

FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANDERSON DOUGLAS PORTILHO DA CUNHA
WALMIR ERNANE DOS SANTOS JUNIOR**

**ESTUDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE
GOIANÉSIA: Um olhar sustentável**

GOIANÉSIA / GO

2017

**ANDERSON DOUGLAS PORTILHO DA CUNHA
WALMIR ERNANE DOS SANTOS JUNIOR**

**ESTUDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE
GOIANÉSIA: Um olhar sustentável**

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

ORIENTADOR: WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA

GOIANÉSIA / GO: 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

CUNHA, ANDERSON DOUGLAS PORTILHO; SANTOS JUNIOR, WALMIR ERNANE

ESTUDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE GOIANÉSIA: Um olhar sustentável [Goiás] 2017

xi, 46P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Resíduos de construção e demolição | 2. Rejeito |
| 3. Resíduo sólido urbano | 4. Sustentabilidade |
| I. ENC/FACEG | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CUNHA, A. D. P; SANTOS JUNIOR, W. E. Estudo de Resíduos Sólidos na Cidade de Goianésia: Um olhar sustentável. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 46p. 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

NOMES DOS AUTORES: Anderson Douglas Portilho da Cunha e Walmir Ernane Dos Santos Junior

ESTUDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE GOIANÉSIA: Um olhar sustentável.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2017

É concedida à Unievangélica 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.

Anderson Douglas Portilho da Cunha
Endereço Rua 25 Número 269
CEP 76380-706 - Goianésia/GO - Brasil

Walmir Ernane dos Santos Junior
Endereço Rua 41 Número 493
CEP 76382-217 - Goianésia/GO - Brasil

**ANDERSON DOUGLAS PORTILHO DA CUNHA
WALMIR ERNANE DOS SANTOS JUNIOR**

**ESTUDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE
GOIANÉSIA: Um olhar sustentável**

**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:

**WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Mestre em Eng. Civil (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**CLÉBER CAETANO THOMAZI, Doutor em Eng. Mecânica (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**WELINTON ROSA DA SILVA, Especialista em Eng. Civil e Mecânica (instituição)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 16 de JUNHO de 2017.

“Ninguém vai bater mais forte do que a vida. Não importa como você bate e sim o quanto aguenta apanhar e continuar lutando; o quanto pode suportar e seguir em frente. É assim que se ganha.”

Sylvester Stallone

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho.

Agradeço aos meus pais e meus irmãos por me apoiarem durante todo o curso, dando sustentação e força para seguir em frente passando por todas as dificuldades.

Agradeço aos meus Amigos “LO’S PANKAS” por estarem sempre ao meu lado, compreendendo a ausência nos momentos difíceis, sem vocês tudo seria mais difícil.

A nossa Professora Orientadora Wanessa, que mesmo diante de todas as dificuldades impostas a ela esteve sempre presente apoiando e auxiliando neste trabalho, que Deus abençoe ela, o seu marido e a sua filha Ana Clara.

Agradeço ao meu amigo e Parceiro de TCC Walmir, por sempre estar junto nas dificuldades impostas pela faculdade.

Aos Professores, o meu muito obrigado por estarem sempre dispostos a passar o seu conhecimento a turma.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por me dar a chance de realizar um sonho que é estar cursando e finalizando o curso de engenharia civil, que diante de todas as dificuldades me deu força para superar e graças a ele estou aqui hoje.

Agradecer minha família em especial minha mãe que a considero não só como mãe mas ela também foi o pai que não tive sempre me apoiou com seu jeito, me cobra nas horas certas e me dá força quando mais preciso.

Agradecer minha namorada Letícia que além de entender a ausência e o estresse nos momentos de estudo, minhas dificuldades e me apoiou todo instante, uma verdadeira companheira.

Claro, agradecer todos os colegas de sala em especial ao meu amigo Anderson companheiro de sempre pelo aprendizado do dia a dia e que me ajuda tanto, e agradeço a Deus que me deu muita paciência para aguentar, o que não é fácil.

Nossos professores que dedicam tanto do seu tempo para nós ensinar e claro especial nossa orientadora Wanessa que nós ajudou tanto nesse etapa final, mesmo com todas as dificuldades que ela passou nunca deixou a gente e sempre otimista, que Deus abençoe muito sua família.

RESUMO

Neste trabalho, foram analisadas diversas normas que regulamentam os resíduos sólidos, principalmente os resíduos de construção e demolição. Buscou, também, mostrar a visão política, social e econômica referente ao descarte de resíduos provindos da construção civil, onde é necessário um engajamento entre todas as partes relacionadas ao processo de descarte de resíduos, buscando uma melhor eficiência na separação dos resíduos aprimorando o processo de reciclagem e reutilização. Foi elaborado um estudo de caso em Goianésia com intuito de buscar informações sobre como é feito o processo de descarte do resíduos sólidos da construção civil. Verificamos que o processo é falho, pois, por mais que seja realizado em grande maioria o descarte correto no aterro sanitário, vemos que poderiam ser implementadas novas ideias para que haja uma reutilização de uma grande parte dos resíduos. Frisamos também a importância da reutilização e da reciclagem principalmente no âmbito econômico e ambiental, pois consequentemente, reduzimos o custo final de um empreendimento evitando a compra de novos materiais e assim conservamos jazidas naturais.

Palavras-chave: Resíduo de Construção e Demolição. Resíduo Sólido Urbano. Rejeito.

ABSTRACT

In this work, several rules were analyzed that regulate solid waste, mainly construction and demolition waste. It also sought to show the political, social and economic view regarding the disposal of waste from civil construction, where it is necessary an engagement among all the parties related to the process of waste disposal, seeking a better efficiency in the separation of waste improving the process Recycling and reuse. A case study was prepared in Goianésia in order to seek information about how the solid waste disposal process of civil construction is done. We have verified that the process is flawed, since, although most of the correct disposal in the landfill is carried out, we see that new ideas could be implemented to reuse a large part of the waste. We also emphasize the importance of reuse and recycling, mainly in the economic and environmental spheres. Consequently, we reduce the final cost of a project by avoiding the purchase of new materials and thus conserving natural deposits.

Keywords: Construction and Demolition Waste. Residual Solid Urban. Reject.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Resíduos sólidos dispostos de maneira irregular na cidade de Goianésia.....	22
Figura 2 - Resíduos sólidos dispostos de maneira correta na cidade de Goianésia.....	22
Figura 3 - Esquema básico sobre a ordem observada na gestão de resíduos sólidos, de cima para baixo, de acordo com o Art. 9 da Política Nacional.....	30
Figura 4 - Ordem hierárquica dos Planos de Resíduos Sólidos.....	31
Figura 5 - Resíduos localizados no pátio da Basefort, oriundos da obra do residencial.....	35
Figura 6 - Resíduos localizados no pátio da Basefort, onde a vegetação se mistura com o entulho.....	36
Figura 7 - Despejo de Resíduos no aterro sanitário de Goianésia.....	36
Figura 8 - Resíduos localizados no aterro sanitário de Goianésia.....	37
Figura 9 - Resíduos localizados na avenida contorno, próximo ao aeroporto, Bairro Amigo, Goianésia-GO.....	37
Figura 10 - Resíduos localizados na saída para Pica-Pau.....	38
Figura 11 - Resíduos localizados na Rua 06 com a Av. Contorno, Bairro Boungainville.....	38
Figura 12 - Lodo retirado da Saneago-Goianésia.....	39
Figura 13 - Areia Reciclada.....	42
Figura 14 - Brita Reciclada.....	43
Figura 15 - Rachão reciclado.....	43
Figura 16 - Pedrisco reciclado.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Sólidos Urbanos em Goiás.....	21
Tabela 2 - Estimativa sobre a geração de Resíduos de Construção para as diferentes microrregiões do estado de Goiás.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FUNAPE - Fundação de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal de Goiás

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano

m² - Metro quadrado

m³ - Metro cúbico

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

PIB - Produto Interno Bruto

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC - Resíduo de Construção Civil

RDO - Resíduo Domiciliar

RPU - Resíduo Público

RSU - Resíduo Sólido Urbano

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UFG - Universidade Federal de Goiás

USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

Capítulo	Página
1. INTRODUÇÃO	15
1.1.Contextualização	15
1.2.OBJETIVOS	17
1.2.1.Objetivo geral	17
1.2.2.Objetivos específicos	17
1.3.JUSTIFICATIVA	17
1.4.ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	18
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1.RESÍDUOS SÓLIDOS	19
2.1.1.Resíduos sólidos urbanos	19
2.1.2.Resíduos da construção civil	22
2.1.3.Classificação dos resíduos sólidos	24
2.1.4.Rejeitos sólidos	25
2.2.NORMATIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	26
2.2.1.Nbr 10004/2004 – classificação de periculosidade de um resíduo	26
2.2.2.Resolução conama 307, de 5 de julho de 2002	27
2.2.3.Política nacional de resíduos sólidos	29
2.3.APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	32
3.ESTUDO DE CASO	35
3.1.GERADORES DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA	35
3.2.ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL - RECICLAGEM	39
3.3.DESTINAÇÃO.....	41
4.CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo de introdução serão apresentados os estudos que deram início a esta monografia. Estrutura-se uma contextualização do tema, objetivos, justificativa e os tópicos da estrutura do trabalho.

1.1. Contextualização

O setor da construção civil tem se desenvolvido velozmente no Brasil. Estima-se que ele tenha sido responsável pela criação de 4 milhões de empregos de mão de obra pouco qualificada, e que seja responsável por 8 % do PIB Gerado em todo o País (BIDONE, 2001). A construção também é responsável pela exploração da maior parte dos recursos naturais e o seu desenvolvimento não só eleva o consumo de matérias primas como aumenta o consumo de energias, o que provoca impactos ambientais e a geração de resíduos provenientes da construção e demolição.

De acordo com a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010, art. 3), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu segundo capítulo, define-se como resíduos sólidos:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”

Já segundo a Lei nº 14.248 (BRASIL, 2012, art. 5), resíduos sólidos são aqueles que “resultam de atividade humana em sociedade e que se apresentem nos estados sólido, semissólido ou líquidos não passíveis de tratamento convencional”.

A Resolução do Conama nº307 (BRASIL, 2002, art. 2) classifica como resíduos da construção civil tudo que for produto de reformas, construções e demolições.

O desenvolvimento de estudos direcionados aos resíduos sólidos, sobretudo aqueles de origem urbana e oriundos de coletas especiais, tem se desenvolvido em centros de pesquisa para saneamento básico, caso específico do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (BIDONE, 2001). Dentre os objetos de pesquisa em estudo destes centros está o entulho como agregado reciclado para a construção civil.

Dados divulgados (LENHARO, 2015), com informações do balanço da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), demonstram que, entre os anos de 2003 a 2014, o volume de resíduos sólidos produzidos pela população brasileira foi de 29 %, enquanto o crescimento populacional demográfico foi de apenas 6 %. Estima-se, ainda, que 78,6 milhões de toneladas de lixo foram produzidos, o que representa, em média, 1,062 Kg per capita por dia. Atualmente, 1.559 municípios brasileiros não possuem local para adequada destinação de seus resíduos, um percentual total de 41,6 % de despejos irregulares.

Além disso, a associação expôs, no mesmo balanço (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013), a quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos de cada município brasileiro em relação ao seu PIB. A cidade de Goianésia apresentou uma quantidade de 13950,1 toneladas/ano de RDO (Resíduo Domiciliar) e RPU (Resíduo Público) coletados, isto apresenta uma equivalência de 0,60 Kg/hab./dia de lixo produzido. Tendo um Produto interno Bruto de 13.662,19 reais por habitante.

Além do PIB, muita coisa é capaz de influenciar na geração e na diferenciação de resíduos. De acordo com Bidone (p. 138, 2001), “as características físico-químicas e microbiológicas dos Resíduos Sólidos Urbanos apresentam grande diversidade de cidade para cidade e são diretamente influenciadas pelas condições socioeconômicas e culturais de cada região”.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. **Objetivo geral**

Analisar o processo de geração, alternativa sustentável e destinação dos resíduos sólidos provenientes da construção civil até a disposição final dos rejeitos na cidade de Goianésia.

1.2.2. **Objetivos específicos**

- Abordar, de maneira didática, o despejo dos resíduos sólidos provenientes de construção civil;
- Estudar os processamentos dos resíduos sólidos e sua transformação em um material nobre;
- Levantar e apresentar a situação dos resíduos sólidos na cidade de Goianésia.

1.3. JUSTIFICATIVA

A proposição deste trabalho justifica-se quando se percebe que os recursos utilizados pela engenharia civil são limitados e não renováveis, além disso há dificuldades de se encontrar tais recursos naturais de qualidade admissível próximos aos grandes centros urbanos, o que tem incentivado o crescimento de empresas de reciclagem de resíduos sólidos provenientes da construção civil.

A reutilização e a reciclagem destes materiais são uma forma de minimizar impactos ambientais, uma vez que o gerador deixa de utilizar um recurso natural para fazer uso de um material reutilizável ou reciclado, aplicando assim o importante fundamento da sustentabilidade.

1.4. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia está organizada em quatro capítulos. O primeiro apresenta a introdução, conforme mostrado acima. O segundo constitui-se da pesquisa bibliográfica do trabalho, e é subdividido em resíduos sólidos, normatização dos resíduos sólidos, e, por último, a aplicação e utilização de material reciclado na construção civil. No terceiro tópico é apresentado o estudo de caso. Finalmente, na quarta seção são apresentadas as conclusões desta pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica da monografia, subdividida em três tópicos: resíduos sólidos, normatização dos resíduos sólidos, e, por último, a aplicação e utilização de material reciclado na construção civil. Tal revisão é de suma importância para o cumprimento dos objetivos propostos pelo trabalho.

2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (BIDONE, p. 4, 2001), o resíduo pode ser definido como algo cujo dono abdica de seu direito de propriedade por não possuir mais valor comercial.

Como foi tratado no primeiro capítulo, um dos textos que regulamenta o que é, por definição, um resíduo sólido é a Lei nº 14.248 (BRASIL, 2012). Em seu quinto artigo, observa-se que os resíduos sólidos são aqueles que “resultam de atividade humana em sociedade e que se apresentem nos estados sólido, semissólido ou líquido não passíveis de tratamento convencional”.

Eles são classificados, comumente, segundo a sua origem, podendo ser agrícolas, comerciais, domésticos, hospitalares, industriais, de serviços e de varrições. Para explanação do tema proposto, o trabalho abordará os Resíduos Sólidos Urbanos e da Construção Civil.

2.1.1. Resíduos sólidos urbanos

O Ministério Público de Goiás, em seu portal, define Resíduos Sólidos Urbanos como aqueles que são provenientes de atividades domésticas e comerciais, cuja composição varia com a condição social e econômica de cada população e os hábitos particulares de cada indivíduo. Ainda de acordo com o Ministério Público, os RSUs são compostos por:

- Matéria Orgânica: restos de comida, da sua preparação e limpeza, etc.;
- Papel e papelão: jornais, revistas, caixas, embalagens, cadernos, folhas, etc.;

- Plásticos: garrafas, garrafões, frascos, embalagens, boiões, etc.;
- Metais: latas;

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010, art. 13) classifica como Resíduos Sólidos Urbanos aqueles que são oriundos das atividades domésticas, em residências urbanas, e os resíduos de limpeza cuja origem é a prática de varrição, limpeza de alamedas e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

Apesar das rígidas definições acima do que pode ser considerado RSU, este trabalho reconhece as dificuldades que a maioria das regiões do país enfrenta no reconhecimento desta categorização pela complexidade da separação do lixo, visto que todas elas ainda possuem lixões – modelo não sustentável que deveria ter sido substituído por aterros sanitários desde agosto do ano passado, mas que, graças a uma prorrogação do Plenário do Senado (aprovada em 1º de julho de 2015), deverão ser extintos apenas entre 2018 e 2021.

Assim, as capitais e municípios de região metropolitana terão até 31 de julho de 2018 para acabar com os lixões. Os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, terão um ano a mais para implementar os aterros sanitários. As cidades que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021. (TORRES, 2015)

Dentro da coleta urbana de resíduos, portanto, encontram-se diversos tipos de lixo, incluindo aqueles considerados infectantes, mas, principalmente, e mais importante para a construção deste TCC, são encontrados grande quantidade de Resíduos de Construção.

De acordo com Pinto (1999), citado pelo plano de resíduos sólidos do Estado de Goiás (2014, p. 29), 54 a 70 % da totalidade de RSU gerados pelos municípios, por ele pesquisados, são compostos por Resíduos Sólidos de Construção. Por tamanha abrangência, o autor define RSU como:

Conjunto dos resíduos sólidos gerados nos ambientes urbanos, classificáveis pela sua origem em resíduos domiciliares, comerciais, de varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalares; portos, aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, industriais, vegetais e agrícolas, volumosos, e resíduos da construção e demolição.

As definições expostas no Seminário de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, realizado no dia 27 de agosto de 2015, em Brasília, também confirmaram tal problemática de tratar o RSU e o RCC de forma distinta. Segundo os especialistas presentes, alguns deles fizeram parte da atualização da Política Nacional de Resíduos Sólidos, constantemente citada nestes capítulos, grande parte do RSU é composto por Resíduos de Construção e a insistência em fazer segregação entre esses resíduos apenas ressalta a dificuldade de gestão que os municípios têm enfrentado.

Os dados trazidos pelo Plano de Resíduos Sólidos do Estado de Goiás (2014, p. 30), através da tabela 1, comprovam, mais uma vez, que separar os RCC dos RSUs não é fácil, já que a maior parte dos resíduos sólidos gerados nos municípios é composta por RCC.

Tabela 1-Quantidade de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Sólidos Urbanos em Goiás.

Microrregião	Geração estimada de RCC (t/dia)	Geração estimada de RSU (t/dia)	Geração de RCC+RSU (t/dia)	Percentual de RCC em relação ao total de RCC+RSU (%)
Norte Goiano	351,98	139,26	491,24	71,65
Nordeste Goiano	161,47	57,3	218,77	73,81
Noroeste Goiano	159,89	60,86	220,75	72,43
Centro Goiano	817,08	413,74	1.230,82	66,39
Entorno do Distrito Federal	1.362,18	680,72	2.042,90	66,68
Oeste Goiano	386,84	142,2	529,04	73,12
Metropolitana de Goiânia	3.088,61	1.915,34	5.003,95	61,72
Sudeste Goiano	296,41	123,91	420,32	70,52
Sudoeste Goiano	719,78	332,2	1.051,98	68,42
Sul Goiano	515,53	222,71	738,24	69,83
Estado de Goiás	7859,77	4088,24	11948,01	65,78

Fonte: FUNAPE/UFG, 2014

Para averiguar as condições de disposição de resíduos sólidos urbanos do estado foram utilizadas informações fornecidas pelos municípios, porém estas foram consideradas altamente instáveis e, assim, dados de literatura pertinentes (como os divulgados pelo IPEA em 2011) também foram utilizados.

Podemos citar como exemplo da dificuldade da dissociação da amálgama RSU + RCC, tão presente no cotidiano das cidades, o pequeno gerador e o Código de Posturas de Aparecida de Goiânia, que determina que a remoção de até 1,5 metros cúbicos de entulho é responsabilidade da administração municipal (Secretaria de Desenvolvimento Urbano).

2.1.2. Resíduos da construção civil

Através da figura 1, podemos visualizar uma forma incorreta de realizar o descarte dos resíduos sólidos provenientes da construção civil na cidade de Goianésia, já na figura 2 está exposto a maneira correta do descarte dos resíduos da construção civil.

Figura 1-Resíduos sólidos dispostos de maneira irregular na cidade de Goianésia.



Fonte: Autores, 2017.

Figura 2-Resíduos sólidos dispostos de maneira correta na cidade de Goianésia.



Fonte: Autores, 2017.

O crescimento desordenado das cidades gera um aumento na construção civil e, conseqüentemente, um aumento na geração de entulhos. Para que a reciclagem se torne viável e, portanto, ganhe espaço, esta deve ser apoiada por leis. No Brasil, temos a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que reúne o conjunto de diretrizes e ações para a gestão integrada e o gerenciamento apropriado dos resíduos sólidos. Este marco regulatório nada mais é do que uma ferramenta de desenvolvimento social, econômico e ambiental, que, segundo Marco Maia, ex-presidente da Câmara dos Deputados e responsável pela apresentação da segunda edição da PNRS, fará com “que o Brasil atinja novos patamares de consciência ambiental, de tecnologia limpa e de crescimento sustentável” (BRASIL. Lei nº 12.305, 2010).

Ainda de acordo com a PNRS (BRASIL. Lei nº 12.305, 2010), através de seu Art. 13, definimos como Resíduos Sólidos da Construção Civil aqueles que são provenientes de processos de “reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”.

A resolução nº 307 do Conama (BRASIL, 2002) define, de forma mais exemplificada, tais resíduos como:

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

No Estado de Goiás, o balanço da geração dos Resíduos Sólidos da Construção Civil foi realizado através da obtenção de dados fornecidos pelos municípios, no Plano Estadual de Resíduos de Goiás (2014).

Observe a tabela 2:

Tabela 2 – Estimativa sobre a geração de Resíduos de Construção para as diferentes microrregiões do estado de Goiás.

