

Universidade Brasil  
Curso de Engenharia Civil, Campus Descalvado

JULIO CÉSAR BERTINI FRANCISCO

DESTINO FINAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA  
PRESERVAÇÃO DE ATERROS

Destination waste end of construction in landfill preservation

DESCALVADO/SP  
2016

Julio César Bertini Francisco

DESTINO FINAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
NA PRESERVAÇÃO DE ATERROS

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Esp. Maria Eliza Bianchi dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Camilo Castelo Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Descalvado, SP  
2016

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste TCC, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

JULIO CÉSAR BERTINI FRANCISCO

**DESTINO FINAL DE RESÍDUOS  
DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRESERVAÇÃO DE ATERROS**

**Trabalho de Conclusão  
apresentado como exigência  
para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia  
Civil, à Universidade Camilo  
Castelo Branco - Unicastelo,  
desenvolvido sob a orientação  
da Professora Maria Eliza  
Bianchi dos Santos**

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_\_ de 2016

Com Nota \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Profa. Orientadora Maria Eliza Bianchi dos Santos

\_\_\_\_\_  
Profa. Valeria Peruca de Melo

\_\_\_\_\_  
Profa. Thais Cereda Ravazi

**DEDICO**

À toda minha família, principalmente aos  
meus pais Luiz Cleber e Rosemary.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido a oportunidade de vencer e conseguir concluir esse curso tão sonhado que, antes de ser sonhado por mim, foi sonhado por Ele.

Aos meus pais, Luiz Cleber e Rosemary, pelo dom da vida, por me apoiarem em minhas escolhas e tornado o meu sonho possível.

Meus agradecimentos à Professora Maria Eliza Bianchi dos Santos, por ter sido minha orientadora no processo de pesquisa, elaboração e conclusão deste estudo.

Aos Professores da Unicastelo, citando a professora Valéria Peruca de Melo, por ter feito a avaliação prévia de meu estudo.

Aos meus amigos (as) que conquistei ao longo do Curso, que são amizades que pretendo levar para vida toda: Anderson, Vinícius, Leonardo amigos de infância que continuam ao meu lado nos dias de hoje, Pedro José, que manteve a mão estendida nesses cinco anos de jornada, e outros amigos que contribuíram de alguma forma para essa conclusão, Vitor, Giovana, Gustavo, Gabriela.

Enfim a todos aqueles que são essenciais na minha vida que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse sonho.

## **EPIGRAFE**

Imagine uma nova história para sua vida acredite nela.

*(Paulo Coelho)*

## **RESUMO**

Os produtos e bens descartáveis têm um ciclo de vida curto, além dos avanços tecnológicos das últimas décadas que influenciam para a rápida substituição destes bens. Um dos maiores problemas das cidades brasileiras e do mundo, sem dúvida é a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Esses resíduos quando eliminados inadequadamente, poluem e contaminam os recursos naturais. Atualmente no Brasil, os RSU têm como disposição final principalmente os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Cada um destes apresenta suas particularidades. A Construção Civil é reconhecidamente uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Para uma compreensão ampla desta questão da geração e disposição dos resíduos da construção civil e de demolições (RCD) foi necessário um levantamento documental e bibliográfico sobre as ações realizadas na atualidade pertinentes a este tema e suas implicações ligadas ao mercado da construção civil e das políticas públicas. Concluiu-se que as leis vigentes no Brasil trazem diretrizes para que processos ocorridos nas cidades tais como Sorocaba, Teresina, Cariri e Maringá possam ocorrer, mesmo que, em algumas situações os autores tenham informado que muito ainda há que ser feito para que os RCD possam ter o destino correto e a reciclagem como os 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) seja colocado em prática.

**Palavras-Chave:** Construção Civil, Legislação, Reciclagem e Resíduos Sólidos

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Classificação do lixo de acordo com a fonte e os componentes. ....	17
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lixão .....	19
Figura 2: Aterro controlado .....	20
Figura 3: Aterro sanitário .....	21
Figura 4: Valores percentuais origem dos resíduos construção civil .....	23
Figura 5: Classificação dos resíduos e destinação.....	26
Figura 6: Código de Cores para diferentes tipos de resíduos .....	32
Figura 7: Esquema estrutural de pavimento .....	34
Figura 8: Ecoponto no município de Sorocaba .....	38
Figura 9: Região Metropolitana do Cariri .....	40
Figura 10: Caçambas nas ruas do Rio de Janeiro .....	43
Figura 11: Descarte ilegal de RCC.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Áreas de manejo- Diretrizes para projeto, implantação e operação: .....25

Tabela 2: Uso de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.....25

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ATT	Áreas de Transbordo e Triagem
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CTR	Centro de Tratamento de Resíduos
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRECI	Conselho Regional de Corretores de Imóveis
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LO	Licença de Operação
NBR	Normas Brasileiras
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC	Policloreto de Vanílica
RCC	Resíduos Sólidos de Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção Civil e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Geral .....	15
2.2. Específicos.....	15
3. DESENVOLVIMENTO.....	16
CAPÍTULO 1 - LIXO E RESÍDUO: DEFINIÇÕES E CONCEITOS .....	16
1.1 ORIGEM, COMPOSIÇÃO DO LIXO E CLASSIFICAÇÃO DO LIXO.....	16
1.2 DESTINO DO LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
1.2.1 Lixão.....	18
1.2.2. Aterro controlado.....	19
1.2.3. Aterro sanitário .....	20
CAPÍTULO 2 -COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS .....	21
CAPITULO 3 - OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL .....	22
CAPÍTULO 4 - LEGISLAÇÃO BRASILEIRA REFERENTE AOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO.....	25
CAPÍTULO 5 -IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM DOS RCD .....	27
5.1 REDUZIR.....	27
5.2 REUTILIZAR.....	28
5.3 RECICLAR .....	28
5.4 RECICLAGEM NOS CANTEIROS DE OBRAS .....	30
5.4.1 Acondicionamento.....	31
CAPÍTULO 6 - PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE RCD RECICLADOS.....	32
6.1 REUTILIZAÇÃO DO ENTULHO .....	32
6.2 USO DE PAVIMENTAÇÃO .....	33
6.3 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA CONCRETO .....	35
6.3.1 Vantagens .....	36
6.3.2 Desvantagens.....	36
CAPÍTULO 7 – REVISÃO TEÓRICA DE ESTUDOS DE CASO NA LITERATURA.....	36

7.1 SOROCABA – SÃO PAULO .....	37
7.2 TERESINA - PIAUÍ.....	38
7.3 REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ.....	39
7.4 MARINGÁ – PARANÁ.....	40
7.5 RIO DE JANEIRO – RIO DE JANEIRO .....	41
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional e conseqüentemente o aumento do consumismo capitalista, faz com que sejam gerados mais resíduos. Os produtos e bens descartáveis têm um ciclo de vida curto, além dos avanços tecnológicos das últimas décadas que influenciam para a rápida substituição destes. Um dos maiores problemas das cidades brasileiras e do mundo, sem dúvida é a disposição de (RSU), os quais quando eliminados inadequadamente, poluem e contaminam os recursos naturais.

Em muitos municípios brasileiros ainda não existe um lugar apropriado para o destino do lixo urbano. É importante observar que o lixo é um problema que afeta um país como um todo. Tanto o governo federal, quanto os governos estaduais e municipais enfrentam dificuldades no descarte e destinação final apropriada do lixo produzido. Atualmente no Brasil, os resíduos sólidos urbanos têm como disposição final principalmente os lixões, aterros controlados e aterros sanitários em cada um destes apresenta suas particularidades.

As cidades produzem toneladas diárias de RSU que são levadas para um lixão para a efetivação da disposição final dos seus resíduos sólidos, o que acaba poluindo rios e mananciais, degradando o meio ambiente, ameaçando a saúde pública e provocando poluição ambiental há muito tempo.

A Construção Civil é reconhecidamente uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

Os Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) são aqueles gerados nos canteiros de obras, provenientes de construções, reformas e demolições, como os tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, etc. O Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Brasil se faz necessária e é definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para uma compreensão ampla desta questão da geração e disposição dos resíduos da construção civil e de demolições foi necessário um levantamento documental e bibliográfico sobre as ações realizadas na atualidade pertinentes a este tema e suas implicações ligadas ao mercado da construção civil e das políticas públicas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Contribuir com a pesquisa científica no âmbito da reciclagem e deposição de resíduos da construção de forma adequada ambientalmente, incentivando as boas práticas em relação aos resíduos de construção e demolição.

### **2.2. Específicos**

- Investigar as leis vigentes para o descarte dos resíduos sólidos da construção civil.
- Definir o Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
- Apresentar os materiais de construção civil que são considerados resíduos sólidos
- Apresentar estudos de casos por meio de pesquisa teórica.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### CAPÍTULO 1 - LIXO E RESÍDUO: DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Segundo Norões et al. (2011), há uma dificuldade em diferenciar o que é lixo ou resíduo sólido, isso se deve principalmente ao fato da sua origem e constituição estarem diretamente ligados ao homem e o meio em que esse vive, uma vez que são dependentes de uma série de fatores que interferem tanto na vida como no local onde habita. Desse modo, Calderoni (2003, p. 123), comenta que:

“Sob o ponto de vista econômico, resíduo ou lixo é todo material que uma dada sociedade ou agrupamento humano desperdiça. Isso pode decorrer de várias razões como sejam, por exemplo, problemas ligados à disponibilidade de informação ou de meios para realizar o aproveitamento do produto descartado, inclusive da falta de desenvolvimento de um mercado para produtos recicláveis.”

Sendo assim, pode-se afirmar que a conceitualização de lixo e de resíduo sofre variação dependendo da época e lugar onde está inserido em virtude de depender de vários fatores tais como sociais, jurídicos, econômicos, ambientais e tecnológicos.

Lixo tem sua origem em uma palavra latina (*lix*) significando cinza, vinculada às cinzas dos fogões. Mucelin e Bellini (2008, p. 113) apresentam a definição de lixo como “aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora. Sujidade, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor” e como sendo “os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis, ou descartáveis”.

##### 1.1 ORIGEM, COMPOSIÇÃO DO LIXO E CLASSIFICAÇÃO DO LIXO

Os resíduos coletados nos centros urbanos, na sua grande maioria, são deixados, sem qualquer precaução em depósitos existentes nas periferias das cidades. Em virtude do crescimento acelerado do lixo, constata-se a necessidade em se determinar uma tecnologia mais adequada para o tratamento, aproveitamento ou ainda, destinação final do lixo, levando-se em consideração a sua classificação (ARAÚJO, SOUSA e LOBATO, 2009).

Desta forma, nota-se que tanto a origem como a composição do lixo são elementos essenciais para classificação do lixo. Em complemento ao tema tem-se a quadro 1 em que é apresentada a classificação do lixo conforme sua fonte e seus componentes.

Quadro 1: Classificação do lixo de acordo com a fonte e os componentes.

Tipo	Origem	Exemplos
Sólidos domiciliares	Vida diária das residências	Restos de alimentos, plásticos, vidros, papéis, papelões, borrachas, tecidos, folhagem, areia, dentre outros.
Sólidos comerciais	Estabelecimentos comerciais e de serviços	Embalagens, papéis, papelões, plásticos e outros típicos das atividades comerciais.
Sólidos públicos	Serviços públicos	Varrição, capina, raspagem, limpeza de ambientes públicos, como praias, córregos, dentre outros.
Sólidos industriais	Atividades do ramo industrial	Metalúrgica, química, petroquímica, alimentícia, têxtil, dentre outros.
Sólidos dos serviços de saúde	Estabelecimentos da área de saúde	Hospitais, farmácias, postos de saúde, laboratórios, clínicas, dentre outros.
Sólidos resíduos da construção civil	Provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos	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.
Resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários	Locais de grande transição de pessoas, como os portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários.	Resíduos sépticos, que podem conter organismos patogênicos nos materiais de higiene e de uso pessoal, em restos de alimentos, dentre outros.
Sólidos de atividades agrícolas	Vida diária das fazendas e similares	Adubos, rações e defensivos agrícolas e suas embalagens, restos de colheita.
Radioativos	Usinas nucleares	Combustíveis nucleares.
Sólidos especiais	Equipamentos diversos	Pilhas, baterias de celular, pneus, lâmpadas fluorescentes, dentre outros.

**Fonte:** adaptado de Norões et al. (2011).

De acordo com Carvalho Junior e Nogueira (2006), muitos são os fatores que influenciam a origem e a formação do lixo no meio urbano, dentre os quais cita-se:

- número de habitantes do local;
- área relativa de produção.
- variações sazonais.
- hábitos e costumes da população.
- nível de educação.

- condições climáticas.
- poder aquisitivo.
- eficiência da coleta.

Os fatores de geração consistem, basicamente, na taxa de geração por habitante e na população total do município.

Vale ressaltar que um dos componentes mais importantes é o componente econômico sendo outros fatores não menos importantes, como é o caso, por exemplo, das migrações periódicas nas férias (CARVALHO JUNIOR e NOGUEIRA, 2006):

## **1.2 DESTINO DO LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS**

Segundo Casagrande (2010) as cidades brasileiras produzem cerca de 150 mil toneladas de lixo por dia, 17% delas destinadas aos lixões. Pouco menos da metade têm destinação adequada, em aterros onde há captação de líquidos percolados e queima do gás metano produzido. Em 2008, somente 405 municípios – 7% do total – faziam coleta seletiva e apenas 13% do lixo coletado seguem para reciclagem.

### **1.2.1 Lixão**

Um lixão é uma área de disposição final de resíduos sólidos sem nenhuma preparação anterior do solo. Não tem nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos o chorume (líquido preto que escorre do lixo o qual penetra pela terra, levando substâncias contaminantes para o solo e para o lençol freático. Moscas, pássaros e ratos convivem com o lixo livremente no lixão a céu aberto e, pior ainda, crianças, adolescentes e adultos catam comida e materiais recicláveis para vender. No lixão o lixo fica exposto sem nenhum procedimento que evite as consequências ambientais e sociais negativas (GONÇALVES, 2015).

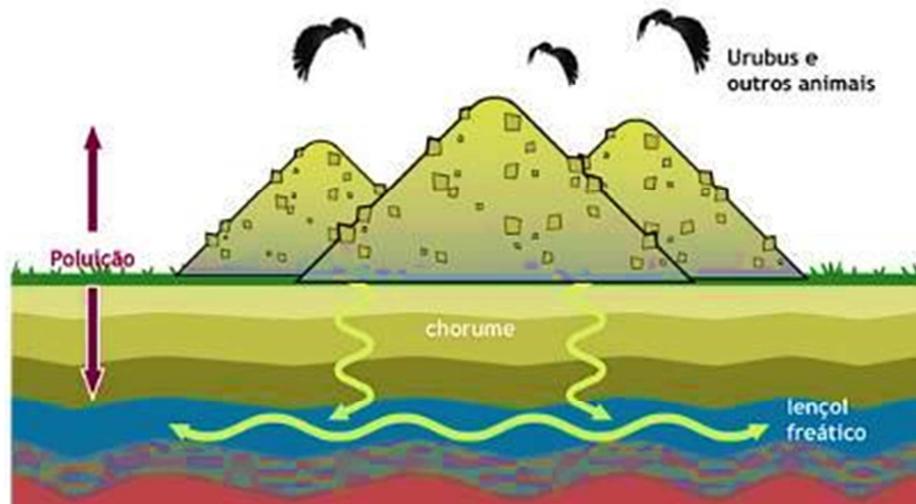


Figura 1: Características do Lixão  
 Fonte: Gonçalves, (2015)

### 1.2.2. Aterro controlado

Gonçalves (2015) Explica que o aterro controlado é uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Normalmente, é uma célula adjacente a figura 2 que foi remediado, ou seja, que recebeu cobertura de argila, e grama (idealmente selado com manta impermeável para proteger a pilha da água de chuva) e captação de chorume e gás. Esta célula adjacente é preparada para receber resíduos com uma impermeabilização com manta e tem uma operação que procura dar conta dos impactos negativos, tais como a cobertura diária da pilha de lixo com terra ou outro material disponível como forração ou saibro. Tem também 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 para este efluente (ETE).

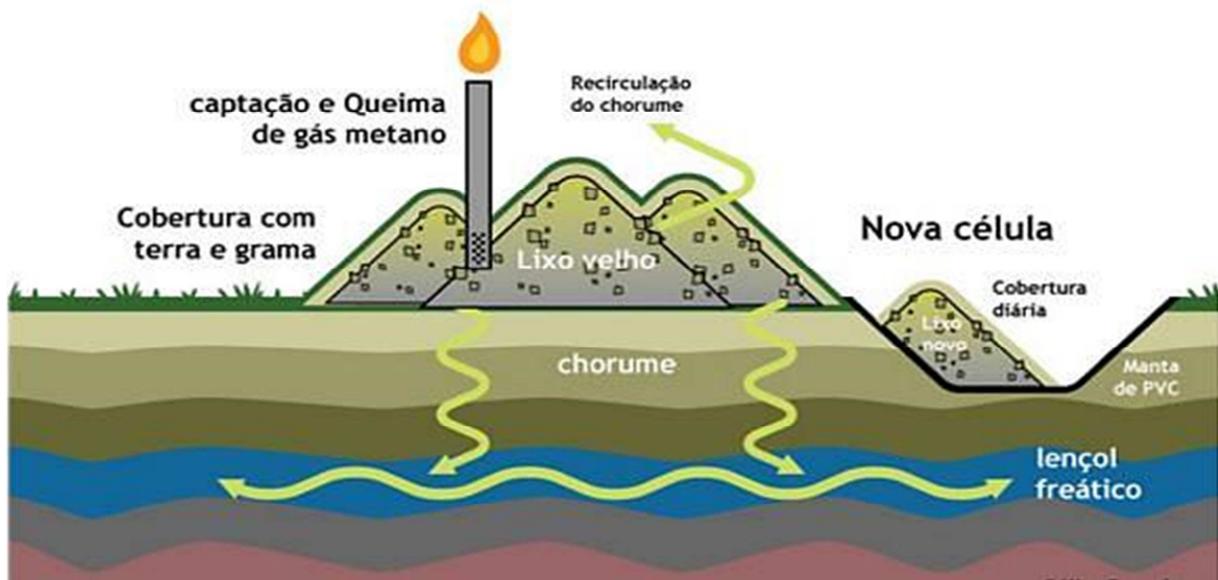


Figura 2: Características do Aterro controlado  
 Fonte: Gonçalves, (2015)

### 1.2.3. Aterro sanitário

O aterro sanitário é a forma mais adequada de disposição dos resíduos sólidos urbanos o qual antes de iniciar a disposição do lixo teve o terreno preparado previamente com o nivelamento de terra e com o selamento da base com argila e mantas de policloreto de vinila (PVC), sendo esta ultima extremamente resistente. Desta forma, com essa impermeabilização do solo, o lençol freático não será contaminado pelo chorume. Este é coletado através de drenos o polietileno de alta densidade (PEAD), encaminhados para o poço de acumulação de onde, nos seis primeiros meses de operação é recirculado sobre a massa de lixo aterrada. Depois desses seis meses, quando a vazão e os parâmetros já são adequados para tratamento, o chorume acumulado será encaminhado para a (ETE) estação de tratamento de efluentes. A operação do aterro sanitário, assim como a do aterro controlado prevê a cobertura diária do lixo, não ocorrendo a proliferação de vetores, mau cheiro e poluição visual (GONÇALVES, 2015) como pode ser observado na figura 3.



Figura 3: Características do Aterro Sanitário  
 Fonte: Gonçalves, (2015)

## CAPÍTULO 2 - COLETA E TRANSPORTE DE RESÍDUOS

Carvalho Junior e Nogueira (2006), argumentando sobre a coleta de materiais diversos e entulhos, informam que os grandes vilões das administrações municipais são os entulhos de origem de construções ou reformas de residências ou escritórios. O custo desta coleta é bastante caro, pois utiliza equipamentos "pesados" e caçambas. No entanto, a situação se torna mais grave, quando estes resíduos não são coletados, pois propiciam a proliferação de vetores, atrapalham o tráfego de pedestres e automóveis, destroem a paisagem e atraem outros resíduos.

De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001) no Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Nesse dia, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 3024, aprovando o contrato de "limpeza e irrigação" da cidade, que foi executado por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra 'gari', que hoje denomina os trabalhadores da limpeza urbana em muitas cidades brasileiras.

A coleta do lixo é o segmento que mais se desenvolveu dentro do sistema de limpeza urbana e o que apresenta maior abrangência de atendimento junto à população, ao mesmo

tempo em que é a atividade do sistema que demanda maior percentual de recursos por parte da municipalidade (MATTOS, 2013).

Esta situação se deve à pressão exercida pela população e pelo comércio para que se execute a coleta com regularidade, evitando-se, assim, o incômodo da convivência com o lixo nas ruas. Porém, essa pressão tem geralmente um efeito seletivo, ou seja, a limpeza urbana as etapas de geração, acondicionamento, administração municipal, quando não têm meios de oferecer o serviço a toda a população, prioriza os setores comerciais, as unidades de saúde e o atendimento à população de renda mais alta (SIMONETTO e LÖBLER, 2014).

A expansão da cobertura dos serviços raramente alcança os sólidos, além da limpeza de áreas realmente carentes, até porque a ausência de infraestrutura viária exige a adoção de sistemas alternativos, que apresentam baixa eficiência e, portanto, custo mais elevado (MONTEIRO et al., 2001).

O lixo dos estabelecimentos que produzem mais que 120 litros de lixo por dia deve ser coletado por empresas particulares, cadastradas e autorizadas pela prefeitura. A coleta do lixo domiciliar deve ser efetuada em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários, regularmente. Somente assim os cidadãos habituar-se-ão e serão condicionados a colocar os recipientes ou embalagens do lixo nas calçadas, em frente aos imóveis, sempre nos dias e horários em que o veículo coletor irá passar (MONTEIRO et al., 2001).

Pesquisas informam que cada ser humano produz cerca de 5kg de lixo por dia e calculando com o número total de habitantes no planeta a quantidade total seria exorbitante. Segundo Almeida (2010), o Brasil produz 240 mil toneladas de lixo por dia e somente 2% desse lixo são reciclados.

### **CAPITULO 3 -OS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL**

De acordo com Lima (2012) a geração de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) se deve por inúmeros fatores e estão os problemas relacionados ao projeto, seja devido a falta de definições e/ou detalhamentos satisfatórios, à falta de precisão nos memoriais descritivos, à baixa qualidade dos materiais adotados, à baixa qualificação da mão-de-obra, ao manejo, transporte ou armazenamento inadequado dos materiais, à falta ou ineficiência dos mecanismos de controle durante a execução da obra, ao tipo de técnica escolhida para a construção ou demolição, aos tipos de materiais que existem na região da obra e, finalmente à

falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro. Além das construções, as reformas, ampliações e demolições são outras atividades altamente geradoras de RCD.

Os valores percentuais da origem dos RCD são apresentados na figura 4 a seguir:



Figura 4: Valores percentuais da origem dos resíduos construção civil  
Fonte: Lima, 2012

A autoconstrução e as pequenas reformas feitas com a contratação de pequenos empreiteiros são responsáveis por parte dos RCD e, embora gerem pequenos volumes, na maior parte dos casos são transportados de forma inadequada e descartados em locais impróprios, trazendo desconforto à população do entorno, uma vez que junto com os RCD também são descartados pneus, móveis, resíduos domésticos, animais mortos etc.

Entulho é o resíduo da construção civil, composto por materiais de demolições, restos de obras, solos de escavações diversas, etc. O entulho é por norma um material inerte, com a possibilidade de reaproveitamento, mas, por vezes contém uma grande quantidade de materiais que pode apresentar toxicidade, com destaque para os restos de solventes de tintas, peças de amianto e materiais diversos, cujos componentes podem ser remobilizados caso o material não seja disposto adequadamente (DIAS, 2007).

Quando não gerenciados adequadamente, os RCD acabam depositados em rios, logradouros públicos, vias e locais irregulares, comprometendo a qualidade de vida urbana e a paisagem, contribuindo com a proliferação de vetores de doenças e com a degradação urbana de pequenas e grandes cidades (KARPINSK et al., 2009).

O conceito de perdas na construção civil é, com frequência, associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem

ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (FORMOSO et al., 2006).

O estudo dos resíduos da construção civil é importante devido ao desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que os mesmos causam, dos custos sociais envolvidos e, inclusive, das possibilidades de seu reaproveitamento, que traz benefícios financeiros, institucionais e ambientais (TOZZI, 2006).

Por muito tempo, não ocorreu um controle e verificação do volume em perdas ou desperdícios dos materiais durante o processo construtivo, como também a falta de informações que determinasse a origem das atividades das construções. Com a preocupação atual sobre esse tema, já é possível contabilizar os altos índices de perdas na construção e geração de resíduos, ocasionando uma alta incidência na composição dos resíduos sólidos urbanos (DIAS, 2007).

O desperdício não pode ser visto apenas como, materiais não utilizados no canteiro (rejeitos), mas também como toda perda efetiva durante o processo construtivo. Portanto, o uso de recursos, além do necessário à execução de determinada etapa, é caracterizado como desperdício e classificado conforme sua origem, natureza e controle (BRANCO, 2004; CORREA e ANDERY, 2006; DIAS, 2007; ALVES et al., 2014; FUKUNISHI, 2014). Nesse sentido, as perdas de materiais recebem maior atenção porque constituem a parcela mais visível das perdas, e não podem ser consideradas como sendo apenas aquelas advindas do entulho gerado, mas também do material consumido em excesso ou desnecessariamente (CORREA e ANDERY, 2006).

Estudo elaborado por Formoso et al., (2006) em cinco obras concluiu que a magnitude das perdas de materiais não era conhecida pelas próprias empresas, antes da realização do estudo, devido à completa ausência de métodos de levantamento e contabilização de seu uso. A pesquisa mostrou que a mudança na atitude dos envolvidos no processo construtivo é muito mais importante do que mudanças em tecnologias de construção para a obtenção de melhor desempenho das empresas no que se refere à administração de materiais.

Ainda de acordo com Formoso et al., (2006), muitas perdas originaram-se fora dos canteiros de obras, nas etapas que antecedem a produção, principalmente devido a projetos inadequados ou compras mal efetuadas. Através do estudo dos projetos das cinco obras

pesquisadas foi possível concluir que deficiências nas especificações e no detalhamento e, principalmente, a falta de coordenação entre os mesmos são causas de elevadas perdas de materiais. As quebras de tijolos causadas pela falta de meios-tijolos é um exemplo de problema gerado no setor de suprimentos.

## **CAPÍTULO 4 - LEGISLAÇÃO BRASILEIRA REFERENTE AOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**

A Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT), o fórum Nacional de Normatização e o órgão responsável pela elaboração de normas técnicas necessárias para a implantação de atividades/ tecnologias em decorrência da gestão dos resíduos da construção civil, atualmente possuem as seguintes Normas Brasileiras (NBR) em vigência apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Áreas de manejo- Diretrizes para projeto, implantação e operação:

<b>NORMAS</b>	<b>ATUAÇÃO</b>
NBR 15.112	Resíduos da construção Civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem;
NBR 15.113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros
NBR 15.114	Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004)

Tabela 2 - Uso de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil

<b>NORMAS</b>	<b>ATUAÇÃO</b>
NBR 15.115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação.
NBR 15.116	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Requisitos.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), órgão consultivo e deliberativo que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em sua resolução nº307 de 5 de julho de 2002, trata dos vários tipos de RCC, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, classificando-os inclusive em:

- Classe A: resíduos reutilizáveis de construção civil, dentre outros, a norma destaca os componentes cerâmicos, argamassa, concreto, tubos, meio fios;
- Classe B: resíduos recicláveis como plásticos, papéis, metais, vidros, madeiras e outros;

- Classe C: os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, tais como os produtos oriundos do gesso;

- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção como, tintas, solventes, óleos bem como aqueles oriundos de reformas e demolições de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros produtos nocivos à saúde.

Na figura 5 apresenta a classificação e o destino dos resíduos sólidos de construção civil.

DESTINAÇÃO	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
REUTILIZAÇÃO no próprio canteiro	Reutilização no próprio canteiro			
RECICLAGEM no próprio canteiro	Reciclagem no próprio canteiro			
PONTOS DE ENTREGA (NBR 15.112)	Apenas pequenos volumes			
ATT (NBR 15.112)	Área de Transbordo e triagem			Pequeno volume e estocado em caráter transitório
AREAS DE RECICLAGEM (NBR 15.114)	Usinas de reciclagem de resíduos classe A			
ATERROS DE RESÍDUOS CLASSE A - (NBR 15.113)	Aterros de resíduos classe A			
ATERROS PARA RESÍDUOS INDUSTRIAIS		Quando não houver outra alternativa local	Descarte final	Descarte final quando o aterro for licenciado para o recebimento do resíduo classe I (perigoso)
OUTROS FORNECEDORES		Resíduos de embalagens reaproveitáveis		
SUCATEIROS / COOPERATIVAS / GRUPOS DE COLETA SELETIVA		Resíduos recicláveis		
RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA		Logística reversa	Logística reversa	Captação resíduo perigoso que possa ser tratado

Figura 5: Classificação dos resíduos e destinação.  
Fonte: Pinto, (2010)

A NBR 10.004 classifica os resíduos em 3 classes, sendo que cada classe possui uma destinação e cuidados diferentes sendo:

- Classe I – perigosos, aqueles que possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade e apresentam riscos à saúde pública;
- Classe II – não inertes, apresentam características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com a possibilidade de causar risco à saúde ou meio ambiente;
- Classe III – inertes, aqueles que não oferecem riscos saúde e meio ambiente.

Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) de RCC e resíduos volumosos, definida pela NBR 15.112 (ABNT, 2004), são áreas destinadas à captação dos resíduos, triagem, armazenamento temporário, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Ainda, a mesma Norma dispõe as condições de implantação, forma de manejo, condições de segurança e proteção destas áreas. Conforme NBR 15.113, a área onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A e de resíduos inertes no solo, visando à reserva de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

## **CAPÍTULO 5 -IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM DOS RCD**

Dentre os problemas que apresentam dificuldade nas práticas de reciclagem, de acordo com Correa (2009, p. 35) “o maior obstáculo a ser vencido talvez seja a falta da cultura da reciclagem”. Assim para torná-la possível, todos os envolvidos necessitam cumprir seus papéis ou seja:

- ✓ Os clientes, que devem avaliar a real necessidade de construir, diante da possibilidade de adequar um edifício existente às suas necessidades;
- ✓ Empresas construtoras, que devem buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais e;
- ✓ Governo local, fiscalizando geradores e transportadores, visando coibir as disposições irregulares dos resíduos em áreas públicas e/ou privadas que não tenham licença ambiental e estimulando o uso de materiais reciclados nas obras públicas, em especial as de habitações populares (CORREA, 2009, p. 35).

Desta forma, apresenta-se a seguir o conceito de reduzir, reutilizar e reciclar.

### **5.1 REDUZIR**

Reduzir o consumo de materiais na obra deve ser o primeiro passo. Isso significa:

- ✓ Evitar compra de quantidades maiores do que as necessidades;

- ✓ Evitar quebras e perdas na movimentação e no manuseio adequado dos produtos.

A redução do consumo de materiais começa pelo planejamento adequado dos serviços de toda a obra, evitando a geração de sobras e resíduos. É o primeiro passo para que o material não sobre, pois a geração de sobra pode causar resíduos e prejudicar o meio ambiente (SOARES e GAZINEU, 2007).

## **5.2 REUTILIZAR**

Reutilizar significa usar novamente os materiais que sobram na condição em que eles se encontram, sem precisar transformá-los ou reprocessá-los novamente na indústria. A reutilização é a primeira ação que deve ser pensada quando sobra algum material, pois aproveitá-lo sem nenhum reprocessamento poupa energia e recursos. Alguns exemplos são os pedaços de madeira, que podem ser usadas para construção de caixas de mistura, doadas para utilização em outras obras, etc. No planejamento da obra também é possível prever as ações de reutilização dos materiais que poderão sobrar (MACHADO, 2014).

## **5.3 RECICLAR**

Reciclar é reutilizar um material depois que ele é transformado novamente por um processo industrial. Quando sobrar material na obra que não possa ser reaproveitado do jeito que está, este pode ser encaminhado para a reciclagem, isto é, para que ele vire matéria-prima para uma indústria. Para fazer isso, é necessário separá-lo por tipo e fornecê-lo para pessoas ou empresas que o recolhem e encaminham para o reprocessamento. Sacos e latas de coleta de materiais para reciclagem são identificados. Isso facilita muito o encaminhamento dos materiais para reciclagem dos resíduos na obra e também na sua casa (ABRAMAT, 2016)

Para Kuhnen (1995 apud LOPES e POMPEU, 2014), a reciclagem é uma alternativa fundamental para controlar o problema da disposição inadequada de RCD, haja vista que ela reduz o volume final dos resíduos que precisam ser incinerados ou aterrados, além de gerar renda aos catadores de materiais recicláveis, geralmente indivíduos e famílias marginalizadas pela exclusão social.

Desta forma, Angulo, Zordan e John (2010, p. 15) apresentam estudos (PINTO, 1999; JOHN, 1999; JOHN, 2000) sobre a reciclagem na construção civil, que pode gerar inúmeros benefícios tais como:

- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados
- Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem. Destaca-se aqui a necessidade da própria reciclagem dos resíduos de construção e demolição, que representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos.
- Redução do consumo de energia durante o processo de produção. Destaca-se a indústria do cimento, que usa resíduos de bom poder calorífico para a obtenção de sua matéria-prima (co-incineração) ou utilizando a escória de alto forno, resíduo com composição semelhante ao cimento.
- Redução da poluição; por exemplo, para a indústria de cimento, que reduz a emissão de gás carbônico utilizando escória de alto forno em substituição ao cimento *Portland*.

Segundo Dias (2007) é positiva a ideia de reciclar e reaproveitamento de materiais e resíduos sólidos. Estes resíduos podem ser submetidos às operações e processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria prima ou produto. Aqui entra o gerenciamento de resíduos, visando reduzir 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.

Ainda segundo Dias(2007, p.45), podem ser citados alguns exemplos de resíduos empregados na construção civil:

- Cinzas volantes: proveniente da queima do carvão, a cinza volante quando adicionada como mineral em concretos de cimento Portland aumenta a durabilidade, a redução da fissura térmica e aumento da resistência.
- Borracha do pneu: A borracha adicionada funciona como agente tenacificante e diminui a porosidade do material. Porém é importante o tratamento químico da borracha a modo de melhorar a interação da borracha com o concreto.
- Vibrocimento vegetal: material alternativo para substituir o amianto na fabricação de telhas e caixas d'água. o novo composto é feito de uma mistura de cimento, resíduos siderúrgicos (escória) e fibras vegetais (de bananeira, sisal, coco, eucalipto ou outras plantas) e sintéticas.
- Madeira plástica: Pode ser usada para confecção de mourões, cerca, bancos de praça, postes, etc. Suas vantagens: não apodrece, não apresenta nós nem farpas, é resistente a água salgada e imune ao ataque de cupins e outros insetos. Sendo assim, apresenta qualidades superiores à madeira comum beneficiado a construção civil.
- Pó de rocha reciclado: é possível fazer através da mistura homogeneia substituindo a cal por esses resíduos. O produto final sai com a mesma qualidade ou até superior e o custo para a fabricação da argamassa e também é reduzido, pois o pó é adquirido de graça.

## 5.4 RECICLAGEM NOS CANTEIROS DE OBRAS

De acordo com Santos (2010), existe uma ampliação entre os fluxos e os estoques de materiais em canteiro e o evento da geração de resíduos. Em função disso, é importante analisar o condicionamento adequado dos materiais. Deve-se salientar a necessidade da correta estocagem dos diversos materiais, seguindo a critérios básicos de:

- I. classificação;
- II. frequência de utilização;
- III. empilhamento máximo;
- IV. distanciamento entre as fileiras;
- V. alinhamento das pilhas;
- VI. distanciamento do solo;
- VII. separação, isolamento ou envolvimento por ripas, papelão, isopor etc. (no caso de louças, vidros e outros materiais delicados, passíveis de riscos, trincas e quebras pela simples fricção);
- VIII. preservação da limpeza e proteção contra a umidade do local (objetivando principalmente a conservação dos ensacados).

Segundo Santos (2010, p. 25), “a boa organização dos espaços para estocagem dos materiais facilita a verificação, o controle dos estoques e otimiza a utilização dos insumos”.

Embora possa ser um espaço pequeno, é possível ter um acondicionamento adequado de materiais, respeitando critérios de:

- I. intensidade da utilização;
- II. distância entre estoque e locais de consumo;
- III. preservação do espaço operacional.

Em muitas situações, os materiais encontram-se espalhados pela obra e acabam sendo descartados como resíduos (PINTO, 2010). A atividade dos serviços na obra acaba por transformá-la num grande almoxarifado, podendo haver sobras de insumos espalhadas e prestes a se transformar em resíduos (MATTOS, 2013).

Para produzir uma economia importante deve haver a prática de circular pela obra sistematicamente, com a intenção de localizar possíveis sobras de materiais (sacos de argamassa contendo apenas parte do conteúdo inicial, alguns blocos que não foram utilizados, recortes de conduítes com medida suficiente para reutilização, etc.) o que permite reduzir a quantidade de resíduos gerados e otimizar o uso da mão-de-obra, uma vez que não há a

necessidade de transportar resíduos para o acondicionamento. A redução da geração de resíduos também implica redução dos custos de transporte externo e destinação final (PINTO, 2010; MATTOS, 2013).

#### **5.4.1 Acondicionamento**

Consiste de duas etapas: primeiro, deve-se dispor os RCD já segregados em recipientes específicos para cada tipo e finalidade de resíduos; e, posteriormente, deve-se encaminhá-los para o armazenamento final. No caso de restos de madeira, metal, papel, plástico e vidro em pequenas quantidades, podem ser utilizadas bombonas, tambores ou mesmo coletores de lixo de tamanhos variados. Estes recipientes podem ficar dispostos em cada pavimento do edifício em construção ou em locais estratégicos definidos no projeto do layout do canteiro de obras (CABRAL e MOREIRA, 2011).

Podem ser citadas algumas importantes diretrizes elaboradas por Cardoso e Araújo (2007 apud BITTENCOURT, 2012) para a correta implantação de um sistema de gestão de resíduos:

- Para o acondicionamento inicial e intermediário do resíduo, podem ser usados bombonas para plástico, madeira e metal, e sacos de fibra de rafia para a serragem, com o intuito de facilitar o transporte posterior dos resíduos para as baias;
- Implantar o mecanismo de acondicionamento final de resíduos, juntamente ao local de triagem ou próximo à saída do canteiro;
- Prever a quantidade e a capacidade suficiente dos dispositivos para armazenamento;
- Dar preferência por dispositivos impermeáveis e situá-los em locais bem iluminados e, se possível, cobertos;
- Utilizar equipamentos apropriados para o transporte interno dos resíduos no canteiro de obras, como por exemplo: carrinho de mão, condutor de entulho, elevador de carga, guincho, grua, pá-carregadeira, entre outros;
- Locar os mecanismos de armazenamento de forma a minimizar os trajetos para a deposição dos resíduos;
- Sinalizar de forma adequada os recipientes de acondicionamento.
- Controlar a triagem in loco, assim como o preenchimento das caçambas e baias;
- Dar atenção especial às embalagens, para que essas possam ter seu volume reduzido e serem reaproveitadas ao máximo, e de preferência devem ser recolhidas pelos próprios fabricantes dos produtos;
- Coletar os resíduos de embalagens que não sejam recolhidas pelos fabricantes em caçambas ou baias específicas.

Seja qual for o acondicionamento é necessária a sinalização do tipo de resíduo por meio de adesivo com indicação da cor padronizada, segundo a Resolução 275, de 25 de abril de 2001, do CONAMA, que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, conforme Figura 6.

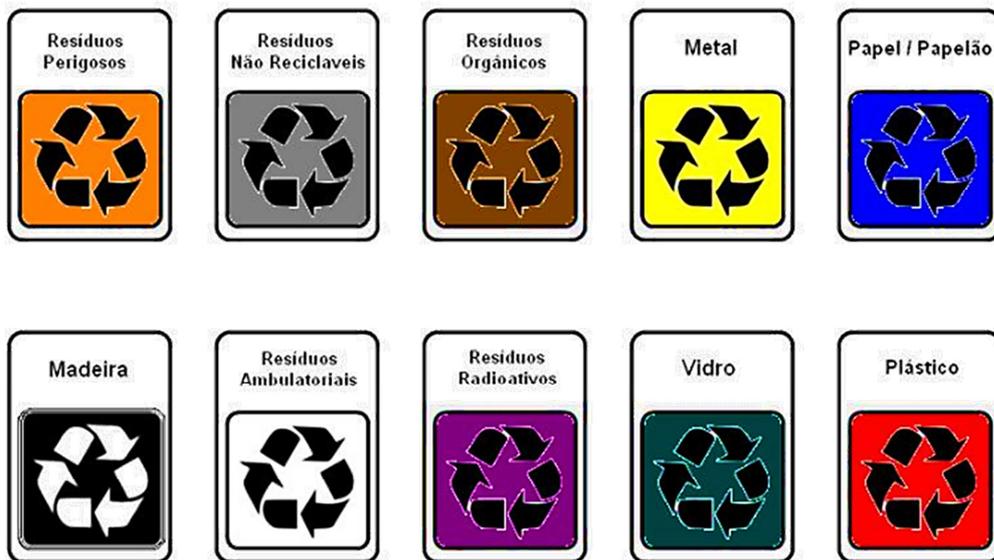


Figura 6: Código de Cores para diferentes tipos de resíduos  
Fonte: Cabral e Moreira, (2011)

## CAPÍTULO 6 - PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE RCD RECICLADOS

### 6.1 REUTILIZAÇÃO DO ENTULHO

De acordo com Porto e Silva (2008), quanto aos resíduos de entulho, provenientes de demolições e sobras de construções, sua composição é bastante variada, tanto em relação aos materiais constituintes como em relação aos diferentes locais de geração. A composição variada do entulho se verifica devido à grande quantidade de materiais envolvidos na indústria da construção civil. A geração de resíduos varia de acordo com as características da construção civil em cada região do país e do mundo.

Sobre a sustentabilidade e o reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil, Peirezan e Antochaves (2012, p 2) afirmam que esta é uma das ações que “devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior

sustentabilidade, proporcionando economia de recursos naturais e minimização do impacto no meio ambiente”. Acrescentam ainda que o “potencial do reaproveitamento e reciclagem de resíduos da construção é enorme, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos” pode vir a ser extremamente benéfica, “já que proporciona economia de matéria-prima e energia”.

Os resíduos de construção civil podem encontrar um grande número de finalidades para reutilização, desde que devidamente tratados e analisados. Uma vez que o agregado tenha sido britado, peneirado e se necessário descontaminado, segundo Porto e Silva (2008), pode-se encontrar aplicações tais como:

- Enchimentos em geral;
- Enchimento em projetos de drenagem;
- Sub-base ou material de base para construção rodoviária;
- Agregado para novos concretos.

## **6.2USO DE PAVIMENTAÇÃO**

A utilização de RCD em camadas dos pavimentos comprova a viabilidade diante a disponibilidade deste material e da existência de uma tecnologia de reciclagem. Deste modo, várias cidades do Brasil e no exterior, têm utilizado agregados reciclados em pavimentos visto que seus resultados são satisfatórios, por serem alternativas muito interessantes na substituição de materiais naturais, não renováveis, principalmente na pavimentação de vias de baixo volume de tráfego (HORTEGAL, FERREIRA e SANTANA, 2009).

A primeira via pavimentada com resíduo da construção civil foi na cidade de São Paulo no ano de 1984, e se localiza na zona oeste da cidade caracterizada por um baixo volume de tráfego, sendo que esta recebeu o RCD em sua camada de reforço de subleito. A construção teve acompanhamento executivo e de desempenho, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)e, na época apresentou bom desempenho (LEITE, 2007).

Na Figura 6 é apresentado o esquema estrutural deste pavimento, onde se percebe que as camadas de reforço do subleito e sub-base foram construídas com agregados reciclados.

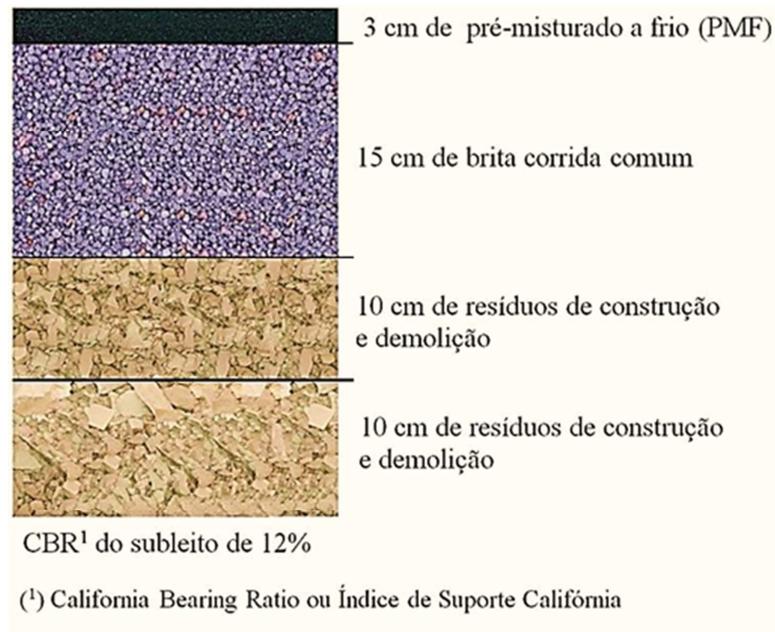


Figura 7: Esquema estrutural de pavimento  
 Fonte; Hortegal ET AL., (2009)

Estudo realizado por Leite (2007) com o objetivo geral de analisar o comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em laboratório e em campo, para emprego em camadas de pavimentos de vias de baixo volume de tráfego, concluiu que, no estudo laboratorial, o agregado reciclado que veio da usina de Santo André apresentava um misto de materiais predominantes dos cimentícios, com 55% de concretos e argamassa e 30% de cerâmicos (telhas, tijolos, pisos e azulejos). O autor explica que a composição do agregado reciclado é um aspecto muito importante no seu emprego, pois influencia diretamente suas propriedades físicas sendo que a variabilidade dos agregados reciclados é uma questão que muitas vezes dificulta o seu emprego em camadas de pavimentos. No entanto, a pesquisa mostrou que mesmo o material tendo grande potencial de variação nas suas propriedades físicas, controlando a execução é possível ter um pavimento com bom desempenho. A compactação eficiente deve ser um aspecto de fundamental importância no controle tecnológico, pois as quebras devem ocorrer durante o processo construtivo e não ao longo da vida útil do pavimento. Finaliza o estudo afirmando que para o emprego em camada de base, o tráfego deve ser conhecido e é aconselhável a verificação da deformação permanente para as condições em campo. Para uso em camadas de sub-base, o agregado reciclado é uma boa alternativa, garantindo uma redução da deformabilidade da estrutura quando bem compactado.

### 6.3 UTILIZAÇÃO COMO AGREGADO PARA CONCRETO

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita), (PIEREZAN e ANTOCHEVES, 2012).

Informam Silva e Maciel (2009) que em alguns países onde a reciclagem de resíduos de construção já está consolidada, a utilização de agregados reciclados há muito deixou de ocorrer apenas em obras de construção de rodovias. Nos países europeus, precursores da reciclagem de resíduos de construção e demolição, o concreto reciclado já está sendo utilizado em concreto armado para casas residenciais de médio padrão e portos marítimos, e até em concretos de alta resistência.

Na Alemanha, em torno de 1860, foram produzidos artefatos de concreto de cimento Portland com agregados reciclados. Contudo, a utilização mais necessária e relevante deu-se após o fim da Segunda Guerra Mundial, quando milhares de resíduos ficaram espalhados pelas cidades da Alemanha. Diante da necessidade de reconstruir as cidades, que tiveram seus edifícios demolidos, e a carência de materiais de construção, a saída foi o desenvolvimento da tecnologia de reciclagem dos resíduos de construção e demolição, (LEITE, 2007; LEVY 2002; VIEIRA e MOLIN, 2004).

Silva e Maciel (2009) elaboraram um artigo com objetivo de discutir a viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição na produção de agregados para concreto e concluíram que o uso do agregado reciclado no concreto, em proporções convenientemente dosadas, não afeta a resistência à compressão, tampouco a durabilidade do concreto e que, em alguns casos, essas propriedades são até melhoradas. No que se refere à durabilidade, afirmam os autores ser viável a utilização de agregados reciclados em concretos. A substituição é possível até um determinado percentual, pois misturas com 100% de substituição de ambos os agregados ou com apenas substituição total do agregado gráudo reciclado podem prejudicar o desempenho do concreto em função da diminuição da resistência aos ataques de agentes agressivos. Afirmam, ainda, que há indícios de economia na produção de concretos e de outros artefatos de cimento Portland, em função da economia obtida com os custos dos agregados reciclados em comparação aos agregados naturais.

### 3.1 Vantagens

Dentre as vantagens da utilização dos RCD como afreado para concreto destacam-se:

- Utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração e possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

### 3.2 Desvantagens

Por outro lado apresenta também algumas desvantagens, uma vez que a presença de faces polidas em materiais cerâmicos (pisos, azulejos, etc.) interfere negativamente na resistência à compressão do concreto produzido e consumo de água em quantidade bastante superior devido à grande absorção do entulho.

## **CAPÍTULO 7 – REVISÃO TEÓRICA DE ESTUDOS DE CASO NA LITERATURA**

Os casos apresentados a seguir foram pesquisados em artigos científicos e para demonstrar, na prática as informações dadas anteriormente no referencial teórico.

Vários são os trabalhos acadêmicos publicados que demonstram a preocupação dos futuros engenheiros civis em apresentar o tema sobre a sustentabilidade na construção civil. Para este estudo, estão apresentados três artigos neste capítulo nomeando o município e estado em que foi feito o estudo.

## 7.1 SOROCABA – SÃO PAULO

De acordo com as informações de Gonçalves (2016), o município de Sorocaba-SP faz parte de uma região administrativa com 79 municípios, possui 614 mil habitantes, uma taxa de urbanização de 99%, altíssima densidade demográfica, e gera cerca de 4.189 toneladas de RCC por dia, o que corresponde a 6,13% do total gerado no estado de São Paulo.

Até meados de 2006, a maioria dos resíduos da construção civil gerada em Sorocaba era disposta no “Bolsão de Entulho do Ipatinga” (figura 7), localizado sobre o antigo lixão do município, na Estrada do Ipatinga. O Bolsão recebia uma média diária de 18.000 m<sup>3</sup> de resíduos inertes (entulho da construção civil), sobras de madeira e material de poda de árvores e de conservação de praças e jardins. Entretanto, o local estava praticamente esgotado e não possuía Licença de Operação (LO) junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) que havia indeferido o pedido (PREFEITURA MUNICIPAL, 2012).

Segundo a pesquisa de Gonçalves(2016) Prefeitura Municipal de Sorocaba-SP procurou se adequar à Política Nacional de Resíduos Sólidos através da criação de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PNRS), do qual faz parte o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual estabeleceu critérios e procedimentos para a coleta, disposição final e reaproveitamento dos resíduos de construção e entulhos de demolição provenientes de obras públicas e particulares realizadas dentro de seu perímetro municipal.

Informa ainda de acordo com o autor até a data da pesquisa (2015) existiam 21 Ecopontos no município, totalizando 75 caçambas, onde era produzida uma média de 9.046 m<sup>3</sup> de resíduos por mês. Em 2012, o volume total de RCD depositados nas caçambas dos Ecopontos foi de 109.898 m<sup>3</sup> (SHS, 2014). Até 2016 está prevista a implantação de mais 14 Ecopontos (Figura 8).



Figura 8: Eco ponto no município de Sorocaba  
 Fonte: Gonçalves, (2009, p. 26)

Na visão do pesquisador, a implementação dos Ecopontos de coleta pode ser considerada uma iniciativa louvável no sentido de reduzir os problemas com a destinação inadequada de pequenos volumes de resíduos, cujo destino acabava sendo os terrenos baldios e até mesmo as vias públicas nos bairros. No entanto, a implementação de um programa dessa natureza, sem o envolvimento de ações de educação ambiental para a população e, sobretudo, sem a devida fiscalização, acabam atrapalhando o alcance de resultados efetivos, transformando o que deveria ser um ponto de coleta de resíduos inertes, apenas de construção e pequenas reformas, em mais um espaço para o despejo de resíduos urbanos diversos.

## 7.2 TERESINA - PIAUÍ

Mesquita (2012) traz informações dos dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Teresina, indicado que o (PMT), o município produz uma média mensal de 5.392 toneladas de entulhos que são lançados no “aterro sanitário” ou em locais que precisam ser aterrados sendo que poucos estudos têm sido realizados no que diz respeito à avaliação dos resíduos sólidos da construção civil. A pesquisa foi realizada na fase de revestimento e concretagem, especificamente o contra piso dos apartamentos duplex (laje inferior e superior, ou seja, em dois pavimentos, quatro por andar, e a concretagem da rampa e da laje de acesso à garagem,

1º pavimento, de um prédio que possui 19 pavimentos, sendo o 1º destinado à garagem, o 2º ao salão de festas, do 3º ao 16º são apartamentos duplex, (quatro por andar), o 17º e 18º apartamento duples (dois por andar) e o 19º a cobertura. Através do estudo da caracterização e quantificação dos resíduos constatou-se que a quantidade de entulho varia de tipo e volume de acordo com a fase em que se encontra a construção. Concluiu que a fase de concretagem produz bem mais resíduos do que a de revestimento. Percebeu-se também que há perdas inevitáveis e que a maior parte do entulho é gerada por erros ou indefinições na elaboração dos projetos e na sua execução. Mesquita finaliza seu estudo afirmando que, embora a reciclagem seja a melhor solução para o problema da disposição final do entulho, em Teresina ainda não existe nenhuma central de reciclagem desse material. Esse fato talvez seja devido ao alto investimento que se tem de aplicar fazendo com que construtores não apostem nessa alternativa ou talvez pelo fato de que o volume de obras realizadas na cidade ainda não produza resíduos em escala suficiente para justificar a reciclagem.

### **7.3 REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ**

Marinho e Silva (2012) informam que a Região Metropolitana do Cariri destaca-se por apresentar um forte crescimento econômico, social, educacional e cultural. No que se refere ao crescimento da construção civil na região, segundo dados do Conselho Regional de Corretores de Imóveis (CRECI), Subseção Cariri, é de torno de 30% ao ano, o que se contrapõe aos graves impactos causados pela grande quantidade de RCD que são depositados, clandestinamente, em terrenos baldios, áreas de preservação permanente, margens e nascentes de córregos. A região, assim como a maioria das grandes cidades brasileiras, não possui espaços destinados ao recebimento adequados dos RCD, conhecidos na literatura especializada como Pontos de Entrega Voluntária de Resíduos de Construção Civil, ou mais popularmente como “Bolsões de Entulho”. Verificaram os autores que, em vários bairros das cidades que compõem a Região Metropolitana do Cariri, há a presença de resíduos da construção civil em áreas inadequadas contribuindo para a poluição visual e do ar (Figura 9).



Figura 9 - Região Metropolitana do Cariri  
Fonte: Marinho e Silva, (2012)

Marinho e Silva (2012) ainda afirmam que a quantidade de RCD existente é bastante preocupante, como observaram através das visitas realizadas aos 24 (vinte e quatro) pontos de disposição irregular dos RCD, sendo que essa disposição incorreta é agravada pelas precárias condições sanitárias e ausência de práticas de Educação Ambiental. Alguns dos impactos visíveis revelam um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, onde se verifica a disposição inadequada dos resíduos nos passeios e logradouros públicos, obstruindo as vias de tráfego de pedestres e de veículos. Constataram os autores que, em nenhuma das sete cidades que compõem a região metropolitana do Cariri, existe uma legislação municipal no que concerne aos resíduos de construção e demolição. O que existe é apenas uma previsão de multa para a colocação de entulhos junto aos passeios e logradouros públicos. Concluem os autores que medidas deverão ser adotadas para minimizar o problema, como a diminuição da geração de RCD, a deposição em áreas apropriadas, a coleta seletiva de resíduos em canteiros de obras, a reciclagem dos RCD, a Educação Ambiental nas empresas e canteiro de obras e inserção de disciplina de sustentabilidade e meio ambiente na matriz curricular dos cursos técnicos e superior das áreas ligadas à engenharia.

#### **7.4 MARINGÁ – PARANÁ**

Simoni et al.,(2015) fizeram estudo em uma usina de reciclagem de RCC na cidade de Maringá – PR, em que o intuito de mostrar o funcionamento e o modo de aproveitamento do resíduo na usina e suas utilizações posteriores a reciclagem. Os procedimentos adotados pela empresa são simples: logo após esta chegada, ocorre uma separação feita por funcionários da empresa, em que encaminham o resíduo para a primeira esteira, onde há a separação dos resíduos classe B, que são doados em forma de compensação de trabalho para catadores de uma usina do município e também do resíduo de madeira. Após esta primeira etapa, o resíduo classe A é enviado para a última esteira onde ocorre a separação em areia, solo, e um material grosseiro. O material grosseiro é utilizado basicamente como berço de construções e também para terraplanagem, que vem a ser outro trabalho oferecido pela empresa. Já os resíduos de madeira são vendidos em sua totalidade para uma empresa que faz a queima em caldeira para obtenção de energia.

## **7.5 RIO DE JANEIRO – RIO DE JANEIRO**

Ferreira e Moreira (2013) elaboraram estudo com o objetivo de apresentar diagnóstico do gerenciamento do RCC no município através da quantificação de resíduos gerados e dos locais disponíveis para sua disposição final, no município do Rio de Janeiro. Explicam os autores que geralmente, o processo de reciclagem dos resíduos de construção é constituído das etapas de triagem, homogeneização, trituração, extração de materiais metálicos, eliminação de contaminantes e estocagem para expedição. A separação do RCC na fonte geradora dos resíduos favorece muito a reciclagem e é indispensável para a obtenção de reciclados com melhor qualidade. Isto se deve ao fato dos principais condicionantes do processo de reciclagem ser a necessidade de gerar produtos homogêneos e de características adequadas, a partir de resíduos heterogêneos e de origem bastante diversificada.

Para análise, os autores partiram do marco regulatório inicial sobre resíduo no município a “Lei 3.273/01” a qual dispõe sobre a gestão do sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro, normatizando suas atividades. A mesma define como Atividade de Limpeza Urbana toda e qualquer ação de caráter técnico-operacional necessária ao manuseio, coleta, limpeza de logradouros, transporte, tratamento, valorização e disposição final de resíduos sólidos, incluídos o seu planejamento, regulamentação, execução, fiscalização e monitoramento ambiental. De acordo com a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), uma sociedade de economia mista, criada pelo Decreto-Lei nº 102, de 15 de maio de 1975, integrante da Administração indireta da Prefeitura, responsável pela

limpeza urbana do município do Rio de Janeiro, cerca de 40% do lixo público corresponde ao RCC. Outro dado é que mais de 50% do total de entulho gerado diariamente na cidade do Rio de Janeiro é gerado basicamente por pequenas obras e reformas, entulho este considerado um resíduo heterogêneo, ou seja, misturado com diversos outros resíduos. O entulho corresponde a cerca de 80% em peso, do total de resíduos removidos pela Remoção Gratuita que é uma iniciativa importante para conseguir suprir a demanda da população para com o descarte desse tipo de resíduo gerado no domicílio, facilitando a logística e minimizando os impactos ambientais associados ao seu descarte indevido.

Ao todo o município do Rio de Janeiro conta com oito locais de descarte de resíduos sólidos de construção civil:

1. Pedreira Nacional de Inhaúma;
2. EMASA Mineração S/A;
3. Centro de Tratamento de Resíduos da Construção Civil (CTRCC);
4. Arco da Aliança;
5. Pedreira Copacabana Ltda.;
6. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Nova Iguaçu;
7. SPE Bandeirantes Projeto 03 Empreendimentos Imobiliários S/A;
8. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Seropédica;
9. Central de Tratamento de Resíduos (CTR) – Gericinó.

No Aterro de Gericinó, atualmente chamado de Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) - Gericinó localizado em Bangu, os autores informam que as características do entulho descarregado no aterro tornam inviável seu reaproveitamento, até mesmo em operações internas. Com relação à reciclagem, o que se conclui é que a parte potencialmente mais proveitosa do entulho não chega ao aterro, sendo triada antes pelos próprios caçambeiros. Muitas vezes também, as empresas credenciadas para transportar e destinar este tipo de resíduo acabam por prestar esse serviço para qualquer outro tipo de resíduo, cobrando e destinando como se fosse entulho.

Outro local de descarte de material de resíduos sólidos de construção civil é o de propriedade de Pasquali Mauro, um grande empresário considerado o maior dono de terras no eixo Barra da Tijuca – Recreio dos Bandeirantes, situada na Estrada do Rio Morto no Recreio, com uma localização privilegiada, principalmente pelo fato de estar perto das grandes obras das Olimpíadas e Metrô, foi permitido o uso de RCD para terraplenagem e, atualmente, vem recebendo entulho de caçambeiros, sendo cobrada uma taxa para vazamento. O empresário acaba por utilizar o RCD para o loteamento do seu terreno. Não há, no entanto, interesse do

empresário na reciclagem do resíduo, fazendo apenas uma segregação básica dos materiais recicláveis misturados na caçamba. Explicam os autores que este local, no entanto, é alvo de algumas indagações no que tange à manutenção de sua licença, visto que sua atividade com o RCC não se mostra condizente com uma boa gestão do mesmo.

Ainda outro ponto de descarte é a empresa Arco da Aliança, também conhecida como Terra Prometida, e recebe, em média, 30.290 m<sup>3</sup> de entulho por mês, possuindo capacidade de reciclar cerca de 70% a 75% do RCD recebido. A empresa recebe tanto o RCD limpo quanto o misturado e cobra diferentes valores por eles, sendo o mais caro o entulho “sujo”. Se for proveniente de grandes obras, segue para a cava da pedreira, onde há um britador que realiza a britagem do RCD para obturá-la ou mesmo para comercialização de agregados reciclados. Os rejeitos de suas operações são encaminhados para a CTR Nova Iguaçu.

Acrescentam Ferreira e Moreira (2013) que, no dia a dia da cidade, observam-se, dispostas nas calçadas e ruas, caçambas estacionárias que costumam ser alugadas por grandes geradores de RCD. Uma prática comum de ser percebida é que as pessoas que circulam pelas ruas acabam por depositar resíduos de diferentes tipos dentro delas. Somado a isso, os próprios geradores que locaram a caçamba acabam por usá-las, muitas vezes, para qualquer tipo de resíduo, com exceção do orgânico (Figura 10) .



Figura 10: Caçambas nas ruas do Rio de Janeiro  
Fonte: Ferreira e Moreira, (2013)

Em vista da deficiência na fiscalização, esse tipo de conduta ocorre frequentemente nas mais diversas áreas da cidade, além de outro notório aspecto que é a disposição clandestina de resíduos por caçambeiros em terrenos baldios, córregos, perto de rios, na beira de estradas etc.(Figura 11).



Figura 11: Descarte ilegal de RCC.  
Fonte: Ferreira e Moreira, (2013)

Explicam os autores que outro processo de aterramento e construção desenfreada que demanda até hoje o RCD é a favelização. Por muitos anos, a favela absorveu esses resíduos para sua autoconstrução, existindo diversas placas locais que mostravam o interesse em receber entulho. O aterro da Lagoa de Jacarepaguá, próximo à comunidade de Rio das Pedras, é um exemplo disso. A própria comunidade cresceu com base no RCC. Observa-se, com isso, que o processo intenso de urbanização da cidade intensificou não somente a reutilização do RCD, como também a disposição clandestina do mesmo, visto que até o ambiente construído por ele era ilegal. O estudo identificou um enorme sumidouro da quantidade e qualidade geradas de RCD e sua destinação final. Em algum ponto desta cadeia, presumidamente o momento em que os caçambeiros recolhem o entulho, até a destinação final, este entulho é transformado em quantidade e qualidade. O grande problema é que essa transformação não ocorre em locais licenciados, com processos padronizados ou de forma transparente. Existem diversos galpões hoje que fazem essa triagem de entulho e revende o que é de interesse, destinando em aterros apenas o resto, isto quando não dispõem ilegalmente.

Destacam Ferreira e Moreira (2013) que São Paulo é o estado que mais concentra as usinas de reciclagem, com 55% do total, conseguindo se diferenciar na atividade por fatores locais que propiciaram essa alavancagem, como: escassez de jazidas minerais perto dos centros urbanos, elevados custo de transporte de minerais, indisponibilidade de espaço e custo elevado para disposição em aterro, incentivos governamentais para o beneficiamento de RCD, preço elevado do agregado natural, dentre outros. O Município do Rio de Janeiro, por apresentar características locais bem diferentes, ainda não inseriu a reciclagem no patamar de suas prioridades, existindo poucas iniciativas até 2013. O que foi diagnosticado é que inicialmente, a reciclagem só se torna viável se for subsidiada pelo governo.

Concluíram assim os autores que o caminho para uma gestão efetiva de RCD é criar uma metodologia de quantificação das fontes geradoras, criação de indicadores de acompanhamento, estudo do mercado da construção civil, bem como de agregados reciclados, busca por incentivos governamentais efetivos para usinas de beneficiamento de RCD e a integração de todos os agentes participantes de sua gestão.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a apresentação dos dados e informações sobre definição de lixo e resíduos, coleta e transportes destes materiais para os diferentes tipos de aterros, juntamente com a compreensão do que são os resíduos sólidos da construção civil e de que forma pode-se evitar que estes últimos sejam jogados de forma irregular no meio ambiente, é possível afirmar que as leis vigentes no Brasil trazem diretrizes para que processos ocorridos nas cidades, tais como: Sorocaba, Teresina, Cariri e Maringá possam ocorrer, mesmo que, em algumas situações os autores tenham informado que muito ainda há que ser feito para que os resíduos sólidos de construção civil possam ter o destino correto e a reciclagem como os 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) seja colocado em prática.

No caso do município de Descalvado, durante a pesquisa bibliográfica não foi encontrado nenhum material científico publicado que fosse possível informar qual o destino dos resíduos sólidos de construção civil.

Como sugestão para novos estudos dentro do tema, para a engenharia civil, é sugerida uma análise prática, com coleta de dados presenciais, num estudo de caso para verificar como se processa a coleta e destino dos materiais provenientes de construção, reforma e demolição em prédios públicos e particulares no município de Descalvado, possibilitando assim, um material teórico científico para futuras pesquisas bibliográficas acadêmicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAT Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção. **Como posso contribuir com o meio ambiente na construção civil**. 2016. Disponível em [http://www.abramat.org.br/site/datafiles/uploads/files/publicacoes\\_cartilhameioambiente.pdf](http://www.abramat.org.br/site/datafiles/uploads/files/publicacoes_cartilhameioambiente.pdf). Acessado em setembro 2016.

ALMEIDA, R.A.D. **Gestão de resíduos sólidos para produção de adubo orgânico**. Universidade Candido Mendes. Pós-Graduação. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em [http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias\\_publicadas/k213936.pdf](http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/k213936.pdf) Acessado em setembro 2016.

ALVES, L.A.; et al. **Uma breve discussão do papel da gestão integrada dos resíduos de construção civil (RCD) para transformá-los em recursos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre. Para Onde!?, 8 (2): 123-136, ago./dez. 2014. Disponível em <http://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/download/61585/36417>. Acessado em setembro 2016.

ARAÚJO, M.L.; SOUSA, S. N.; LOBATO, V.C. **Análise da disposição do lixo na cidade de Belém-PA: o caso do lixão do Aurá**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). 2009. Disponível em <http://seer.ufrgs.br/paraonde/article/viewFile/22107/12867> Acessado em setembro 2016.

ABNT Associação Brasileira Normas Técnicas. **NBR 15112:2004** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação

ABNT Associação Brasileira Normas Técnicas. **NBR 15113:2004** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação

ABNT Associação Brasileira Normas Técnicas. **NBR 15114:2004** Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem -Diretrizes pra projeto, implantação e operação

ABNT Associação Brasileira Normas Técnicas. **NBR 15115:2004** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - procedimentos

ABNT Associação Brasileira Normas Técnicas. **NBR 15116:2004** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - requisitos

BITTENCOURT, M. **Avaliação de aspectos ambientais em canteiro de obras**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2012 Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/100681/313714.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em setembro 2016.

BRANCO, L. A. **Uma análise dos impactos da certificação de qualidade em empresas de construção civil na perspectiva da construção enxuta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de produção- Escola de Engenharia- Universidade Federal de Minas Gerais ,Belo Horizonte, 2004

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. SINDUSCON. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Fortaleza, 2011. Disponível em <http://www.sinduscon-ce.org/ce/downloads/pqvc/Manual-de-Gestao-de-Residuos-Solidos.pdf> Acessado em setembro 2016.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas, 4. ed., 2003

CARDOSO, F. F.; ARAÚJO, V. M. **Redução de impactos ambientais do canteiro de obras: Inovações Tecnológicas e Políticas Públicas**. Projeto Finep 2386/04: Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável: Inovações Tecnológicas. São Paulo, 2007.

CARDOSO, A.C.N. **Gestão da qualidade em obras públicas: diretrizes para a gestão de resíduos sólidos da construção civil no canteiro de obras**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. Disponível em <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34362/CARDOSO,%20ANA%20CAROLINA%20NYZNYK.pdf?sequence=1> Acessado em setembro 2016.

CARVALHO JUNIOR, F.H.; NOGUEIRA, R.C. **Resíduos sólidos urbanos: coleta e destino final**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ceará. 2006. Disponível em <http://www.cchla.ufrn.br/geoesp/arquivos/sergio/TEXTOS/APOSTILA.pdf>. Acessado em setembro 2016.

CASAGRANDE, R. Destino dos resíduos sólidos quase sempre é inadequado. In Em Discussão. **Revista de audiências públicas do Senado Federal**. Senado define destino para o liso. Ano 1, nº 3, junho de 2010. Disponível em [https://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201003%20-%20junho/pdf/em%20discuss%C3%A3o\\_junho\\_internet.pdf](https://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201003%20-%20junho/pdf/em%20discuss%C3%A3o_junho_internet.pdf). Acessado em setembro 2016.

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução Nº 307**, de 5jul 2002. Brasília, 2002.

CORREA, L.R. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais. 2009. Disponível em <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>. Acessado em setembro 2016.

CORREA, C.V.; ANDERY, P.R.P. A contribuição dos projetos de produção de alvenaria para a gestão sustentável no setor da construção civil. **XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construtivo**. 23 a 25 de agosto de 2006. Florianópolis. Disponível em [http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006\\_1834\\_1841.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_1834_1841.pdf). Acessado em setembro 2016.

DIAS, E.C.M. **Gerenciamento de resíduos na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso à Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2007

FERREIRA, A.R.L.; MOREIRA, H.C. **Análise Crítica da Gestão de Resíduos de Construção Civil**: Estudo de caso do Município do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008292.pdf>. Acessado em setembro 2016.

FORMOSO, C.R., et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). 2006. Disponível em <http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf> Acessado em setembro 2016.

FUKUNISHI, E.N. **Avaliação da disponibilidade de dados de resíduos sólidos da construção civil no Brasil para auxiliar a avaliação do ciclo de vida.** Universidade tecnológica Federal do Paraná Curso de especialização em construções sustentáveis. Curitiba, 2014. Disponível em [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3422/1/CT\\_CECONS\\_III\\_2014\\_05.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3422/1/CT_CECONS_III_2014_05.pdf) Acessado em setembro 2016.

GONÇALVES, D.B. A gestão de resíduos da construção civil no município de Sorocaba - SP. REEC – **Revista Eletrônica de Engenharia Civil** Vol 11 - nº 2. pp 15-26. 2016. Disponível em <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/35791> Acessado em setembro 2016.

GONÇALVES, P. **Lixão X Aterro.** 2015. Disponível em <http://www.lixo.com.br/content/view/144/251/> Acessado em setembro 2016.

HORTEGAL, M.V.; FERREIRA, T.C.; SANT'ANA, W.C. **Utilização de agregados resíduos sólidos da construção civil para pavimentação em São Luis - MA.** Universidade Estadual do Maranhão. Pesquisa em Foco, v. 17, n.2, p. 60-74, 2009. Disponível em [http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/view/247/248](http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/247/248) Acessado em setembro 2016.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil.** Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012. Disponível em [http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911\\_relatorio\\_construcao\\_civil.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf) Acessado em setembro 2016.

KARPINSK, L. A. et al **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: Uma Abordagem Ambiental.** Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163p.

KUHNEN, A. **Reciclando o cotidiano: representações sociais do lixo.** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1995.

LEITE, F. C. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos.** Dissertação Mestrado em Engenharia de Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2007.

Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-09012008-162141/pt-br.php> Acessado em setembro 2016.

LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LIMA, R.S.; LIMA, R.R.R. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Série de Publicações Temáticas do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná - CREA - PR.** 2012. Disponível [http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos\\_web2012.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf) Acessado em setembro 2016.

LOPES, A.F.A. POMPEU, D.S.S. Benefícios sociais e ambientais da usina de reciclagem e compostagem na cidade de Prata-MG. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - Hygeia** 10 (19): 74 - 85, Dez/2014. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/28443/15782> Acessado em setembro 2016.

MACHADO, N.F.A. **Quantificação dos resíduos sólidos gerados no refeitório de uma empresa frigorífica na cidade de Alta Floresta - MT.** Revista Eletrônica REFAF. v.4 n° 2. 2014. Disponível em <http://faflor.com.br/revistas/refaf/index.php/refaf/article/view/162/html> Acessado em setembro 2016.

MARINHO, J.L.A.; SILVA, J.D. **Gerenciamento dos resíduos da construção e demolição: diretrizes para o crescimento sustentável da construção civil na região metropolitana do Cariri Cearense.** E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 102-119, 2012. Disponível em <http://revista.ctai.senai.br/index.php/edicao01/article/viewFile/260/243> Acessado em setembro 2016.

MATTOS, B.B.M. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Civil da Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009307.pdf> Acessado em setembro 2016.

MESQUITA, A.S.G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina, Piauí**. Instituto Federal do Piauí, HOLOS, ano 28, vol2. 2012. Disponível em <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/835/530> Acessado em setembro 2016.

MONTEIRO, J.H.P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em <http://www.resol.com.br/cartilha4/apresentacao/dados.php> Acessado em setembro 2016.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (1): 111-124, jun. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1> Acessado em setembro 2016.

NORÕES, M.G., MELO, F.V.S. MELO, S.R.S. Lixo e Coleta Seletiva: Algumas Questões a Serem Lembradas **VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2011**. Disponível em <http://eng.aedb.br/seget/artigos11/25914220.pdf> Acessado em setembro 2016.

PIEREZAN, J.; ANTOCHEVES, R. **Reaproveitamento do Entulho da Construção Civil**. Universidade Federal do Pampa. Trabalho sobre Sustentabilidade na Construção Civil. 2012. Disponível em <http://www.tapera.net/acit/eventos/2012/reaproveitamento.pdf> Acessado em setembro 2016.

PINTO, T.P. (coord.) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon/SP**. São Paulo: Obra Limpa. SindusCon. 2010. Disponível em [http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual\\_Residuos\\_Solidos.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_Residuos_Solidos.pdf) Acessado em setembro 2016.

PORTO, M.E.H.C.; SILVA, S. V. Reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de casas populares. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STP\\_079\\_551\\_11839.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_079_551_11839.pdf) Acessado em setembro 2016.

SANTOS, A.L. **Análise de iniciativas de gestão de RCD em um canteiro de obras na cidade de Santo Antônio da Platina - PR**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. Disponível

<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34332/ALEXANDRE%20LEME%20DOS%20SANTOS.pdf?sequence=1> Acessado em setembro 2016.

SILVA, A.B.; MACIEL, J.C.S. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM. RevistaIGAPÓ** - 2009. Disponível em <http://200.129.168.183/ojs/index.php/igapo/article/view/214> Acessado em setembro 2016.

SIMONI, J.H.; ALENCAR, J.L.S., FIORELLI, M.N., ANGELIS NETO, G. Gerenciamento de resíduos da construção civil: estudo de caso em usina de reciclagem em Maringá - PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria.** - V. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 568-574. Disponível em <http://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/16961/pdf> Acessado em setembro 2016.

SIMONETTO, E.O.; LÖBLER, M.L. **Simulação baseada em System Dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos.** Universidade Federal Santa Maria, Rio Grande do Sul. Production, v. 24, n. 1, p. 212-224, jan./mar. 2014. Disponível em [http://www.scielo.br/pdf/prod/v24n1/aop\\_0368-12.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/v24n1/aop_0368-12.pdf) Acessado em setembro 2016.

SOARES, L.G.C; SALGUEIRO, A.A.; GAZINEU, M.H.P. **Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco** – um estudo de caso. Universidade Católica de Pernambuco. Centro de Ciências e Tecnologia. Ano 1, nº 1, 2007 . Disponível em [http://www.unicap.br/revistas/revista\\_e/artigo5.pdf](http://www.unicap.br/revistas/revista_e/artigo5.pdf) Acessado em setembro 2016.

TOZZI, R.F. Estudo da influência do gerenciamento na geração dos resíduos da construção civil (RCC) - estudo de caso de duas obras de Curitiba/PR. Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Curso de PósGraduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba,2006. Disponível em [http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael\\_Fernando\\_Tozzii.pdf](http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/123-Rafael_Fernando_Tozzii.pdf)

VIEIRA, G.L.; MOLIN, D.C.C.D. **Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63,

out./dez. 2004. Disponível em  
<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3575/1979> Acessado em  
setembro 2016.