



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

BRUNO COSTA

**DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES NO ATERRO SANITÁRIO
MUNICIPAL**

ARIQUEMES - RO

2020

BRUNO COSTA

**DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES NO ATERRO SANITÁRIO
MUNICIPAL**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil da Faculdade de Educação e Meio
Ambiente como requisito à obtenção do
grau de Engenheiro Civil.

Professor Orientador: Dr. Driano
Rezende

Ariquemes - RO
2020

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

C837d COSTA, Bruno.

Diagnóstico da destinação final dos resíduos da construção civil do município de Ariquemes no aterro sanitário municipal. / por Bruno Costa. Ariquemes: FAEMA, 2020.

40 p.; il.

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

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

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

CDD:620.1

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

Bruno Costa

**DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES NO ATERRO SANITÁRIO
MUNICIPAL**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do grau em Engenharia Civil
da Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Banca examinadora

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

Professora Mestre: Mestre Liliane Coelho de Carvalho
Faculdade de educação e meio ambiente – FAEMA

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

ARIQUEMES- RO

2020.

À minha família por todo suporte incondicional dado ao longo de toda essa jornada. A todos meus amigos que fizeram parte desse sonho, sempre com muito incentivo e apoio para que eu nunca desanimasse, e a todos os meus professores que compartilharam de forma brilhante seus conhecimentos, ensinando não só como ser um bom profissional, mas também como ser um grande cidadão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu vida e saúde e me protegeu durante toda essa jornada

A minha mãe, Regina e minha irmã Fernanda, que são pilares essenciais da minha vida, que desde o início foram minhas maiores incentivadoras, que viveram e vivem esse sonho comigo, muitas das vezes sonhando até mais alto que eu, enxergando talentos onde muitas vezes eu mesmo não pude ver.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins, tornando cada etapa dessa caminhada única, sempre com muito bom humor e otimismo, em especial ao Gabriel Aguetoni, Gabriel Bueno, Jair Rossi, João Vitor Reis e Nicolas Hübner, que foram testemunhas oculares de tudo o que foi vivido até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Driano Rezende, que foi responsável por aperfeiçoar todas minhas ideias mirabolantes, dando o norte necessário para que eu pudesse realizar o projeto de forma concisa e coesa, sempre me incentivando a quebrar os limites e transformar esse trabalho em muito mais que apenas uma pequena parte da minha vida.

A professora e coordenadora, Prof. Mestre Silênia Priscila, que forneceu apoio incondicional para todos os graduandos, muitas vezes abdicando das próprias obrigações para nos ajudar em alguma situação, independente da magnitude do problema.

Aos demais professores e colaboradores que fizeram parte desta jornada, acrescentando com brilhantismo e dedicação um pedaço do seu conhecimento ao nosso portfólio.

“Senhor, conceda-me a serenidade para aceitar aquilo que não posso mudar, a coragem para mudar o que me for possível e a sabedoria para saber discernir entre as duas”

Reinhold Niebuhr

RESUMO

A Construção Civil é responsável por grandes transformações no cenário das cidades, trazendo traços arrojados e dando vida a locais que antes eram apenas espaços vazios. Contudo, ao mesmo tempo em que possui este poder transformador, traz consigo a capacidade de deixar rastros de poluição durante seu processo, através dos Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD). O objetivo geral do presente trabalho é descrever o funcionamento de descarte dos resíduos da construção civil no aterro sanitário do município de Ariquemes RO. A pesquisa, de caráter exploratório, utilizou procedimentos técnicos bibliográficos e pesquisa de campo no Aterro Sanitário Municipal de Ariquemes/RO. Com a obtenção dos resultados, foi possível descrever o histórico do Aterro Municipal, diagnosticar o volume de resíduos que lá são dispostos e projetar a construção de uma célula de tratamento específica para os RCD. A pesquisa enfrentou diversos fatores que a limitaram, mas nada que impedisse o atingimento dos objetivos de forma satisfatória. Foram observadas algumas lacunas em relação a disposição dos RCD no local de estudo, a necessidade de se elaborar um plano de gerenciamento para estes resíduos e deixada a sugestão para novos estudos na área a partir deste material.

Palavras-chaves: Construção Civil. Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD). Aterro Sanitário. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Civil Construction is responsible for great transformations in the scenario of cities, bringing bold features and giving life to places that were once just empty spaces. However, at the same time that it possesses this transforming power, it brings with it the capacity to leave traces of pollution during its process, through the Residues of Civil Construction and Demolition (RCD). In most cases, these residues are taken to the processing site, more specifically to a Sanitary Landfill, where they are worked on so that they can be disposed of. However, how this process is carried out and how the waste is disposed of remain open questions. Aiming to answer them, this work arises with the proposal of establishing operation methods to expand the useful life of the landfill and give the processed residues the best possible destination, preferably making the way back to the work site, so that they can be reused in different situations, whether they are directly connected to the structural part, as aggregates or just useful tools, such as the reuse of tapumes. The research, of exploratory character, used technical bibliographic procedures and field research in the Ariquemes/RO Municipal Sanitary Landfill. With the results, it was possible to describe the history of the Municipal Landfill, to diagnose the volume of waste that is disposed there and to design the construction of a specific treatment cell for the RCD. The research faced several factors that limited it, but nothing that prevented the achievement of the objectives in a satisfactory manner. Some gaps were observed regarding the disposal of RCDs at the study site, the need to develop a management plan for these residues and left the suggestion for new studies in the area from this material.

