



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**TABITA CARDOSO DE SAL
TIAGO DIAS SILVA**

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO
NO ATERRO SANITÁRIO DE GOIANÉSIA-GOIÁS**

PUBLICAÇÃO Nº: 3

**GOIANÉSIA / GO
2020**



**TABITA CARDOSO DE SAL
TIAGO DIAS SILVA**

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO
NO ATERRO SANITÁRIO DE GOIANÉSIA-GOIÁS**

PUBLICAÇÃO Nº: 3

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX

**GOIANÉSIA / GO
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

SAL, TABITA CARDOSO DE.
SILVA, TIAGO DIAS

Resíduos da construção civil: estudo de caso no aterro sanitário de Goianésia-Goias, 2020, xvii, 48P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Resíduos

3. Usina

I. ENC/AEE

sanitário de Goianésia-Goias.

2. Reciclagem

4. Aterro

II. Resíduos da construção civil: estudo de caso no aterro

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SAL, T. C.; SILVA, T. D. Resíduos da construção civil: estudo de caso no aterro de Goianésia-Goias. TCC, Publicação ENC. PF-000/20, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 65p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Tábita Cardoso de Sal, Tiago Dias Silva.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Resíduos da construção civil: Estudo de caso no aterro sanitário de Goianésia-Goias.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2020

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Tábita Cardoso de Sal
Rua 200, Quadra 04, Lote 03, Setor Sul I
76400000 – Uruaçu/GO Brasil

Tiago Dias Silva
Rua José Carrilho Nº547
76385075 - Goianésia/GO – Brasil

**TABITA CARDOSO DE SAL
TIAGO DIAS SILVA**

**RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO
NO ATERRO SANITÁRIO DE GOIANÉSIA-GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**ROBSON DE OLIVEIRA FELIX, especialista (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**DANIELLY LUZ ARAÚJO DE MORAIS, mestra (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**LUANA DE LIMA LOPES, mestra (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 25 de NOVEMBRO de 2020.

Dedico este trabalho:

Primeiramente a Deus.

Aos meus pais, Edison e Silvia.

Ao meu irmão, Edison Junior.

Ao meu namorado, Lucas Neto.

Ao meu amigo e parceiro de TCC, Tiago Dias.

Ao meu professor e orientador, Robson Felix.

Tábita Cardoso de Sal

*Dedico este trabalho:
Primeiramente a Deus.
A minha mãe, Cleusa,
A minha esposa, Jessica.
A minha amiga e parceira de TCC, Tábita,
Ao meu professor e orientador, Robson Felix.
Tiago Dias Silva*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que sempre me guiou nessa longa e difícil caminhada. Aos meus pais Edison e Silvia Cristina que sempre foram um exemplo para mim e acreditaram nos meus sonhos e não mediram esforços para me ajudar em todos os momentos, ao meu irmão que também sempre esteve ao meu lado, mesmo pequenininho, me ajudou em tudo e compreendeu os momentos que passamos, ao meu namorado que me apoiou e incentivou em todos esses anos.

Não poderia também de deixar de agradecer aos meus amigos que fiz nesses cinco anos de cursos, vocês foram um presente que Deus trouxe para mim, levarei vocês comigo para resto da minha vida, agradecer também ao meu amigo e parceiro de TCC por todo apoio e parceria.

Ao professor e orientador Robson Felix por todo apoio, dedicação e paciência a nós, serei sempre grata ao senhor, por todos ensinamos durante esse curso e também na criação do nosso TCC, e também a todos os outros professores, vocês foram essências no nosso curso sou muita grata a vocês, por terem contribuído em nossa formação.

Tábita Cardoso de Sal

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças e sabedoria para superar as dificuldades e adversidades ao longo do curso. A minha família e amigos por sempre me incentivar a persistir e realizar o sonho de concluir meu curso.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo do curso, amizades que iniciou na faculdade e que eu levarei para toda a vida, em especial a minha parceira de TCC, Tábita Cardoso.

Ao professor e meu orientador Robson Felix, pelas inúmeras orientações, pelos ensinamentos e dedicação para nosso aprendizado. A todo o corpo docente da FACEG por contribuírem para minha formação.

Tiago Dias Silva

EBENÉZER! Até aqui nos ajudou o Senhor.

I Samuel 7:12.

RESUMO

A indústria da construção civil destaca-se como um dos setores que mais gera resíduos, entretanto, possui grande representatividade na economia do país e reflete diretamente a situação econômica e social do mesmo. O resíduo de construção civil é um grande problema devido ao volume que ele ocupa em comparação com o resíduo orgânico, juntando isso ao fato de que a maior parte das pequenas cidades brasileiras não possuem um sistema de reaproveitamento desses resíduos, o impacto ambiental causado por estes é bem significativo. Devido à alta capacidade de geração de resíduos da construção civil e com a necessidade de implantar diretrizes que reduzissem os impactos ambientais causados pelo segmento foram criadas normas, leis e resoluções que, como a Resolução Nº 307/2002 do CONAMA, que computa a responsabilidade desde a produção até a correta destinação final dos resíduos ao próprio gerador. Este trabalho tem como objetivo verificar a quantidade de resíduos da construção civil gerados na cidade de Goianésia-GO, os problemas causados pelo descarte destes, a classificação e caracterização dos resíduos de construção civil, depositados no aterro de Goianésia, a criação de um projeto de um galpão para triagem e reciclagem desses resíduos e a diminuição do volume de resíduos que ficam depositados no aterro, consequentemente aumentando sua vida útil. A forma de realização foi feita por meio de dados colhidos de forma revisional em artigos científicos, sites de órgãos de descarte de resíduos e do aterro municipal sanitário de Goianésia. Com a realização deste trabalho, foi analisado o volume de resíduos depositados no aterro sanitário de Goianésia, e a composição física desses resíduos, apontando que 85,26% dos mesmos possuem potencial de reciclagem ou reutilização. O desenvolvimento de uma usina de reciclagem resulta na prorrogação da vida útil do aterro sanitário municipal em 39 anos, retardando um investimento da administração pública na criação de novo aterro sanitário em Goianésia. O uso de metodologias de reciclagem é fundamental para redução de impactos ambientais, como redução de resíduos depositados em aterros, gerando emprego e renda mediante desenvolvimento de novos produtos reciclados.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; construção civil; reciclagem, galpão.

ABSTRACT

The civil construction industry stands out as one of the sectors that generates the most waste, however, it has great representativeness in the country's economy and directly reflects its economic and social situation. Civil construction waste is a major problem due to the volume it occupies in comparison to organic waste, adding this to the fact that most small Brazilian cities do not have a system for reusing these residues, the environmental impact caused by these it's pretty significant. Due to the high capacity to generate civil construction residues and the need to implement guidelines that reduce the environmental impacts caused by the segment, rules, laws and resolutions were created that, like CONAMA Resolution 307/2002, which computes responsibility since production until the correct final destination of the waste to the generator itself. This work aims to verify the amount of civil construction waste generated in the city of Goianésia, the problems caused by its disposal, the classification and characterization of civil construction waste, deposited in the Goianésia landfill, the creation of a shed project for sorting and recycling these residues and reducing the volume of residues that are deposited in the landfill, consequently increasing its useful life. The realization was made through data collected in a revisional way in scientific articles, websites of waste disposal agencies and the municipal sanitary landfill of Goianésia. With the completion of this work, the volume of waste deposited at the Goianésia landfill was analyzed, and the physical composition of this waste, indicating that 85.26% of them have potential for recycling or reuse. The development of a recycling plant results in the extension of the municipal landfill's useful life by 39 years, delaying an investment by the public administration in the creation of a new sanitary landfill in Goianésia. The use of recycling methodologies is essential to reduce environmental impacts, such as reducing waste deposited in landfills, generating employment and income through the development of new recycled products.

Keywords: solid urban waste; construction; recycling, shed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Coleta de RCD por região no Brasil	7
Figura 2 - Classificação de resíduos em uma construção civil. Conama 307/2002	8
Figura 3 - Estrutura de Plano Integrado de Resíduos de Construção Civil.....	12
Figura 4 - Estrutura do Plano Municipal de Gestão de RCC.	14
Figura 5- Modelo de aterro sanitário.....	20
Figura 6 - Tipos de aterros de superfície.....	21
Figura 7 - Localização do município de Goianésia-GO e área do aterro sanitário municipal	26
Figura 8 – Composição média em porcentagem dos resíduos gerados na construção civil em Goianésia-GO	31
Figura 9 – Planta baixa de propostas de usina de reciclagem de RCD's	40
Figura 10 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 1.....	41
Figura 11 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 2.....	41
Figura 12 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 3.....	41
Figura 13 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 4.....	42
Figura 14 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 5.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados de projeção de volume de resíduos entre os anos de 2020 e 202930
Tabela 2- Composição física dos resíduos gerados na construção civil em Goianésia-GO....31
Tabela 3- Dados de projeção de volume de resíduos depositados em cenário de reciclagem e reaproveitamento35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
Art. - Artigo
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
kg - Quilograma
km - Quilômetros
PGRCC - Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIGRCC - Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil
PMGRCC - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PVC - Policloreto de Vinila
RCC - Reciclagem dos Resíduos de Construção Civil
RCD - Resíduos da Construção e Demolição de Resíduos Sólidos.
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
S - Sul
W - Oeste

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

m³ - Metros Cúbicos

n° - Número

kg/m² - Quilograma por metro quadrado

SUMÁRIO

RESUMO	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 MEIO AMBIENTE.....	5
2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD).....	5
2.2.1 Tipos de resíduos em uma construção civil.....	7
2.2.2 Destinação dos resíduos sólidos.....	8
2.3 LEGISLAÇÃO.....	10
2.3.1 A Resolução 307 do CONAMA	10
2.3.2 Política Nacional dos Resíduos Sólidos.....	14
2.4 ATERROS SANITARIOS.....	17
2.4.1 Os Aspectos gerais do aterro sanitário	18
2.4.2 Classificação dos aterros de resíduos urbanos	19
2.5 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	22
2.5.1 História da reciclagem	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 ESTUDO DE CASO.....	25
3.2 LOCAL DO TRABALHO.....	26
3.3 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	26
3.4 VISITAS PARA ENTREVISTAS.....	27
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	27
3.6 PROPOSTA DE TRABALHO	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 PROJEÇÃO DE PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO DE GOIANÉSIA.....	29
4.2 GERAÇÃO DE RCD'S EM GOIANÉSIA-GO	30
4.3 MEMORIAL DE CALCULO.....	32
4.3.1 Resultados de deposição total de resíduos, sem procedimento de reciclagem.....	32

4.4	USINA DE RECICLAGEM	34
4.4.1	Resultados de deposição total de resíduos, fazendo uso de reciclagem	34
4.5	SUGESTÃO PARA APROVEITAMENTO DOS RCD'S	37
4.6	LAYOUT DA USINA DE RECICLAGEM DE RCD'S	38
5	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das áreas mais importantes da economia, pois por meio dela desenvolvem-se várias outras áreas, tanto na infraestrutura urbana, moradias, renda, estabilidade das pessoas e oportunidades de emprego., mas, ao mesmo tempo gera alguns problemas ao meio ambiente, trazendo impactos ambientais, e consumindo muita matéria-prima. O consumismo da sociedade atual e as constantes mudanças nos padrões estéticos das construções fazem com que a construção civil seja uma enorme geradora de resíduos (HOSHINE, 2010).

Karpinsk (2009), ainda ressalta que esses resíduos gerados, na maioria das vezes, não são mais utilizados pelas empresas na obra, e também não são reciclados, sendo considerados lixos e descartados em locais inapropriados. Assim, além do impacto ambiental, causa um impacto econômico.

O Brasil coleta 183 mil toneladas de resíduos por dia, o que significa uma média de 401,5 kg de lixo por ano para cada brasileiro (e 1,1 kg/dia), segundo IPEA (2012), e muitos desses resíduos são levados para aterros sanitários e outros vão para lixões a céu aberto, esgotos, rios, terrenos abandonados, e apenas uma pequena parte são reciclados e levados para outros fins.

A reciclagem dos resíduos é a melhor maneira para reduzir os impactos ambientais que surgem em uma construção civil, pois ela diminui os problemas de gerenciamento dos resíduos sólidos, fazendo dela uma das melhores alternativas hoje, tanto em questões ecológicas, como também econômicas e políticas. Outra alternativa para redução dos impactos ambientais são os aterros, pois diminui os pontos de descartes irregulares, reduzindo os custos de gerenciamento de resíduos e melhorando o bem-estar ambiental e social (PIOVEZAN JÚNIOR e SILVA, 2007).

No município de Goianésia, a quantidade de entulho gerado nas construções e demolições demonstra um enorme desperdício de material e os custos deste desperdício são distribuídos por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções, como também pelos custos de remoção, tratamento e disposição final do entulho (PREFEITURA, 2012).

No diagnóstico técnico, se observou que, em Goianésia, a geração de resíduos de construção é grande, gerando aproximadamente 22.014 m³/dia e o serviço de transporte e coleta é realizado por 3 (três) empresas particulares, utilizando veículos com caçambas de volume

médio de 4,95 m³ e o serviço é oferecido através de “Disk Entulho” e sua disposição final é feito em aterro controlado com o custo do município (PREFEITURA, 2012).

A composição física dos resíduos, apresenta maior parte de restos de concreto, argamassas e materiais cerâmicos, totalizando cerca de 86,73%. Material esse que podem ser reciclados ou reutilizados como agregados (PREFEITURA, 2012).

Devido aos grandes problemas ambientais, o governo brasileiro aprovou a Lei 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), sendo um marco histórico na administração dos resíduos no país, tendo como princípio a responsabilidade compartilhada entre poder público, empresas e a sociedade civil organizada

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento significativo dos resíduos sólidos provenientes da construção civil nas últimas décadas, surgiu também uma enorme discussão sobre a correta gestão desses resíduos, por ser uma questão social de grande relevância. A disposição final irregular desses resíduos gera um grande impacto ambiental, pois em muitas cidades esse descarte é feito sem que haja essa preocupação (PEREIRA et al., 2012).

Segundo Rampazzo (2002), a grande quantidade de resíduos gerados e o descarte inadequado causam um enorme impacto, além do ambiental, econômico e social. Isso impõe a necessidade de soluções rápidas e eficazes para a sua gestão adequada, por parte da sociedade, poderes públicos e o setor da construção civil, na elaboração e consolidação de programas específicos que visem minimizar esses impactos.

Apesar de serem, no Brasil, pouco usuais ou até mesmo consideradas desconhecidas, Galbiati (2005), afirma que as políticas públicas voltadas ao gerenciamento de resíduos da construção civil tentam criar uma nova postura de gerenciamento nas empresas geradoras de resíduos, para que visem diminuir a quantidade desses resíduos gerados, no entanto, tais políticas, na grande maioria das vezes são ignoradas por empresas que continuam com a intensa geração de resíduos.

A principal ação efetivada em termos legais visando à mudança deste quadro foi a publicação da Resolução nº 307 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, em vigor desde janeiro de 2003, estabelecendo obrigações para os geradores e municípios. Nessa Resolução, destaca-se que o objetivo prioritário, do gerador, é a não geração de resíduos, posteriormente a redução, reutilização, reciclagem e correta deposição final. Além disso, o gerador deve criar, em seus empreendimentos, programas voltados para o correto

gerenciamento dos resíduos. Para os municípios, a Resolução determina a elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, assim, os gestores municipais e as empresas construtoras necessitam adaptar seus processos de modo a garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil (MELO, 2011).

Entendendo ser de importância impar a busca por melhorias na destinação final dos resíduos oriundos de construção civil, bem como a procura por redução dos mesmos, torna-se fundamental um estudo local para quantificar os resíduos gerados no município de Goianésia, como propor soluções para um reaproveitamento de tais resíduos.

1.2 OBJETIVOS

Neste tópico estão apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo geral abordar o tema resíduos na construção e avaliar a coleta e deposição final dos resíduos de construção civil na cidade de Goianésia-Go e a criação de uma projeto de uma Usina de Reciclagem dentro do Aterro Sanitário de Goianésia.

1.2.2 Objetivos Específicos

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre o tema;
- Apresentar dados adquiridos junto à prefeitura de Goianésia, referentes aos resíduos de construção, coletados no município no período de avaliação deste trabalho;
- Verificar a quantidade de resíduos de construção gerados na cidade de Goianésia, através de dados adquiridos com a administração do aterro;
- A criação de um projeto de uma usina de reciclagem dos resíduos de construção e demolição;

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentado o tema a ser discutido, a justificativa, objetivos (geral e específico) e sua estrutura.

No segundo capítulo relata a revisão bibliográfica, apresentando os conceitos sobre o Meio Ambiente, Resíduos da Construção Civil e Demolição, incluindo sua classificação e destinação do mesmo, Legislação dos Resíduos e sua política, Aterro Sanitário e sua classificação e sobre e a Reciclagem e sua história.

No terceiro capítulo refere sobre projeto de um balcão de reciclagem de RCD e o estudo sobre o impacto que essa reciclagem vai causar tanto econômico como ambiental.

No quarto capítulo apresentará os resultados obtidos sobre esse projeto e o estudo realizado.

No quinto capítulo será relatada as conclusões finais e possíveis sugestões para esse projeto diante dos resultados adquiridos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão de bibliografia para embasamento teórico necessário para andamento do trabalho de conclusão de curso. Assuntos como meio ambiente, resíduos sólidos, destinação dos resíduos, legislação, aterros sanitários e reciclagem são explanados nesse capítulo.

2.1 MEIO AMBIENTE

“O Meio Ambiente natural é aquele constituído pelos recursos naturais, como a água, o solo, o ar atmosférico, a fauna e a flora” (D’ISEP, 2004, p.60). Essa definição mostra que o meio ambiente não serve apenas para extração dos seus recursos para a manutenção da vida do homem, mas como algo de extrema e fundamental importância para sua existência.

Nas últimas décadas, houve uma significativa mudança no estilo de vida do homem, em seu modo de consumo e na sua cadeia de produção. Mudanças essas causadas por um crescimento populacional desenfreado, sem planejamento urbano e a revolução tecnológica. Todo esse processo causou um enorme aumento na geração de resíduos sólidos urbanos, aumento esse, não só em quantidade, mas também na sua diversidade, principalmente nas grandes metrópoles. Em meio a esse aumento, a inovação tecnológica trouxe uma nova modalidade de resíduos, a composição dos elementos sintéticos. Esses elementos são muito prejudiciais ao meio ambiente e a saúde pública e são provenientes das novas tecnologias incorporadas no mercado da sociedade (GOLVEIA, 2012).

Os Resíduos Sólidos Urbanos podem causar poluição do solo, de recursos hídricos e também da atmosfera, quando disposto de forma inapropriada, além de propiciar proliferação de macro e micro vetores provenientes de doenças, por isso a importância de um manejo e disposição ambientalmente adequada. Por tudo isso, fica evidente a necessidade de um local adequado para a destinação de toda essa quantidade de resíduos (JACOBI e BESEN, 2011).

2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

A construção civil é considerada a área de atividades humana que mais consome recursos naturais e energia, agravando e alterando ações ambientais, provocando vários impactos ao meio ambiente e afetando a geração de resíduos (FARIAS et al., 2011).

A construção gera resíduos em vários setores, como, manutenção, demolição, atividades nos canteiros de obras, modernização.

A geração de resíduos sólidos gera uma taxa de aproximadamente de 150 kg/m². Em obras civis, o processo não inclui só o volume de resíduos gerados, mas também na mão de obra qualificada que vai requerer mais tempo na demolição, assim diminuindo a contaminação dos RCD (EPA, 2006).

Vários fatores contribuem para a geração de resíduos da construção civil e demolição, como: problemas nos memoriais descritivos e projetos, falta de uma boa qualificação de mão de obra, armazenamento e transportes incorretos dos materiais, técnicas errôneas para demolição ou construção, falta de etapas na reciclagem e reutilização do canteiro, baixa qualidade dos materiais, manejo, ineficiência ou falta de mecanismo de controle durante a obra (CREA-PR, 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece critérios e diretrizes, sobre a gestão de resíduos da construção civil (RCC) (BRASIL 2002):

“Resíduos da construção civil: são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e 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” (CONAMA, 2020).

Os resíduos da construção e demolição (RCD) podem ser classificados como: rochas, argamassas a base de cal ou cimento, madeiras, materiais betuminosos, gessos, tintas, restos de embalagens cerâmicas brancas, produtos de limpeza de terreno, solos, concreto armado ou não, metais, plásticos diversos, vidros, adesivos, resíduos de cerâmicas vermelhas, como telhas e tijolos, cimento- amianto, entre outros (PINTO, 2005).

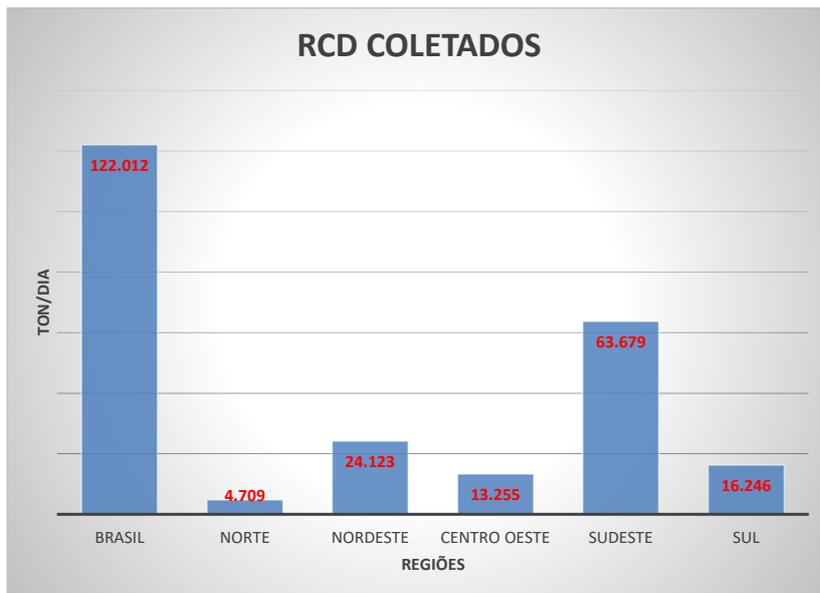
Os RCD são organizados em canteiros de obras, armazenados e fechados em caçambas, recolhidos por transportadoras de entulhos, ou por indivíduos, sendo destinados para aterros ou lixões. (BLUMENSCHNEIDER, 2007).

A destituição de forma incorreta na área urbana causa enchentes e acúmulo de resíduos em córregos, impedindo o tráfego nas vias, prejuízo as paisagens e exposição a doenças, e essa coleta de RCD para locais cada vez mais afastados das regiões centrais dos municípios congestionam o trânsito e apresenta um custo significativo para os municípios (JOHN, 2000).

A Figura 1 apresenta um estudo da quantidade de RCD coletada em cada região, onde é estimado para o Brasil cerca de 122.012 t/dia (ABRELPE, 2018). É importante destacar que a

maioria dos municípios coletam somente RCD lançadas em vias públicas (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Figura 1- Coleta de RCD por região no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2018.

2.2.1 Tipos de resíduos em construção civil

Os resíduos de uma construção civil podem ser classificados, segundo a Resolução do CONAMA nº 307/2002 Art. 3º, da seguinte forma (BRASIL, 2002):

- Classe A: resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados. Exemplo: Concreto, tijolos, argamassa, blocos pré-moldados, alguns tipos de solos, entre outras coisas;
- Classe B: resíduos que são reciclados para o aproveitamento de outras atividades. Exemplo: plástico, vidro, gesso, papel, metal;
- Classe C: resíduos em que suas reciclagens ou recuperação não são viáveis economicamente ou que não são desenvolvidas tecnologicamente. Exemplo: lixas, massas de vidro. Em algumas cidades os resíduos de isopor também são reutilizados, mesmo sendo um material reciclado;

- Classe D: Resíduos perigosos em uma construção civil. Exemplo: óleos, tintas, material que contem amianto, solventes, materiais contaminados, entre outros.

A Figura 2 exemplifica de forma clara a diferença entre as classificações de resíduos em construção civil.

Figura 2 - Classificação de resíduos em uma construção civil.



Fonte: BRASIL, 2002.

2.2.2 Destinação dos resíduos sólidos

A indústria da construção civil gera diversos resíduos, além disso, utiliza grande quantidade de recursos naturais. No Brasil, o desperdício na execução de novas edificações é favorecido pela tecnologia normalmente aplicada. Enquanto a média de resíduos provenientes de novas edificações, em países desenvolvidos, encontra-se abaixo de 100 Kg/m², no Brasil este índice gira em torno de 300 Kg/m² edificados. Em termos de composição, os resíduos da

construção civil são uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plástico, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra (IBAM, 2001).

O resíduo de construção e demolição (RCD), ou popularmente conhecido como entulho, possui características bastante peculiares. Por existir uma gama muito grande de materiais, no setor da construção civil, de diferentes metodologias de produção, técnicas e um processo produtivo com o controle de qualidade recente, características como quantidade produzida e sua composição dependem diretamente, dentre outros, do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local, técnicas construtivas empregadas, qualidade da mão de obra, adoção de programas de qualidade. O entulho é talvez, o mais heterogêneo dentre os resíduos industriais. Ele é constituído de restos de praticamente todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, metais, papéis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes (ZORDAN, 2001).

De acordo com o Sinduscon (2005), a parcela predominante da massa total dos resíduos sólidos urbanos é gerada através da atividade da construção civil. Constituem mais de 50% da massa de resíduos urbanos, nas cidades de médio e grande porte do Brasil. Foram realizados estudos, em alguns municípios, que apontaram que os resíduos da construção formal têm uma participação entre 15 e 30% na massa dos resíduos da construção e demolição, 75% provêm de obras de construção, eventos informais, reformas e demolições, realizadas em geral, pelos próprios usuários dos imóveis.

A falta de efetividade, ou até mesmo, a inexistência de políticas públicas que disciplinam e ordenam o fluxo da destinação dos resíduos da construção civil nas cidades, associadas à falta de compromisso dos geradores no manejo e, principalmente, na destinação final dos resíduos, provocam graves impactos ambientais negativos, tais como: degradação das áreas de proteção permanente e de mananciais; assoreamento de rios e córregos; obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, sarjetas, galerias... proliferação de agentes transmissores de doenças; ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e veículos, além da própria degradação da paisagem urbana; existência e acúmulo de resíduos que podem gerar risco por sua periculosidade (SINDUSCON, 2005).

Muitas vezes, após sua geração, o RCD é, clandestinamente, disposto em locais de fácil acesso, como terrenos baldios, ruas das periferias e margens de rios. Além de consequências notáveis esses atos criam um custo social e ambiental muito elevado, o que foge dos controles de cálculo. Isso causa uma degradação na qualidade de vida urbana em vários aspectos, aspectos esses que irão agravar os problemas de saneamento já existentes, na área urbana, e que exige

uma ação corretiva por parte dos municípios. As prefeituras sofrem com os elevados gastos que essas ações corretivas geram, um dinheiro que poderia ser destinado a projetos em prol da comunidade (PINTO, 2005).

As áreas de descarte irregulares são em pontos isolados, esses descartes são oriundos, geralmente, de pequenas reformas ou obras, realizadas por uma parte da população de menor renda, frequentemente por processos de autoconstrução. Essas obras geralmente são construções informais, ilegais e isentas de pedido de licenciamento, que requerem pouco volume de serviço e que geram pouca quantidade de RCD, porém, como são frequentes acabam tendo uma contribuição significativa na geração de RCD (PINTO, 2005).

Normalmente, esse descarte irregular dos resíduos são oriundos das ações dos próprios proprietários ou por autônomos contratados para o frete, como carroceiros. Por fatores, geralmente relacionados a distâncias e à custo, optam por realizar o descarte dos RCD em áreas irregulares (MORAIS, 2006).

Segundo a resolução do Conama Nº 307 de 2002, em seus artigos 4º a 6º, fica declarada a proibição de descarte dos entulhos da construção civil em locais inadequados, bem como a obrigatoriedade do licenciamento ambiental das áreas de destino (BRASIL, 2002).

2.3 LEGISLAÇÃO

O mundo, de um modo geral, tem se atentado cada vez mais para as questões ambientais e com os impactos negativos que o planeta vem sofrendo. Dentre estes impactos, estão os causados pelos resíduos de construção, principalmente pelo seu descarte irregular. Na busca pela sustentabilidade, foram sendo implantadas políticas para tentar solucionar ou ao menos minimizar tais impactos.

2.3.1 A Resolução Nº 307 do CONAMA

De acordo com Philippi Jr. (2005), o cotidiano do ser humano está associado à produção de resíduos, e um modo de vida sem essa geração de resíduos é difícil de imaginar. Acompanhando o contínuo crescimento populacional e o modo de vida baseado no consumo de bens cada vez mais acelerado, os problemas acarretados pelos resíduos tendem, cada vez mais, se tornarem visíveis e preocupantes.

Levando em conta que os resíduos da construção civil representam um elevado percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas dos municípios, a resolução Nº

307/2002 do CONAMA surge para estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC), disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002).

O surgimento dessa resolução foi a principal ação efetivada em termos legais, relacionada a RCC (LORDÊLO et al., 2006). Essa resolução surgiu em 05 de julho de 2002, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), mas somente entrou em vigor a partir de 02 de janeiro de 2003. A partir de então, se iniciou no país uma mudança mais energética em sua cultura com relação ao tratamento dos resíduos da construção dentro das obras.

A Resolução deixa claro, que a gestão dos resíduos da construção civil é um dos desafios ambientais fundamentais para o futuro da construção civil, mostrando assim a necessidade, em caráter de urgência, em adotar medidas que minimize a geração de resíduos e que se busque a reutilização, reciclagem ou regeneração dos que não se consiga evitar produzir (BRASIL, 2002).

As características dos elementos principais que compõe o processo produtivo são definidas em seu 1º artigo (CONAMA, 2002):

- Geradores;
- Transportadores;
- Gerenciamento de Resíduos;
- Aterro de Resíduos da Construção Civil;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Beneficiamento.

De acordo com seu Artigo 2º (BRASIL, 2002), entende-se que os geradores são todas as pessoas jurídicas ou físicas, públicas ou privadas, que são responsáveis pelos empreendimentos e atividades que proporcione a geração de resíduos oriundos de construção civil. Os geradores de RCC devem seguir os objetivos usualmente presentes em projetos de gerenciamento, que são: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final, respectivamente. Estes podem ser classificados como:

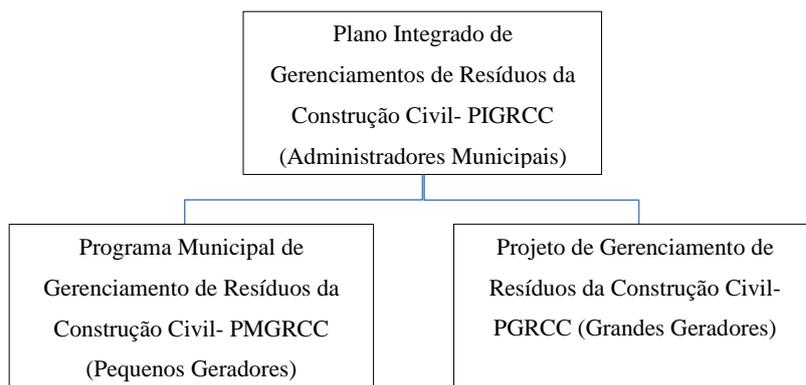
- Pequenos geradores: geram até 5 m³ de resíduos;
- Grandes geradores: geram mais de 5 m³ de resíduos.

A prioridade é não gerar resíduos, mas nem sempre isso é viável, quando esse for o caso, a quantidade gerada deve ser reduzida, reutilizada e reciclada, de forma que sua destinação final aconteça de forma adequada. Porém, para que isso seja possível, deve existir o envolvimento tanto dos grandes e pequenos geradores, quanto das administrações municipais (BRASIL, 2002).

Seu 5º artigo (BRASIL, 2002), mostra que os municípios são responsáveis pela elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PIGRCC, o qual deve incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PMGRCC e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC.

A seguir é apresentada na Figura 3 a estrutura do PIGRCC.

Figura 3 -Estrutura de Plano Integrado de Resíduos de Construção Civil



Fonte: Adaptado de BRASIL, 2002.

O PIGRCC deve conter informações relativas aos cadastros de áreas públicas ou privadas, dispostas para o recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, possibilitando a captação dos resíduos dos pequenos geradores e posterior destinação às áreas de beneficiamento. Também irá estabelecer informações de licenciamento de áreas de beneficiamento e deposição final de resíduos, proibir a disposição em áreas não licenciadas e orientar, fiscalizar e controlar os agentes envolvidos. Determina, ainda, que os municípios têm a responsabilidade de desenvolver o PMGRCC. Eles devem elaborar, implementar e coordenar diretrizes técnicas para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores de acordo com o sistema de limpeza urbano local (BRASIL, 2002).

O PGRCC deverá ser elaborado pelos geradores de grande porte em seus canteiros de obras e devem estabelecer procedimentos necessários para o manejo e destinação adequada dos resíduos em caráter ambiental (BRASIL, 2002).

A Resolução CONAMA 307/2002, passou por revisões ao longo dos anos. A primeira revisão ocorreu em 16 de agosto de 2004, e foi alterado o inciso IV do artigo 3º, através da resolução CONAMA 348. Os resíduos de classe D sofreram alterações, com essa mudança passaram a ser definidos como:

“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).

Em 24 de Maio de 2011, ocorreu a segunda revisão, sendo alterados os incisos II e III do Artigo 3º, através da Resolução CONAMA 431. Com essa revisão, os resíduos provenientes do gesso não seriam mais classificados como resíduos da Classe C, mas sim pertencentes à Classe B, resíduos recicláveis para outra destinação (BRASIL, 2011).

Sua terceira revisão ocorreu em 18/01/2012, surgindo a Resolução CONAMA 448. Na ocasião foram alterados os Artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º, além da revogação dos Artigos 7º, 12º e 13º (BRASIL, 2012). Esta revisão se realizou considerando a necessidade de adequação da Resolução CONAMA 307/2012 ao disposto na Lei 12.305/2010.

Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (apresentado anteriormente na Figura 3), foi alterado, após essas revisões, passando a ser denominado de Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. Desta forma, o PIGRCC e o PMGRCC se tornaram um único instrumento, o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. As diretrizes e responsabilidades quanto aos Pequenos Geradores e ao Município foram mantidas. Este novo Plano deve estar em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, este último previsto pela Lei 12.305/2010. Já o PGRCC passa a ser denominado de Plano de “Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil”, porém preservando as suas diretrizes e responsabilidades quanto aos Grandes Geradores (BRASIL, 2012).

Diante disso, a sua nova estrutura passa ser apresentada conforme a Figura 4.

Figura 4 - Estrutura do Plano Municipal de Gestão de RCC.



Fonte: Adaptado BRASIL, 2012.

Em 29 de julho de 2015, foi publicada a resolução CONAMA 469/2015 que traz algumas alterações importantes e que devem ser consideradas a partir de sua publicação. Esta Resolução inclui embalagens vazias de tintas imobiliárias na classe B (recicláveis), definindo estas embalagens como “aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida”. A Resolução também estabelece que as embalagens de tinta devam ser contempladas no sistema de logística reversa (BRASIL, 2015).

2.3.2 Política Nacional dos Resíduos Sólidos

A Lei 12.305 entrou em vigor em 02 de agosto de 2010, instituindo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e dispoendo sobre os princípios, objetivos e instrumentos relativos à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo as responsabilidades dos geradores, as responsabilidades do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

- I. A prevenção e a precaução;
- II. O poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

- III. A visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- IV. O desenvolvimento sustentável;
- V. A eco eficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
- VI. A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII. O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

A PNRS estabelece importantes metas que contribuem para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; e também impõe que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

No artigo 14 a PNRS estabelece os seguintes planos para resíduos sólidos:

- I. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- II. Os planos estaduais de resíduos sólidos;
- III. Os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- IV. Os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- V. Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;
- VI. Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Nos termos previstos por esta Lei, a elaboração de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, é condição para que os Municípios e o Distrito Federal possam receber recursos da União, ou por ela controlados, destinados a serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos e empreendimentos, ou para terem benefícios como incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no *caput* os Municípios que:

- I. Optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1º do art. 16;
- II. Implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

§ 2º Serão estabelecidas em regulamento normas complementares sobre o acesso aos recursos da União na forma deste artigo.

A origem dos resíduos sólidos determina de quem é a responsabilidade de sua gestão, por exemplo, os resíduos urbanos são gerenciados pela administração municipal, a qual também abrange os serviços públicos de limpeza urbana dentro dos limites municipais. Diferente disso, os resíduos de serviços de saúde, industriais, da construção civil, de portos e aeroportos são de responsabilidade do próprio gerador (BRASIL, 1988).

No entanto, mesmo com a exigência da lei de que exista um serviço público de coleta, devido principalmente a falta de verba por parte das administrações municipais para a execução de serviços de limpeza urbana, nem todos os resíduos são recolhidos. E esses resíduos que não são recolhidos acabam sendo, por muitas vezes, descartados de maneira irregular no meio ambiente (IPEA, 2012).

Isso mostra o tamanho da importância de se cumprir todas as etapas de gerenciamento dos resíduos que vai desde sua geração até sua disposição final. Seguido da geração, o resíduo passa pelo sistema de acondicionamento, coleta, transporte, transbordo, processamento ou transformação. (BRASIL, 2010).

Enquanto o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos considera todo o ciclo de produção, consumo, descarte e destino dos resíduos sólidos, as práticas tradicionais tratam de forma parcial este problema. O sistema de gestão integrada estabelece a mínima geração de resíduos no processo produtivo, incluindo as embalagens, até a maximização de seu reaproveitamento, por meio da implantação de sistemas de coleta adequados a cada situação, além de tecnologias e processos de tratamento, reutilização e reciclagem (TADA *et al.*, 2009).

Tada *et al.* (2009), afirmam ainda, que são encaminhados para a disposição no solo apenas os resíduos que não tenha nenhuma utilidade, pois são vistos como matéria prima para a produção de novos produtos, por meio de reutilização, reciclagem e recuperação de biomassa ou energética. Com isso a quantidade de resíduos dispostos no solo é menor, contribuindo com a sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas, através da redução dos resíduos a serem coletados, transportados, tratados e dispostos em aterros sanitários, os quais terão sua vida útil prolongada e ocuparão menor espaço.

Isso mostra que esse modelo de gestão gera inúmeros benefícios como, geração de emprego e renda, propicia o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo, transformando a matriz de produção e consumo no princípio dos 4 R's (reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar em biomassa ou energia), e também induzem a confiança da população em participar das ações de gerenciamento de obras, estabelecendo horários e frequência dos recolhimentos (SIMONETTO e BORENSTEIN, 2004).

2.4 ATERROS SANITÁRIOS

A definição de aterro sanitário no Brasil, conforme o entendimento de Albuquerque (2011, p. 315), é a seguinte: “Um aterro sanitário é definido como aterro de resíduos sólidos urbanos, ou seja, adequado para a recepção de resíduos de origem doméstica, varrição de vias públicas e comércios.”

Por sua vez, Fiorillo (2011, p. 359), expõe que “aterros sanitários são os locais especialmente concebidos para receber lixo e projetados de forma a que se reduza o perigo para a saúde pública e para a segurança”.

Segundo a NBR 8.419/1992, emanada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define da seguinte forma os aterros sanitários: Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário (ABNT, 1992, p. 62).

Nesse sentido, Costa e Ribeiro (2013, p. 53), também destacam a aludida norma técnica asseverando que “trata-se de uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais”.

Seguindo as análises demonstradas, se torna impossível separar dos grandes centros urbanos, consumistas, a enorme geração de resíduos sólidos. Cada vez mais crescente, esse problema terá que ser combatido com políticas públicas que visem soluções ambientalmente aceitáveis, ou que pelo menos, proporcionem um impacto menor ao meio ambiente (COSTA e RIBEIRO, 2013, p. 53).

2.4.1 Os Aspectos gerais do aterro sanitário

A obra de Albuquerque (2011, p. 307-320), apresenta ensinamentos acerca dos aludidos aterros sanitários. O autor, inicialmente, afirma que o aterro controlado é uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Com uma impermeabilização com manta, é um local preparado para receber resíduos e tem uma operação voltada para os impactos negativos, tais como cobertura diária da pilha de lixo com terra ou outra matéria disponível.

Outra ação que visa diminuir esses impactos é a recirculação do chorume que é coletado e levado para cima da pilha de lixo, diminuindo a sua absorção pela terra ou, eventualmente, outro tipo de tratamento para o chorume como uma estação de tratamento desse efluente (ALBUQUERQUE, 2011).

Para se obter uma correta disposição dos resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário tem seu terreno previamente preparado, com seu nivelamento e com o selamento de sua base com argilas e uma manta de PVC, sendo essas muito resistentes. Assim, com a correta impermeabilização do solo, o lençol freático não será contaminado com o chorume. Sendo assim, aterro sanitário é um tratamento baseado em técnicas sanitárias de impermeabilização do solo, compactação e cobertura diária das células de lixo, coleta e tratamento de gases, bem como tratamento do chorume, entre outros procedimentos técnico-operacionais responsáveis por evitar os aspectos negativos da deposição final do lixo, ou seja, proliferação de ratos, moscas, exalação de mau cheiro, contaminação dos lençóis freáticos, surgimento de doenças e transtorno visual oriundo do um local com toneladas de lixo amontoado (ALBUQUERQUE, 2011).

Albuquerque (2011), ressalta que, apesar de ser uma maneira eficaz de controle dos resíduos, esse método possui algumas limitações por conta do acelerado crescimento dos grandes centros urbanos, associado, por consequência ao aumento da quantidade de lixo descartado. O sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de lixo para reciclagem, o que permite que sua vida útil seja dilatada, além do aspecto altamente positivo de se implantar uma Educação Ambiental, desenvolvendo coletivamente uma consciência

ecológica, resultando na maior participação da comunidade na defesa e preservação do meio ambiente.

Áreas destinadas à implantação de aterros sanitários têm uma vida útil limitada, e está cada vez mais difícil encontrar novas áreas que sejam próximas aos centros urbanos e os gastos com sua operação se elevam com o aumento da distância, afirma Albuquerque (2011).

Todo aterro sanitário deve possuir um sistema de monitoramento ambiental – topográfico e hidro geológico – e pátio de estocagem de materiais. É desejável também, para aterros que recebem resíduos de uma população acima de 30 mil habitantes, um muro ou cerca limítrofe, sistema de controle de entrada de resíduos, por exemplo, uma balança rodoviária, guarita de entrada, prédio administrativo, oficina e borracharia.

De acordo com a orientação de Albuquerque (2011), está compreendido dentre as atividades de um aterro sanitário o espalhamento, a compactação, a cobertura e a drenagem dos resíduos, o monitoramento do sistema de tratamento de afluentes, o monitoramento topográfico e das águas, e a manutenção dos acessos e das instalações de apoio. Logo após a coleta, os resíduos sólidos são descarregados no aterro sanitário. O lixo é compactado por um trator, formando uma célula, que será recoberta com argila. No final, o lixo ficará protegido de espalhamento pelo vento e da ação de insetos e animais.

2.4.2 Classificação dos aterros de resíduos urbanos

A destinação dos resíduos no solo é a principal meta dos aterros, tendo o confinamento do lixo no menor espaço possível como ponto central. Guimarães (2000), citando Lima (1995), descreve que os aterros podem ser classificados conforme a forma de disposição ou pela técnica de operação.

Pela forma de disposição, os aterros podem ser classificados em aterros comuns, controlados e sanitários. Aterros comuns, também conhecidos como lixões, são os locais onde os resíduos são descartados diretamente no solo, a céu aberto e sem nenhum tipo de tratamento. É o método mais prejudicial ao homem e ao meio ambiente (ALBUQUERQUE, 2011).

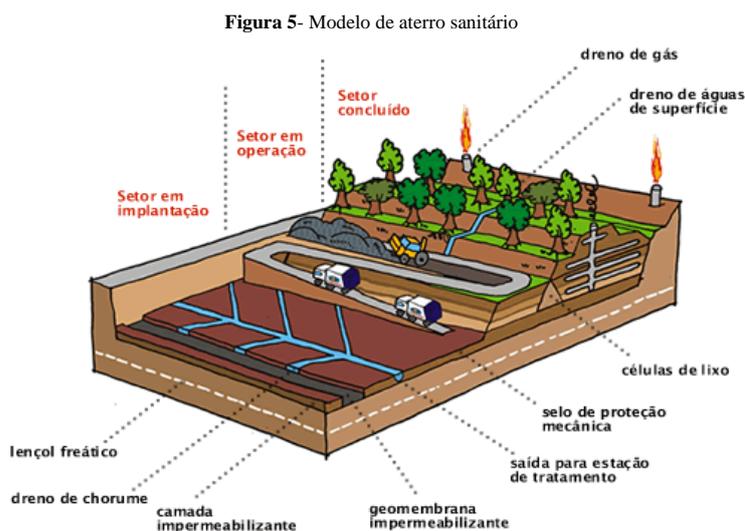
Consoni *et al.* (2000), descrevem que, apesar de ser uma forma inadequada de disposição de resíduos, o lixão é o método mais utilizado em países em desenvolvimento. Nessas instalações, resíduos inofensivos se misturam a produtos tóxicos e perigosos.

Outra alternativa para o descarte de resíduos sólidos urbanos são os aterros controlados. Roth *et al.* (1999), apontam que o aterro controlado é menos prejudicial que o lixão, pois os resíduos, depois de dispostos no solo, são cobertos com terra, fazendo com que a poluição local

se reduza. Entretanto, esta é uma solução com menor eficácia em relação à dos aterros sanitários, pois ao contrário destes, o aterro controlado não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados.

Aquele que reúne maior vantagem, em termos de disposição final de lixo, são os aterros sanitários, considerando os impactos causados pelo descarte dos resíduos, de acordo com Consoni *et al.* (2000).

“O aterro sanitário é um aprimoramento de uma das técnicas mais antigas utilizadas pelo homem para descarte de seus resíduos, que é o aterramento. Modernamente, é uma obra de engenharia que tem como objetivo acomodar no solo resíduos no menor espaço prático possível, sem causar danos ao meio ambiente ou à saúde pública” (CETESB, 1997, p. 1).



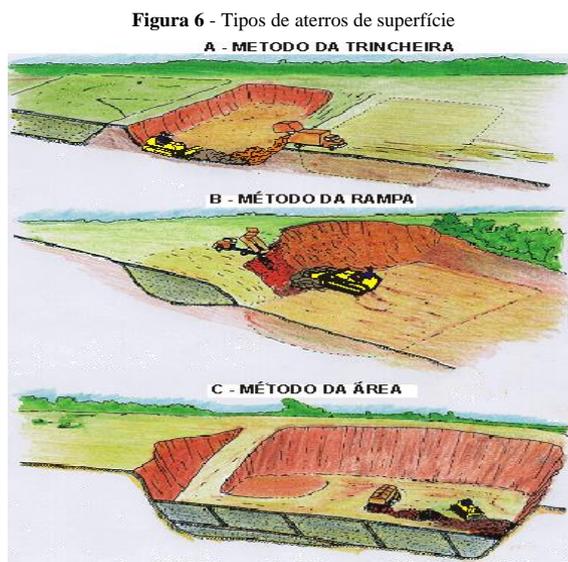
Fonte: IPT, 2000.

O aterro sanitário é fundamentado em “critérios de engenharia e normas operacionais específicas” (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 1995, p.75). Após serem depositados por camadas, os resíduos serão prensados com a utilização de tratores pesados e cobertos por argilas. O chorume e os gases oriundos da decomposição biológica são destinados de forma a evitar danos a população e ao meio ambiente. Segundo CETESB (1997), no Brasil, as primeiras instalações construídas para se alojar o chorume de forma adequada foram as

lagoas de estabilização, que possuem relativa simplicidade construtiva e operacional e podem permanecer em funcionamento mesmo após o encerramento das obras do aterro.

Por estar mais popularizada na identificação de aterros sanitários, a “formação de camadas de resíduos compactados, que são sobrepostas acima do nível original do terreno resultando em formas com aparência semelhante à “tronco de pirâmide” ou “escadas”, resulta no método construtivo conhecido como convencionais” (CETESB, 1997, p. 4).

Segundo Guimarães (2000), os aterros também podem ser classificados pela forma de operação em aterros de superfície e aterros de depressões. Os aterros de superfície são aqueles executados em regiões planas. Existem três maneiras de se preparar aterros de superfície: método de trincheira, método de rampa e método da área (Figura 6). De acordo com as características físicas e geográficas da área, é feita a definição ou escolha do método a ser utilizado. A escolha ideal, portanto, deve ser fundamentada no estudo das condições iniciais.



Fonte: UNESP, 2000.

Em determinadas situações, podem se determinar, segundo CETESB (1997), pela escavação de valas. Também conhecidas como trincheiras, essas valas são escavadas com configurações e dimensões apropriadas para a construção de aterros sanitários.

Devido à exigência de grandes escavações, a implantação de trincheiras representa um custo relativamente alto. Assim, de acordo com CETESB (1997), deve somente ser utilizada em situações específicas como:

- Quando há interesse na formação de um excedente de solo a ser utilizado em outras obras ou na cobertura dos resíduos em outras etapas de aterramento;
- Quando não se deseja alterar a topografia original do terreno;
- Quando se pretende construir outras camadas de resíduos acima das valas já aterradas, permitindo um melhor aproveitamento da área;
- quando se deseja aterrar resíduos especiais, seja pelo seu estado físico – no caso dos líquidos e pastosos – que impede a sua compactação na forma convencional, seja pela sua composição química ou biológica, que podem torná-los perigosos à natureza e à sociedade.

Para esse método, o terreno deve estar dentro de algumas condições, tais como: uma profundidade adequada de material para cobertura. Nas regiões onde o nível de lençol freático está muito próximo da superfície, ou nos terrenos rochosos, a escavação de valas pode ser inviável (ALBUQUERQUE, 2011).

Já o método de rampa utiliza “áreas que possuem depressões naturais onde se faz escavações para servir como material de cobertura, e as técnicas de colocação e compactação dos resíduos estão relacionadas com a geometria do local e a facilidade de acesso ao mesmo. Este método é empregado em locais como ribanceiras, ravinas e poços” (GUIMARÃES, 2000, p. 55).

Por outro lado, o método de área é utilizado “quando se dispõe de área que não é própria para escavações; nesse caso, o resíduo é descarregado e espalhado ao longo da área” (GUIMARÃES, 2000, p.56).

2.5 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Em primeiro lugar, em um plano de gerenciamento de resíduos, deve-se empenhar a não gerar resíduos, caso isso não aconteça é preciso encontrar alguma forma de reciclagem e reutilização de resíduos. E essas etapas trazem benefícios para a empresa, diminuindo os custos gerados, pois ao invés de adquirir novos materiais, podem ser reutilizados com a mesma qualificação dos serviços (SÃO PAULO, 2010).

Em algumas cidades do Brasil, como Belo Horizonte, existe programas sobre Reciclagem de Entulhos, e tem como objetivo corrigir alguns efeitos ambientais que surgem nos municípios. Nessas estações de reciclagem, existem equipamentos que transformam os entulhos em agregados, para serem novamente reutilizados em obras; esses equipamentos são utilizados pela prefeitura em obras de vias públicas, obras de manutenção e instalações a limpeza urbana e em infraestrutura de vilas e favelas (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008).

Não há custos na transformação desses resíduos, os únicos critérios são: que eles devam ser apenas de construção civil, contendo no mínimo 5% de resíduos da Classe B, e não haver matéria orgânica, amianto, terra e gesso (SINDUSCON-MG; SENAI-MG, 2008).

Caso os resíduos de Classe A, não passem por esse processo, poderá ser utilizado em material de aterro em áreas baixas e também em construção de vias, se passarem por separação de agregados de diversos tamanhos e processo de britagem, poderá ser utilizado na produção de concreto de agregados reciclados e concretos asfálticos (CABRAL e MOREIRA, 2011).

A área que se utiliza em maior quantidade os RCC, sendo mais práticos, é na pavimentação, pois reduz a quantidade de resíduos e que também podem ser feitos o controle de camada de drenagem, erosão e cobertura de aterro (COUTO NETO, 2007).

A madeira que é utilizada em obras de construção civil pode ser reutilizada como material de apoio, como, formas para estruturas e pallets, como também, portas e janelas. (TOZZI, 2006). Os resíduos de gessos podem ser reutilizados para melhorar o solo, melhorando suas características e trabalhando em sua acidez (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL, 2010).

2.5.1 História da reciclagem

Um estudo feito por Schulz e Hendricks em 1992, mostra que desde a época dos romanos foram encontrados registros da utilização de alvenaria para a produção de concreto, nessa mesma época estava sendo utilizadas cinzas vulcânicas, mistura de argilas, pasta aglomerante de cal e cacos cerâmicos, fazendo o acabamento final de revestimento (BRITO FILHO, 1999). Os fenícios faziam uma mistura de ladrilhos moídos e cal para fazerem propriedades aglomerantes, e a partir disso começaram os estudos da construção civil e a reciclagem (ORTIZ, 1998).

A primeira grande utilização de resíduos de construção e demolição foi no fim da Segunda Guerra Mundial. Devido ao enorme volume de escombros que ficaram pelas cidades, houve a necessidade de reconstruir os centros urbanos, em conjunto com a falta de local

apropriado para depositar os resíduos, surgindo a necessidade de desenvolverem locais para reciclagem de alguns materiais com o intuito de reaproveitá-los. Nesses locais foram produzidos 11,5 milhões de metros cúbicos de agregados de alvenarias (SCHULZ e HENDRICKS, 1992). A partir de então, foram realizadas várias pesquisas para a reutilização de resíduos em uma construção. E em 1946, foi o grande início da reciclagem de resíduos (LEVY e HELENE, 2000).

Foi publicado o Plano Holandês da Política Nacional do Meio Ambiente, em 1986, onde foram escritos critérios sobre a sustentabilidade nas indústrias holandesas, principalmente as de construção. Com isso a reciclagem holandesa evoluiu muito nas últimas décadas (PIETERSEN et al., 1998).

O estudo da utilização da reciclagem de resíduos no Brasil, surgiu em 1986, pelo arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, sua abordagem foi sobre o estudo da reciclagem na produção de argamassas (PINTO, 1986). E a reciclagem teve um início efetivo em 1991 em Belo Horizonte, e hoje existem estações de tratamento em vários lugares do país e também em universidades, para melhorar o entendimento desse estudo e seu desenvolvimento (ZORDAN, 1997; LEVY, 1997; LATTERZA, 1998; BAZUCO 1999; LIMA 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de métodos e técnicas destinados a estruturar e orientar os processos investigativos é chamado de metodologia. A metodologia constitui-se no caminho que indica de forma clara, coerente e elaborada, a melhor maneira de se operar em cada caso específico, para levar o pesquisador a alcançar os objetivos previamente traçados (GOLDENBERG, 1999).

A escolha correta do método de investigação a ser utilizado é que vai garantir a confiabilidade dos resultados alcançados, por isso a metodologia é de fundamental importância na pesquisa científica.

Na execução deste trabalho, utilizou-se o Estudo de Caso como método de investigação. Segundo Yin (2004), este método permite o estudo em profundidade de questões particulares dentro do seu contexto, explora fenômenos com base em vários ângulos. Ainda, para Goldenberg (1999), esse método supõe que se pode adquirir conhecimento do fenômeno estudado a partir da exploração intensa de um único caso.

Segundo Yin (2004), no estudo de caso, os dados utilizados são coletados sob condições de ambiente não controlado, isto é: em contexto real, cabe ao investigador adaptar seu plano de coleta de dados e informações à disponibilidade dos entrevistados.

Foram adotadas as formas descritivas e exploratórias, como forma de abordagem deste trabalho. Ambas se integram e compõem o escopo metodológico da pesquisa qualitativa e quantitativa, no que diz respeito aos objetivos, finalidades, características e técnicas de trabalho.

A pesquisa exploratória, segundo Goldenberg (1999), busca aprofundar ideias e familiarizar o estudioso com o fenômeno, admitindo a utilização de técnicas bastante amplas e versáteis, que compreendem, dentre outras, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal (a olho nu ou mecânico), levantamentos em fontes secundárias (bibliográficas, documentais, etc.). Na pesquisa exploratória a observação sistemática indireta consiste na verificação dos dados documentados, provenientes de diversas fontes escritas.

Após definido o método e a abordagem da pesquisa, iniciou-se trabalho de campo para a obtenção de dados relevantes ao estudo.

Segundo Yin (2004), o investigador procura ver e registrar em campo o máximo de ocorrências referentes ao fenômeno estudado, tendo os objetivos da pesquisa e um roteiro de observação como base. As técnicas de observação têm papel essencial em estudos de caso e sua importância reside no fato de poder-se captar uma variedade de situações ou fenômenos que não são obtidos por meio de perguntas, pois quando se observa procura-se aprender aparências, eventos e, ou, comportamentos.

O trabalho realizado é de natureza Teórico-Empírica, por se basear em análises a partir de referencial teórico, pesquisa documental e trabalho de campo.

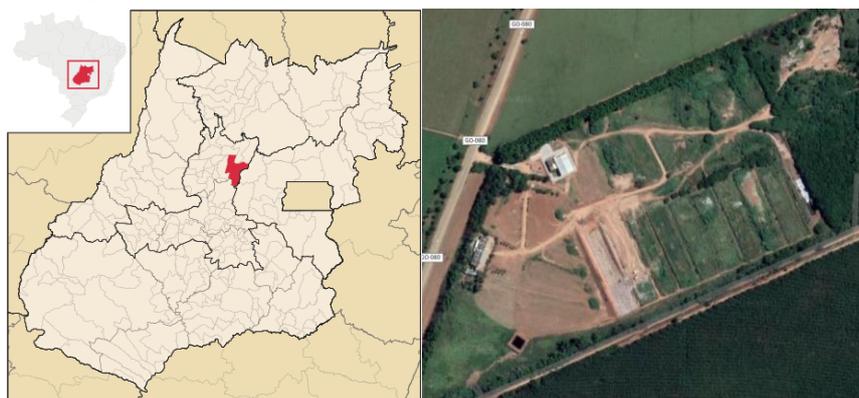
Para conceituar o assunto em estudo, foram realizados estudos teóricos, com pesquisa bibliográfica consolidada no Referencial Teórico apresentado no capítulo 2.

3.1 ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi realizado em uma área de destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do município de Goianésia, Estado de Goiás. Segundo IBGE (2019), a população estimada do município é de 70.084 habitantes, situada na região central do estado, no Vale de São Patrício. O local de deposição de RSU do município é classificado como aterro sanitário, sendo uma das poucas cidades goianas a possuírem destinação adequada de resíduos sólidos, que totalizam 15, de um total de 248 municípios, conforme Vieira e Mendes (2017).

O aterro sanitário de Goianésia-Go possui uma extensão de aproximadamente 25,53 ha, situada no km 46 as margens da rodovia GO-080, cujas coordenadas são: 15°24'02"S e 49°07'57" W, conforme Figura 7.

Figura 7 - Localização do município de Goianésia-GO e área do aterro sanitário municipal.



Fonte: GOOGLE, 2020.

3.2 LOCAL DO TRABALHO

O local estudado para a viabilidade da construção de uma usina para reciclagem de resíduos de construção e demolição é o aterro sanitário de Goianésia-GO, Brasil. Goianésia é uma das poucas cidades do estado de Goiás a destinar seus resíduos mediante um aterro sanitário, com uma população estimada de 70 mil habitantes (IBGE, 2019), contendo uma área de 1547,274 km².

3.3 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

A revisão da literatura foi o primeiro passo para o estudo. Conforme os objetivos a serem alcançados, a pesquisa se classifica como de caráter descritivo, que Peverovano (2014), define como tipo de pesquisa que pode ser entendida como estudo de caso, onde, após a coleta dos dados é realizada uma análise das relações entre as variáveis para posteriormente ser feita uma análise dos efeitos ocorridos. Segundo Freitas et al. (2000), pesquisas desse tipo podem ser descritas a partir de dados ou informações obtidas de grupo de pessoas (público alvo) por meio de instrumento de pesquisa (questionário). Como nesse trabalho foram realizadas pesquisas para a obtenção de dados, para posteriormente ser realizada o desenvolvimento de um projeto

de usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição, logo, o presente trabalho se enquadra nessas condições.

3.4 VISITAS PARA ENTREVISTAS

Com a finalidade de obter dados e informações para o trabalho, foram realizadas visitas à Secretaria de Meio Ambiente e ao aterro sanitário de Goianésia. Assim, buscou-se avaliar de que maneira a gestão dos resíduos da construção e demolição é desempenhada por eles, como também a quantidade de entulho coletada no município e sua destinação. Foi questionado aos responsáveis sobre o conhecimento da Resolução 307/2002 do CONAMA, e se é praticado algum projeto de reciclagem ou reutilização dos RCD e quais são as dificuldades encontradas. Para tanto, as entrevistas foram realizadas, com questões abertas, onde respostas abriram margens para outros tipos de perguntas que não estavam premeditadas, o que possibilitou realizar uma análise real dos fatos, devido à ausência de influência de respostas predeterminadas.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Com os dados obtidos no aterro sanitário e na Secretaria de Meio Ambiente, foi feita uma análise do volume de resíduos de demolição e construção, gerados no município de Goianésia e sua destinação final. Uma solução encontrada foi o desenvolvimento de um projeto de uma usina de reciclagem, para reciclar parte dos RCD's depositados no aterro sanitário, assim, diminuindo os RCD's depositados e consequentemente aumentando sua vida útil, além de geração de emprego e renda ao município.

3.6 PROPOSTA DE TRABALHO

A proposta nesse estudo de caso é criar um projeto arquitetônico de uma usina de reciclagem, no aterro sanitário de Goianésia, para triagem e reciclagem dos RCD e serem utilizados novamente em obras civis, assim diminuindo a poluição do meio ambiente. Para isso foram feitas algumas pesquisas e adquiridos alguns dados, fornecidos pela Secretaria do Meio Ambiente, e pelo administrador do Aterro Sanitário da cidade de Goianésia- GO, tais como:

- Os resíduos, ao serem recebidos no aterro, não passam por processo de triagem, o que inviabiliza um processo positivo de reciclagem;

- O Aterro, no ano de 2020, está no desenvolvimento da 10ª vala;
- O Aterro foi projetado para funcionamento até 2029, e foi criado em julho de 2004.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após visitas à Secretária de Meio Ambiente e ao Aterro Sanitário de Goianésia, constatou-se que o município não possui um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), como determina a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e a Lei nº 12.305/2010 da PNRS.

É sabido que o grande volume de RCD's gerados é um enorme problema para a área da construção civil.

4.1 PROJEÇÃO DE PROJETO DO ATERRO SANITÁRIO DE GOIANÉSIA

Os dados da projeção inicial relacionado ao volume útil total e a área a ser aterrada com o lixo gerado na cidade de Goianésia – GO durante o período de 2004 a 2029 (25 anos) estão demonstrados abaixo:

Dados:

- População em 2003/2004: 52917;
- Geração per capita de lixo: 0,44 kg/hab dia;
- Cobertura de coleta atual: 100%
- Peso específico dos resíduos compactados no aterro: 1,15 t/m³
- Taxa de crescimento médio populacional: 1,7% ao ano.

Durante a geração do projeto de implantação de aterro sanitário no município de Goianésia-GO, a população estimada da época era de 52.917 habitantes, com uma geração média de resíduos de 0,44 kg/hab dia. O projeto tinha como característica uma coleta total de resíduos do município, e uma projeção de crescimento populacional de 1,7% ao ano, sendo dimensionado essa crescente de geração de resíduos ao longo da vida útil do aterro.

Conforme os dados levantados na época de desenvolvimento do projeto, a projeção desenvolvida no dimensionamento do aterro sanitário relacionada pela Tabela 1.

Tabela 1- Dados de projeção de volume de resíduos entre os anos de 2020 e 2029

Período/anos	2020	2021	2022	2023	2024
População	70477,7	71675,8	72894,3	74133,5	75393,7
Massa de Lixo (t)	31,0	31,5	32,1	32,6	33,2
Volume (m³/dia)	27,0	27,4	27,9	28,4	28,8
Volume(m³/ano)	9842,4	10009,7	10179,8	10352,9	10528,9
Volume acumulado (m³/ano)	146710,2	156719,9	166899,7	177252,6	187781,5
Volume disponível anual(valas)	162500,0	162500,0	178750,0	178750,0	195000,0
Início do funcionamento/vala	10ª vala (11/2020)		11ª vala (07/2022)		12ª vala (02/2024)

Período/anos	2025	2026	2027	2028	2029
População	76675,4	77978,9	79304,5	80652,7	82023,8
Massa de Lixo (t)	33,7	34,3	34,9	35,5	36,1
Volume (m³/dia)	29,3	29,8	30,3	30,9	31,4
Volume(m³/ano)	10707,9	10889,9	11075,1	11263,3	11454,8
Volume acumulado (m³/ano)	198489,4	209379,3	220454,4	231717,7	243172,5
Volume disponível anual(valas)	211250,0	211250,0	227500,0	243750,0	243750,0
Início do funcionamento/vala	13ª vala (09/2025)		14ª vala (03/2027)	15ª vala (08/2028)	

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente de Goianésia-Go 2020

4.2 GERAÇÃO DE RCD'S EM GOIANÉSIA-GO

Segundo os resultados de ensaios solicitados pela secretaria do meio ambiente, em 3 (três) amostras de 100 kg cada, a maior parte desses resíduos (85,26%) é composta por materiais como cerâmicos, concreto ou metal, que são resíduos com potencial reutilização e reciclagem. Composição física dos resíduos gerados na construção civil em Goianésia- GO está apresentada na Tabela 2.

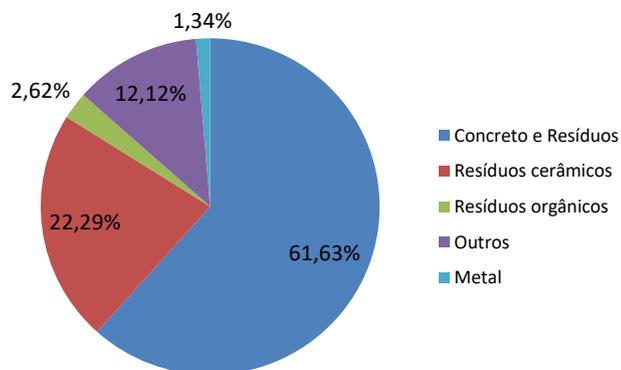
Tabela 2- Composição física dos resíduos gerados na construção civil em Goianésia-GO.

Campo	Amostra	1	2	3	4	5	
Ensaio	Horário	Quant. (kg)	Materiais encontrados (kg)				
			Concreto e Resíduos	Resíduos cerâmicos	Resíduos orgânicos	Outros	Metal
1°	09:00 hs	100	71,53	17,26	2,78	7,56	0,86
2°	09:00 hs	100	49,51	32,81	4,14	11,66	1,88
3°	09:00 hs	100	63,84	16,81	0,94	17,13	1,28
	SOMA	300	184,88	66,88	7,86	36,36	4,02
RESULTADOS		300 kg	61,63%	22,29%	2,62%	12,12%	1,34%

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente de Goianésia-Go

Mediante a Tabela 2, podemos resumir os resultados com a Figura 8.

Figura 8 – Composição média em porcentagem dos resíduos gerados na construção civil em Goianésia-GO.



Fonte: Autores

Como visto nos resultados dos ensaios realizados pela Secretaria de Meio Ambiente de Goianésia, 85,26% dos resíduos de construção e demolição que chegam ao aterro sanitário de Goianésia são recicláveis ou reutilizáveis como agregados.

4.3 MEMORIAL DE CÁLCULO

Os cálculos do volume útil disponível e do volume gerado em Goianésia-GO a partir do ano de 2020 estão demonstrados abaixo:

Dados:

- População em 2020: 71075;
- Geração per capita de lixo: 0,44 kg/hab dia;
- Cobertura de coleta atual: 100%
- Peso específico dos resíduos compactados no aterro: 1,15 t/m³
- Taxa de crescimento médio populacional: 1,7% ao ano.
- Taxa de reciclagem: 85,26%
- Espaço disponível para depósito de resíduos: 81250 m³

4.3.1 Resultados de deposição total de resíduos, sem procedimento de reciclagem

- 1º Ano (2021)

População	= 71075 habitantes	
Massa de Lixo	= 71075 habitantes x 0,44 kg/hab.dia	
	= 31273 kg/dia	
	= 31,27 ton/dia	
Volume de lixo	= (31,27 ton/dia) / (1,15 ton/m ³)	= 27,19 m ³ /dia (1º ano)
		= 9.924,35 m³/ano (1º ano)

- 2º Ano (2022)

População	= 71075 hab x 1,017 = 72284 habitantes	
Massa de Lixo	= 72284 habitantes x 0,44 kg/hab.dia	
	= 31804,96 kg/dia	
	= 31,80 ton/dia	
Volume de lixo	= (31,80 ton/dia) / (1,15 ton/m ³)	= 27,65 m ³ /dia (1º ano)
		= 10.092,25 m³/ano(2º ano)

- 3º Ano (2023)

População	= 72284 hab x 1,017 = 73512,83 habitantes
-----------	---

$$\begin{aligned}
 \text{Massa de Lixo} &= 73512,83 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 32345,65 \text{ kg/dia} \\
 &= 32,34 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (32,24 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 28,03 \text{ m}^3/\text{dia} \text{ (1}^\circ \text{ ano)} \\
 &= \mathbf{10.230,95 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (3}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

- 4º Ano (2024)

$$\begin{aligned}
 \text{População} &= 73512,83 \text{ hab} \times 1,017 = 74762,55 \text{ habitantes} \\
 \text{Massa de Lixo} &= 74762,55 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 32895,52 \text{ kg/dia} \\
 &= 32,90 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (32,90 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 28,61 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 &= \mathbf{10.442,65 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (4}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

- 5º Ano (2025)

$$\begin{aligned}
 \text{População} &= 74762,55 \text{ hab} \times 1,017 = 76033,51 \text{ habitantes} \\
 \text{Massa de Lixo} &= 76033,51 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 33454,74 \text{ kg/dia} \\
 &= 33,45 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (33,45 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 29,09 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 &= \mathbf{10.617,85 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (5}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

- 6º Ano (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{População} &= 76033,51 \text{ hab} \times 1,017 = 77326,08 \text{ habitantes} \\
 \text{Massa de Lixo} &= 77326,08 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 34023,48 \text{ kg/dia} \\
 &= 34,02 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (34,02 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 29,58 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 &= \mathbf{10.797,65 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (6}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

- 7º Ano (2027)

$$\begin{aligned}
 \text{População} &= 77326,08 \text{ hab} \times 1,017 = 78640,62 \text{ habitantes} \\
 \text{Massa de Lixo} &= 78640,62 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 34601,87 \text{ kg/dia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 34,60 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (34,60 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 30,08 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 &= \mathbf{10.981,74 \text{ m}^3/\text{ano (7}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

- 8º Ano (2028)

$$\begin{aligned}
 \text{População} &= 78640,62 \text{ hab} \times 1,017 = 79977,51 \text{ habitantes} \\
 \text{Massa de Lixo} &= 79977,51 \text{ habitantes} \times 0,44 \text{ kg/hab.dia} \\
 &= 35190,10 \text{ kg/dia} \\
 &= 35,19 \text{ ton/dia} \\
 \text{Volume de lixo} &= (35,19 \text{ ton/dia}) / (1,15 \text{ ton/m}^3) = 30,60 \text{ m}^3/\text{dia} \\
 &= \mathbf{11.169 \text{ m}^3/\text{ano (8}^\circ \text{ ano)}}
 \end{aligned}$$

Ao final do 8º ano (2028), o volume total previsto de resíduos depositados será de 84256,44m³, representando um valor acima da capacidade máxima do aterro sanitário, que tem hoje um volume disponível para deposição de 81250m³.

4.4 USINA DE RECICLAGEM

Uma alternativa viável para aumentar a vida útil do aterro sanitário é a criação de uma usina de reciclagem. Como visto anteriormente, a reciclagem de cerca de 85,26% dos RDC's, acarretaria em uma diminuição considerável no volume de resíduos depositados no aterro, levando ao aumento significativo em sua vida útil.

Com a usina em funcionamento, o volume de resíduos depositados diariamente no aterro seria reduzido e por consequência elevaria a vida útil do aterro. Considerando, ainda, que o aterro tem 81250 m³ de espaço disponível atualmente, ao invés de ocupar todas as valas até 2028, o aterro teria totais condições de receber resíduos até o ano de 2067.

4.4.1 Resultados de deposição total de resíduos, fazendo uso de reciclagem

Para estimar a prorrogação da vida útil do aterro sanitário municipal de Goianésia, segundo os dados apresentados e o percentual de resíduos com potencial de reciclagem e reutilização, a Tabela 3 descreve essa previsão de deposição de resíduos até o ano de 2067 sem alteração do espaço físico já previsto em projeto para tal destinação.

Tabela 3- Dados de projeção de volume de resíduos depositados em cenário de reciclagem e reaproveitamento.

Período/anos	2020	2021	2022	2023	2024	2025
População	70477,7	71675,8	72894,3	74133,5	75393,7	76675,4
Massa de Lixo (t)	31,0	31,5	32,1	32,6	33,2	33,7
Volume (m³/dia)	27,0	27,4	27,9	28,4	28,8	29,3
Volume total (m³/ano)	9842,4	10009,7	10179,8	10352,9	10528,9	10707,9
Volume reciclado (m³/ano)	8391,6	8534,3	8679,3	8826,9	8976,9	9129,5
Volume depositado (m³/ano)	1450,8	1475,4	1500,5	1526,0	1552,0	1578,3
Volume acumulado (m³/ano)	138318,6	139794,0	141294,5	142820,6	144372,5	145950,9
Volume disponível anual(valas)	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0
Início do funcionamento/vala	10ª vala (2020)					

Período/anos	2026	2027	2028	2029	2030	2031
População	77978,9	79304,5	80652,7	82023,8	83418,2	84836,3
Massa de Lixo (t)	34,3	34,9	35,5	36,1	36,7	37,3
Volume (m³/dia)	29,8	30,3	30,9	31,4	31,9	32,5
Volume total (m³/ano)	10889,9	11075,1	11263,3	11454,8	11649,5	11847,6
Volume reciclado (m³/ano)	9284,7	9442,6	9603,1	9766,4	9932,4	10101,2
Volume depositado (m³/ano)	1605,2	1632,5	1660,2	1688,4	1717,1	1746,3
Volume acumulado (m³/ano)	147556,0	149188,5	150848,7	152537,2	154254,3	156000,6
Volume disponível anual(valas)	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0	162500,0
Início do funcionamento/vala						

Período/anos	2032	2033	2034	2035	2036	2037
População	86278,6	87745,3	89237,0	90754,0	92296,8	93865,8
Massa de Lixo (t)	38,0	38,6	39,3	39,9	40,6	41,3
Volume (m³/dia)	33,0	33,6	34,1	34,7	35,3	35,9
Volume (m³/ano)	12049,0	12253,8	12462,1	12674,0	12889,4	13108,6
Volume reciclado (m³/ano)	10273,0	10447,6	10625,2	10805,8	10989,5	11176,4
Volume depositado (m³/ano)	1776,0	1806,2	1836,9	1868,1	1899,9	1932,2
Volume acumulado (m³/ano)	157776,7	159582,9	161419,8	163287,9	165187,8	167120,0
Volume disponível anual(valas)	162500,0	162500,0	178750,0	178750,0	178750,0	178750,0
Início do funcionamento/vala	11ª vala (2034)					

Período/anos	2038	2039	2040	2041	2042	2043
População	95461,6	97084,4	98734,9	100413,3	102120,4	103856,4
Massa de Lixo (t)	42,0	42,7	43,4	44,2	44,9	45,7
Volume (m³/dia)	36,5	37,1	37,8	38,4	39,1	39,7
Volume (m³/ano)	13331,4	13558,0	13788,5	14022,9	14261,3	14503,8
Volume reciclado (m³/ano)	11366,4	11559,6	11756,1	11956,0	12159,2	12365,9
Volume depositado (m³/ano)	1965,1	1998,5	2032,4	2067,0	2102,1	2137,9
Volume acumulado (m³/ano)	169085,1	171083,5	173116,0	175183,0	177285,1	179422,9
Volume disponível anual(valas)	178750,0	178750,0	178750,0	178750,0	178750,0	195000,0
Início do funcionamento/vala	12ª vala (2043)					

(continua)

(continuação)

Período/anos	2044	2045	2046	2047	2048	2049
População	105622,0	107417,5	109243,6	111100,8	112989,5	114910,3
Massa de Lixo (t)	46,5	47,3	48,1	48,9	49,7	50,6
Volume (m³/dia)	40,4	41,1	41,8	42,5	43,2	44,0
Volume(m³/ano)	14750,3	15001,1	15256,1	15515,5	15779,2	16047,5
Volume reciclado (m³/ano)	12576,1	12789,9	13007,4	13228,5	13453,4	13682,1
Volume depositado (m³/ano)	2174,2	2211,2	2248,8	2287,0	2325,9	2365,4
Volume acumulado (m³/ano)	181597,1	183808,3	186057,0	188344,0	190669,9	193035,3
Volume disponível anual(valas)	195000,0	195000,0	195000,0	195000,0	195000,0	195000,0
Início do funcionamento/vala						
Período/anos	2050	2051	2052	2053	2054	2055
População	116863,8	118850,5	120870,9	122925,7	125015,5	127140,7
Massa de Lixo (t)	51,4	52,3	53,2	54,1	55,0	55,9
Volume (m³/dia)	44,7	45,5	46,2	47,0	47,8	48,6
Volume(m³/ano)	16320,3	16597,7	16879,9	17166,8	17458,7	17755,5
Volume reciclado (m³/ano)	13914,7	14151,2	14391,8	14636,5	14885,3	15138,3
Volume depositado (m³/ano)	2405,6	2446,5	2488,1	2530,4	2573,4	2617,2
Volume acumulado (m³/ano)	195440,9	197887,4	200375,5	202905,9	205479,3	208096,5
Volume disponível anual(valas)	195000,0	211250,0	211250,0	211250,0	211250,0	211250,0
Início do funcionamento/vala		13ª vala (2051)				
Período/anos	2056	2057	2058	2059	2060	2061
População	129302,1	131500,3	133735,8	136009,3	138321,4	140672,9
Massa de Lixo (t)	56,9	57,9	58,8	59,8	60,9	61,9
Volume (m³/dia)	49,5	50,3	51,2	52,0	52,9	53,8
Volume(m³/ano)	18057,3	18364,3	18676,5	18994,0	19316,9	19645,3
Volume reciclado (m³/ano)	15395,7	15657,4	15923,6	16194,3	16469,6	16749,6
Volume depositado (m³/ano)	2661,6	2706,9	2752,9	2799,7	2847,3	2895,7
Volume acumulado (m³/ano)	210758,1	213465,0	216217,9	219017,6	221864,9	224760,7
Volume disponível anual(valas)	211250,0	227500,0	227500,0	227500,0	227500,0	227500,0
Início do funcionamento/vala		14ª vala (2057)				
Período/anos	2062	2063	2064	2065	2066	2067
População	143064,4	145496,4	147969,9	150485,4	153043,6	155645,4
Massa de Lixo (t)	62,9	64,0	65,1	66,2	67,3	68,5
Volume (m³/dia)	54,7	55,7	56,6	57,6	58,6	59,6
Volume(m³/ano)	19979,2	20318,9	20664,3	21015,6	21372,9	21736,2
Volume reciclado (m³/ano)	17034,3	17323,9	17618,4	17917,9	18222,5	18532,3
Volume depositado (m³/ano)	2944,9	2995,0	3045,9	3097,7	3150,4	3203,9
Volume acumulado (m³/ano)	227705,6	230700,6	233746,5	236844,2	239994,6	243198,5
Volume disponível anual(valas)	243750,0	243750,0	243750,0	243750,0	243750,0	243750,0
Início do funcionamento/vala		15ª vala (2062)				FIM

4.5 SUGESTÃO PARA APROVEITAMENTO DOS RCD'S

Visando a diminuição dos RCD's depositados no aterro sanitário, uma sugestão de medida que pode ser eficaz, seria a construção de uma pequena usina de reciclagem, utilizando os equipamentos mínimos para a criação de uma usina, que são:

- alimentador vibratório;
- britadores;
- transportadores de correias;
- peneiras classificatórias;
- pá carregadeira.

Com esses equipamentos é possível produzir agregados, como:

- Areia;
- Brita;
- Bica corrida.

Agregados esses que podem ser utilizados em diferentes áreas da construção civil, além de poderem ser utilizados em obras de melhorias no próprio município. O Quadro 1 ilustra as possíveis utilizações de materiais reciclados em usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição.

Quadro 1 - Produtos provenientes da reciclagem dos RCD e suas aplicações

Produto	Característica	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8mm.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solocimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39mm, isento de impurezas.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Livre de impurezas, com dimensões máxima característica de 63mm (ou a critério do cliente).	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforços e subleitos de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográficos de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150mm, isento de impurezas.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplanagem.

Fonte: ABRECON (2016).

Uma boa gestão por parte do município pode trazer vários benefícios, como:

- Redução de custos da limpeza urbana e recuperação de áreas degradadas;
- Preservação de paisagens urbanas;
- Preservação de sistemas de aterros;
- Redução dos impactos provenientes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção;
- Incentivos a parcerias para a captação, reciclagem e reutilização de RCD's.

4.6 LAYOUT DA USINA DE RECICLAGEM DE RCD'S

Um *layout* foi elaborado em conformidades com a ABNT,2004 para Usina de Reciclagem de RCD no município de Goianésia-GO. A Norma utilizada para a elaboração do *layout* fixa os requisitos mínimos exigíveis para o projeto, implantação e operação de área de reciclagem de RCD, como também fixa os requisitos para a implantação e operação de áreas de transbordo e triagem (ATT) de resíduos da construção civil e resíduos volumosos,

identificando-os pela classe e levando em consideração as condições de operação, isolamento, identificação, equipamentos, segurança e sistema de proteção ambiental.

A visão geral do *layout* para Usina de RCD foi criada, como também as áreas de triagem e transbordo, vivência, escritório, veículos utilizados para transportar os RCD's e os agregados reciclados, como também o processamento dos resíduos classe A. Para uma melhor visualização do projeto, com o auxílio do software Sketchup 2018 um modelo 3D da Usina de Reciclagem de RCD's foi desenvolvido, além de planta baixa com auxílio do software AutoCAD 2018.

A Figura 9 ilustra a planta baixa da usina de reciclagem de resíduos de construção e demolição, incluindo a entrada de veículos, área para triagem, estacionamento, além da planta baixa administrativa contendo portaria, escritórios, banheiros, copa, auditório, laboratório e almoxarifado.

Figura 10 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 1



Fonte: Autores-2020

Figura 11 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 2



Fonte: Autores-2020

Figura 12 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 3



Fonte: Autores-2020

Figura 13 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 4



Fonte: Autores-2020

Figura 14 – Usina de reciclagem de RCD's – Vista 5



Fonte: Autores-2020

5 CONCLUSÕES

A melhor forma para diminuir os problemas ambientais provocados pelos resíduos sólidos de uma construção civil é analisar e estudar uma melhor maneira para que eles sejam reutilizados e reciclados.

Mediante os resultados, o desenvolvimento de uma usina de reciclagem de RCD's no município de Goianésia proporciona uma redução de 85,26% de resíduos depositados em valas, o que resulta em uma prorrogação da vida útil do aterro sanitário em cerca de 39 anos, além de benefícios como geração de emprego e renda com a produção de materiais recicláveis e reutilizáveis.

Os cálculos mostram que fazendo a reciclagem de parte dos resíduos, que são depositados no aterro sanitário, elevaria consideravelmente sua vida útil, fazendo com que o aterro deixe de ficar inoperante, por falta de espaço para depositar os resíduos, em 2028 e passando a ter uma vida útil até o ano de 2067, retardando um possível investimento por parte do município na criação de um novo aterro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2018. 74p.

ALBUQUERQUE, J. B. Torres de. **Resíduos sólidos**. Leme: Independente, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8419/2012. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos** – Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Resíduos de Gesso na Construção Civil: Coleta, armazenagem e destinação para reciclagem**. São Paulo, 2011. 26 p.

BLUMENSCHNEIN, N. R. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Manual Técnico, 2007. SEBRAE-DF.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002.

BRASIL. (2012) **Ministério do Meio Ambiente**. Plano nacional de resíduos sólidos.

BRITO FILHO, J. A. Cidades versus entulho. In: **Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do IBRACON; CT 206 – Meio Ambiente, 1999.

CABRAL, Antônio E. B.; MOREIRA, Kelvya de V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza: Sinduscon-CE, 2011, 43 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Aterros sanitários**. Apostilas Ambientais. São Paulo, 1997.

CONSONI, A . J.; SILVA, I. C.; GIMINEZ FILHO, A . Disposição final do lixo. In: D'Almeida, M. L. O .; VILHENA, A . (Coord) **Lixo municipal: manual de gerenciamento**

Comentado [LdLL1]: padronizar

integrado. 2.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/ Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE, 2000. cap. 5, p. 251 – 291.

COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.

COUTO-NETO, Alair G. **Construção Civil Sustentável: avaliação da aplicação do modelo de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do SINDUSCONMG em um canteiro de obras - um estudo de caso**, 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

D'ISEP, Clarissa Ferreira Macedo – Direito Ambiental e a ISSO 14000: **análise jurídica do modelo de gestão ambiental e certificação ISSO 14000** – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2004.

EPA- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, **Construction and demolition Debris**: Disponível em <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/debris-new/index.htm>. Acesso em: 13 de fevereiro, 2006.

FARIAS, A. B. de, BAHIA, N. C., SUKAR, S. F.; GUSMÃO, A. D. (2011) **Diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil no município de Olinda/PE**. In: Encontro Nacional, 6 e Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 4. 7-9 set.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2011.

GALBIATI, A.F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Educação ambiental para o Pantanal. 2005. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/97.pdf>. Acesso em 03 abr. 2020.

GUIMARÃES, L. T.; **Utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na Bacia do Paquequer, município de Teresópolis**. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação (M.S.). Universidade Federal do

Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.labgis.uerj.br/publicacoes/lucy/>. Acesso em 13 Mar. 2020.

HOSHINE, M A. et al. **Estimativa e Indicadores dos Resíduos Sólidos da Construção Civil para Implantação da Gestão Ambiental**, 2010. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Ed. 15, 2001. 200 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população**, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goianesia/panorama>. Acesso em: 16 Mar. 2020.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Compromisso Empresarial para Reciclagem. Coordenação: Niza Silva Jardim et al.. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo, 1995.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

KARPINSK, Luisete A. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

LEVY, S. M.; HELENE, P. R. L. **Durability of concrete produced with mineral waste of civil construction industry**. In: CIB SYMPOSIUM IN CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. São Paulo: 2000.

LIMA, L. M. Q. **Lixo**: Tratamento e Biorremediação. 3.ed. São Paulo: Hemus, 1995.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras**: método, implantação e resultados. In: Programa de Gestão de Resíduos da Construção Civil, SENAI/BA, 2006.

MELO, A. V. S. **Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil**. 2011. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbano da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2011.

MORAIS, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia**: Subsídios para uma gestão sustentável. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia.

ORTIZ, J. L. R., La múltiple identidad del hormigón. **Informes de la Construcción**, v.49, n. 454, p.77-83, 1998.

PIETERSEN, H. S.; FRAAY, A. L. A.; HENDRIKS, C. F. **Application of recycled aggregates in concrete**: experiences from the Netherlands. Three-Day CANMET/ACI International Symposium on Sustainable Development of the Cement and Concrete Industry. Ottawa, Canada, 1998. [S.l.: s.n.], p.131-146.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIANÉSIA. **Secretaria Municipal de Meio Ambiente**. Goianésia-Go, 2020.

PEREIRA, André Luiz et al. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 192 p.

PHILIPPI, Arlindo Jr. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, 1ª. ed. São Paulo: Manole, 2005.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**: A experiência do Sinduscon – SP. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48p.

PINTO, T. P. **Utilização de resíduos de construção. Estudo do uso em argamassas**. 1986. 137p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

PIOVEZAN JÚNIOR, G. T. A.; SILVA, C. E. – **Investigação dos Resíduos da Construção Civil (RCC)** Gerados no Município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável – Artigo, Belo Horizonte, 2007.

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

ROTH, B. W.; ISAIA, E. M. B. I.; ISAIA, T. Destinação final dos resíduos sólidos urbanos. **Ciência e Ambiente**, n. 18, p. 25-40, jan./jun. 1999.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria da Educação**. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Manual para Gestão de Resíduos em Construções Escolares. São Paulo, 2010. 40p.

SIMONETTO, E. de. O; BORENSTEIN, D. SCOLDSS - Sistema de Apoio à Decisão Aplicado ao Planejamento e Distribuição da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 03 a 05 de novembro. Anais... Florianópolis, 2004.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (SINDUSCON-SP). **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil**: a experiência do Sinduscon-SP, Tarcísio de Paula Pinto.

SINDUSCON-MG; SENAI-MG. **Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**.3. ed. rev. e aum. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2008.

SCHULZ, R. R.; HENDRICKS, Ch. F. **Recycling of masonry rubble**. In: HANSEN, T. C. *Recycling of demolished concrete and masonry*. London: Chapman & Hall, 1992. Part Two, p.161-255. (RILEM TC Report 6).

TADA, A. M.; ALMEIDA, A. M. G.; GONÇALO JR, P. R.; KIMURA, W. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte**. Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

TOZZI, Rafael F. **Estudo da Influência do Gerenciamento na Geração dos Resíduos da Construção Civil (RCC)** – Estudo de Caso de duas obras em Curitiba/PR, 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

VIEIRA, A.S.; MENDES, P.C. Disposição dos resíduos sólidos urbanos em Goiás: uma ameaça à saúde ambiental e humana, **Educação Ambiental: Ensino pesquisa e práticas aplicadas**. 1ed. Ituiutaba, v.1, p.25-37, 2017.

ZORDAN, S. E. **Entulho da Indústria da Construção Civil**, 2001.