

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - FAU
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO – DAU

SHIRLEN CAROLINE RABELO CABRAL

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SÃO LUÍS:
leitura do processo de coleta e disposição dos resíduos provenientes da construção civil
na atualidade**

SÃO LUÍS - MA

2015

SHIRLEN CAROLINE RABELO CABRAL

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SÃO LUÍS:
leitura do processo de coleta e disposição dos resíduos provenientes da construção civil
na atualidade**

Monografia apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Dr. José Bello Salgado Neto

SÃO LUÍS - MA

2015

Cabral, Shirlen Caroline Rabelo.

Gerenciamento dos resíduos da construção civil em São Luís: leitura do processo de coleta e disposição dos resíduos provenientes da construção civil na atualidade. / Shirlen Caroline Rabelo Cabral. - São Luís, 2015.

69 f.

Orientador (a): Prof^a. Dr^o. José Bello Salgado Neto.

Monografia (Graduação) – Curso de Arquitetura, Universidade Estadual do Maranhão, 2015.

1. Resíduos. 2. Reciclagem. 3. Impactos. I. Título.

CDU: 624:502

SHIRLEN CAROLINE RABELO CABRAL

**GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SÃO LUÍS:
leitura do processo de coleta e disposição dos resíduos provenientes da construção civil
na atualidade**

Monografia apresentada à Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

APROVADO EM: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Bello Salgado Neto
(Orientador)

Profa. Dra. Márcia Tereza Campos Marques
(Examinador 1)

Arq. João Goulart Gutemberg Mendes
(Examinador 2)

A Deus pela vida e bênçãos concedidas, aos pais pelo apoio e incentivo ao longo da jornada e aos verdadeiros amigos pela compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me abençoado e dado forças para concretizar o curso. A minha família - pai Renato, mãe Lucinalva, irmão Júnior e primo Alberto - pelo apoio e companheirismo em todos os momentos. Aos amigos pela fidelidade, apesar das inúmeras ausências. Aos companheiros de trabalho pela compreensão em diversos momentos. Aos conhecidos e aos já não mais desconhecidos que se mobilizaram de alguma forma para ajudar. Aos colegas e amigos de turma que estiveram juntos e compartilharam deste momento de ansiedade comigo, em especial a Susana e Stephanie por me acompanharem em todos os momentos solicitados e por dividirem as dúvidas, angústias e a ansiedade deste momento. Ao corpo acadêmico da faculdade pela disposição em transmitir os conhecimentos adquiridos e pela inspiração que foi plantada e agora colhida com a conclusão deste trabalho. Aos funcionários pela ajuda direta e indireta durante todos os anos de duração do curso. Ao meu orientador, José Bello Salgado Neto, que mais uma vez mostrou-se disposto a ajudar e encarar mais este desafio comigo.

“Eu sou a minha cidade, e só eu posso mudá-la. Mesmo com o coração sem esperança, mesmo sem saber exatamente como dar o primeiro passo, mesmo achando que um esforço individual não serve para nada, preciso colocar mãos à obra. O caminho irá se mostrar por si mesmo, se eu vencer meus medos e aceitar um fato muito simples: cada um de nós faz uma grande diferença no mundo.”

Paulo Coelho

RESUMO

A construção civil tem papel econômico e social relevante para o país, uma vez que gera postos de trabalho e riqueza. Por outro lado, é responsável pelo consumo demasiado de recursos naturais e geração do maior volume de resíduos da economia moderna. Esses resíduos possuem alto potencial de reciclagem e reaproveitamento. Porém, em muitos casos, recebem tratamento semelhante aos resíduos sólidos urbanos comuns, que em diversas cidades brasileiras recebem destinação incorreta, geralmente em locais clandestinos, gerando impactos ao ambiente e, principalmente, prejudicando a qualidade de vida da população. São Luís, bem como inúmeras cidades brasileiras possui potencial para a implantação de programas/ações/intervenções a curto, médio e longo prazo a fim de reverter a situação que se encontra em relação ao gerenciamento dos resíduos da construção civil e promover uma política sustentável.

Palavras - chaves: resíduos, reciclagem, impactos.

ABSTRACT

The civil construction is a relevant issue, economically and socially, to the country. It creates employment and wealth. On the other hand, it is responsible for the over use of natural resources and the growth of wastes of modern economic. The wastes have high potencial of recycling and reuse. However, they are treated as common solid urban wastes. In many Brazilian cities, constructions wastes are not properly used, causing environmental problems and hurting the quality of life of the population. São Luís, as others Brazilian cities, has potencial for applying programs/actions/interventions in order to change the current situation regarding the management of civil construction wastes and provide a sustainable politic.

Key - words: wastes, recycling, problems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem esquemática - Lixão	23
Figura 2 - Imagem esquemática - Aterro Controlado.....	24
Figura 3 - Imagem esquemática - Aterro Sanitário	25
Figura 4 - RCD Coletados nas Regiões (ton/dia)	27
Figura 5 - Gráfico de origem do RCD em algumas cidades brasileiras	28
Figura 6 - Gráfico de geração de RCC em alguns municípios maranhenses	30
Figura 7 - Disposição de resíduo em passeio público	32
Figura 8 - Depósitos e cores correspondentes - Coleta Seletiva.....	33
Figura 9 - Contêineres estacionários para a acondicionamento do material por tipo.....	34
Figura 10 - Recolhimento e troca de contêineres no canteiro de obras	35
Figura 11 - Localização de empresas geradoras que utilizavam "Disque Coleta"	36
Figura 12 - Aterro da Ribeira	39
Figura 13 - Veículos aguardando processo de pesagem para acessar o Aterro da Ribeira	40
Figura 14 - Bica corrida.....	45
Figura 15 - Rachão	45
Figura 16 - Brita 0 e brita 1	45
Figura 17 - Areia	46
Figura 18 - Equipamento para transformação de RCC.....	46
Figura 19 - Recepção de RCC na Usina - BR - 040	47
Figura 20 - Despejo de RCC.....	48
Figura 21 - RCC empilhado	48
Figura 22 - Transporte de RCC para alimentador	49
Figura 23 - Alimentador do vibrador de impacto e sala de comando.....	49
Figura 24 - Casa de comando, transportadores de correia e "pulmão".....	50
Figura 25 - Esquema de funcionamento de equipamento de beneficiamento de RCC	51
Figura 26 - Tijolo solo cimento	53
Figura 27 - Execução de instalações hidráulicas e elétricas	54
Figura 28 - Fluxograma das etapas de fabricação e utilização dos tijolos de solo cimento	56
Figura 29 - Tijolo solo cimento modular padrão	58
Figura 30 - Meio tijolo modular	57
Figura 31 - Tijolo tipo canaleta modular padrão	57
Figura 32 - Fundação Jardim Botânico	60

Figura 33 - Edificação do Jardim Botânico	60
Figura 34 - Habitação popular	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quantitativos de resíduos sólidos coletados e transportados por dia.....	37
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual de índices de perdas totais em diferentes obras.....	20
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ASA - Área de Segurança Aeroportuária

BNH - Banco Nacional de Habitações

ATT - Áreas de Transbordo e Triagem

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerias

CTR - Controle de Transporte de Resíduos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PEGRS - Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão

PGRCC - Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC - Resíduos de Construção Civil

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão

SEMMAM - Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SEMOSP - Secretária Municipal de Obras e Serviços Urbanos

SEMTHURB - Secretaria Municipal de Habitação Terras e Urbanismo

SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SLU - Superintendência de Limpeza Urbana

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SULIP - Superintendência de Limpeza Pública

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerias

URCD - Usina de Reciclagem de Construções e Demolições

URPV- Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 GENERALIDADES	16
2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	18
2.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	23
3 LEITURA DO PROCESSO DE COLETA E DISPOSIÇÃO DE RCC	27
3.1 CENÁRIO NACIONAL.....	27
3.2 CENÁRIO ESTADUAL	30
3.3 CENÁRIO MUNICIPAL	32
3.3.1 Aterro da Ribeira: centro de recepção dos resíduos sólidos de São Luís.....	38
4 RECICLAGEM DE RCC	42
4.1 REFERÊNCIAS SUSTENTÁVEIS	43
4.2 O CASO DE BELO HORIZONTE	44
4.2.1 O processo de transformação de resíduos: Usina de Reciclagem de Entulho BR-040 ...	47
4.3 TIJOLO SOLO CIMENTO: OUTRA OPÇÃO DE RECICLAGEM DE RCC.....	53
4.3.1 Detalhamento da técnica de fabricação	55
4.3.2 Detalhamento da técnica construtiva.....	59
4.3.3 Jardim Botânico de Poços de Caldas.....	60
4.3.4 Bairro Jardim Nova Esperança	61
5 CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE A - Questionário 01	66
APÊNDICE B - Questionário 02	67
APÊNDICE C - Questionário 03.....	68
APÊNDICE D - Questionário 04.....	69

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras têm problemas quando se trata do destino correto de Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Esses materiais possuem alto potencial de reciclagem e reaproveitamento, fator que viabiliza, há alguns anos, as condições para a minimização dos impactos gerados pelo setor. Com isso, está surgindo um novo mercado com perspectivas de sustentabilidade, cuja matéria prima é o “lixo”.

Consequentemente, a solução para a destinação de RCD passou a ser um assunto bastante discutido desde que se descobriu nestes resíduos a possibilidade de gerar produtos de baixo custo que podem ser utilizados nas próprias atividades inerentes à construção. Essas práticas que visam à transformação e reutilização desses materiais são eminentemente sustentáveis e deveriam ser mais difundidas, com a intenção de reverter à escassez dos recursos naturais e os danos ambientais causados por esses resíduos ao meio ambiente e à sociedade.

Através desse Trabalho de Conclusão de Curso, serão apresentadas as condições atuais do gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (RCC) em São Luís e o exemplo vigente na cidade de Belo Horizonte, que pode ser tomado como referência quanto à reciclagem e reaproveitamento.

1.1 OBJETIVOS

De modo geral, a presente pesquisa intenta realizar uma leitura do processo de coleta e disposição dos resíduos provenientes da construção civil em São Luís na atualidade.

De forma específica, pretende-se:

- Investigar a existência de programas/projetos em execução ou aqueles planejados a curto, médio e longo nas esferas públicas e privadas;
- Identificar os procedimentos realizados pelas empresas responsáveis pelo transporte dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD);
- Apresentar as experiências bem sucedidas em outras cidades, que contenham aspectos de sustentabilidade e economicidade, com relação ao tema proposto.

Este trabalho faz-se importante pelo fato de oferecer condições para o reconhecimento do cenário da cidade quando se trata de um assunto que vem gerando muitas discussões: o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC). A importância dá-se, ainda, pelo fato de que para a implantação/definição de possíveis

intervenções/ações/programas, é necessário conhecer as reais condições que a cidade se encontra em relação ao tema.

Para que os objetivos definidos para a pesquisa fossem alcançados, o trabalho apresentou a seguinte estruturação: conceituação e classificação de resíduos e termos relacionados ao tema; legislação e instrumentos direcionadores para a implantação de política de gerenciamento; disposição de resíduos sólidos; apresentação de informações pertinentes para compreensão do cenário nacional, estadual e municipal quanto à gestão de RCC; estudo de caso de São Luís onde são apresentadas as reais condições do processo, além da exposição de exemplos vigentes quanto ao reaproveitamento dos resíduos de construção - popular entulho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

Gerenciamento de resíduos é um sistema de gestão cujo objetivo é a redução, reutilização ou reciclagem, que envolve planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos. Faz-se necessário para o desenvolvimento e implementação de ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos. (CONAMA 307, 2002).

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos é responsável por uma série de impactos nocivos, seja ao ambiente ou à saúde da população. É uma das vertentes do saneamento básico, e constitui-se um direito de todos. Porém, a tendência de crescimento da geração desses materiais é incontrolável a ponto de ganhar destaque como um grave problema da contemporaneidade. A Associação Brasileira de Normas Técnicas através da NBR 10004/2004 define:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004, p. 1)

Apesar de não apresentarem utilidade para a atividade que os geraram, alguns tipos de resíduos podem virar insumos para outras atividades. O Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) os classifica quanto a sua origem ou natureza em:

- Resíduos Domésticos ou Residenciais: gerados nas residências a partir das atividades diárias. A composição é bastante variável em função da localização geográfica e renda familiar, principalmente. Porém, independente de fatores como este, é comum encontrar papéis, restos de alimentos, plásticos, vidros e etc.

- Resíduos Comerciais: aqueles produzidos nos estabelecimentos comerciais, cuja composição depende das atividades desenvolvidas. Juntamente com o lixo residencial, esta categoria constitui o lixo domiciliar que representa a maior parcela de todos os resíduos produzidos na cidade.

- Lixo Público: são produzidos nos logradouros públicos. Composto por folhas das vegetações, poeira e aquele lixo descartado de maneira irregular no espaço público.

- Lixo Domiciliar Especial: aqueles, também, provenientes dos domicílios que ainda não possuem uma destinação eficaz, porém em determinados casos apresentam potencial para reutilização ou, aqueles que em função do destino dado atualmente, podem vir a representar perigo, posteriormente. Nesta categoria encontram-se os entulhos de obras, pneus, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes.

- Resíduos de Fontes Especiais: podem ser industrial, radioativo, de portos, aeroportos e rodo ferrovias, agrícolas e de serviços de saúde. Compreendem todo o lixo proveniente destes estabelecimentos, e no caso dos aeroportos, portos e rodoferrovias, os gerados dentro dos meios de transportes, também.

Dentro do conjunto dos resíduos sólidos está contido o subgrupo dos Resíduos da Construção Civil (RCC). Esses resíduos possuem alto potencial de reciclagem e reaproveitamento, fator que viabiliza as condições para a minimização dos impactos gerados pelo setor. Porém, em muitos casos, recebem tratamento semelhante aos resíduos sólidos urbanos comuns, que em diversas cidades brasileiras são removidos e recebem destinação incorreta, geralmente em locais clandestinos, gerando impactos no ambiente e, principalmente, prejudicando a qualidade de vida da população.

2.2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Os resíduos da construção civil, RCD (resíduos de construção e demolição) ou simplesmente, entulho, como são popularmente conhecidos, são resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, calça ou metralha. (CONAMA 307, 2002).

Para a correta gestão, faz-se necessário o conhecimento das classes que esses resíduos abrangem. O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, através das Resoluções nº 307 de 05/07/2002 e suas respectivas alterações - Resolução nº 348 de 16/08/2004 e Resolução nº 431 de 24/05/2011 - estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e os classifica da seguinte forma:

I – Classe A: Resíduos que podem ser reutilizados ou recicláveis como agregados, tais como:

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

II – Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, bem como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (CONAMA 431, 2011)

III – Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (CONAMA 431, 2011)

IV – Classe D: Resíduos perigosos gerados no processo de construção, bem como tintas, solventes, óleos ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (CONAMA 348, 2004)

Conforme Pera (1996 apud Pinto, 1999, p. 21), nos resíduos de obras brasileiras típicas, há grande predominância dos provenientes das construções em relação aos resíduos gerados em demolições, em função do desenvolvimento recente das áreas urbanas. Já em países desenvolvidos, onde as atividades de renovação de edificações, infraestrutura e espaços urbanos são mais intensas, estando a cidade já consolidada, há predominância de resíduos provenientes de demolições.

A Associação de Resíduos Sólidos da América do Norte (SWANA, 1993 apud SILVA, 2011, p. 19) propõe a classificação dos resíduos da construção civil conforme sua forma de geração, a saber:

- Material de obras viárias;
- Material de escavação;
- Material de demolição de edificações;
- Material de construção e renovação de edifícios;
- Material de limpeza de terrenos.

Pinto (1999, p. 15) esclarece que a composição dos RCD originados nos diversos países do mundo é diferente, em função do uso de uma diversidade de tecnologias construtivas em cada uma das atividades envolvidas na construção e demolição. Por exemplo, a madeira é muito presente na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa na construção europeia e na brasileira; Já o gesso é material constante na construção americana e europeia e só recentemente vem sendo utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros.

2.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é frequentemente rotulada como setor atrasado por possuir baixos índices de produção contrastando com elevados índices de desperdícios de recursos, e por apresentar, geralmente, desempenho inferior à indústria de transformação. Sua cadeia produtiva consome entre 14% e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta. A reversão do cenário criado pelo setor através da redução dos resíduos gerados além de ser uma alternativa econômica, trata-se de uma ação fundamental para a preservação ambiental. (FORMOSO, 1997, p. 337)

Embora muitas construtoras brasileiras adotem uma política controladora, a indústria da construção civil apresenta erros surpreendentes de perdas provenientes de falhas ou omissões durante a elaboração de projeto ou na execução da obra. Dentre diversos motivos, estas perdas podem ser geradas pela falta de qualificação da mão de obra, formas de acondicionamento dos suprimentos, falta de planejamento dos canteiros de obras, falta de acompanhamento técnico durante a execução, etc. (MATOS, 2009 apud RISKE et al., 2014, p.2)

Durante todas as etapas inerentes ao processo de construção, existem suscetíveis possibilidades de perdas e desperdícios. A Tabela 1, abaixo demonstra a variação em relação às perdas de alguns materiais analisados em diversos canteiros de obras.

Tabela 1 - Percentual de índices de perdas totais em diferentes obras

MATERIAL	OBRA A	OBRA B	OBRA C	OBRA D	OBRA E	MÉDIA
AÇO	18,8	27,3	23,01	7,91	18,31	19,07
CIMENTO	76,6	45,2	34,31	151,86	112,7	84,13
CONCRETO	10,8	11,77	17,44	0,75	25,16	13,18
AREIA	27,09	29,73	21,05	109,81	42,19	45,97
ARGAMASSA	103,05	87,5	40,38	152,1	73,24	91,25
BLOCO CERAMICO	39,9	8,2	35,96	26,5	--	27,64

Fonte: FORMOSO et al., 1997.

Através da identificação das perdas, é possível adotar medidas simples e eficazes para reduzi-las, uma vez que estas estão estritamente ligadas à forma de gerenciamento dos

materiais. Porém, para reduzir os índices de geração de resíduos, devem-se criar vínculos entre itens como qualidade e escolha de materiais, mão-de-obra qualificada, equipamentos e utilização de embalagens que facilitem o manuseio e transporte. Além disso, a utilização de instrumentos como a realização de treinamentos e cursos de capacitação com colaboradores podem funcionar como difusores de conhecimento sobre a preservação e os impactos que as atividades civis causam ao meio ambiente. Dessa forma a empresa se certificará da qualidade da mão-de-obra, e conseqüentemente diminuirá desperdícios. Pois quanto menor for o desperdício, menor será a quantidade de resíduos gerados.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos - instituída pela Lei nº 12.305/10 - incorpora instrumentos e ferramentas com o objetivo de enfrentar e reverter os problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos através do estabelecimento de metas, estratégias e descrição de todo o processo desde a geração até o destino final. Dentre estes instrumentos, encontram-se os Planos de Resíduos Sólidos. São eles:

- Plano Nacional de Resíduos Sólidos;
- Planos Estaduais de Resíduos Sólidos;
- Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e os Planos de Resíduos Sólidos de Regiões Metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos;
- Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Quando envolvem grandes geradores de resíduos, a Resolução CONAMA 307, também, exige a elaboração e implantação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Este projeto deverá ser elaborado para cada novo empreendimento e encaminhado para análise do órgão municipal competente, e quando se tratar de construções que necessitam de licenciamento ambiental, deverá ser analisado, também, pelo órgão ambiental.

De acordo com a referida Resolução, o objetivo principal que se pretende alcançar com a elaboração e implantação do PGRCC é a não geração de resíduos e, secundariamente, a prática do conceito 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar) e a destinação final. Para isso, em seu escopo são estabelecidos procedimentos pertinentes para manejar e destinar de forma ambientalmente correta os resíduos. Deve contemplar as seguintes etapas:

- Caracterização: identificação e quantificação dos resíduos do gerador;

- Triagem: procedimento que deverá ser realizado, preferencialmente, pelo gerador, respeitando as classes dos resíduos, na origem ou em áreas de destinação devidamente licenciadas;

- Acondicionamento: garantia do confinamento dos resíduos após a sua geração até o momento de serem transportados, de forma a assegurar as condições para reutilização e de reciclagem;

- Transporte: procedimento que deve ser realizado de acordo com normas técnicas pertinentes para o transporte de resíduos;

- Destinação: deve ser definida em conformidade a classificação de cada resíduo;

O ideal, para que houvesse garantias de execução e implantação do PGRCC, seria o acompanhamento do transporte de resíduos pelas empresas credenciadas até o local definido como destino final no Projeto.

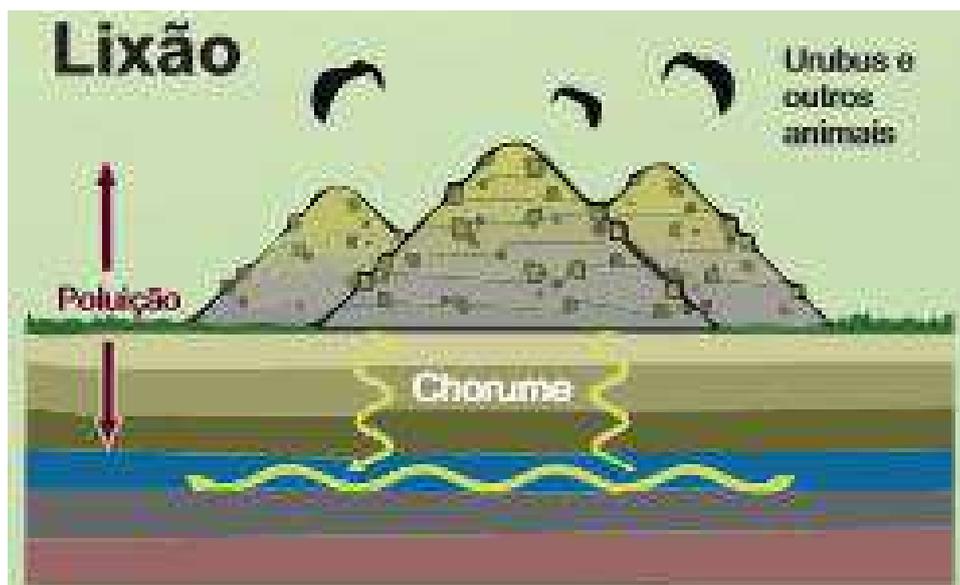
2.4 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A geração de resíduos excede o ritmo do crescimento da população nacional. O volume de lixo está aumentando, pois há mais desperdício e a destinação correta dos rejeitos não acompanha o ritmo de consumo. Neste cenário, a construção civil é a responsável pela geração do maior volume da economia moderna. Dados contabilizados por Pinto (2005) estimam a cifra expressiva de até duas toneladas de entulho para cada tonelada de lixo domiciliar.

Braungart (2014 apud MESQUITA 2014, p. 35) propõe que todo produto deva ser projetado para se decompor sem causar dano ou para ser reciclado sem perder a qualidade. Porém, apesar de inúmeras discussões acerca da disposição final dos resíduos, que é a última fase do sistema de limpeza urbana, poucas alternativas são usuais no Brasil. As formas mais comuns de disposição dos resíduos sólidos urbanos são:

- **Lixão:** forma inadequada, onde os resíduos são depositados a céu aberto, em contato com o solo, sem qualquer tipo de tratamento e nenhuma medida de proteção ambiental. Não existe planejamento para impedir agressões ao meio ambiente, e sequer controle de tipos e espaço para disposição do lixo, e do acesso de pessoas. É fonte de poluição: o chorume liberado e outras substâncias podem contaminar o solo, a água e o ar. Além disso, o lixo a céu aberto favorece a proliferação de vetores - ratos, urubus e insetos.

Figura1 - Imagem esquemática - Lixão



Fonte: SEMA, 2014.

• **Aterro Controlado:** é uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Do ponto de vista ambiental pouco se diferenciam dos lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários e totalmente eficazes para a proteção da saúde pública e do meio ambiente. Há apenas o controle dos impactos ambientais, uma vez que o solo recebe uma cobertura de argila e grama e, um sistema de recirculação de chorume e gás - fato que não extingue os riscos de contaminação das águas subterrâneas.

Geralmente, é uma célula adjacente a um lixão, que agora recebe uma cobertura diária da pilha de lixo com terra ou outro material disponível como forração ou saibro.

Figura2 - Imagem esquemática - Aterro Controlado



Fonte: SEMA, 2014.

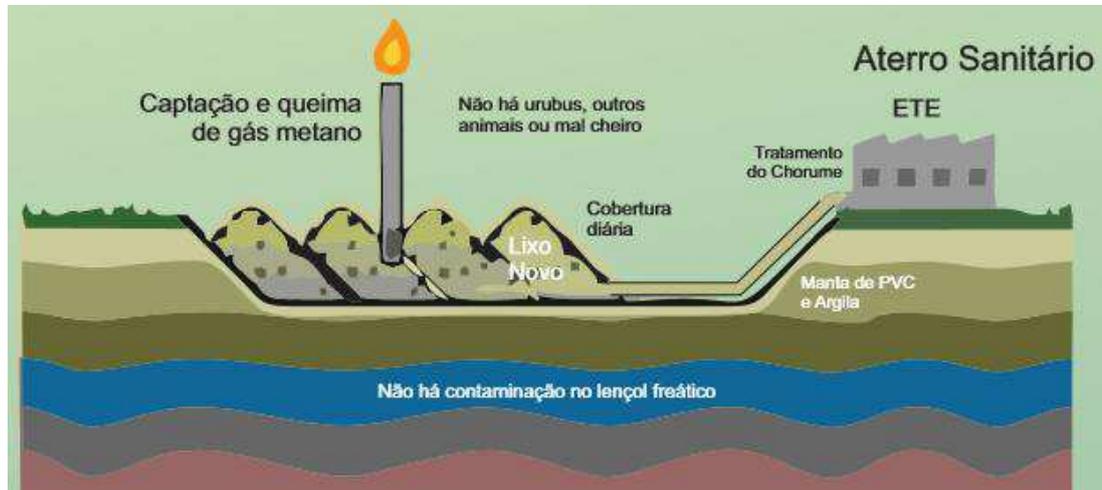
• **Aterro Sanitário:** É uma forma ambientalmente adequada para dispor os rejeitos sem permitir a contaminação do meio ambiente. É um local cujo solo recebe impermeabilização - o que impede o vazamento do chorume - e sistema de captação de gás (metano) - liberado pela decomposição da matéria orgânica e que pode ser transformado em energia.

Segundo Wasteonline (2010 apud SANTOS, 2014, p. 12), os aterros sanitários são utilizados como destino final desde a antiguidade, relatos revelam que a primeira evidência de utilização de um espaço que se assemelhasse a ele ocorreu em 3000 anos a.C. na cidade de Cnossos, capital de Creta. Os resíduos produzidos na localidade eram destinados às covas grandes e recobertos por terra em vários níveis.

Utilizar aterros sanitários é muito dispendioso. Cerca de R\$ 2,7 milhões por ano para uma cidade de 100 mil habitantes. Devido a seu alto valor operacional, prefeituras e

empresas devem procurar condições para reaproveitar o máximo e diminuir o dejetos final que termina morto e enterrado. (MESQUITA 2014, p. 30)

Figura3 - Imagem esquemática - Aterro Sanitário



Fonte: SEMA, 2014.

Apesar dos altos índices de reaproveitamento, geralmente, os resíduos de construção e demolição recebem tratamento semelhante aos demais resíduos sólidos urbanos. Porém, a Resolução CONAMA Nº. 307 proíbe a disposição RCC em aterros de resíduos domiciliares, áreas de "bota-fora", encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

O que se nota em São Luís, e em cidades maranhenses, principalmente, é a difusão da prática de disposição irregular de resíduos de construção e demolição. Porém, existem documentos/instrumentos que definem procedimentos de manipulação para os mesmos.

Os processos pelos quais os RCC podem ser submetidos são definidos pelo Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de São Luís (2006) como:

- Reutilização: processo de reaplicação de resíduo, sem a sua transformação;
- Reciclagem: reaproveitamento de resíduo após submissão a processo de transformação;
- Beneficiamento: submeter resíduo às operações e/ou processos a fim de permitir sua utilização como matéria-prima ou produto.

As possibilidades de reutilização, reaproveitamento e reciclagem, dependem intimamente da existência de locais - parte integrante do Programa Municipal de Resíduos da

Construção Civil - que os permitam ser depositados, triados para posterior manipulação. São esses:

- **Pontos de entrega:** áreas livres destinadas ao recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil, preferencialmente, já degradadas devido ao depósito irregular de resíduos sólidos. Esses locais são disponibilizados pela administração pública como uma tentativa de recuperação dos aspectos ambientais e paisagísticos. Tecnicamente, essas áreas são denominadas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV.

- **Áreas de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (ATT's):** estabelecimento cuja função é o recebimento, triagem, eventuais transformações e posterior disposição adequada de RCC e Resíduos volumosos gerados por agentes públicos ou privados.

- **Aterro de Resíduos da Construção Civil:** área onde há o emprego de técnicas de disposição de RCC de Classe A que visam sua estocagem segregada e confinada a fim de possibilitar seu uso futuro e reduzir o volume ocupado pelos mesmos, de forma a evitar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

- **Áreas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil:** local destinado ao recebimento e transformação de RCC, devidamente triados e designados como Classe A, a fim de produzir agregados reciclados para utilização nas atividades civis. São exemplos desse tipo de local, usinas de reciclagem e/ou beneficiamento.

Porém, conforme Ângulo et al. (2013 apud RISKE et al., 2014, p. 3), a reciclagem, bem como qualquer outra atividade humana, pode gerar impactos ao ambiente, pois o processo acarreta riscos ambientais que precisam ser mensurados para que possam ser adequadamente gerenciados. Variáveis como a tipologia do resíduo, a tecnologia que será empregada e a proposta de utilização para o material reciclado, podem tornar o processo de reciclagem ainda mais agressivo que o próprio material antes da submissão ao procedimento. Sobretudo, os impactos são mais representativos em cidades em processo mais intenso de expansão ou renovação urbana - fato que demonstra a necessidade de avançar, em todos os municípios, em direção à implantação de políticas públicas, especialmente voltadas para o gerenciamento desses resíduos.

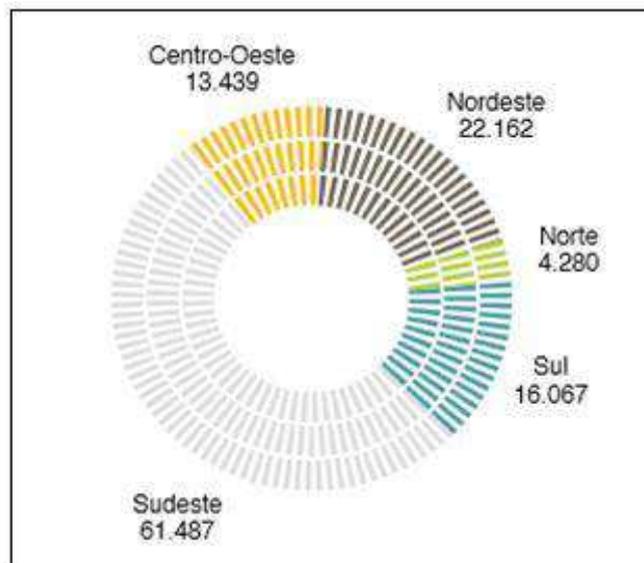
3 LEITURA DO PROCESSO DE COLETA E DISPOSIÇÃO DE RCC

3.1 CENÁRIO NACIONAL

Segundo o Panorama Nacional de Resíduos Sólidos (2013, p. 33) os municípios brasileiros coletaram mais de 117 mil toneladas/dia de RCD em 2013. Grande parcela desses resíduos gerados no Brasil é proveniente do desperdício de materiais. Porém, esse quantitativo de geração, corresponde apenas aos resíduos lançados em logradouros públicos - uma vez que apenas estes são de suas responsabilidades -, ou seja, a quantidade desses materiais é ainda maior - pois os provenientes de entidades privadas não foram contabilizados para a elaboração do Panorama. Houve um aumento na geração correspondente a 4,6% em relação ao ano de 2012, e este cenário requer uma atenção especial quanto ao destino final desses resíduos.

Generalizando, e considerando a coleta de RCC nas regiões, a situação se comporta como demonstra a figura que segue.

Figura 4 - RCD Coletados nas Regiões (ton/dia)



Fonte: Pesquisa ABRELPE, 2013.

Conforme mostra a Figura 4, a região Sudeste, seguida da Nordeste, é a responsável pelo maior quantitativo de resíduos de construção gerados e coletados, em 2013. Enquanto que a região Norte possui a parcela menos significativa neste cenário.

Segundo Lima e Tamai (1998 apud SANTOS, 2014, p.4), o maior volume dos resíduos oriundos da construção civil é gerado no setor informal – corresponde às pequenas reformas, autoconstrução, “construtor formiguinha”, ampliações, etc. Estima-se que apenas

1/3 do total seja gerado no setor formal. A Figura 5, adiante, representa a média estabelecida de geração de RCD em alguns municípios brasileiros.

Figura 5 - Gráfico de origem do RCD em algumas cidades brasileiras



Fonte: I&T Informações e Técnica apud PINTO, 2005.

Pinto (1999) estima que a geração per capita dos resíduos da construção civil (RCC), no Brasil, varia entre 230 a 730kg/hab.ano. Considera ainda que a massa gerada nas cidades, muitas vezes, é igual ou maior do que a massa dos resíduos domiciliares. Assim, a progressão na geração desses resíduos, somado à falta de políticas municipais efetivas para esta questão, agravam os problemas com o manejo desses resíduos.

Uma importante iniciativa em nível nacional para atender a essa questão foi a Resolução nº 307 de 05/07/2002, aprovada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e alterada pelas Resoluções nº 348 de 16/08/2004 e Resolução nº 431 de 24/05/2011 – que definem instrumentos para avançar no sentido de superação da realidade dos resíduos provenientes da construção civil, definindo responsabilidades e deveres e tornando obrigatória em todos os municípios do país e no Distrito Federal a implantação pelo poder público local de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, como forma de suprimir os impactos ambientais decorrentes das atividades com relação à geração, transporte e disposição desses materiais. Porém, além deste documento, existe, ainda, uma ampla Legislação para reger questões relacionadas, como a Lei nº 12.305, de 12 de agosto de 2010; Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007; Lei nº 9.974 de 6 de junho de 2000 e Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, além das normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

Há uma súbita necessidade de prover locais adequados para manejar esses resíduos, os quais devem possuir locais específicos para a disposição, a fim de não sobrecarregar os aterros sanitários que têm um custo operacional elevado e são o destino correto dos resíduos domiciliares urbanos. Porém, devido à inexistência desses locais, a prática de disposição ilegal destes resíduos em locais não adequados, tais como ruas, calçadas, terrenos baldios, encostas e leitos de córregos e rios é algo comum em nossas cidades. Essas formas de disposição geram uma série de problemas ambientais e sociais, dentre os quais se destacam: poluição dos mananciais, contaminação do solo, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, obstrução dos sistemas de drenagem (provocando enchentes), entre outros problemas relevantes (CASSA et al., 2001, p. 62).

O CONAMA através da Resolução 307, determina que os municípios e o Distrito Federal, implementem a gestão dos resíduos da construção civil com a elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O referido plano deve estabelecer, necessariamente:

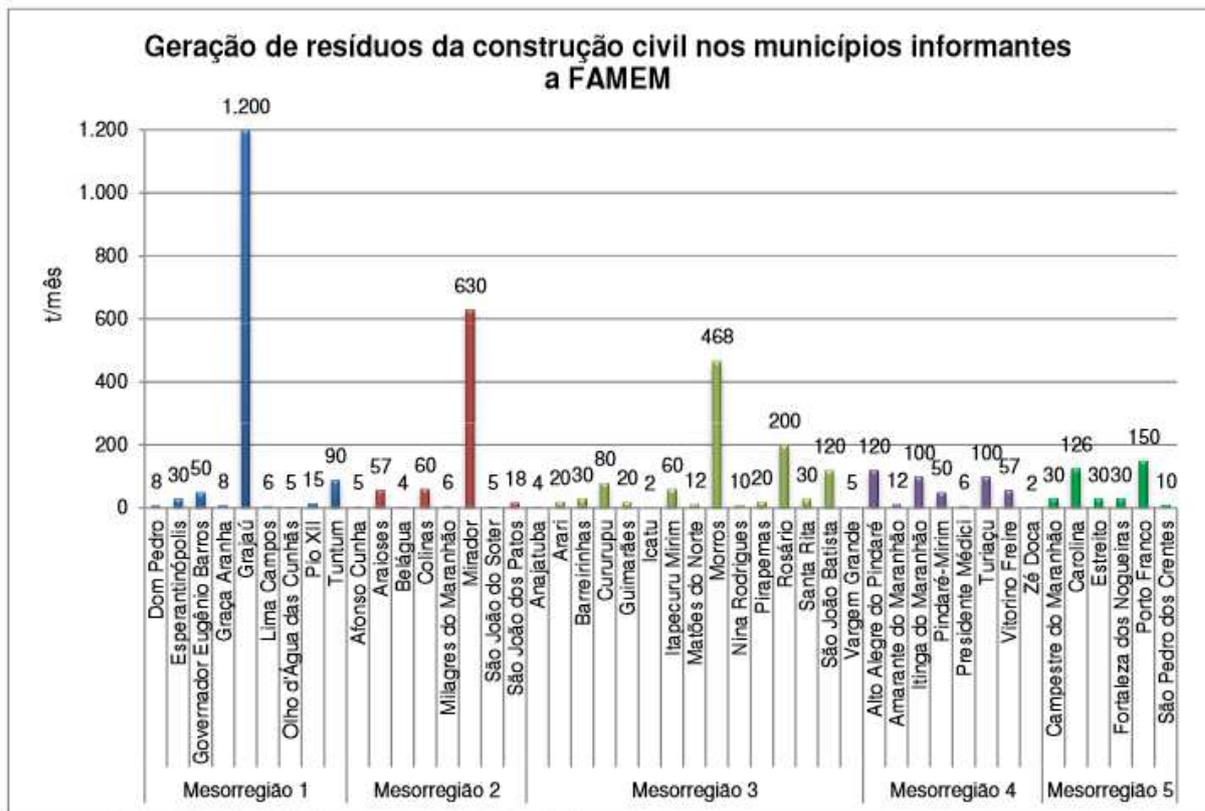
- Diretrizes técnicas e procedimentos para a implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no âmbito municipal e dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) que serão elaborados pelos grandes geradores, a fim de permitir o cumprimento de suas responsabilidades;
- Cadastramento de áreas, públicas ou privadas, com aptidão para serem designadas como locais para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, considerando o porte da área urbana municipal a ser atendida, a fim de garantir a destinação posterior dos resíduos provenientes de pequenos geradores aos locais de reciclagem e beneficiamento;
- Definição de procedimentos para o licenciamento de áreas de beneficiamento e disposição final de resíduos;
- Proibição do despejo de resíduos de construção civil em áreas que não sejam devidamente licenciadas;
- Incentivo à reinserção dos resíduos que passaram por processo de reciclagem ou os passíveis de reutilização no ciclo produtivo;
- Definição de critérios e exigências dentro do processo de cadastramento de transportadores junto ao órgão competente;
- Ações para orientar, fiscalizar e controlar os agentes envolvidos; e
- Ações com fins educativos voltados para a redução da geração dos resíduos e a sua segregação.

3.2 CENÁRIO ESTADUAL

A cultura de separação dos resíduos ainda é um tanto quanto frágil e constitui um obstáculo para o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil, bem como para os demais resíduos sólidos urbanos.

O Maranhão é constituído de 217 municípios. A maior parte da população - correspondente a 40% - está localizada na região da capital, São Luís. Apesar da concentração, os maiores valores de geração de RCC foram identificados nos municípios de Grajaú (1.200 t/mês), Mirador (630 t/mês), Morros (468 t/mês), Rosário (200 t/mês), e Porto Franco (150 t/mês) - conforme mostra a Figura 6. Os municípios de Zé Doca, Icatu, Anajatuba e Belágua apresentaram os menores valores de geração de RCC (abaixo de 5 t/mês). (PEGRS MA, 2012)

Figura 6 - Gráfico de geração de RCC em alguns municípios maranhenses



Fonte: PEGRS MA, 2012.

No Estado, 139 municípios realizam o serviço de manejo de resíduos da construção e demolição - coleta e/ou recebimento -, embora, apenas 44 dentre estes, realizem a coleta diferenciada do material. De acordo com informações do IBGE (2008), apenas 7% dos mesmos realizam o processamento do material para fins de reciclagem e

reaproveitamento. De acordo com o Ministério Público (2010), geralmente, a Prefeitura é a entidade responsável pela coleta de RCC e pelas áreas de transbordos que porventura existem – cujo índice corresponde a 53%. Porém, apesar do potencial de reaproveitamento desses resíduos ser significativamente elevado, o Poder Público desconhece condições e ações que venham a viabilizar o seu reaproveitamento.

Desta forma, esses resíduos, normalmente, acabam sendo despejados em aterros (38%) ou bota-foras clandestinos (34%) e a coleta não é feita por meio de veículo específico para esta finalidade - normalmente caçambas ou caminhões.

O Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão - PEGRS MA, elaborado em 2012 pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão (SEMA), apresenta como principais objetivos para a reversão da situação instalada:

- A eliminação das áreas irregulares de disposição final de RDC em todo território estadual;
- A apresentação de estratégias capazes de fortalecer a gestão de resíduos sólidos da construção civil;
- Estimular o desenvolvimento através de estratégias inovadoras e aplicação de tecnologias para o aproveitamento dos resíduos sólidos gerados pela construção civil e demolição;
- Incentivar a inclusão social dos catadores;
- Implantar programas específicos de educação ambiental voltado à abordagem de diversos aspectos relacionados à adequada gestão de resíduos sólidos;
- Elaborar campanha de divulgação do Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos;
- Disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

3.3 CENÁRIO MUNICIPAL

São Luís carece de usinas de reciclagem e políticas públicas que visem à reciclagem de resíduos a fim de minimizar os impactos causados pelo seu depósito em logradouros públicos (Figura 7) e em demais locais clandestinos, fato que comumente ocorre dentro da cidade. Apesar da quantidade de terrenos desocupados utilizados como “bota-foras” ser significativa, na cidade não existe um cadastro atualizado dos pontos de destinação inadequada de resíduos sólidos. Estas ações dão margem para o surgimento de lixões improvisados. Cabe ao poder público, a fiscalização e proibição do uso desses espaços e a criação de áreas para recepção desses resíduos, que de acordo com o Prognóstico do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Luís (2011), são oriundos, geralmente, de pequenas reformas e demolições - construção informal.

Figura 7 - Disposição de resíduo em passeio público



Fonte: Arquivo Pessoal, 2014.

Porém, não apenas RCC são despejados em "bota-foras", e um fator agravante pela criação desses pontos é a ineficiência no atendimento aos bairros pela coleta regular de lixo. Além disso, a coleta seletiva, instrumento cujo propósito de implantação é a mudança de conduta da população em relação ao descarte de resíduos e, também, proporcionar a separação dos materiais para fins de reutilização e reciclagem, possui 0% de abrangência no município. Logo, a taxa de recuperação de materiais recicláveis corresponde a 0%. A Figura 8, abaixo, ilustra e relaciona as cores aos materiais que a coleta seletiva visa segregar para fins de transformação.

Figura 8 - Depósitos e cores correspondentes - Coleta Seletiva



Fonte: Google Imagens, 2014.

No âmbito municipal, a lei nº 4.653, de 21 de agosto de 2006 cria o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos, e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no município de São Luís- MA e dá outras providências. Porém, a atuação do Poder Público é omissa à fiscalização, monitoramento e controle, aplicação da Lei vigente e criação de métodos e programas de conscientização ambiental e de punição de atitudes infratoras.

A coleta dos resíduos de construção civil gerados nos canteiros de obras da cidade de São Luís é feita por meio de caçambas metálicas estacionárias - comumente denominadas *contêineres* -, onde deveriam ser acondicionados os diversos tipos de resíduos separadamente (Figura 9) - o que não ocorre. Esses depósitos possuem capacidade entre 3 e 5m³, geralmente, e são “disponibilizados” e transportados por empresas que devem ser devidamente cadastradas junto à Secretária Municipal de Obras e Serviços Urbanos (SEMOSP), através da Superintendência de Limpeza Pública (SULIP) -, e registradas no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) - fato que não pode ser comprovado. Nestas situações, as empresas tornam-se responsáveis pelo transporte e disposição final dos resíduos. O cadastro junto à SEMOSP garante a emissão do Termo de Autorização que é documento indispensável para o descarte dos resíduos sólidos no Aterro da Ribeira. O formulário de cadastramento solicita informações como: tipo, placa, modelos e capacidade dos veículos e dados do motorista.

Conforme a Lei nº 12.305, de 12 de agosto de 2010 que rege a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a contratação deste serviço não isenta as pessoas físicas ou jurídicas da necessidade de elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - no caso o

PGRCC -, e da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos. A Resolução 307 do CONAMA define ainda a necessidade da existência de documentos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR), que deverão estar disponíveis nos locais de geração dos materiais para fins de fiscalização pelos órgãos competentes, e está também na posse dos transportadores de resíduos. Segundo a referida lei, a apresentação do CTR, bem como dos demais documentos comprobatórios dos serviços descritos no PGRCC, comprovantes de triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados pelos empreendimentos são condições definidas para a emissão do Habite-se ou Alvará de Conclusão pelo órgão competente.

Cabe aos municípios, deste modo, a responsabilidade, apenas, pela coleta dos resíduos (RCD) de obras sob sua responsabilidade e os lançados em logradouros públicos, bem como de disponibilizar CTR's nos locais devidos para apresentação no caso de possíveis fiscalizações.

Figura 9 - Contêineres estacionários para o acondicionamento do material por tipo



Fonte: Arquivo Pessoal, 2014.

Na cidade, existem várias empresas disponíveis para realizar o recolhimento, transporte e disposição dos resíduos provenientes de obras de grandes empreendimentos ou pequenas reformas e construções de menor porte. Porém, poucas possuem autorização para realizar tal função junto à SEMOSP, através da SULIP e assim, tornarem-se aptas para descartar os resíduos no Aterro da Ribeira. São elas: Kab de Oliveira, Maxtec, Sempre Verde, Teso Entulho, Bitál, Transambiental e Eccolimp.

Por vezes, devido ao elevado volume de lixo gerado em canteiros de obras de empreendimentos de grande porte, o recolhimento pode ser efetuado várias vezes durante o

dia. Para isso, as empresas, geralmente fazem uso de veículos poliguindaste com capacidade para acomodar 1,2 e 3 *contêineres* (Figura 10), para realizar a troca das caçambas metálicas estacionadas na obra e recolher os resíduos até o destino final, que no geral, é o Aterro da Ribeira.

Figura 10 - Recolhimento e troca de contêineres no canteiro de obras



Fonte: Arquivo Pessoal, 2014.

Grandes construtoras firmam contratos para que haja eficiência e constância na coleta dos resíduos, enquanto que os pequenos empreendedores privados apenas fazem o contato quando da necessidade da coleta por meio do serviço denominado "Disque Coleta" - sistema criado pela Prefeitura que requeria o cadastro de empresas na Secretaria Municipal de Habitação Terras e Urbanismo (SEMTHURB), que foi desmembrada.

Em 2005, segundo Hortegal et al. (2009, p. 5), apenas 2 empresas prestavam esse serviço de forma legalizada - Lokcenter e Transentulho - e o atendimento aos bairros da cidade funcionava como demonstra a Figura 11. Hoje, existe, também, o serviço de "Disque Limpeza", disponibilizado pela SEMOSP para a remoção manual ou mecanizada dos resíduos sólidos de modo geral, dispostos irregularmente nos logradouros públicos da cidade.

Além das empresas registradas, alguns caminhoneiros autônomos, normalmente, efetuavam o serviço de remoção dos resíduos de construção e demolição em veículos particulares que possuíam capacidade entre 5 e 12 m³. Esses profissionais se concentravam, geralmente, nos bairros Parque Timbira, Forquilha, Vinhais e Av. Artêmio Queiroga no bairro do Coroadinho. Parte dos resíduos coletados, segundo o relatório síntese do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de São Luís (2011), eram encaminhados e

Ribeira. Exceto, quando esses rejeitos resumem-se ao popular entulho - restos de alvenarias, grãos de massa enrijecido - que são passíveis de reutilização, e que são vendidos de forma informal pelos próprios funcionários das empresas responsáveis pelo transporte dos resíduos.

São coletados e transportados diariamente para o Aterro da Ribeira, segundo Moraes (2006, p.54), 1.400 toneladas de resíduos sólidos (Quadro 1) e varridos diariamente cerca de 2.300 km de sarjetas. Dentre esse quantitativo, 580 toneladas correspondem aos RCD's, conforme o Quadro 01, adiante.

Quadro 1 - Quantitativos de resíduos sólidos coletados e transportados por dia

Quantitativo de resíduos sólidos coletados e transportados por dia	
Domiciliares e comerciais	600 toneladas/dia
Limpeza de logradouros públicos	160 toneladas/dia
Entulhos depositados em pontos clandestinos	580 toneladas/dia
Serviços de saúde (não infectante)	10 toneladas/dia
Feiras e mercados	20 toneladas/dia

Fonte: Superintendência de Limpeza Pública, 2005.

Em nível do poder público municipal, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM) desenvolve projetos relacionados à Gestão de Resíduos Sólidos, destacando o programa “Reciclagem Cidadã”, onde se recorre às atividades inerentes a reciclagem como forma de inclusão social dos catadores. Porém, não foram identificados nenhum programa ou ação similar voltado ao Gerenciamento de RCC.

3.3.1 Aterro da Ribeira: centro de recepção dos resíduos sólidos de São Luís

O Aterro da Ribeira (Figura 12) é um aterro controlado localizado no km 4 da BR-135 na zona industrial da cidade. É o único centro de recepção de todos os resíduos coletados no município. Possui uma área de 62 hectares, divididos em área de controle, que corresponde a 33 hectares e área virgem que compreende a área remanescente. Está localizado a cerca de 6 km do aeroporto Internacional Hugo Marechal Cunha Machado, infringindo os parâmetros definidos pela Resolução nº 4, de 9 de outubro de 1995 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA - que estabelece as áreas de segurança aeroportuária, e determina distância mínima de 20 km.

Art. 1º São consideradas "Área de Segurança Aeroportuária - ASA" as áreas abrangidas por um determinado raio a partir do "centro geométrico do aeródromo", de acordo com seu tipo de operação, divididas em 2 (duas) categorias:

I - raio de 20 km para aeroportos que operam de acordo com as regras de voo por instrumento (IFR); e

II - raio de 13 km para os demais aeródromos. Parágrafo único. No caso de mudança de categoria do aeródromo, o raio da ASA deverá se adequar à nova categoria.

Art. 2º Dentro da ASA não será permitida implantação de atividades de natureza perigosa, entendidas como "foco de atração de pássaros", como por exemplo, matadouros, cortumes, vazadouros de lixo, culturas agrícolas que atraem pássaros, assim como quaisquer outras atividades que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea. (BRASIL, 1995)

A localização obedece os limites em relação a cursos d'água e aglomerações urbanas, porém, a distância atual representa um risco às operações de pouso e decolagem das aeronaves devido ao sobrevôo de aves (urubus) na área. Este fato representa sério risco ao tráfego aéreo, e já têm levado a ocorrência de acidentes leves, como o choque dos mesmos com aeronaves. (CARNEIRO, 2014, p. 33)

O aterro foi dimensionado, quando de seu projeto, para receber 8 camadas de recobrimento, porém, sua capacidade de acomodação está esgotada visto que em 2011, já ultrapassava a 12ª camada. Devido a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que determina o fechamento de todos os lixões a céu e adequação de locais para o depósito do lixo urbano, deveria ter encerrado suas atividades em 2 de agosto de 2014 - no Maranhão, apenas, 30% dos municípios cumpriu a determinação de fechamento dos lixões, segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (2014). Contudo, ainda que em condições inadequadas, o local opera e recebe todos os resíduos da cidade.

Figura12 - Aterro da Ribeira



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Para que as empresas devidamente autorizadas para transportar os resíduos sólidos possam ter acesso à área compreendida pelo Aterro, além do Termo de Autorização dentro do prazo de validade - 90 dias - os motoristas credenciados, também, devem ter posse do CTR - Controle de Transporte de Resíduos - para apresentação e identificação da origem dos materiais transportados. A não apresentação do documento inviabiliza o acesso, e consequentemente o despejo dos resíduos.

Todos os rejeitos transportados pelos veículos deverão estar cobertos por lona (Figura 13) em estado perfeito de conservação e fixa a fim de impedir o derramamento de resíduos pelas vias públicas da cidade e dentro do local. Na Ribeira, o RCC se mistura aos demais resíduos oriundos de toda a cidade, é compactado e recebe uma camada de recobrimento de terra. Quando do início das operações, o Aterro da Ribeira possui áreas segregadas para o depósito dos materiais em função do seu tipo. Porém, isso não mais ocorre, devido, principalmente, a existirem áreas de difícil acesso - existem pilhas com aproximadamente 50 metros de altura de material compactado.

O procedimento indispensável para a disposição final na área de controle é a pesagem. Este processo é realizado na entrada do Aterro, por meio de uma balança - instalada ao lado da guarita de controle de acesso - de onde são extraídos os pesos dos resíduos coletados e que serão descarregados e o peso bruto de cada veículo. Cada veículo que acessa o local gera um ticket (em 3 vias) onde constará, além do peso, informações como horário de entrada e saída, placa e motorista do veículo, nome da empresa a qual o veículo está

vinculado, origem e tipo dos resíduos e funcionário responsável pela operação de entrada e saída das dependências do Aterro.

Figura 13 - Veículos aguardando processo de pesagem para acessar o Aterro da Ribeira



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Com base nos ticket's emitidos, mensalmente, a SULIP, deveria receber relatórios de movimentação dos resíduos transportados pelas empresas cadastradas, mas isso, normalmente não ocorre.

Hoje, o Aterro da Ribeira funciona apenas como transbordo. Segundo informações da SULIP, dentro de alguns meses (Julho, provavelmente), todos os resíduos coletados na cidade serão encaminhados à Central de Gerenciamento Ambiental TITARA, no município de Rosário - localizada a aproximadamente 70 km de distância da capital, e cujo percurso levará em média uma hora para ser realizado. A empresa TITARA é responsável por promover a coleta e tratamento dos resíduos sólidos urbanos da cidade, em atendimento ao que define a Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Nº 12.305/2010.

Segundo Carneiro (2014), alguns estudos realizados já indicavam que o local mais adequado para a implantação de um novo aterro seria justamente o município de Rosário. Porém, a distância entre as duas cidades ocasionará um aumento significativo nos gastos com a coleta pública, devido, principalmente:

- Maior consumo com combustível devido ao percurso;
- Maior frequência para a realização da manutenção dos caminhões;
- Diminuição da produtividade devido ao tempo gasto com o deslocamento;

Além disso, o fluxo na rodovia BR-135 terá um aumento significativo, o que gerará transtornos, como engarrafamentos, e o desgaste mais rápido do pavimento asfáltico.

4 RECICLAGEM DE RCC

Os entulhos da construção civil são utilizados como matéria-prima para a fabricação de agregados, como areia, brita, bica corrida - brita com granulação maior - e material para aterro, que podem ser reaproveitados na pavimentação, contenção de encostas, canalização de córregos e uso em argamassas e concreto para a fabricação de componentes, como: bloquetes, meio-fio, sarjeta, blocos de vedação, tubos de drenagem e placas. Para todas essas possibilidades de aplicação, nota-se que o desempenho em relação aos produtos fabricados da maneira convencional, com matéria-prima não reciclável, é similar. Segundo Pires et al. (2010 apud MORAES 2015, p, 40), o uso de materiais reciclados ainda pode gerar uma economia em torno 30% , dependendo dos gastos indiretos e da tecnologia empregada nas instalações de reciclagem.

A destinação de RCD passou a ser um assunto bastante discutido e a solução para esta questão ganhou proporções significativas desde que se descobriu a alternativa de geração de produtos de baixo custo a partir desses materiais que geralmente acabavam recebendo o mesmo destino dos demais resíduos sólidos urbanos - lixões, aterros controlados e sanitários, quando não despejados em locais inadequados. Em 1983 iniciaram-se os primeiros estudos sobre reciclagem de resíduos. Definiu-se, assim, o processo de transformação como ótima alternativa econômica, e para a redução na geração dos RCC, bem como ação fundamental para a preservação ambiental. (ESPINELLI, 2005, p. 56)

A produção destes produtos envolve procedimentos realizados em Usinas de Reciclagem. Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), esse ramo ainda é incipiente no Brasil, ao passo que na Europa já é consolidado, especialmente devido à escassez de recursos naturais. Essa situação permite o surgimento de novas e boas oportunidades para a implantação de empreendimentos voltados para coleta e reciclagem de RCC no país. Esta linha de negócio que envolve resíduos sólidos, de modo geral, além de constituir uma solução para este problema ambiental, movimenta um mercado de R\$ 22 bilhões por ano, e vem apresentando um crescimento anual de 10%. (MESQUITA 2014, p. 33)

4.1 REFERÊNCIAS SUSTENTÁVEIS

O Brasil possui um enorme potencial de RCC, porém quando comparado a países de primeiro mundo a iniciativa é bastante discreta. Este atraso se dá devido à existência de fatores como a estreita ligação das questões ambientais a problemas de preservação da natureza, e a atenção, principalmente, voltada às florestas e animais em extinção e disposição de materiais em aterros controlados, por exemplo. A Lei Federal de Crimes Ambientais de 1998 é uma prova disso, revela um estado muito mais preocupado com punições a transgressões, em vez de trabalhar os diversos agentes na promoção da redução do impacto ambiental das atividades através da reciclagem, por exemplo. (JOHN, 2000 apud Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem, 2005, p.63)

Além disso, existem outras barreiras que inviabilizam a incorporação e estabilização desse novo ramo voltado para o gerenciamento de RCC, tais como: a dificuldade para a introdução de novas tecnologias no ramo da construção civil; desenvolvimento de sensação de inferioridade em relação aos produtos confeccionados através da utilização de resíduos, em contrapartida com os fabricados por matéria-prima virgem; e falta de cultura para a segregação de resíduos, principalmente.

Na década de 90 deu-se início à instalação de usinas de reciclagem no Brasil. (MOTA, 2005 apud RISKE et al., 2014). