edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2004.

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

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado, na Confeção do Concreto**. Campinas, SP, 140 p. 1997.