Região	Geração estimada de RCC (t/dia)	Percentual por microrregião (%)
Norte Goiano	351,98	4,48
Nordeste Goiano	161,47	2,05
Noroeste Goiano	159,89	2,03
Centro Goiano	817,08	10,40
Entorno do Distrito Federal	1362,18	17,33
Oeste Goiano	386,84	4,92
Metropolitana de Goiânia	3088,61	39,30
Sudeste Goiano	296,41	3,77
Sudoeste Goiano	719,78	9,16
Sul	515,53	6,56
TOTAL	7859,77	100,00

Fonte: Plano Estadual de Resíduos de Goiás, 2013

2.1.3. Classificação dos resíduos sólidos

Inúmeras são as leis, diretrizes e resoluções que classificam os Resíduos Sólidos provenientes da construção civil. No entanto, abordaremos aqui, brevemente, as que mais interessam este trabalho.

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10004 ABNT (2004, p.3) classifica os resíduos sólidos em:

- a) Resíduos classe I – Perigosos;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos;
 - resíduos classe II A – Não inertes.
 - resíduos classe II B – Inertes.

A resolução n° 307 do Conama (BRASIL, 2002, art. 3) exemplifica mais profundamente o que seriam os resíduos classe A e classe B. Os RCCs deverão ser classificados, para efeito desta resolução, da seguinte forma:

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

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) produzidas nos canteiros de obras;

c) de processos de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidos nos canteiros de obras;

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

Ainda segundo a mesma resolução do Conama, resíduos reutilizáveis são aqueles que podem ser aproveitados mais de uma vez sem passarem por qualquer procedimento modificador, já os resíduos recicláveis só podem ser aproveitados novamente após passarem por algum processo de transformação.

Citemos, ainda, a Lei nº 14.248 (GOIÁS, 2002, art. 6º), da Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Goiás, que classifica os RSUs como aqueles “provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana e os entulhos da construção civil e similar”.

2.1.4. Rejeitos sólidos

Pode-se pegar um rejeito sólido e recicla-lo para transformá-lo em um material nobre. Do processo de reciclagem, obtêm-se novos rejeitos, e são definidos basicamente como o subproduto que ainda não é dotado de poder comercial e que não é utilizado em nenhum processo. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL. Lei nº 12.305, 2010) define, em seu Art. 3º:

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XIV- reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem

como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

A Resolução do Conama nº 307 (BRASIL, 2002, art. 2) define, em outras palavras, o processo de reciclagem e beneficiamento de um resíduo, conforme vê-se a seguir:

VII – Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII – Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

Já a Lei Estadual nº 14.248 (GOIÁS, 2002, art. 5), que é vigente no estado, diz que reciclagem é “o processo de transformação de materiais descartados, que envolve a alteração das propriedades físicas e físico-químicas dos mesmos, tornando-os insumos destinados a processos produtivos”.

2.2. NORMATIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

2.2.1. Nbr 10004/2004 – classificação de periculosidade de um resíduo

A NBR 10004/2004, versão atualizada da NBR 10004/1987, surge com a proposta de não apenas discorrer sobre o processo de classificação em relação à disposição final de resíduos sólidos, mas de discorrer sobre todo o processo, desde a identificação da atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

De acordo com a NBR 10004 (2004, p.3), os resíduos sólidos são classificados em:

- a) Resíduos classe I – Perigosos;
- b) Resíduos classe II – Não perigosos;
 - resíduos classe II A – Não inertes.
 - resíduos classe II B – Inertes.

Ainda de acordo com esta norma, caracterizam-se resíduos perigosos como aqueles que apresentam propriedades **inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas e patogênicas**, porém não será explanado a respeito das propriedades que caracterizam estes resíduos, pois

esta classe de resíduos não é utilizada pela usina, iremos discorrer, apenas, a respeito das definições relevantes para este trabalho: resíduos classe II – Não perigosos;

Resíduos classe II A - Não inertes: possuem características biodegradáveis, combustíveis e solúveis em água.

Resíduos classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2.2. Resolução conama 307, de 5 de julho de 2002

A Resolução do Conama n° 307, de 5 de julho de 2002, surgiu de uma necessidade de implantação de diretrizes que contribuíssem para a redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos sólidos oriundos da construção civil. Neste trabalho, esta resolução será abordada enfaticamente, uma vez que ela trata, claramente, das práticas lícitas ao gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil.

Em seu art. 2º, inciso V, define-se gerenciamento de resíduos como:

sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002).

O sistema de gestão de resíduos, a princípio visa a não geração de resíduos, porém, quando isto não é observado, o gerador deve, ao menos, reduzir, reutilizar, reciclar e, quando necessário, dar uma destinação final adequada aos resíduos por ele produzido.

Esta norma caracteriza como gerador todo aquele que por meio de uma atividade ou empreendimento gere um resíduo; estes podem ser pessoas físicas, jurídicas, públicas ou privadas.

Esta Resolução do Conama aborda, de forma sucinta, as etapas dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos, em seu Art. 9º. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos são divididos em:

- **Caracterização:** primeira etapa, esta acontece na fonte geradora, aqui o gerador tem a responsabilidade de identificar o resíduo e quantificá-lo.
- **Triagem:** a norma não exemplifica o processo de triagem, contudo nesta etapa o gerador tem a responsabilidade de fazer uma “prévia separação” dos resíduos de acordo com suas classificações para serem transportados à usina. A norma explicita que o processo de triagem deve ser realizado na origem de geração do resíduo pelo gerador, ou em uma área destinada a este fim de separação de resíduos previamente licenciada.
- **Acondicionamento:** é o armazenamento dos resíduos após serem gerados até a etapa de transporte. O acondicionamento deve manter as características dos resíduos para que este possa ser reutilizado ou reciclado.
- **Transporte:** o transporte de um resíduo da construção civil só poderá ser efetuado se as etapas de caracterização, triagem e acondicionamento forem observadas.
- **Destinação:** de acordo com o Art. 10º da resolução tratada (BRASIL, 2002), os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I – Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

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

Existem mais textos na Resolução nº 307 do Conama a respeito de destinação de resíduos da construção, porém eles não são o foco deste trabalho.

Ainda de acordo com esta resolução (BRASIL, 2002), as definições:

Reutilizar: é recorrente utilização de um resíduo sem a transformação do mesmo.

Reciclar: o resíduo passa por um processo de transformação para que possa ser utilizado.

Aterro de resíduos da construção civil: o aterro de resíduo é o local onde será depositado os resíduos da construção civil, estes serão classificados em classe A quando forem matérias reutilizáveis ou recicláveis. A principal função desses aterros é a preservação de resíduos reutilizáveis ou recicláveis para sua futura utilização.

Áreas de destinação de resíduos: áreas destinadas ao aprimoramento ou à disposição final de resíduos.

A respeito da gestão de resíduos sólidos da construção civil, devemos observar suas classificações, definidas no Art. 3º, cujos incisos I e II já foram descritos neste trabalho, para melhor esclarecimento do estudo de caso que será apresentado:

- I – Classe A – são definidos como os resíduos reutilizáveis ou recicláveis, exemplo:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II – Classe B – se encaixam nesta categoria os resíduos recicláveis que empregam outras destinações tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- III – Classe C – são resíduos que em razão da falta de tecnologia ou inviabilidade econômica não são reciclados ou reutilizados, exemplo, produtos que possuem em seu composto gesso.
- IV – Classe D – são resíduos de construção classificados como perigosos, dentre estes estão, resíduos contaminados oriundos de demolição de clínicas de radiologia, instalações industriais, tintas, solventes, óleos e telhas que contenham amianto em sua composição

2.2.3. Política nacional de resíduos sólidos

A PNRS veio como uma estratégia integrada e progressiva de responsabilidades e caminhos para a gestão, segundo Zilda Veloso, diretora de Ambiente Urbano, em palestra ministrada no Seminário de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

Ainda de acordo com Zilda, a construção de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos contribuiu para a preservação e cuidado com os recursos naturais, como o ar, água e solo e, conseqüentemente, é fundamental para a saúde pública.

A Política Nacional reduz a pressão sobre os recursos naturais e institui a responsabilidade compartilhada que todos precisam assumir pelo ciclo de vida dos produtos que consomem e produzem, em seu Art.30º. Ela impulsiona, diretamente, a redução na geração dos resíduos sólidos, o reaproveitamento destes resíduos, o estímulo a utilização de insumos cuja agressividade ao meio ambiente seja menor e o incentivo no desenvolvimento

de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis. Tudo isto contribui diretamente para um modo de vida sustentável.

Abaixo observamos um esquema básico sobre a ordem que deve ser observada na gestão de resíduos sólidos, de acordo com o Art. 9º da Política Nacional.

Figura 3 - Esquema básico sobre a ordem observada na gestão de resíduos sólidos, de cima para baixo, de acordo com o Art. 9 da Política Nacional.



Fonte: Art.9 PNRS, 2017.

Observa-se que a Política Nacional trata a disposição final adequada apenas como a disposição dos rejeitos, ou seja, daqueles resíduos que após esgotarem todas as possibilidades de recuperação não apresentam outra possibilidade senão a disposição final adequada. Esta mesma política apresenta dois tipos de destinação final que podem ser incorporadas ao processo do resíduo. A primeira destinação final ambientalmente adequada, cujas etapas incluem a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético do resíduo e, quando necessário, outras destinações finais ambientalmente adequadas, de acordo com órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, de forma a evitar qualquer dano ambiental ou comprometimento à saúde pública. A segunda destinação final ambientalmente adequada compreende o despejo de rejeitos de forma ordenada em aterros sanitários, de modo a não comprometer a saúde pública e o meio ambiente.

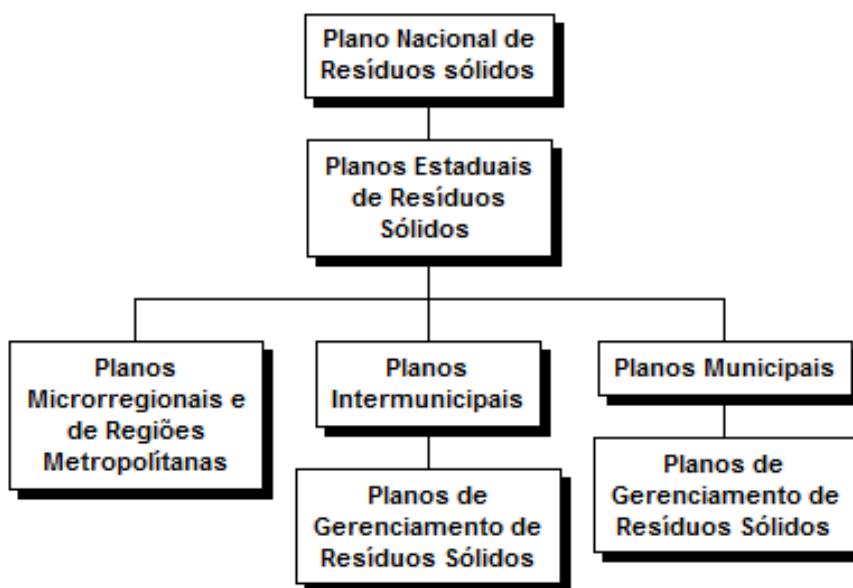
Um importante marco na elaboração da Política Nacional de resíduos sólidos foi, a elaboração de planos municipais de gestão integrada de resíduos com financiamento

federal, estipulando-se um prazo limite para implantação de 2 anos a partir do dia 9 de agosto de 2012. A implantação da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos também teve um prazo estipulado de 4 anos contados a partir de 2 de agosto de 2014. 1865 municípios em diferentes tempos cumpriram os prazos acima estipulados (VELOSO, 2015).

De acordo com a PNRS, em seu Art. 16º, os estados só poderão ter acesso aos recursos da União, aos incentivos e financiamentos federais de crédito ou fomento destinados a tal finalidade se estes forem utilizados para a realização de obras ou prestação de serviços pertinentes à gestão de resíduos sólidos. Em seu inciso III, a PNRS explicita que não serão exauridas as responsabilidades dos geradores nos termos desta lei e que é instituído aos órgãos públicos e microrregionais a realização de coleta seletiva, recuperação e reciclagem, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos e gestão dos resíduos sólidos da construção civil, lembrando que é de responsabilidade do gerador dar uma destinação final ambientalmente adequada a este.

Abaixo, na figura 4, há uma representação da cadeia hierárquica de atuação dos planos, sejam eles nacionais, estaduais, entre outros.

Figura 4 - Ordem hierárquica dos Planos de Resíduos Sólidos.



Fonte: Autores, 2017.

Dentre os temas de maior relevância abordados pela Política Nacional está a Logística Reversa, caracterizada pelo Art. 3º, inciso XII, como responsabilidade dos geradores e do poder público, o desenvolvimento econômico e social que viabiliza a coleta seletiva, a restituição e reutilização dos resíduos sólidos a todo o setor empresarial, e o total

reaproveitamento do material em seu ciclo de vida ou em outros ciclos de vidas produtivos até a destinação final ambientalmente adequada do rejeito.

2.3. APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Apesar de haver a implantação de uma Política Nacional a respeito da geração dos resíduos sólidos no Brasil, esta ainda é prematura se compararmos com outros países. Um destes exemplos é o Estado da Califórnia, situada nos Estados Unidos da América, cujo Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos, criado em 1989, obriga os municípios a não só reduzirem seus depósitos de entulhos, como impõe aos departamentos de transporte do estado a inclusão do concreto reciclado nas especificações dos materiais a serem utilizados como base e sub-base para pavimentação (ZORDAN, 1997 *apud* BIDONE, 2001).

Os Estados Unidos têm criado leis regulamentadoras para a disposição final de resíduos de construção e demolição desde os anos de 1990 a fim de dificultar a disposição de resíduos provenientes da construção civil e incentivar produtores de agregados naturais a entrarem no ramo da reciclagem de entulhos da construção, tornando a reciclagem de entulhos de construção um negócio rentável e ambientalmente adequado, contribuindo na preservação dos escassos recursos naturais (ZORDAN, 1997 *apud* BIDONE, 2001).

Outro exemplo mundialmente conhecido é a Holanda, que realiza testes e pesquisas para incorporação de agregados reciclados em construções desde 1984, uma vez que, suas reservas de minérios têm se tornado escassas em função da corrente e intensa utilização. A maneira que governo holandês encontrou para acabar com a crise dos agregados foi através da criação de uma lei sobre resíduos sólidos. Esta trata da disposição dos resíduos de maneira eficaz e ambientalmente adequada, controlando a quantidade deles que são despejados nos depósitos e incentivando seu reuso. A implantação da lei sobre resíduos sólidos na Holanda implicou o fechamento de depósitos clandestinos e a disposição de resíduos da construção se tornou de 5 a 6 vezes mais cara, fomentando a indústria de reciclagem (ZORDAN, 1997 *apud* BIDONE, 2001).

Conforme foi explicado, a PNRS, lei regulamentadora da gestão de resíduos sólidos no Brasil, é a responsável por fomentar atividades ambientalmente adequadas no país, seja elas de reutilização, reciclagem ou destinação final dos rejeitos, portanto também é papel dela

buscar a eliminação das atividades irregulares, equiparando o Brasil a países avançados nessa área.

Como sugerido pelo gestor ambiental Bruno Sanches (2015), no “Portal Eu Gestor”, o Art. 3º da Política Nacional de Resíduos Sólidos define muito bem como este incentivo pode ocorrer. De acordo com ele, a logística reversa é um instrumento para o desenvolvimento econômico e social, por causa do conjunto de ações e procedimentos destinados a viabilizar a coleta seletiva, e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para que este possa ser explorado em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Baseados em modelos dos Estados Unidos, Holanda, República Federal da Alemanha, para que os processos utilizados nas centrais de reciclagem alcancem êxito, estes devem estar próximos de locais em que haja abundância e contínuo fornecimento de entulhos de demolição (BIDONE, p.34, 2001).

As usinas de agregados reciclados da construção civil também devem estar próximas dos grandes centros urbanos, pois estes geram quantidade considerável de entulhos de demolição. Para municípios é viável a utilização de consórcios entre as cidades vizinhas a usina, para que o abastecimento dos entulhos de demolição seja feito de forma constante.

Além disso, usinas também deveriam ser planejadas para locais onde haja fácil acesso para caminhões pesados, pois são estes que usualmente transportam grande parte dos resíduos coletados. O ideal seria que houvesse disponibilidade para que os polos indústrias de reciclagem se situassem próximos aos aterros sanitários das cidades havendo, assim, uma logística de transporte. Ainda no campo das proposições, também seria ideal que agregados naturais, comumente utilizados na construção civil, fossem substituídos por agregados reciclados, porém sabemos que isso só é possível quando há uma inacessibilidade ou escassez do agregado natural, elevando seu custo e fomentando assim a utilização de agregados reciclados, oriundos de entulhos da construção civil.

O despejo do entulho de construção deverá ser cobrado, e possuir um alto custo de disposição. A taxa cobrada para despejar resíduos de construção e demolição em aterros do Novo México é de US\$ 8,00/t, o que seria aproximadamente R\$ 27¹. Em Nova Jersey, nos Estados Unidos, são cobrados US\$ 75,00/t (cerca de R\$ 246). Isto significa que o custo para

¹ \$ 1 = R\$ 3,27. Cotação do dia 30/05/2017.

despejo de resíduos oriundos da construção civil varia de local para local (BIDONE, p.211, 2001).

3. ESTUDO DE CASO

A proposta do estudo de caso é pesquisar o processo de geração, alternativa sustentável e destinação do resíduo sólido da construção produzido no município de Goianésia-GO.

3.1. GERADORES DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA

Analisando as áreas da cidade de Goianésia, serão apresentadas algumas fotos de como os resíduos sólidos da construção civil é descartado no município. Foram procuradas construtoras de grande porte, empresas públicas, o aterro sanitário e obras particulares que são tidas como principais geradoras de resíduos sólidos na região.

A Construtora Basefort chegou em Goianésia no ano de 2013, com duas obras de grande porte na cidade, um residencial com 494 casas e outro com 432 apartamentos. No residencial dos apartamentos foi feita a retirada do entulho sendo encaminhado ao aterro sanitário da cidade, já no residencial das casas, como exposto nas imagens 5 e 6, todo o entulho está disposto em céu aberto sem nenhuma restrição de acesso, a menos de 100 metros das residências, sendo aproximadamente 280 m³ de entulho.

Figura 5 – Resíduos localizados no pátio da Basefort, oriundos da obra do residencial .



Fonte: Autores, 2017.

Figura 6 – Resíduos localizados no pátio da Basefort, onde a vegetação se mistura com o entulho.



Fonte: Autores, 2017.

O local mais utilizado para o despejo de entulho provindo da construção civil em Goianésia, é no aterro sanitário.

Essa não é a forma mais sustentável, mas por falta de alternativas é a mais usual e a mais adequada dentro das condições que a cidade fornece. Por dia, são despejados cerca de 18 a 20 caçambas de resíduos sólidos, segundo a Secretária de Meio Ambiente.

A organização no aterro é notável, os resíduos de construção não são misturados com lixo doméstico ou hospitalar, conforme mostra Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Despejo de Resíduos no aterro sanitário de Goianésia.



Fonte: Autores, 2017.

Figura 8 – Resíduos localizados no aterro sanitário de Goianésia.



Fonte: Autores, 2017.

Além das caçambas que são destinadas ao aterro sanitário, nas Figuras 9, 10 e 11, mostra três lugares diferentes em Goianésia, onde a população faz o descarte irregular de entulho.

Por mais que sejam colocadas placas de advertência, uma minoria da população despeja o entulho em lugares inapropriados. Foram encontradas grandes montanhas de entulho pela cidade. A principal razão para despejar o entulho em local público é o valor econômico que deve ser pago aos proprietários de caçambas.

Figura 9 – Resíduos localizados na avenida contorno, próximo ao aeroporto, Bairro Amigo.



Fonte: Autores, 2017.

Figura 10 – Resíduos localizados na saída para Pica-Pau.



Fonte: Autores, 2017.

Figura 11 – Resíduos localizados na Rua 06 com a Avenida Contorno, Bairro Boungainville.



Fonte: Autores, 2017.

Pensando em resíduos sólidos, que não são da construção civil e que vão para o aterro e possuem uma alternativa sustentável tem o lodo. A Saneago realiza a retirada do lodo proveniente dos leitos de secagem na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) de Goianésia-GO, esse lodo é descartado no aterro sanitário da cidade. O lodo proveniente das ETE's, por mais que seja inócuo ao meio ambiente, poderia ser reutilizado de algumas formas, como: matéria prima para a fabricação de tijolos e cerâmicas, produção de cimento e como fertilizante orgânico para agricultura.

O artigo 3º da Resolução CONAMA nº 375/2006, que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, determina que os lodos gerados em sistemas de tratamento de

esgoto sejam submetidos a processos de redução de patógenos e da atratividade de vetores, para que possam ser utilizados na agricultura.

Figura 12 – Lodo retirado da Saneago-Goianésia.



Fonte: Autores, 2017.

3.2. ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – RECICLAGEM

Na cidade de Goianésia não existe usina de separação e reciclagem de resíduo. Para este estudo então foi realizada uma visita em uma usina de reciclagem no município de Aparecida de Goiânia que possui o processo de reciclagem dos resíduos oriundos da construção civil.

Os principais geradores de resíduos sólidos provenientes da construção civil são as grandes construtoras, as construtoras de médio e pequeno porte e as grandes e pequenas reformas. Esses geradores de resíduos pagam, hoje, uma média de R\$ 7,00 o metro cúbico para o despejo de seu material no aterro próximo a cidade de Goiânia. Este valor não inclui o transporte, porém, caso necessário, a empresa possui uma parceria com uma transportadora e um orçamento pode ser acordado.

A usina em questão não recebe qualquer tipo de caçamba, mas apenas caçambas melhores segregadas. Atentando-se para o fato de que quando uma caçamba com “pouca” qualidade chega ao aterro da empresa é dispensada, ou seja, a empresa não recebe o material.

A relação de materiais permitidos de serem despejados no aterro da empresa é:

- Concreto, argamassa, blocos, tijolos, telhas de concreto e materiais cerâmicos.

Os materiais proibidos ao despejo no aterro da usina são:

- Resíduos perigosos e contaminados, gesso, resíduos orgânicos, lixo eletrônico e radioativo, terra e vidro.

A relação dos materiais permitidos e proibidos está especificada em uma placa na entrada do aterro da empresa. De acordo com a resolução Conama 307, Art. 3º, os resíduos utilizados na usina se enquadram na classe A. No entanto, apesar de aceitar apenas resíduos melhores segregados, vale ressaltar que há uma tolerância por caçamba de até 15% de contaminação por resíduo classe B, C e D.

Após a caçamba com material de qualidade - com, aproximadamente, 6 m³, ser despejada no Aterro da empresa, esta passará por um processo de triagem prévio. Nesta empresa, a triagem prévia é feita pela diferenciação da coloração e tipologia de material de resíduo. Por exemplo, se a caçamba for mista esta será encaminhada para a parte de resíduos mistos do aterro, já se a caçamba for de resíduos de concreto, comumente denominado resíduos cinza, esta vai para outra parte do terreno.

O real processo de triagem corresponde, primeiramente, a separação dos materiais de resíduos. Aqui o profissional da empresa separa a madeira, papel, plástico e resíduos orgânicos dos resíduos sólidos da construção civil que são de interesse da empresa. Os RCC são separados por sua coloração e tipologia, uma vez que cada um irá exercer uma função, depois disso passam pelo processamento do britador e, então, são classificados de acordo com a sua granulometria, ou seja, aqui se obtém os agregados produzidos.

Os materiais que não possuem valor comercial nos parâmetros da instituição - plásticos, tubos de PVC, tábuas, ripas, madeiras, metais, latas e seus derivados - são encaminhados para empresas parceiras.

A empresa possui dois tipos de rejeito, o rejeito que é comercializado e o rejeito que é destinado ao Aterro Sanitário de Aparecida de Goiânia. O rejeito destinado ao aterro sanitário está de acordo com a PNRS.

A empresa possui no pátio seu próprio aterro de resíduos da construção civil. São um total de cinco anos de estratificação de sua camada de resíduos provenientes da construção. Não foi possível obter o real nível que este terreno tinha anos atrás.

Com o passar do tempo, a área de destinação dos resíduos vai se acumulando e ali vários materiais vão se segregando e elevando o nível do aterro. A empresa usa como estratégia a utilização deste aterro, ou seja, através de maquinários de construção, estes “montes” são desprendidos e, após, passam por um processo de triagem em que são separados

os materiais indesejados e os resíduos são classificados. O processo só se faz necessário aos montes mais antigos da empresa, pois estes eram depositados sem prévia separação, já os montes mais atuais podem ser encaminhados diretamente ao britador, pois se encontram segregados, uma vez que a nova política, que completou dois anos, determina a prévia triagem antes do armazenamento no aterro.

Após a triagem estes são destinados ao britador, em que a parcela de terra é expelida e o agregado produzido é classificado e posto à venda.

Como as pilhas de estocagem da usina se encontram a céu aberto, em épocas de chuva os materiais mais particulados ao entrarem em contato com a água se tornam “barrosos”, como não é recomendado a britagem destes materiais, uma vez que pode acarretar o entupimento do britador, é parte da logística da empresa armazenar separadamente em seu aterro materiais com maiores dimensões, menos particulados, para que nesta época estes possam ser britados. Dentre os resíduos melhor segregados estão calçadas, pavimentos asfálticos e concreto.

Deste processo é produzido areia reciclada, brita reciclada, rachão reciclado, pedrisco reciclado e rejeito comercializado.

3.3. DESTINAÇÃO

Hoje quando se fala em destinação temos que ser bem cuidadosos pois o processo de reciclagem como foi abordado tem que ser bem feito. É necessário um rigoroso controle de qualidade do entulho, com intuito de não contaminar ou que possa existir algum resíduo perigoso que deve ser descartado de maneira adequada. Podemos utilizar os entulhos selecionados, triturar e utilizar como agregado em concretos não estruturais, outra forma de reciclagem de telhas de barro e cerâmicas, gerando agregado que pode ser utilizado em pisos ou lugares onde a pigmentação avermelhada é desejável.

Desta forma, a reciclagem dos resíduos de construção para a produção de agregados torna-se uma alternativa cada vez mais viável, principalmente em função de normas e pesquisas já existentes que podem garantir sua aplicação. A pavimentação, por exemplo, alguns países utilizam agregado reciclado à um bom tempo, onde estudos sobre tal já estão mais consolidados. No Brasil o uso de agregado reciclado na pavimentação começou a ser usado nos meados da década de 80, mas desde então poucos estudos foram desenvolvidos,

levando em conta que seria de grande ajuda para o país, pois, ele possui cerca de 12,4% de suas vias pavimentadas, de acordo com uma pesquisa de análise das condições das rodovias no Brasil realizada pela Confederação Nacional do Transporte. Segundo o artigo realizado pela engenheira civil Rosângela dos Santos Motta, foi realizado um estudo em São Paulo, onde o pavimento com agregado natural e o com reciclável foram comparados. No agregado reciclado foi adicionado 4 % cal ou 4 % de cimento Portland, para aumentar a sua resistência. Conclui-se que o agregado analisado é de uso promissor na pavimentação, dadas suas propriedades físicas e mecânicas satisfatórias.

A areia reciclada (figura 13) possui dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isenta de impurezas, proveniente da reciclagem de concretos e blocos de concretos da construção civil. Pode ser usada em argamassa de alvenaria de vedação (paredes), contra pisos, blocos, tijolos de vedação e para assentamento de tubulações de esgoto.

Figura 13 – Areia Reciclada.



Fonte: Alpha Ambiental, 2017.

A brita (figura 14) é um material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isenta de impurezas, proveniente da reciclagem de concretos e blocos de concretos da construção civil. É usada para a fabricação de concretos não estruturais, obras de drenagem e em concreto magro que não exige muita resistência.

Figura 14 – Brita Reciclada.



Fonte: Alpha Ambiental, 2017.

O rachão reciclado (Figura 15) é um material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concretos e blocos de concretos da construção civil. É bastante usual para obras de pavimentação, terraplenagem e drenagens.

Figura 15 – Rachão reciclado.



Fonte: Alpha Ambiental, 2017.

O Pedrisco reciclado (Figura 16) é um material com dimensão máxima característica a 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concretos e blocos de concretos

da construção civil. É bastante usual para fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, manilhas de esgoto.

Figura 16 – Pedrisco reciclado.



Fonte: Alpha Ambiental, 2017.

4. CONCLUSÃO

A cidade de Goianésia possui grande potencial de geração de resíduos que são destinados ao aterro de forma correta, porém, não sustentável.

A alternativa do processo de reciclagem de resíduos da construção é de grande valor, pois é ambientalmente eficaz em uma sociedade que possui resíduos naturais já em processo de escassez.

Através dos estudos observamos que o processo é falho no sentido de conscientização de todas as partes, não só do meio que envolve a construção, pois é necessário uma separação dos rejeitos de forma adequada para uma maior eficiência no processo de reutilização e reciclagem de materiais de construção civil.

É necessário também, o incentivo do poder público em obras sustentáveis, como por exemplo, desconto em IPTU para obras que utilizem materiais reciclados. Com a união do poder público e a sociedade, o engajamento teria um alcance mais eficaz pois estimularia a todos de forma geral a tomar medidas mais sustentáveis.

Através da visão adquirida durante as visitas técnicas na empresa pesquisada e do conhecimento adquirido pelo embasamento teórico, constatamos que a transformação de RCCs também traria consistentes benefícios econômicos, uma vez que, os materiais naturais são significativamente mais onerosos do que os materiais reciclados. Portanto, ao considerarmos isoladamente o aspecto monetário, torna-se mais viável financeiramente a utilização de agregados reciclados na construção.

Baseado nessa pesquisa esperamos que sejam desenvolvidos trabalhos futuros com o objetivo de estimular e melhorar todo o processo, como, por exemplo, estudos mais específicos sobre a resistência do material reciclado até que ponto ele atende as normas. Outro ponto importante a ser trabalhado é o aspecto econômico onde poderia desenvolver projetos onde poderíamos fazer comparações entre os 2 tipos de material, reciclado e o natural na ideia de mostrar o quanto pode ser reduzido o custo final da obra.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – **Agregados para concreto**. 3. Ed. São Paulo, 1995. 44 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – **Fabricação de Blocos Pré-moldados de concreto para pavimentação prática recomendada**. 2. Ed. São Paulo, 1995. 20 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2014. 28 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria** - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Procedimentos Para Moldagem e Cura de Corpos de Prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: **Sistemas de gestão da qualidade** - Diretrizes para a gestão da qualidade em empreendimentos. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregados para concreto** - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7251: **Determinação de Massa Unitária**. Rio de Janeiro, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419: **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM-ISO 3310-1: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM-ISO 3310-1: **Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação** - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico. Rio de Janeiro, 1997.

BARBOZA, M. R.; BASTOS, P. S. **Traços de concreto para obras de pequeno porte**. São Paulo, 8 p. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/site_paulo/Artigo%20Tracos%20Concreto-Paulo%20Bastos.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2015.

BIDONE, F. R. A. (Org.). **Reaproveitamento de Materiais Provenientes de Coletas Especiais**. 1. ed. São Paulo: Rima Editora, 2001, 240 p.

BRASIL. Lei nº 12.305. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 147, 03 out. 2010. Seção 1, p. 3

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA. **Foto de moldagem de corpo de prova**. Disponível em: <http://www.carloscampos.com.br/index.php/fotos> Acesso em: 05 abr. 2017

ESTUDO LABORATORIAL DE AGREGADO RECICLADO DE RESÍDUO SÓLIDO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA APLICAÇÃO EM PAVIMENTAÇÃO DE BAIXO VOLUME DE TRÁFEGO. **TESE SOBRE PAVIMENTO COM AGREGADO RECICLADO FEITO POR ALUNO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**. São Paulo, 2005. 161 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072006-114729/en.php>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - FUNAPE/UFG. **Plano de Resíduos Sólidos do Estado de Goiás**. Goiás, 2014. 151 p. Disponível em: <[file:///C:/Users/Home/Downloads/PRODUTO%203%20-%20PRES%20VERS%C3%83O%20PRELIMINAR%20PANORAMA%20GERAL%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20-%20GOI%C3%81S%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Home/Downloads/PRODUTO%203%20-%20PRES%20VERS%C3%83O%20PRELIMINAR%20PANORAMA%20GERAL%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20-%20GOI%C3%81S%20(1).pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2017.

GOIÁS. Lei Estadual nº 14.248, de 29 de julho de 2002. **Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências**.

LENHARO, M. **Mesmo com política de resíduos, 41,6% do lixo tem destino inadequado**. G1, São Paulo, 27 de julho de 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/07/mesmo-com-politica-de-residuos-416-do-lixo-tem-destino-inadequado.html>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013. Importação de dados de saneamento de 2013. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 30 mai. 2017.

OLIVEIRA, A. A. **Apostila para as aulas práticas de materiais de construção.**

Departamento de engenharia estrutural e construção civil da Universidade Federal do Ceará. 2007. Disponível em:

http://www.deecc.ufc.br/Download/TB788_Materiais_de_Construcao_Civil_I/Apostilha%20materiais%20I.pdf >. Acesso em: 09 mai. 2017.

OTERO, G. **Emergência na Gestão de Resíduos Sólidos** [palestra]. In: Seminário de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. 27 de agosto de 2015, Brasília.

PIACENTINI METALÚRGICA BOM JESUS. **Site que traz informações sobre o britador utilizado na usina estudada.** Disponível em: < <http://www.piacen.com.br/empresa.asp>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999 apud FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - FUNAPE/UFG. Plano de Resíduos Sólidos do Estado de Goiás. Goiás, 2014. 151 p. Disponível em: <

[file:///C:/Users/Home/Downloads/PRODUTO%203%20-%20PRES%20VERS%C3%83O%20PRELIMINAR%20PANORAMA%20GERAL%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20-%20GOI%C3%81S%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Home/Downloads/PRODUTO%203%20-%20PRES%20VERS%C3%83O%20PRELIMINAR%20PANORAMA%20GERAL%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20S%C3%93LIDOS%20-%20GOI%C3%81S%20(1).pdf)>.

Acesso em: 10 abr. 2017.

PORTAL DA ALPHA AMBIENTAL. **Fotos de materiais reciclados** Disponível em: < <http://www.alphaambiental.com.br/produtos.php>>. Acesso em: 08 mai. 2017.

PORTAL DA PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIÂNIA. **Site que traz informações sobre a administração de Aparecida de Goiânia.** Disponível em: < <http://www.aparecida.go.gov.br/secretarias.php?l=Desenvolvimento%20Urbano&op=6>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

PORTAL DA PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Foto de agregados da usina de Belo Horizonte.** Disponível em: < <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/noticia.do?evento=portlet&pAc=not&idConteudo=64436&pIdPlc=&app=salanoticias>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

PORTAL DO JORNAL R7. **Na casa de 12%, percentual de rodovias pavimentadas no Brasil é “muito baixo”, avalia CNT.** Disponível em: < <http://noticias.r7.com/brasil/na-casa-de-12-percentual-de-rodovias-pavimentadas-no-brasil-e-muito-baixo-avalia-cnt-04112015>.>

PORTAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **Site que traz informações sobre o Ministério Público do Estado de Goiás.** Disponível em: < <http://www.mpggo.mp.br/portal/principal>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

RODRIGUES, E. **Agregados, Livro para a SBEA** (material para construção). Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/eduardo/Agregados.pdf>> Acesso em: 15 abr. 2017.

SEMINÁRIO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, 1., 2015, Brasília.

VELOSO, Z. M. F. A **Política Nacional de Resíduos Sólidos** [palestra]. In: Seminário de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. 27 de agosto de 2015, Brasília.