



**FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE**

**ROSALVO CLEMENTINO DE OLIVEIRA JÚNIOR**

**DIAGNÓSTICO DO DESCARTE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO**

**ARIQUEMES – RO  
2021**

**ROSALVO CLEMENTINO DE OLIVEIRA JUNIOR**

**DIAGNÓSTICO DO DESCARTE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do grau do curso de Engenharia Civil apresentado à Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

Professor Orientador: Dr. Driano Rezende

**Ariquemes – RO  
2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Júlio Bordignon - FAEMA**

---

OL48d OLIVEIRA JUNIOR, Rosalvo Clementino de.

Diagnóstico do descarte dos resíduos da construção civil no aterro sanitário do município de Ariquemes - RO. / por Rosalvo Clementino de Oliveira Junior. Ariquemes: FAEMA, 2021.

50 p.; il.

TCC (Graduação) - Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador (a): Prof. Dr. Driano Rezende.

Coorientador (a): Profa. Ma. Silênia Priscila da Silva Lemes.

1. Construção Civil. 2. Resíduos da Construção Civil. 3. Aterro Sanitário. 4. Gerenciamento de Resíduos. 5. Viabilidades. I Rezende, Driano. II. Título. III. FAEMA.

CDD:620.1

---

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**ROSALVO CLEMENTINO DE OLIVEIRA JUNIOR**

**DIAGNÓSTICO DO DESCARTE DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para a obtenção do grau do curso de Engenharia Civil apresentado à Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA.

**Banca examinadora**

Professor Orientador: Dr. Driano  
Rezende Faculdade de educação e meio ambiente  
– FAEMA

Professora Mestre: Silênia Priscila da Silva  
Lemes Faculdade de educação e meio ambiente –  
FAEMA

Professor Mestre: Felipe Cordeiro de  
Lima Faculdade de educação e meio ambiente -  
FAEMA

À minha família, que sempre esteve comigo em todos os momentos difíceis, aos meus amigos que me incentivaram a alcançar meus objetivos, á todos meus professores por terem me dado o norte necessário para chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e me guiado nessa jornada.

A minha mãe Ana, e minha irmã Ana Beatriz, por sempre estarem comigo quando mais preciso, por nunca deixarem de me apoiar, e por sempre me incentivarem a buscar meus objetivos.

Aos meus amigos, que sempre torceram por mim.

Ao meu Prof. Orientador Dr. Driano Rezende, responsável por me guiar em todo esse caminho, aperfeiçoando minhas ideias, me incentivando sempre a buscar meus resultados da melhor maneira possível.

A professora e coordenadora Prof. Mestre Silênia Priscila Lemes, por fornecer todo o conhecimento necessário para desenvolver esta pesquisa.

Ao gerente do Aterro Sanitário, Walleson Jordão, por me dar todo o apoio durante as visitas, sanando minhas dúvidas, como também, agradecer todo o apoio de sua equipe do aterro, extremamente atenciosos e profissionais.

A todos, que de alguma forma, estiveram presentes comigo durante todo esse tempo, meus sinceros agradecimentos.

*O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.*

**José de Alencar**

## RESUMO

A intensa geração de resíduos causados pela construção civil é alarmante nos dias de hoje, e muitos desses resíduos são depositados em Aterros Sanitários. Esses locais são a alternativa mais correta para a deposição desses materiais. Destaforma, este trabalho teve como objetivo avaliar o sistema de gerenciamento de resíduos da construção civil no aterro sanitário do município de Ariquemes-RO, de modo a caracterizar o atual funcionamento e gerenciamento de resíduos estão de acordo com as normas vigentes, bem como identificar alternativas de viabilidades para os mesmos. Para a idealização da pesquisa, a metodologia aplicada foi a de pesquisa de campo, com o levantamento de informações necessárias no local de estudo. Com a obtenção dos resultados, concluiu-se que o gerenciamento dos resíduos da construção civil no Aterro Municipal não está em conformidade com as normas de Aterro Sanitário, sendo descartados de maneira incorreta na unidade. Comprovou também, que a frequência dos resíduos Classe A é muito maior, quando comparada às outras classes de Resíduos da Construção Civil, podendo ser reaproveitados no município, principalmente em serviços de Pavimentação, concepção de concretos não estruturais, além de argamassas para assentamento e revestimento.

**Palavras-chave:** Construção civil. Resíduos da construção civil. Aterro sanitário. Gerenciamento de resíduos. Viabilidades.

## **ABSTRACT**

The intense generation of waste caused by civil construction is alarming today, and many waste generation is deposited in landfills. These locations ate the most correct alternative for the deposition of these materials. Thus, this work animed to evaluate the civil construction waste management system at the sanitary landfill in the municipality of Ariquemes-RO, identifying whether its operation and waste management are in accordance with current regulations, as well as identifying alternatives for viability for them. For the idealization of the research, the applied methodology was the one of field research, collecting the necessary information in the place of study. With the results obtained, it was concluded that the management of construction waste in the Municipal Landfill does not comply with the Landfill rules, being incorrectly disposed of in the unity. It also proved that the frequency of class A waste is much higher when compared of Civil Construction Waste, which can be reused in the city, mainly in paving services, design of non-structural concretes, in addition to mortars for laying and coating.

**Keywords:** Construction. Construction waste.landfill. Waste management. Viability.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Poluição do solo pelo chorume .....	20
FIGURA 2 – Funcionamento de um Aterro Controlado .....	20
FIGURA 3 – Ilustração de um Aterro Sanitário .....	22
FIGURA 4 – PIB Per Capita para o município de Ariquemes/RO .....	30
FIGURA 5– Localização de Ariquemes e Aterro Sanitário.....	31
FIGURA 6 – Etapas de pesquisa .....	31
FIGURA 7 – A) Balança; B) Pesagem do veículo carregado; C) Descarte do resíduo na célula; D) Pesagem do veículo vazio; E) Controle do quantitativo de prédio administrativo .....	34
FIGURA 8 – Panorama atual do descarte de RCC's no Aterro.....	35

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Geração de RCC's por etapa de uma obra.....	17
QUADRO 2 – Classificação e destinação dos RCC's .....	19
QUADRO 3 – Diferentes alternativas para os RCC's .....	24
QUADRO 4 – Caracterização dos RCC's na Área de Estudo .....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Frequência dos resíduos descartados no Aterro.....	39
GRÁFICO 2 – Frequência dos Resíduos da Construção Civil .....	40

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO .....	14
2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	14
<b>3. REVISÃO DE LITRERATURA</b> .....	<b>15</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS.....	15
<b>3.1.1 Resíduos sólidos urbanos</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.2 Resíduos da construção civil</b> .....	<b>16</b>
3.1.2.1 Classificação .....	17
3.1.2.2 Destinação .....	18
3.2 FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS .....	19
<b>3.2.1 Lixão</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.2 Aterro controlado</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2.3 Aterro sanitário</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2.4 Aterro de entulho</b> .....	<b>22</b>
3.3 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	22
3.4 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
3.5 REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS CLASSE A .....	26
<b>3.5.1 Pavimentação</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5.2 Agregados para concreto</b> .....	<b>27</b>
<b>3.5.3 Agregados para argamassa</b> .....	<b>27</b>
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	29
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	31
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>33</b>
5.1 DIAGNÓSTICO ATUAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	36
5.3 APLICAÇÃO DOS RCC'S RECICLADOS.....	41
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos urbanos (RSU) são aqueles oriundos de atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas do município, gerando resíduos de várias origens, como domiciliares, hospitalares, comerciais, industriais, da limpeza pública, construção civil e agrícolas. (JUNIOR, ARMANDO et al, 2003).

Sabe-se que a construção civil desempenha uma atividade que causa uma intensa geração de resíduos sólidos, os chamados Resíduos da construção civil (RCC). De acordo com a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), a quantidade de RCC coletado nos municípios brasileiros girava em torno de 45 milhões de toneladas, podendo esses números serem ainda maiores, visto que estão sendo considerados apenas os locais públicos.

Estima-se que para cada metro quadrado constituído, 150 kg de RCC são produzidos (PINTO, 1999). Grande parte deste volume se origina principalmente da produção de materiais, construção, reforma e demolição de edificações. Trata-se de tijolos, blocos cerâmicos, plásticos, papéis, vidros, metais, produtos perigosos, tóxicos, dentre outros e constantemente é observado que muitas dessas atividades não acompanham uma correta disposição desses resíduos, afetando ao meio ambiente, como também a administração pública do município.

Segundo Pinto (1999), a significativa geração de RCCs e sua destinação final, quando feita de forma inadequada, podem resultar em impactos ambientais negativos, como: obstrução de vias e logradouros públicos, comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, proliferação de vetores, assoreamento de córregos e rios, além dos custos com limpeza, entre outros.

Com isso, a maneira mais adequada para o descarte desses resíduos são os aterros sanitários. Trata-se de uma técnica de disposição de resíduos no solo baseada em critérios de engenharia e normas específicas, prevenindo riscos à saúde pública e a segurança, reduzindo os impactos ambientais (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

No entanto, mesmo que seja o local ideal para a deposição dos materiais, é necessário um estudo do local, identificando se a sua funcionalidade está sendo de maneira adequada. Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico do gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) no aterro

sanitário do município de Ariquemes-Ro, realizando um estudo de viabilidade de implantações de soluções para gestão destes materiais. Além disso, o presente estudo realizou uma análise crítica do funcionamento de modo a comparar com normas vigentes de aterro sanitário.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO**

Avaliar o funcionamento do sistema de gerenciamento de resíduos da construção civil no aterro sanitário do município de Ariquemes-RO.

### **2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

- Caracterizar os resíduos destinados na célula de materiais inertes;
- Relatar o funcionamento do aterro na prática;
- Apresentar um prognóstico para o gerenciamento dos resíduos;
- Identificar alternativas de viabilidade para os resíduos da construção civil.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS

##### 3.1.1 Resíduos sólidos Urbanos

A classificação geral dos resíduos é apresentada pela NBR 10.004/2004, da seguinte maneira:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2004).

Ainda, segundo a norma são divididos em duas classes, sendo:

Classe I: Perigosos: Classificados conforme sua reatividade, inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade, apresentando riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Classe II: Não perigosos; sendo subdivididos em II A (não inertes) e II B (inertes).

- II A: em suas propriedades podem ter biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, os quais não apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente;
- II B: aqueles em que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Vale destacar a importância desta norma, uma vez que por meio dela, pode-se determinar o correto tratamento e gerenciamento dos resíduos, minimizando os impactos ambientais que estes resíduos podem causar.

### 3.1.2 Resíduos da Construção Civil

De acordo com a Resolução nº307, de 5 de julho de 2002, instaurada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, os RCC são:

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

Na classificação geral, em conformidade com a NBR 10.004/2004, os RCCs são enquadrados na Classe II B – Inertes, definidos como aqueles, que quando em contato com a água, não sofrem nenhuma transformação física, química ou biológica.

Segundo Vallotto (2007), os tipos de resíduos e a quantidade que são gerados, variam na proporção em que a etapa construtiva da obra está, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1-** Geração de Resíduos da Construção Civil por etapa de uma obra

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
LIMPEZA DO TERRENO	SOLOS
	ROCHAS, VEGETAÇÃO, GALHOS
MONTAGEM DO CANTEIRO	BLOCOS CERÂMICOS, CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRAS
FUNDAÇÕES	SOLOS
	ROCHAS
SUPERESTRUTURA	CONCRETO (AREIA; BRITA)
	MADEIRA
	SUCATA DE FERRO, FÔRMAS PLÁSTICAS
ALVENARIA	BLOCOS CERÂMICOS, BLOCOS DE CONCRETO, ARGAMASSA
	PAPEL, PLÁSTICO
INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS	BLOCOS CERÂMICOS
	PVC
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	BLOCOS CERÂMICOS
	CONDUITES, MANGUEIRA, FIO DE COBRE
REBOCO INTERNO/EXTERNO	ARGAMASSA
REVESTIMENTOS	PISOS E AZULEJOS CERÂMICOS
	PISO LÂMINADO DE MADEIRA, PAPEL, PAPELÃO, PLÁSTICO
FORRO DE GESSO	PLACAS DE GESSO ACARTONADO
PINTURAS	TINTAS, SELADORAS, VERNIZES, TEXTURAS
COBERTURAS	MADEIRAS
	CACOS DE TELHAS DE FIBROCIMENTO

Fonte: Vallotto, 2007.

Para Carneiro et al. (2001), os RCC's mais frequentes numa composição de entulho são concreto, argamassa, solo e areia, material cerâmico e rochas.

### 3.1.2.1 Classificação

Para efeito de classificação, a Resolução Conama classifica os resíduos da construção civil. Dessa maneira, por meio desta Resolução, os RCC são classificados da seguinte forma:

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, meio-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, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (BRASIL, 2011).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação; (BRASIL, 2011).

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.

### 3.1.2.2 Destinação

Conforme a mesma resolução, os mesmos devem ser destinados da seguinte forma:

I - Classe 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 a sua utilização ou reciclagem futura;

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, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

O Quadro 2 apresenta a classificação por tipo de resíduo e a respectiva destinação adequada.

**Quadro 2-** Classificação e destinação dos Resíduos da Construção Civil

Classe	Resíduo	Destinação
<b>A</b>	Alvenaria, concreto, argamassas e solos	reutilização ou reciclagem com uso na forma de agregados, além da disposição final em aterros licenciados
<b>B</b>	Madeira, metal, plástico, papel e gesso*	reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário
<b>C</b>	Produtos sem tecnologia disponível para recuperação	conforme norma técnica específica
<b>D</b>	Resíduos perigosos, classificados conforme NBR 10004:2004 (tintas, óleos, solventes etc.)	conforme norma técnica específica

Fonte: CONAMA n°. 307/2002

## 3.2 FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS

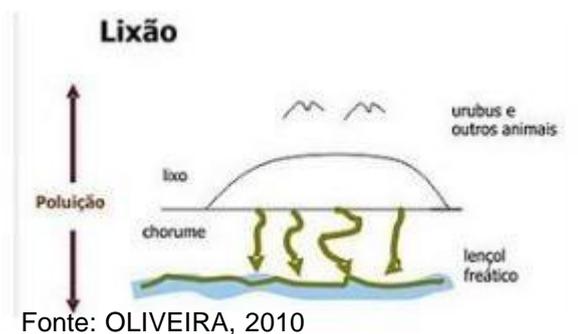
### 3.2.1 “Lixão”

É a maneira mais comum de disposição final dos resíduos do Brasil, ao mesmo em que é a mais inadequada. Configura-se como uma área de destinação final de resíduos a céu aberto, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou á saúde pública, acarretando á intensos impactos ambientais no local. (D’ALMEIDA;VILHENA, 2000)

Dentre esses impactos ambientais, pode-se mencionar a geração do chorume. O lixão não apresenta nenhuma medida de impermeabilização do solo, isso faz com que o chorume penetre no solo, transportando contaminantes para o lençol freático. Apesar de que a legislação atual não permitir o destino em Lixões, em muitas cidades ocorrem esse tipo de descarte.

A figura 1 ilustra alguns aspectos negativos proporcionados pelo Lixão.

**Figura 1-** Poluição do solo pelo chorume



### 3.2.2 Aterro controlado

Até pouco tempo era permitido a disposição em aterros controlados. Aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, utilizando técnicas de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na finalização de cada dia. Entretanto, não possuem sistemas de impermeabilização do solo e de tratamento do chorume (OLIVEIRA, 2010).

A figura 2 demonstra o funcionamento de um aterro controlado.

**Figura 2-** Funcionamento de um aterro controlado



Fonte: OLIVEIRA, 2010

### 3.2.3 Aterro Sanitário

Conforme a NBR 8419/1992, aterro sanitário é uma técnica utilizada para o descarte e armazenamento dos resíduos sólidos, de modo a diminuir os danos que podem atingir a saúde pública e a sua segurança, assim como o meio ambiente, confinando esses resíduos á menor área possível, cobrindo-os com uma camada de terra diariamente ou a intervalos menores, se for preciso.

Para Costa e Ribeiro (2013), o aterro sanitário é um método em que os resíduos sólidos urbanos são depositados no solo com o objetivo de reduzir os impactos ambientais.

De acordo com Albuquerque (2011 apud RIBEIRO e PORTELLA, 2014), a base do aterro é constituída por um sistema de drenagem de chorume, que deve estar em cima de uma camada impermeável com argila e mantas de PVC, em cima de um solo compactado para evitar o vazamento de líquidos que possam contaminar o lençol freático. O interior do aterro possui um sistema de captação de biogás, o qual é queimado ou aproveitado para geração de energia.

Segundo os mesmos autores, todos os resíduos são cobertos por camadas de argilas que também é constituído por um sistema de drenagem de águas pluviais, evitando a penetração de água de chuva no seu interior. Para municípios acima de 30 (trinta) mil habitantes, precisa-se ter uma balança para controle de quantidade de resíduos que estão entrando, guarita, prédio administrativo, e oficina. Além disso, todo o local deve ser monitorado e todo o seu limite deve ser cercado, impedindo a entrada de estranhos e animais, possuindo uma distância de aproximadamente 200 metros de curso d'água. A figura 3 ilustra um aterro sanitário.

**Figura 3-** Ilustração de um Aterro Sanitário



Fonte: OLIVEIRA, 2010

### 3.2.4 Aterro de Entulho

Para Serpa (2002), aterro de entulho é uma técnica de disposição utilizada para o controle de resíduos inertes, como o caso dos Resíduos da Construção Civil, a qual não possui as mesmas condições de projetos dos outros tipos de aterros, pelo fato de se tratarem de resíduos com potencial de poluição mínimo ao meio ambiente.

## 3.3 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Todo aterro sanitário possui normas técnicas, desde a concepção de seu projeto, até o seu funcionamento diário. Seguindo esta ideia, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, publicou, em 2004, algumas normas referentes aos resíduos da construção civil, as quais estão direcionadas com as orientações propostas pela Resolução CONAMA 307/2002.

- NBR15112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros - diretrizes para projeto, implantação e operação;

- NBR15114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR15115/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- NBR 15116/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

### 3.4 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A reciclagem é um processo em que os resíduos passam a ser utilizados de maneiras diferentes nas construções e serviços de engenharia civil ( HADDAD, 2011).

Para Carneiro et al. (2001), um entulho de construção civil é composto essencialmente por:

- Concretos, argamassas, rochas, blocos, cerâmicas e tijolos, os quais apresentam um elevado índice para reciclagem;
- Solos, areia e argila, que podem ser facilmente separados dos outros materiais pelo processo de peneiramento;
- Asfalto, o qual possui um alto índice de reutilização em obras viárias;
- Metais ferrosos, podendo ser reaproveitados em indústrias siderúrgicas;
- Madeiras, sendo parcialmente reciclados;
- Outros materiais, como o papel, plástico, papelão, dentre outros, que podem ser reciclados, mas normalmente são abordados como resíduos e devem ser depositados da maneira adequada.

Este entulho pode ter inúmeras vantagens sociais, econômicas e ambientais, independentemente da forma que for usado, como a economia na compra de matéria-prima, conservação das reservas minerais não renováveis, diminuição da poluição, áreas de aterros menores para materiais inertes, evitando a deposição em massa dos agregados, dentre outros (DIAS, 2007).

Conforme o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon, 2005), os resíduos da construção civil possuem inúmeras destinações, podendo ser reaproveitados, dependendo do tipo de material, conforme apresentado no Quadro 3 a seguir:

**Quadro 3- Diferentes alternativas para os Resíduos da Construção Civil**

<b>TIPOS DE RESÍDUO</b>	<b>CAUIDADOS REQUERIDOS</b>	<b>DESTINAÇÃO</b>
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Privilegiar soluções de destinações que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de transbordo e triagem, Áreas para reciclagem ou Aterros de resíduos de construção civil licenciadas pelos órgãos componentes; os resíduos classe A podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural.
Madeira	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitam a reciclagem, reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações etc.)	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpezada embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório).	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Não há	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos.
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes.

Gesso em placas cartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes
Telas de fachada e de proteção	Não há.	Possível reaproveitamento para a confecção de <i>bags</i> e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
EPS (poliestireno expandido – exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializem, reciclam ou aproveitam para enchimentos.
Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: embalagens plásticas e de metal, instrumentos de aplicação como broxas, pincéis, trinchas e outros materiais auxiliares como panos, trapos estopas etc.)	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para a recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Sinduscon-SP, 2005.

No entanto, para Levy (1997), citado por Dias (2007), os resíduos mais utilizados para reaproveitamento são os tipo classe A, principalmente, na fabricação de pavimentação, agregados para concreto e argamassa.

## 3.5 REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS CLASSE A

### 3.5.1 Pavimentação

Zordan (1997), menciona que a utilização de entulho reciclado em base, sub-base e revestimento primário de uma obra de pavimentação, é a maneira mais comum para reutilização dos resíduos, tanto na forma de brita corrida ou em misturas de resíduos com o solo.

A utilização de resíduos da construção civil em pavimentação é uma das formas mais usuais de reaproveitamento dos agregados nos dias de hoje, principalmente em camadas de base e sub-base de vias urbanas (CARNEIRO et al., 2001).

Segundo o mesmo autor, as principais vantagens no uso de agregados reciclados na pavimentação são:

- Utilização de um número significativo de agregado, tanto na fração graúda ou miúda;
- Simplicidade dos processos de execução, separação e britagem primária, reduzindo os custos de operação;
- Reutilização de diversos tipos de materiais;
- Utilização de parte desses materiais em granulometrias graúdas, reduzindo o consumo de energia necessário para a reciclagem do entulho.

A aplicação desses tipos de resíduos na pavimentação tem se difundido no Brasil. Em Goiânia, por exemplo, no ano de 2003, foi executada uma pista para experimento, combinando uma mistura de solo e entulho reciclado para a aplicação em camadas de base e sub-base, avaliando o seu comportamento estrutural (OLIVEIRA et al., 2005, apud OLIVEIRA e MENDES, 2008).

Tal aplicação explica-se pelo fato de que inúmeros estudos comprovaram de que reutilização de agregados reciclados terem um custo menor, além de apresentar um comportamento parecido em relação aos agregados convencionais .

### **3.5.2 Agregados para concreto**

Segundo Lima (1999), o concreto com agregados reciclados tem maior variação em suas características do que o concreto convencional. Desta forma, para a geração e obtenção de concretos a partir de agregados reciclados, alguns cuidados são necessários, como a escolha do resíduo, análise de condições de exposição, separação de contaminantes, controle de qualidade etc, produzindo concretos apropriados para inúmeros tipos de serviços de construções, principalmente na concepção de concreto não estrutural, como a criação de peças para meios-fios, blocos de alvenaria, sarjetas, dentre outros.

Conforme Leite (2001), para agregado graúdo reciclado, a resistência a compressão é menor devido a maior porosidade e a menor resistência dos agregados, no entanto, para agregados miúdos reciclados, a resistência á compressão desse tipo de concreto é maior, devido a maior rugosidade, maior quantidade de finos e a granulometria mais contínua.

Em conformidade com o mesmo autor, a pré-molhagem desses agregados instantes antes da concretagem, faz com que a trabalhabilidade do concreto seja melhor, pelo fato de os agregados não absorverem água no traço, melhorando o valor de abatimento, mantendo suas características de tração, flexão e deformação.

Com relação á durabilidade do concreto, esta varia conforme a facilidade ou dificuldade de transportar fluídos (água) dentro do concreto, os quais podem estar limpos ou comportando agentes agressivos, como o dióxido de carbono e o oxigênio, afetando á resistência dos agregados reciclados. Ao substituir 20% de agregado convencional por reciclado, desde que este esteja isento de agentes agressivos, não influencia na durabilidade e resistência mecânica do concreto (LEVY, 1997).

### **3.5.3 Agregados para argamassa**

Diversos estudos destacam a possibilidade da reutilização de argamassas com agregado reciclado, principalmente em serviços de assentamento e revestimento, analisando o teor de finos da composição, a fim de controlar a fissuração da argamassa (ZORDAN, 1997).

De acordo com Carneiro et.al (2001), dependendo das características do material presente no entulho, a fração fina (obtida através da moagem ou do processo de britagem) deste material pode ser reutilizada nas argamassas, substituindo-se as adições ou agregados convencionais. Pelo fato de a granulometria deste material ser parecida com a da areia, e através de estudos laboratoriais e aplicações em campo, as argamassas de revestimento e assentamento compostas por agregados reciclados tem tido um comportamento semelhante ou até mesmo melhor do que às convencionais (PINTO, 1998).

Levy (1997), ao realizar estudos com diferentes tipos de materiais de uma amostra de entulho, observou que a utilização de agregados reciclados promoveu uma redução em 30% do consumo de cimento da argamassa, além de um aumento das propriedades mecânicas.

Este bom comportamento das propriedades mecânicas está atrelado á presença de aglomerantes ainda não inertizados, e á característica pozolânica dos materiais cerâmicos, contribuindo tanto para o funcionamento apropriado, como também para a redução do consumo de cimento e cal (PINTO, 1998).

Para Carneiro et al. (2001), além dessas vantagens, a utilização de agregados reciclados em argamassas proporcionam a melhoria do uso de aterros e a redução dos impactos ambientais, em virtude da menor quantidade de resíduos depositados, diminuição do uso da matéria prima, em razão do maior uso de material reciclado.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Ariquemes possui uma área geográfica de 4.426,60 km<sup>2</sup> (2010) com 107.345 habitantes, sendo a população estimada, de acordo com o último estudo, de aproximadamente 109.523 habitantes (IBGE, 2021). Ariquemes está localizada em uma altitude de 142 metros, na latitude 09°54'48" Sul e na longitude 63°02'27" Oeste, na porção Centro-Norte do Estado, a 198 quilômetros de Porto Velho e o acesso se dá através da BR-364.

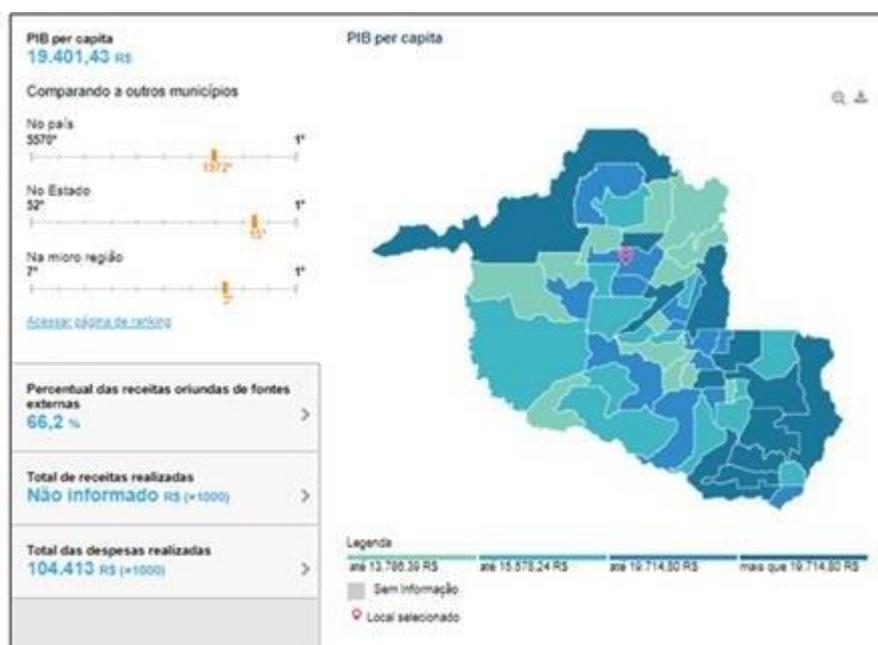
A Microrregião de Ariquemes é uma das oito microrregiões do Estado de Rondônia e compõe a Mesorregião do Leste Rondoniense. É formada por sete municípios, sendo: Alto Paraíso; Ariquemes; Cacaulândia; Machadinho d'Oeste; Monte Negro; Rio Crespo e Vale do Anari. A região é conhecida pelas atividades do extrativismo, agricultura e pecuária.

A base da economia do município de Ariquemes gira principalmente em torno do setor primário com a produção na agricultura e pecuária, extrativismo (vegetal e mineral) seguindo do comércio, industriais e serviços.

O comércio do município apresenta-se bastante diversificado com estabelecimentos no geral aquecidos, por ser uma região central que recebe diversos clientes da população ao seu entorno.

A Figura 4 apresenta o PIB Per Capita para o município de Ariquemes. Conforme dados do IBGE, Ariquemes ocupa a posição 15<sup>o</sup> do Estado de Rondônia com PIB per capita de R\$ 19.401,43

**Figura 4-** PIB Per Capita para o município de Ariquemes/RO

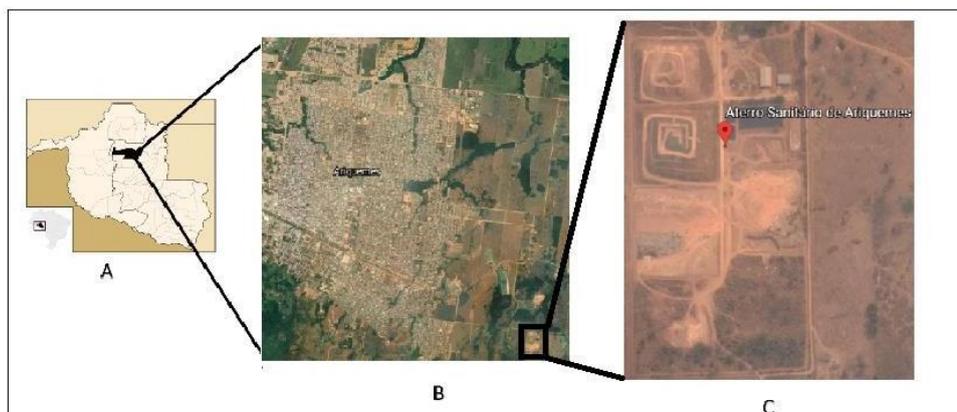


Fonte: IBGE (2010)

O aterro sanitário de Ariquemes está localizado a cerca de 5 quilômetros do centro da cidade e não possui moradores em suas proximidades. Por ano, a prefeitura de Ariquemes tem um custo médio de 4,1 milhões para realizar a coleta e dar destino aos resíduos produzidos na cidade. (G1, ONLINE, 2018).

É um dos poucos municípios da região Norte com aterro sanitário, e por isso, outras cidades depositam seus resíduos no local. De acordo com o Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia – CISAN, em seu Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos (2013), o aterro sanitário municipal recebe 2.146,5 toneladas de resíduos/mês, subdivididos em resíduos domiciliares, de varrição e limpeza de logradouros públicos, resíduos da construção civil, madeira, verdes, eletrônicos, carcaças invisíveis de pneus, de saúde, além de embalagens de agrotóxicos. A figura 5 ilustra a localização de Ariquemes e Aterro Sanitário Municipal.

**Figura 5-** Localização de Ariquemes e Aterro Sanitário. Rondônia (A); Ariquemes (B); e Aterro Sanitário de Ariquemes (C).



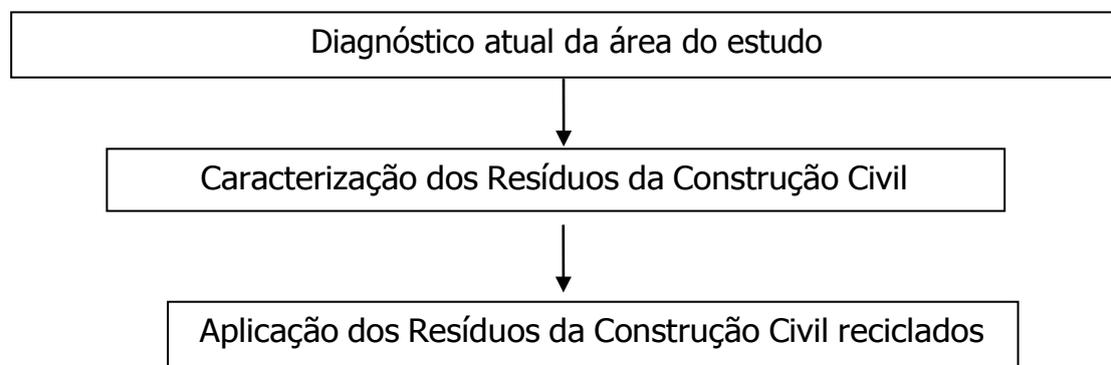
Fonte: Elaborado pelo autor 2020

#### 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A metodologia aplicada para o desenvolvimento desta pesquisa foi a de pesquisa de campo, coletando-se os dados necessários diretamente no local de estudo. As visitas técnicas foram realizadas ao longo do mês de março de 2021, em diferentes dias da semana (segunda á sexta-feira), dentro do horário de funcionamento do aterro, durante o período de 1(uma) hora por cada dia, conforme os dias pré-estabelecidos. Esse período variou-se entre visitas matutinas e vespertinas, com o intuito em obter melhores resultados para a pesquisa.

O estudo foi realizado por meio de 3 (três) etapas, conforme descrito na figura 6:

**Figura 6 – Etapas de Pesquisa**



Primeiramente, realizou-se um diagnóstico de como os RCC's são depositados na unidade, verificando-se se o funcionamento do aterro municipal está de acordo com as normas vigentes de construção civil

Posteriormente a esse estudo, foi realizada a caracterização dos resíduos da construção civil baseada no artigo técnico publicado por Cabral e Lima (2013), e fundamentada na resolução CONAMA 307, de 2002, com o objetivo de identificar a classe A, B, C ou D. Bem como foi realizado um panorama de como esses resíduos chegam ao local e sua frequência. Estes dados foram organizados em planilha Excel, ilustrando os dados atingidos após a realização das visitas.

Por fim, foi feito um estudo de viabilidade de implantações para os resíduos de construção civil, contribuindo tanto para a reciclagem desses resíduos, como também para o desenvolvimento do município.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 DIAGNÓSTICO ATUAL DA ÁREA DE ESTUDO

Atualmente, o aterro sanitário municipal possui 4 (quatro) células destinadas para o descarte de resíduos, sendo que apenas 2 (duas) estão em funcionamento, subdivididas em Célula de materiais inertes e Célula de materiais não inertes. As 2 (duas) primeiras células construídas para o descarte de resíduos, encontram-se desativadas, por já terem atingido o seu nível máximo de volume de resíduos depositados.

O processo de controle de resíduos que são depositados no aterro ocorre da seguinte forma:

- Há uma balança na entrada do local, em que os veículos, carregados com diferentes tipos de resíduos, são pesados, e identificados se estão carregados com material inerte ou não inerte. Essa identificação é feita pelo próprio funcionário que gerencia a balança;
- Depois da identificação da carga, o veículo é encaminhado para a célula correspondente ao tipo de resíduo que transporta. Os veículos carregados com resíduos da construção civil, em conformidade com a NBR 10.004/2004, são encaminhados para a célula de materiais inertes, e lá são depositados os RCC's.
- Após o descarte do material, o veículo é pesado novamente, dessa vez vazio. Com a diferença de valores obtidos após a pesagem do veículo carregado e vazio, constata-se o quantitativo da amostra de resíduo, e os valores são anotados no relatório diário do aterro.

Este processo ocorre diariamente, repetido inúmeras vezes de acordo com a frequência de chegada de veículos ao aterro. Ao final do mês, é gerado um relatório mensal apenas com as informações do quantitativo de resíduo inerte e não inerte que foi descartado no local, não havendo um levantamento específico para o quantitativo de RCC.

Por meio do levantamento de campo, durante 1 (um) dia de visitas, notou-se que a balança estava desativada, por motivo desconhecido, fazendo com que o levantamento do quantitativo de resíduos se tornasse um pouco menos preciso no período. A figura 7 ilustra o processo de controle de resíduos.

**Figura 7** - A) Balança; B) Pesagem do veículo carregado; C) Descarte do resíduo na célula; D) Pesagem do veículo vazio; E) Controle do quantitativo no prédio administrativo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com relação ao gerenciamento de resíduos da construção civil, percebeu-se que o processo não está em conformidade com as normas vigentes de aterro sanitário, visto que o Aterro Sanitário Municipal não possui uma célula específica para o descarte de RCC's, sendo descartados e armazenados juntos de outros tipos de resíduos, como podas da arborização urbana (resíduos verdes), resíduos imobiliários, eletrônicos, carcaças de pneus, dentre outros, conforme ilustrado na figura 8.

**Figura 8-** Panorama atual do descarte de RCC's no Aterro



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As caçambas compactadoras são utilizadas em casos de os RCC's chegarem com resíduos com características domiciliares na célula de materiais inertes, isto é, misturados com resíduos não inertes. Nestas situações, os operadores de serviços gerais fazem a separação dos mesmos e destinam esses tipos de resíduos para as caçambas, que após atingirem seu nível máximo, são encaminhadas para a célula de materiais não inertes e lá são depositados.

Uma vez separados e descartados na célula de materiais inertes, os resíduos da construção civil são depositados junto com os resíduos da poda urbana, resíduos de móveis inservíveis, entre outros. Além da geração de líquido pirolenhoso da arborização urbana, foi observado que a mistura desses materiais acaba inviabilizando o futuro uso dos resíduos da construção civil (reaproveitamento, trituração etc.) e também da arborização urbana (compostagem).

A solução viável para esse problema seria a construção de uma célula exclusiva para o descarte dos Resíduos da Construção Civil, a qual seria responsável por fazer a coleta e destinação, além de armazenar estes resíduos da forma mais adequada possível, seguindo as normas vigentes de Aterro Sanitário.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Baseado na Resolução CONAMA 307/2002 e pesquisa adaptada de Cabrale Lima (2013), a caracterização dos resíduos da Construção Civil no Aterro Sanitário Municipal seguem compilados e organizados no Quadro 4.

**Quadro 4-** Caracterização dos Resíduos da Construção Civil na Área de Estudo

DIA 01	HORÁRIO: 08:40-09:40				
VEÍCULO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	OUTROS
1	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Madeira, Papelão e Metal)			X (Podas de Árvore)
2					X (Podas de Árvore)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia, rochas)				X (Podas de Árvore)
4					X (Podas de Árvore e Plástico)
5					X (Podas de Árvore)
6	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia, telhas)	X ( Madeira, metal e plástico)			X (Podas de Árvore)
7					X (Podas de Árvore)
DIA 02	HORÁRIO: 10:50-11:50				
VEÍCULO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	OUTROS
1	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia, rochas)		X (Gesso)		
2					X (Domiciliar)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Madeira)			
4					X (Podas de Árvore)
DIA 03	HORÁRIO: 12:00-13:00				
VEÍCULO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	OUTROS
1					X (Podas de Árvore)
2					X (Domiciliar)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, solo)				

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

**Quadro 4- Caracterização dos Resíduos da Construção Civil na Área de Estudo**

<b>DIA 04 HORARIO: 09:15-11:00</b>					
<b>VEÍCULO</b>	<b>CLASSE A</b>	<b>CLASSE B</b>	<b>CLASSE C</b>	<b>CLASSE D</b>	<b>OUTROS</b>
1	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Madeira, Papelão e Metal)			X (Domiciliar)
2					X (Domiciliar)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos)		X (Isopor e Gesso)		X (Domiciliar)
4					X (Domiciliar)
5					X (Domiciliar)
7	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)				X (Poda de Árvore)
8	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, solo)	X (Madeira, Papelão)			
<b>DIA 05 HORARIO: 09:15-10:15</b>					
<b>VEÍCULO</b>	<b>CLASSE A</b>	<b>CLASSE B</b>	<b>CLASSE C</b>	<b>CLASSE D</b>	<b>OUTROS</b>
1	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Madeira, Papel e Plástico)			
2		X(Madeira)		X (Tinta)	X (Poda de Árvore e Domiciliar)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia, rochas)				
4					X (Domiciliar)
<b>DIA 06 HORARIO: 14:00-15:00</b>					
<b>VEÍCULO</b>	<b>CLASSE A</b>	<b>CLASSE B</b>	<b>CLASSE C</b>	<b>CLASSE D</b>	<b>OUTROS</b>
1	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, solo)				
2					X (Domiciliar)
3	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Papelão e Plástico)		X (Tinta)	
4					X (Poda de Árvore)

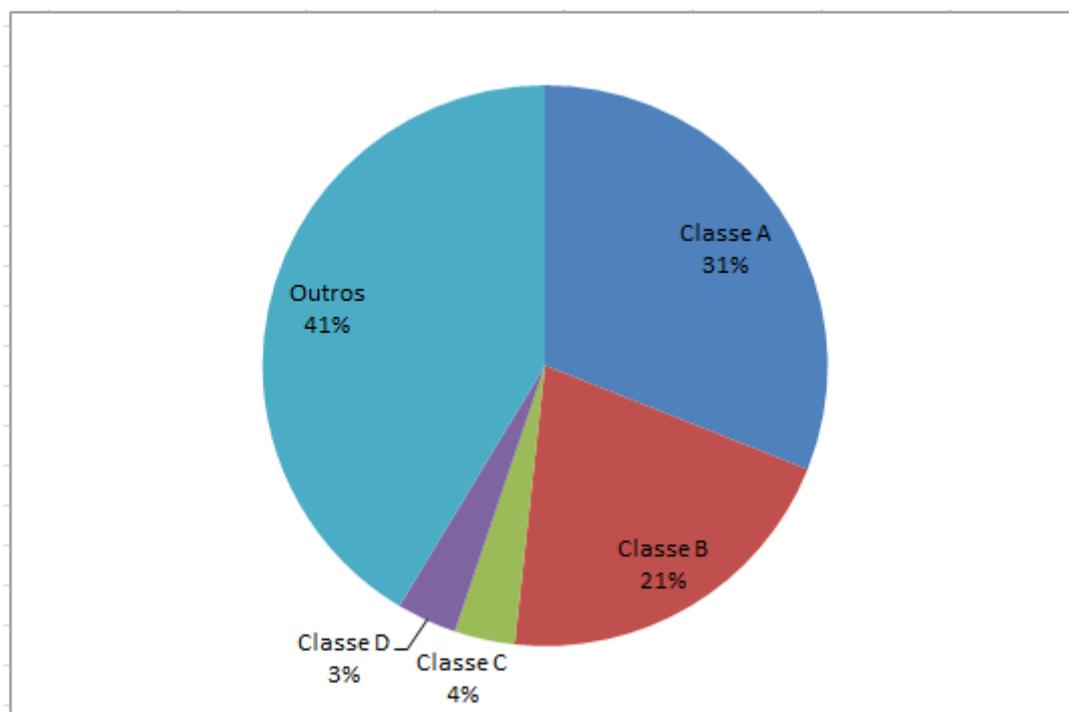
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

**Quadro 4- Caracterização dos Resíduos da Construção Civil na Área de Estudo**

DIA 07	HORARIO: 15:00-16:00				
VEÍCULO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	OUTROS
1	X (Concreto, argamassa, cerâmicos, telhas)	X (Madeira, Papelão e Plástico)			
2	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia)	X (Papelão e Plástico)			X (Poda de Árvore)
DIA 08	HORARIO: 10:00-11:00				
VEÍCULO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	OUTROS
1	X (Concreto, argamassa, cerâmicos, areia,telhas)	X (Madeira, Papel e Plástico)			
2	X ( Concreto, argamassa, cerâmicos, areia, rochas)	X ( Madeira, metal e plástico)			X (Poda de Árvore)
3					X (Poda de Árvore)

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Após a compilação e interpretação dos resultados, observou-se que os resíduos da construção civil de Ariquemes não possuem nenhum tipo de gerenciamento visível por parte dos empreendedores e moradores. Foi constatado a entrada ao Aterro de diversos tipos de materiais sem segregação alguma (todos misturados). O gráfico 1 representa a frequência dos resíduos que são depositados no Aterro.

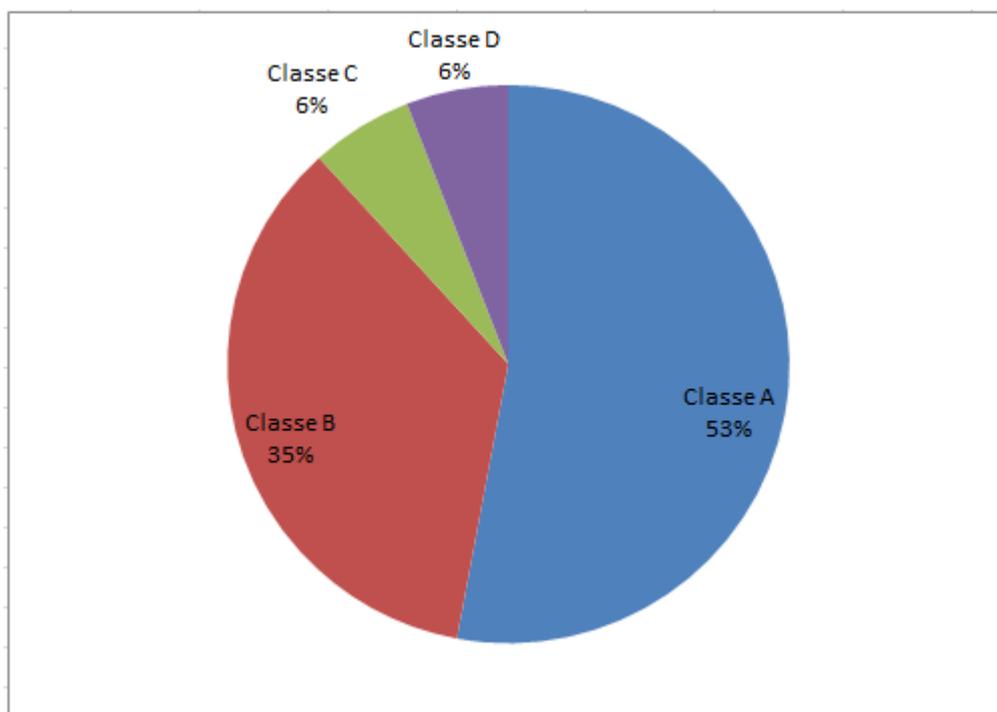
**Gráfico 1-** Frequência dos Resíduos descartados no Aterro

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Vale destacar que esse gráfico ilustra a quantidade de caçambas que se destinaram ao aterro e descartaram os resíduos no local, não se referindo ao quantitativo dos Resíduos da Construção Civil (volume).

Nota-se que a frequência de resíduos Classe A é de 31%, sendo muito maior quando comparada aos resíduos pertencentes as outras classes da Construção Civil. Cabral e Lima (2013), ao fazerem o estudo da composição gravimétrica dos RCC's da cidade de Fortaleza - CE, concluíram que 93,4% são de resíduos Classe A. Essa diferença da literatura para a atual situação é explicada pelo fato de estar presente outros materiais, sem controle algum, no caso da entrada apenas resíduos da construção civil, seria notório essa porcentagem.

Considerando apenas a frequência de Resíduos da Construção Civil, os dados estão ilustrados conforme o gráfico 2.

**Gráfico 2- Frequência dos Resíduos da Construção Civil**

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Observa-se que quando considerado apenas os Resíduos da Construção Civil, a frequência de resíduos classe A passa a ser de 53%, ou seja, mais da metade dos resíduos que são descartados no aterro, são do tipo Classe A.

### 5.3 APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL RECICLADOS

Durante a realização das visitas ao aterro, em algumas situações, constatou-se a reutilização de resíduos Classe A (Alvenaria, concreto, cerâmicos e rochas) para a concepção de um “cascalho” na Célula de Materiais Inertes. No entanto, observou-se que grande parte deste volume não é reaproveitado, sendo descartado e armazenado na unidade. Esse reaproveitamento se dá principalmente, na utilização em base e sub-base de pavimentação, além da concepção de argamassa de assentamento e revestimento, como também na geração de concreto não estrutural.

Silva; Silva e Barroso (2008), ao realizar um estudo do solo puro do município de Fortaleza - CE, constatou que o mesmo possuía resultados insatisfatórios para a aplicação da pavimentação, no entanto, com a adição de resíduos da construção civil, tanto na forma graúda, como na forma miúda, observou que houve uma viabilidade técnica para o uso em camadas de base e sub-base para pistas com baixo tráfego.

O uso desses agregados reciclados em base e sub-base de pavimentação asfáltica, devem passar por um processo de seleção, de modo a evitar a contaminação desses materiais, selecionando aqueles que possuem melhores características, para a obtenção de um pavimento com boa vida útil e perfeito funcionamento (BAGATINI, 2011).

Carneiro et al (2001), verificou uma economia em torno de 50% a 62%, ao substituir agregado convencional por reciclado, devido ao fato do menor preço do agregado reciclado. Com isso, o uso de RCC's tornam-se viáveis, pois além de terem um custo menor, apresentam características de funcionalidade muito parecidas, ou até mesmo superiores, quando comparados aos materiais convencionais.

Vieira e Dal Molin (2004), ao analisar o comportamento do concreto composto de resíduos da construção civil, mostrou que, desde que os agregados estejam em proporções devidamente dosadas, algumas propriedades do concreto podem ser melhoradas, como a resistência a compressão e durabilidade.

Além disso, a partir dos estudos e resultados obtidos com relação a resistência á compressão, verificou-se a viabilidade técnica da substituição da brita

tradicional por agregados reciclados da construção civil na concepção de blocos vazados de concreto simples para alvenaria de vedação (MESQUITA et al., 2015).

Rocha e Rezende (2018), após ensaiarem e analisarem os resíduos da construção civil na composição da argamassa, concluíram que é viável a reutilização desses agregados para argamassa de assentamento e revestimento, porque apresentaram resultados de resistência à tração e compressão satisfatórios e até mesmo superiores em relação aos produtos com areia convencional.

Com isso, percebe-se que a reutilização de resíduos da construção civil é um processo viável, principalmente na pavimentação, concepção de concretos não estruturais e argamassas para assentamento e revestimento, obtendo um excelente custo-benefício, além de contribuir com o meio ambiente, reduzindo a quantidade desses resíduos que são descartados.

## CONCLUSÃO

Com a realização do trabalho, conclui-se que o processo de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Aterro Sanitário do Município de Ariquemes – RO não está em conformidade com as legislações de Aterro Sanitário, uma vez que o local não possui uma célula específica para o gerenciamento desses tipos de resíduos, sendo descartados com outros tipos de resíduos inertes, sem ter um controle adequado sobre a área, contribuindo para a poluição do meio ambiente.

Após a caracterização dos RCC e compilação dos resultados em planilha Excel, constatou-se que a frequência dos resíduos Classe A é muito maior. No entanto, apesar de serem comprovadamente viáveis para a reutilização, grande parte deste volume acaba sendo descartado na unidade.

Devido à situação vivida atualmente pelo Coronavírus, a pesquisa de campo teve algumas limitações. Não foi possível realizar o levantamento quantitativo, como também o estudo da composição gravimétrica desses resíduos, visto que as visitas à área de estudo ficaram muito limitadas. Além disso, durante 1 (um) dia de visitas, a balança estava desativada, o que tornaria esse levantamento menos preciso.

Entretanto, apesar dessas limitações enfrentadas durante a realização do presente estudo, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, pois, com a evidência de que o Aterro Sanitário municipal não atende as normas exigidas referentes ao gerenciamento de resíduos da construção civil, aliada à comprovação de que os resíduos Classe A podem ser amplamente reutilizados no município, torna-se necessário uma discussão de como esses resíduos serão reaproveitados, contribuindo tanto economicamente, como também ambientalmente.

Uma solução para o município seria a instalação de usina de reciclagem de resíduos Classe A, que além de ser uma opção sustentável, seria responsável por fazer a coleta, triagem e o estudo desses materiais, reaproveitando-os, principalmente, em serviços de pavimentação, concreto e argamassa. Esse estudo seria fundamentado em uma série de ensaios e análises, visando gerar produtos com a melhor funcionalidade possível, utilizando agregados reciclados da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E

RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014.**

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014>>. Acesso em: 18 de março de 2021.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO IBGE. **Estatísticas Sociais.** Disponível em:><https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-denoticias/releases/22611-munic-mais-da-metade-dos-municipios-brasileiros-nao-tinhaplano-de-saneamento-basico-em-2017>. Acesso em: 08 out. 2020.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011. **Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.** Ministério de Meio Ambiente: CONAMA, 2011.

BAGATINI, Felipe. **Resíduos de construção civil: aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2011

CARVALHO, José. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Resolução nº 307/2002, de 5 de julho de 2002.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307/>. Acesso em: 06 out. 2020.

CARNEIRO, Alex et al. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**: Projeto Entulho Bom, Salvador: Editora da UFBA - Universidade Federal da Bahia, 2001.

COSTA, B. S.; RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Direitos e Deveres**. Revista Lumen Juris, Rio de Janeiro, 2013.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA – **Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos**. Rondônia, 2013.

D'Almeida, M.L.O.; Vilhena, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, 2000.

DIAS, E.C.M. **Gerenciamento de resíduos na construção civil**. Projeto de Graduação – Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2007.

HADDAD, João. **Reciclagem de resíduos da construção civil – a engenharia – o engenheiro – a Geração de Resíduo – seu uso e alternativas**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

INTERIOR DE RO TEM TRÊS ATERROS PARA RECEBER LIXO DE MENOS 30 CIDADES. **G1 Rondônia**, 10 nov. 2018. Disponível em: ><https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/interior-de-ro-tem-tres-aterros-para-receber-lixo-de-30-cidades.ghtml>>. Acesso em 10 out. 2020.

JUNIOR, Armando et al. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para município de pequeno porte**, Rio de Janeiro: Projeto PROSAB, 2003.

LEITE, M.B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concreto produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2001.

LEVY, Salomon. **Reciclagem do entulho de construção civil para utilização como agregado de argamassas e concreto.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos.** Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MESQUITA, Leonardo Carvalho et al. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiás, 2015.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição:** Estudo de caso da resolução 307 do Conama. Goiânia, 2008.

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

PINTO, T.P. **Manual de uso dos resíduos de construção reciclados.** São Paulo, 1998.

PORTELLA, M. O.; RIBEIRO, J. C. J. **Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos.** Revista Direito Ambiental e Sociedade – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

ROCHA, A. dos S. C.; REZENDE, K. S. **Análise da viabilidade de reutilização do material de demolição da construção civil voltada à produção de argamassa para revestimento.** Revista UniScientiae - UNIVIÇOSA, v.1, n.1. Viçosa, 2018

SILVA, M. G. B. da; SILVA, B. T. A.; BARROSO, S. H. A. **Um Primeiro Estudo dos Resíduos de Construção e Demolição da Construção Civil para Aplicação em Camadas de Pavimentos na Cidade de Fortaleza.** Reunião de Pavimentação Urbana, Salvador, 2008.

SINDUSCON – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A experiência dos SindusCon-SP.** São Paulo, 2005

VALLOTTO, D.V. **Busca de informação:** gerenciamento de resíduos da construção civil em canteiro de obras. Monografia. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

VIEIRA, G.L.; MOLIN, D. C. C Dal. **Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Ambiente Construído, Porto Alegre, 2004.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Campinas, Campinas, 1997.



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Rosalvo Clementino de Oliveira Junior

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 15.06.2021

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **6,36%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 📄

Suspeitas confirmadas: **2,72%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados

📄 Texto analisado: **91,98%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio

2.4.11terça-feira, 15 de junho de 2021 16:47

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **ROSALVO CLEMENTINO DE OLIVEIRA JUNIOR**, n. de matrícula **27602**, do curso de Engenharia Civil, foi **APROVADO** na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 6,36%. Devendo o aluno fazer as correções que se fizerem necessárias.

**(assinado eletronicamente)**

**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
**Bibliotecária CRB 1114/11**  
 Biblioteca Júlio Bordignon  
 Faculdade de Educação e Meio Ambiente