Keywords: Construction. Construction and Demolition Residues (RCD). Sanitary Landfill. Sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantificação dos resíduos gerados mensalmente em Ariquemes	30
Tabela 2 – Análise gravimétrica dos resíduos domiciliares de Ariquemes.....	31
Tabela 3 - Estimativa realizada da produção de resíduos, conforme a composição descritiva dos resíduos sólidos urbanos de Ariquemes	32

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	OBJETIVOS	14
1.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	14
1.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	15
2.2	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – RCD.....	16
2.3	REUTILIZAÇÃO DOS RCD	18
2.4	ATERRO SANITÁRIO	19
2.4.1	Normas técnicas	20
2.4.2	Licenciamento ambiental	20
2.4.3	Projeto	22
2.4.3.1	Estudo da área	23
2.4.3.2	Elementos do projeto.....	24
3	METODOLOGIA PROPOSTA	26
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	27
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

A sociedade moderna vem passando por constantes transformações, que afetam todas as áreas tradicionalmente estabelecidas, promovendo uma melhoria significativa na qualidade e expectativa de vida de cada pessoa. Esses avanços levam, conseqüentemente, a um aumento significativo na geração de resíduos, o que contradiz a premissa do desenvolvimento sustentável, onde deve-se prezar pelo crescimento em todos os polos sem esgotar os recursos naturais destinados a gerações futuras (PINTO, 1999)

Esse aumento na geração de resíduos sólidos tornou-se um problema para os órgãos regulamentadores do Brasil. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008 (IBGE, 2010), pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) possuem serviço de coleta de esgoto, sendo que 1/3 destes municípios não realizam nenhum processo de tratamento ao esgoto captado. Houve um aumento de 3% no total de cidades com serviço de coleta de esgoto em relação a PNSB 2000, porém este número segue longe do ideal.

Em relação a geração de resíduos sólidos, a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2011), realizou uma pesquisa de título “Panorama do Resíduos Sólidos no Brasil em 2011”, tendo como base os dados da PNSB 2008 e estimativa de crescimento populacional do IBGE. Neste levantamento, foi estimado que a produção diária supera a casa das 169 mil toneladas, sendo que destas, aproximadamente 152 mil toneladas são coletadas (89,6%). Em relação a destinação final, de acordo com a ABRELPE, 58,06% dos resíduos receberam uma destinação adequada (aterro controlado ou sanitário). Este número é preocupante, pois 41,94% (mais de 23mil toneladas) destes resíduos estariam sendo depositados em lixões à céu aberto, o que colabora com a proliferação de doenças, além de poluir o solo, ar e água.

Um setor que colabora diretamente para o crescimento destes números é o da Construção Civil. Proveniente das atividades básicas para o desenvolvimento como a construção de moradias, obras de terraplanagem, saneamento e pavimentações, o RCD – Resíduo da Construção e Demolição. De acordo com Pinto

(1999), a geração de RCD no Brasil atinge a média de 500 kg/hab anualmente. Adotando essa taxa para todos os municípios brasileiros, tendo em vista a dificuldade em se obter dados das pequenas cidades, o volume de RCD gira em torno de 240 mil toneladas por dia. Por se tratar predominantemente de resíduos inertes, o maior risco não advém de sua periculosidade, mas sim, do excessivo volume gerado.

Grande parte deste volume é descartado em aterros sanitários, sendo este um grande problema destes locais. Quando despejados de forma arbitrária, sem nenhum tipo de quantificação ou triagem, este volume pode diminuir significativamente a vida útil do aterro, trazendo ônus ao meio ambiente e a administração pública. Sem a presença de um aterro sanitário funcional, que possa comportar o volume de resíduos produzido pelo município, fatalmente uma grande quantidade será destinada de forma inadequada, prejudicando o meio urbano, tráfego de pedestres e veículos, além de impulsionar o aumento do número de doenças (PINTO, 1999).

O estado de Rondônia possui atualmente quatro aterros sanitários, sendo eles em Ariquemes, Cacoal Ji-Paraná e Vilhena. Tomando como objeto de estudo o aterro sanitário de Ariquemes, verificou-se que, semanalmente, a produção de lixo na cidade chega a 709 toneladas, das quais são recolhidas por sete caminhões, com mais de cinquenta funcionários envolvidos na coleta. Este aterro é mantido por um consórcio de quatorze cidades, das quais Ariquemes, Buritis, Cacaúlândia, Machadinho D'Oeste, Monte Negro e Vale do Anari já depositam lixo. Tendo em vista que o Aterro Sanitário de Ariquemes não abastece apenas o município, é indispensável que este esteja operando sempre em sua capacidade máxima, com a maior eficiência e segurança possível (HOLANDA, *et al*, 2017).

Nesse contexto o presente trabalho tem como objetivo caracterizar o gerenciamento de resíduos sólidos provenientes da construção civil destinados ao aterro sanitário do município de Ariquemes RO.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Diagnosticar a destinação final dos resíduos da construção civil no aterro sanitário do município de Ariquemes RO.

1.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Descrever o histórico do projeto e implantação do aterro sanitário de Ariquemes - RO;
- Descrever o panorama atual dos resíduos da construção civil no aterro, com base no projeto aprovado na prefeitura;
- Propor melhorias para aumentar a vida útil e métodos de trabalho do aterro;
- Apresentar alternativas para reaproveitamento dos resíduos destinados diariamente no local de estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 10004/04, os Resíduos Sólidos Urbanos são definidos como:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, 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”.

Segundo esta norma, a classificação dos RSU engloba a identificação da atividade ou processo do qual foi gerado e suas características e a comparação destes componentes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

Os resíduos podem ser:

- Perigosos – Classe I: São classificados segundo suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- Não perigosos – Classe II, subdivididos em:
 - Não inertes: Possuem propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, conforme ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus componentes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, exceto aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Monteiro (2001), também classifica os RSU, de acordo com sua natureza ou origem, em cinco classes distintas, sendo elas:

- Doméstico ou residencial;
- Comercial;
- Público;
- Domiciliar especial:
 - entulho de obras;
 - pilhas e baterias;
 - lâmpadas fluorescentes; e
 - pneus

- Fontes Especiais:
 - industrial;
 - radioativo;
 - portos, aeroportos e terminais rodoferroviários;
 - agrícola; e
 - resíduos de serviço de saúde

2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO – RCD

De acordo com a classificação da NBR 10004/04, os Resíduos de Construção e Demolição se enquadram na Classe II B – Resíduos Inertes, que são definidos como:

“Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G”.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, visando solucionar os problemas gerados pela excessiva poluição gerada pelos RCD, instaurou em 5 de Julho de 2002 a resolução 307, que entre outras atribuições, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, regulando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Nesta Resolução, os Resíduos de Construção e Demolição são definidos como:

“resíduos 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”.

Os tipos de RCD variam conforme a região em que são produzidos, quais os métodos construtivos aplicados na construção e idade da construção, especificamente para os provenientes de demolição. Para Carneiro *et al.* (2001), os mais comuns são:

- Concretos e argamassas;
- Material cerâmico como blocos, tijolos e lajotas;
- Solos, areia e argila;
- Asfalto;
- Metal;
- Madeira; e
- Outros materiais como papel, plástico e borracha.

Existem diversas classificações para os resíduos e construção e demolição, porém a mais adotada no Brasil segue sendo a Resolução 307 do CONAMA. Nela, podemos encontrar os RCD dispostos da seguinte forma:

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

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, 2015).

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

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. (BRASIL, 2004).

De acordo com levantamento realizado por Scremin (2007), analisando dados bibliográficos fornecidos por outros autores como Carneiro (2001) e Xavier (2001), a parcela de RCD pertencente a Classe A corresponde a aproximadamente 70% da massa total dos resíduos gerados. Este número indica a potencialidade de reciclagem da parcela mineral dos RCD, fator que colaboraria expressivamente para a diminuição do uso de matéria prima e problemas decorrentes da sua disposição final.

2.3 REUTILIZAÇÃO DOS RCD

Os RCD podem ser reutilizados de diversas formas, de acordo com suas propriedades materiais e físicas. Para cada classe de material, a Resolução 307 do CONAMA estabelece diferentes alternativas, sendo elas:

- Resíduos Classe A: Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros.
- Resíduos 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. Algumas alternativas podem ser adotadas para a destinação final destes materiais, como a utilização da coleta seletiva no caso de vidros, plásticos, papel e metais, os quais serão corretamente descartados pelo órgão responsável. Ademais, as madeiras podem retornar à obra ou outros empreendimentos que necessite deste material.
- Resíduos Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. Para estes resíduos ainda não foram desenvolvidas técnicas viáveis para a reciclagem, então a melhor alternativa é devolvê-los aos fabricantes, para que este realize o descarte adequado.
- Resíduos Classe D: Por serem considerados materiais perigosos (sobras de tintas, solventes, etc.) deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

2.4 ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário é uma obra de engenharia projetada sob critérios técnicos, com objetivo de garantir a disposição adequada dos resíduos sólidos, sem causar nenhum tipo de dano à saúde pública e meio ambiente. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2007), é considerado uma das técnicas mais eficazes de destinação dos resíduos, pois permite um controle seguro sobre todo o processo, além de possuir bom custo-benefício, pois evita gastos com a limpeza de entulhos e demais objetos em vias públicas, rodovias e afins. Pode receber diversos tipos de resíduos, com as mais variadas proporções e é aplicável em qualquer tipo de comunidade, independente do seu porte.

Seu comportamento é dado como um reator dinâmico, pois produz, através de reações químicas e biológicas, emissões como o biogás de aterro, efluentes líquidos e resíduos mineralizados (húmus), a partir da decomposição da matéria orgânica (IBAM, 2007).

2.4.1 Normas técnicas

Todo aterro sanitário deve ser projetado de acordo com as normas técnicas designadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com a NBR 8419/96, o projeto de um aterro sanitário deve ser elaborado obrigatoriamente com as seguintes seções: memorial descritivo, memorial técnico, apresentação da estimativa de custos e do cronograma, plantas e desenhos técnicos. (IBAM, 2007).

Além da Norma NBR 8419/96, existem outras que todo projeto de aterro sanitário deve preconizar, independentemente de sua finalidade (resíduos sólidos urbanos ou perigosos), sendo elas:

- Apresentação de projetos de aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - NBR 10157/NB 1025;
- Apresentação de projetos de aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação – Procedimento - NBR 13896/1997.

2.4.2 Licenciamento ambiental

Todo aterro antes de ser construído precisa obter as licenças exigidas pelos órgãos ambientais, municipais, estaduais ou federal. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) regula, a nível nacional, o licenciamento dessas atividades através das seguintes resoluções:

- Resolução CONAMA 01/1986 – define responsabilidades e critérios para a Avaliação de Impacto Ambiental e define atividades que necessitam do

Estudo de Impacto Ambiental (EIA), bem como do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

- Resolução CONAMA 237/1997 – dispõe sobre o sistema de Licenciamento Ambiental, a regulamentação dos seus aspectos como estabelecidos pela Política Nacional do Meio Ambiente.
- Resolução CONAMA 308/2002 – estabelece as diretrizes do Licenciamento Ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.

Segundo as diretrizes dessas resoluções, devem ser obtidas as seguintes licenças:

- Licença Prévia (LP) – é obtida com a apresentação do projeto básico, onde é verificada a localização e concepção do empreendimento, atestando sua viabilidade ambiental e estabelecendo requisitos mínimos para a obtenção das próximas licenças.

Com base nesse pedido, quando for necessária a realização de um Estudo de Impacto Ambiental, o órgão de controle ambiental deverá elaborar uma Instrução Técnica, que é uma orientação sobre os aspectos importantes relacionados ao projeto e ao local, que devem ser enfatizados no EIA e no RIMA. O EIA é o relatório técnico que apresenta o conjunto de atividades técnicas e científicas, com o objetivo de identificar, prever a magnitude e dimensionar os impactos de um projeto e suas alternativas. (IBAM, 2007).

O RIMA é o documento que unifica, de forma objetiva, os resultados obtidos no EIA. Deve ser realizado com linguagem adequada à condição da comunidade, para que todos os interessados possam entender com clareza. Durante a análise do EIA pelo órgão de controle ambiental, o RIMA fica disponível aos interessados no projeto. A avaliação de impacto ambiental é apresentada em audiência pública, para que todos os interessados possam ter ciência, e as considerações feitas nessa reunião são analisadas para que, se relevantes, sejam incluídas no parecer final realizado pelo órgão de controle. O EIA e o RIMA não poderão ser realizados pelo empreendedor ou algum associado, deve-se contratar uma empresa especializada

no ramo, para garantir a maior imparcialidade e precisão nos resultados. (IBAM, 2007).

- Licença de Instalação (LI) – após a aprovação dos estudos (EIA/RIMA), e o projeto executivo elaborado, o empreendedor solicita a licença de instalação da obra. Se concedida pelo órgão responsável, o empreendedor poderá iniciar a obra do aterro sanitário, para a implementação do projeto aprovado.
- Licença de Operação (LO) – Após a conclusão da obra, é solicitada a licença para operar o aterro sanitário, que será concedida desde que a obra tenha sido executada de acordo com o projeto licenciado na LI. Com a obtenção da LO, o empreendedor poderá dar início a operação do aterro sanitário.

2.4.3 Projeto

O projeto de concepção de um aterro sanitário é constituído por diversas etapas. A primeira diz respeito aos estudos preliminares, que consistem na caracterização do município e na elaboração de um diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos no local. Esses estudos têm como finalidade colher informações sobre a geração per capita de resíduos sólidos gerados no município, a composição gravimétrica e os serviços de limpeza executados.

A segunda etapa consiste na escolha da área adequada para a instalação, considerada a partir de critérios técnicos, ambientais, operacionais e sociais. A área escolhida deve ser caracterizada a partir de levantamentos topográficos, geológicos, geotécnicos, climatológicos e relativos ao uso de água e solo. Na concepção do projeto, devem ser apresentadas a escolha e a justificativa da escolha de cada um dos diversos elementos que compõem um aterro sanitário, como a drenagem das águas superficiais, a impermeabilização da camada superior e inferior, a drenagem e o tratamento dos lixiviados¹ e gases, bem como o plano de

¹ Lixiviados de aterro sanitário, também conhecidos por Chorume, são definidos como efluentes líquidos gerados como resultado da percolação de água de chuva através dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários, bem como da umidade natural desses resíduos.

monitoramento para avaliar o impacto causado pela obra, os métodos de operação do aterro e as sugestões de uso futuro da área após as atividades serem encerradas. (IBAM, 2007).

2.4.3.1 Estudo da área

A escolha da área para a construção do aterro sanitário é de suma importância no processo de implantação. A escolha adequada do local é vital para o sucesso do empreendimento, pois diminui custos e evita gastos desnecessários com infraestrutura, impedimentos legais e oposição da população. Em geral, realiza-se primeiramente uma pré-seleção de áreas disponíveis no município e, a partir daí, são levantados os dados dos meios físico e biótico. É comum construir o aterro sanitário em uma área onde funcionava o antigo lixão, desde que não esteja sobre nenhum tipo de risco ambiental (IBAM, 2007).

Em alguns casos, a prefeitura tem interesse em utilizar determinadas áreas, por já estarem degradadas por atividades anteriores, por serem áreas erodidas ou que não podem ser utilizadas para outras atividades. Nesse caso, é importante definir critérios para a escolha da área, devendo ser amplos, abrangendo tanto questões técnicas como econômicas, sociais e políticas.

Os critérios técnicos são impostos pela norma da ABNT NBR 10157 e pela legislação federal, estadual e municipal. Esses critérios levam em consideração desde questões ambientais, como o limite de distância de corpos hídricos e a profundidade do lençol freático, até aspectos relativos ao uso e à ocupação do solo, como o limite da distância de centros urbanos, a distância de aeroportos etc. Os critérios econômicos estão ligados aos custos relacionados à compra do terreno, distância do centro atendido, manutenção do sistema de drenagem e ao investimento para a execução da obra. Por fim, os critérios políticos e sociais cerceiam a aceitação da população em relação à construção do aterro, o acesso à área através de vias com baixa densidade e a distância dos núcleos urbanos de baixa renda. (IBAM, 2007).

2.4.3.2 Elementos do Projeto

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (2007), o projeto de um aterro sanitário deve conter a instalação de elementos para captação, armazenamento e tratamento dos lixiviados e biogás (quando necessário), além de sistemas de impermeabilização superior e inferior. Esses elementos são de extrema importância, pois, quando executados e monitorados de maneira correta, aumentam a segurança e colaboram com o lado ambiental da obra, refletindo diretamente na melhoria da qualidade de vida da população do entorno do aterro.

O sistema de drenagem das águas superficiais tem como função evitar a entrada de água de escoamento superficial no aterro. Além de aumentar o volume de lixiviados, a infiltração das águas superficiais pode gerar certa instabilidade na massa de resíduos pelas poro-pressões induzidas. Para definição do local e dimensionamento do sistema de drenagem superficial, são levados em consideração os dados obtidos nos levantamentos topográficos e climatológicos. (IBAM, 2007).

O sistema de impermeabilização de fundo e de laterais do aterro tem como função proteger e impedir a percolação do chorume para o subsolo e aquíferos existentes. Atualmente no Brasil, o mínimo exigido para a contenção de lixiviados não-perigosos é que as camadas de fundo e laterais sejam constituídas de uma camada simples, sendo feitas de argila compactada de permeabilidade menor que 10^{-7} cm/s ou geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura mínima de 1mm. A qualidade do material e os métodos construtivos devem colaborar com a extensão da durabilidade e segurança, no sentido de diminuir os impactos ambientais. (IBAM, 2007).

Os lixiviados possuem grande concentração de substâncias sólidas e alto teor de matéria orgânica. Esses líquidos, quando percolam pelo substrato inferior do aterro sem nenhuma espécie de tratamento prévio, contaminam diretamente os lençóis de água subterrâneos. Por este motivo, um sistema eficiente de drenagem é valioso no combate a acumulação de lixiviados no interior do aterro. A drenagem dos lixiviados pode ser realizada através de uma rede de drenos internos, que levam

o chorume coletado para um sistema de tratamento. O material utilizado na construção do dreno deve ser resistente ao resíduo e ao chorume, e projetado para que não sofra com obstruções. A drenagem deve estar acima da camada impermeabilizante inferior. (IBAM, 2007).

Os lixiviados são considerados um problema do ponto de vista do tratamento, pois além de serem altamente contaminantes, possuem grande volatilidade em relação a sua qualidade e quantidade, podendo se expandir ou diminuir com o passar do tempo, em um mesmo aterro. A legislação ambiental exige tratamento específico antes do lançamento dos lixiviados, e frequentemente, para adequar-se aos padrões estabelecidos, é necessária uma combinação de diferentes métodos. Os mais usuais são: tratamentos biológicos aeróbios ou anaeróbios (lodos ativados, lagoas, filtros biológicos) e os tratamentos por processos físico-químicos (diluição, filtração, coagulação, floculação, precipitação, sedimentação, adsorção, troca iônica, oxidação química). (IBAM, 2007).

No caso de necessidade de melhoria na qualidade final do efluente, recorre-se ao uso de tecnologias mais sofisticadas para o polimento do efluente, como no caso da nanofiltração. O chorume também pode ser recirculado para o interior da massa de resíduos, objetivando manter o grau de umidade necessário ao processo de decomposição dos resíduos orgânicos, para molhar as vias internas ou, ainda, pode ser destinado à Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) em condições especiais, desde que estas suportem a carga adicional representada pelo chorume sem que prejudique o processo de tratamento. (IBAM, 2007).

A drenagem dos gases é realizada através de uma rede de drenagem adequada, evitando que os gases vazem através dos meios porosos que formam o subsolo e atinjam fossas, esgotos ou até mesmo edificações. Os drenos são compostos, em grande maioria, por uma coluna de tubos perfurados de concreto armado envoltos por uma camada de brita ou rachão, que é fixada na coluna de tubos através de uma tela metálica. (IBAM, 2007).

O sistema de cobertura diário (intermediário e final) busca a eliminação da proliferação de vetores, diminuição da taxa de formação de lixiviados, redução dos odores e impedir que o biogás saia de forma desenfreada. A cobertura diária é realizada ao final de cada jornada de trabalho; a cobertura intermediária é

necessária nos locais onde a superfície de descarte ficará inativa por um período maior de tempo, no aguardo da conclusão de um determinado patamar, por exemplo, para então dar início ao seguinte; e a cobertura final procura evitar a infiltração de águas pluviais e o vazamento dos gases gerados na degradação da matéria orgânica para a atmosfera. (IBAM, 2007).

A cobertura final também favorece a recuperação da área e o desenvolvimento da vegetação. A cobertura final pode ser de diversos tipos: camada homogênea de argila, ou mistura de argila e material granulado, argila com diferentes geossintéticos, solos orgânicos, lamas e lodos de estação de tratamentos de água e esgotos, entre outros. No Brasil, a grande maioria dos aterros possui cobertura com camada homogênea de argila compactada. (IBAM, 2007).

Além desses dispositivos, os aterros sanitários devem possuir outros componentes que são tidos como básicos, como cerca para impedir a entrada de pessoas e animais, vias internas com acesso e trânsito simplificados, cinturão verde ao redor do aterro, guarita para o controle da entrada de veículos etc. (IBAM, 2007).

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Assumindo a condição de Estado em 1982, Rondônia é considerado um estado jovem, mas que possui indicadores sociais expressivos, como o 3º estado mais rico da Região Norte, 3º maior Índice de Desenvolvimento Humano e 2º maior PIB per capita entre todos os estados das regiões Norte e Nordeste do país (IBGE, 2010). 23º colocado no ranking de população no último censo realizado pelo IBGE, com 1.562.409 milhões de pessoas (IBGE, 2010), Rondônia possui uma área territorial de 237.765,233km². O relevo é pouco acidentado, não apresentando grandes elevações ou depressões, tendo variações de altitude entre 70 e pouco mais de 500 metros.

O trabalho foi realizado na cidade de Ariquemes, situada no estado de Rondônia, distante 198km da capital Porto Velho. De acordo com o censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010, a população do município é de 90.353 habitantes, com estimativa populacional para 2020 de 109.523 habitantes, consolidando-se como a terceira cidade mais populosa do Estado. Possui uma área territorial de 4.426,571 km² e área urbana de 16,26 Km², PIB per capita de R\$ 20618,18 e IDH 0,702 (IBGE, 2010).

De acordo com a empresa responsável pela execução do Aterro Sanitário de Ariquemes, o município por mais de 30 anos descartava os resíduos urbanos em geral em lixões a céu aberto, até a extinção desta categoria em 2014, pela Lei nº12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O local onde foi construído o aterro possui área estimada de 87000 m², fornecidas em parceria da Prefeitura Municipal com a FUNASA.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Primeiramente foi estudado o projeto Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos da Região Central de Rondônia. Por meio desse documento foi possível realizar uma descrição detalhada do histórico e

metodologias para levantamento de dados utilizados para o dimensionamento do Aterro Sanitário de Ariquemes RO.

Na sequência, foram realizadas visitas técnicas no período entre janeiro a maio de 2020 acompanhado de funcionários ou pessoas que transitam na área de estudo, com o objetivo em obter aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional do funcionamento do aterro sanitário, de modo algum foi revelado dados que possam identificar os sujeitos entrevistados. As informações coletadas foram jornada de trabalho, organização operacional, volume de resíduo coletado, processado, descartado e armazenado.

As visitas foram realizadas no período diurno, tempo pré-estabelecido, observando a variância de dados entre os dias da semana (entre segunda a sexta feira). Após a coleta de dados, os mesmos foram apreciados em planilhas do Excel e documentados no Word, servindo como base para descrever o projeto e funcionamento do aterro Sanitário de Ariquemes – RO no que diz respeito, especial, aos resíduos da construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 HISTÓRICO DO ATERRO SANITÁRIO DE ARIQUEMES – RO

Em 2013, o Consórcio Intermunicipal de Saneamento da Região Central de Rondônia – CISAN, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, lançou o Plano Regional de Gestão Associada e Integrada de Resíduos Sólidos, documento que fornece todas as informações referentes ao panorama dos resíduos sólidos nos municípios integrantes do consórcio.

O documento visa orientar as ações de gestão de resíduos sólidos, de maneira a possibilitar conceber um modelo de gestão que possa atender, de forma eficiente, os ditames das leis 11.445/2007 e 12.305/2010, garantindo eficácia na gestão e na destinação final dos resíduos sólidos produzidos no âmbito dos municípios do consórcio, conferindo a este modelo um caráter de sustentabilidade, salubridade, sem olvidar os aspectos econômicos e, sobretudo, as oportunidades sociais que um bom sistema de gestão de resíduos sólidos deve conter.

Contratado pela Prefeitura Municipal de Ariquemes, juntamente com a SEMA e CISAN, o plano foi executado pela ECP Soluções em Serviços Gerais – ME, sediada na capital Porto Velho. O consórcio conta com quatorze municípios, sendo eles Alto Paraíso, Ariquemes, Buritis, Cacaulândia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Governador Jorge Teixeira, Itapuã do Oeste, Jaru, Machadinho do Oeste, Monte Negro, Rio Crespo, Theobroma e Vale do Anari.

No plano, todos os tópicos referentes a todas às informações possíveis relacionadas aos municípios são informados: População, IDH, Classificação por Meso e Microrregião, PIB per capita e demais. Nele contém também os dados relacionados a estrutura de organização da coleta de lixo para cada município, a quantidade de trabalhadores envolvidas, os ciclos de trabalho, a característica dos resíduos de cada município e diversos outros índices fundamentais para entender o contexto em que a cidade está inserida.

Centralizando os dados para o município de Ariquemes, o Aterro Sanitário atualmente está utilizando o concurso de quatorze trabalhadores, ao todo, na operação, com quatro vigias, divididos em turnos de 12h cada, operadores de

máquinas, operários dos serviços gerais, fiscais de célula e um gerente de operações. De acordo com levantamento, o município recebe cerca de 2.146,5 toneladas de resíduos sólidos por mês, incluindo resíduo domiciliar, resíduos de varrição, construção civil, eletrônico, madeira, verdes, saúde, carcaças invisíveis de pneus e embalagens de agrotóxico. Os dados podem ser vistos com mais clareza através da Tabela 1, que foi extraída do Plano de Gerenciamento.

Tabela 1 – Quantificação dos resíduos gerados mensalmente em Ariquemes

Tipo dos Resíduos	Quantidade Gerada
Domiciliar	1.684,5 t/mês
Resíduos de varrição e limpeza de logradouros públicos, resíduos de construção civil.	300,59 t/mês
Eletrônico	0,1 t/mês
Madeira	76,75 t/mês
Verdes	74,46 t/mês
Saúde	10,2 t/mês
Carcaças Inservíveis de Pneus	120 t/mês
Embalagens de Agrotóxico	903 unidades

Fonte: Equipe E.C.P./ 2012. (Adaptado).

Conforme análise gravimétrica, realizada pela Equipe E.C.P. (2012,) foi possível conhecer de forma mais clara como estão distribuídos, gravimetricamente, os resíduos domiciliares e comerciais de Ariquemes. Para esta análise gravimétrica, foi aplicada a técnica de quarteamento, onde os resíduos são divididos em quatro partes, em que uma das partes é levada para a separação e pesagem, onde é obtido o volume das seguintes frações ideais, conforme mencionadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise gravimétrica dos resíduos domiciliares de Ariquemes

Tipo de Resíduo	Quantidade (kg)	Distribuição
Plásticos	14,5	25,04%
Papel	8,4	13,89%
Metais	0,94	1,62%
Tecidos	3,92	6,77%
Vidro	0,66	1,14%
M. Orgânica	29,78	51,43%
Outros	0,06	0,10%
Total	57,9	100,00%

Fonte: Equipe E.C.P./2012. (Adaptado).

Para esta pesquisa, o dado de maior relevância é o de resíduos de varrição e resíduos da construção civil, que corresponde a 300,59 t/mês, cerca de 14% da quantidade total de resíduos. Neles estão contidos os RCD, material de trabalho primordial do presente trabalho.

No Plano de Gerenciamento, é possível observar uma estimativa realizada da produção de resíduos, conforme a composição descritiva dos resíduos sólidos urbanos de Ariquemes. Além de informações sobre resíduos de madeira, poda, pneus, verdes, eletrônicos, essa estimativa atribuí dados específicos aos Resíduos da Construção Civil (RCD), que projetam o crescimento da produção destes resíduos, juntamente com o crescimento projetado da população. Os dados foram extraídos e transcritos na Tabela 3 para facilitar a compreensão.

Tabela 3 - Estimativa realizada da produção de resíduos, conforme a composição descritiva dos resíduos sólidos urbanos de Ariquemes.

ANO	EST. POP.	*RCD (ton/habitante/ano)
2013	80050	40024,7998
2014	81514	40757,0103
2015	82948	41474,0859
2016	84345	42172,2574
2017	85700	42850,1309
2018	87020	43509,7624
2019	88303	44151,7019
2020	89544	44772,2064
2021	90744	45371,8818
2022	91908	45954,1809
2023	93038	46519,1380
2024	94141	47070,5721
2025	95221	47610,6561
2026	96280	48139,7972
2027	97315	48657,4887
2028	98325	49162,2576
2029	99307	49653,5813
2030	100260	50129,9538
2031	101180	50589,8420
2032	102065	51032,7015
2033	102914	51456,9833

OBS: A segregação de resíduos sólidos urbanos dessa tabela excluiu os resíduos domiciliares.

* Resíduos sólidos estimados e projetados utilizando-se média de produção nacional.

Fonte: Equipe E.C.P./2012. (Adaptado).

4.2 DESCRIÇÃO DO PANORAMA ATUAL DA ÁREA DE ESTUDO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Até o momento em que a pesquisa foi desenvolvida, o Aterro Sanitário Municipal de Ariquemes não possui uma célula específica para armazenamento, reciclagem ou reuso dos resíduos da construção civil, que são armazenados juntamente com outras categorias de resíduos, como exemplo poda da arborização urbana, resíduos mobiliários etc. que pode ser observado de acordo com a Figura 1.

Figura 1 - Panorama do armazenamento dos RCD no Aterro Municipal de Ariquemes



Fonte: Autor, (2020).

Caso haja interesse em realizar a construção de uma célula especificamente destinada aos Resíduos da Construção Civil e Demolição, o mesmo teria que suportar, no mínimo, um volume de 51456,9833 toneladas/habitante/ano, tendo em vista a projeção feita em 2012 pelo Plano de Gerenciamento, que trazia este valor sendo o último da projeção de vinte anos (2033). Como já se passaram oito anos e

essa célula não foi construída, seria necessário realizar uma nova projeção, levando em consideração essa taxa de crescimento adotada na primeira pesquisa, para os próximos vinte anos.

Exemplificando de forma mais clara, o volume projetado para 2020 (44772,2064 ton/habitante/ano), adotara-se a mesma taxa de crescimento (1,428% em média, da produção de RCD) e 1,24% do crescimento da estimativa de população, aplica-se para os próximos vinte anos, que é a vida útil padrão estimada para os Aterros Sanitários no Brasil. Desta forma, a célula poderia ser estimada para atender de forma suficiente os RCD produzidos no município, a menos que haja alguma alteração cotidiana que afete de forma drástica a produção destes resíduos. (Construção de um Shopping, Estádio, Usina Hidrelétrica).

É claro que, uma construção dessa magnitude não pode ser vista apenas com a frieza destes números, é necessário pensar em outras alternativas que trabalhem simultaneamente com uma nova célula de armazenamento na Região. Por exemplo, não é desenvolvido nenhum projeto de reciclagem ou reutilização destes resíduos que vão para o aterro, eles são apenas dispostos no local e alguns deles são triturados, especialmente as madeiras.

A realização de um projeto de reutilização para estes resíduos, em paralelo com a construção de uma nova célula seria de grande utilidade, pois uma etapa faria parte do ciclo natural da outra, impedindo que os resíduos fiquem sendo sempre resíduos durante todo seu período de decomposição. Esses projetos de reciclagem podem ou não ser para fins lucrativos, públicos ou privados, mas o interessante é que seja estimulada esta prática, caso seja privada, conceder desconto em alguns impostos sobre habitação, cartas de crédito, cartas de carbono, algo relacionado à cultura de quem está praticando essa ação e que a motive para sempre continuar fazendo.

CONCLUSÃO

Com a conclusão do trabalho, foi possível observar algumas lacunas em relação ao manuseio e disposição final dos RCD no município de Ariquemes. A ideia de que um dos maiores municípios do Estado não possui em seu aterro uma célula específica para recebimento, tratamento e disposição destes resíduos não é concebível. É necessário que haja um olhar mais cuidadoso dos órgãos regulamentadores, sejam eles no âmbito municipal, estadual ou federal para esta situação, já que é possível observar materiais inertes, que poderiam ser facilmente reciclados ou reaproveitados com outras finalidades, misturados com materiais não inertes, que representam algum tipo de perigo para a vida humana.

Houveram diversos fatores que limitaram a pesquisa. Como todos sabemos, o mundo atravessa atualmente uma de suas piores crise sanitárias, e como ninguém é imune ao novo coronavírus, independentemente de sua idade ou condição física, a parte prática do trabalho acabou ficando extremamente limitada, pois o aterro sanitário recebe diversos materiais que são perigosos à saúde humana e podem ajudar na proliferação do vírus. Além deste fator, foram enfrentados alguns outros problemas como a atual inoperância da balança de pesagem do aterro, que dificulta na obtenção dos pesos e volumes de resíduos e a dificuldade para encontrar os dados referente ao aterro e produção de RCD na cidade. Foram realizadas diversas visitas a CISAN, mas em nenhuma delas foi possível obter dados que realmente acrescentassem valor ao trabalho, exigindo que outros referenciais teóricos fossem explorados.

Mesmo com todas as limitações, o presente trabalho atingiu seus objetivos de forma satisfatória, pois pela análise dos dados fornecidos pelo CISAN, foi possível descrever o descarte dos RCD no aterro municipal, o histórico do projeto e implantação do aterro sanitário, o panorama atual dos RCD na região. Foram propostas melhorias para aumentar a vida útil e apresentar alternativas para reaproveitamento dos resíduos destinados diariamente no local de estudo.

Uma pesquisa nunca se esgota em si mesma, ainda mais nesse cenário de Pandemia, em que os recursos ficaram extremamente restritos. O tema abordado abre espaço para a produção de diversos artigos, periódicos, fóruns de discussão

e afins, e a esperança é de que, com o primeiro passo dado, outros pesquisadores sintam-se desafiados a se aventurar neste assunto que não é abordado com a frequência e importância necessárias.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2008**. Disponível em <www.abrelpe.com.br>. Acesso em 15 out. 2019.

ÂNGULO, S. C., JOHN, V.M. **Requisitos para a execução de aterros de resíduos de construção civil**. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Civil, Boletim Técnico, série BT/PCC. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/BTs_Petreche/BT436%20-%20Angulo.pdf>. Acesso em: 16 outubro 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10157 - **Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419 - **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896 - **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113 - **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114 - **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Resolução n. 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências.** Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002.

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

BRASIL. Resolução n. 347, de 10 de setembro de 2004. **Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.** Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002.

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 do Meio Ambiente: CONAMA, 2011.

BRASIL. Resolução n. 469, de 29 de julho de 2015. **Altera a Resolução CONAMA n 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2011.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom.** Salvador: EDUFBA/ Caixa Econômica Federal, 2001.

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

DALTRO FILHO, José *et al.* **Problemática dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em Aracaju – Diagnóstico.** Aracaju, 1994.

ELK, A. G. H. P. Redução de emissões na disposição final. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, IBAM, 2007.

HOLANDA, Diego *et al.* **Interior de RO tem três aterros para receber lixo de pelo menos 30 cidades**. G1 RO, Rondônia, 11 nov. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/interior-de-ro-tem-tres-aterros-para-receber-lixo-de-30-cidades.ghtml>. Acesso em: 27 nov. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Países**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/paisesat/>>. Acesso em: 21 outubro 2019.

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

MARQUES NETO, J. C., **Gestão de Resíduos de Construção Civil no Brasil**. São Carlos, ed. RIMA, 2005.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. IBAM/SEDU, Rio de Janeiro, 2001.

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

PINTO, T. P. **Gestão Ambiental dos Resíduos da Construção Civil: a experiência do Sinduscon- SP**. 2005, SindusCon-SP, São Paulo, 2005.

SCREMIN, L. B. **Desenvolvimento de Um Sistema de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição Para Municípios de Pequeno Porte. Florianópolis**. 2007, Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

XAVIER, L. L. **Diagnóstico do Resíduo da Construção Civil na cidade de Florianópolis/SC. Florianópolis.** 2001. 177f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina.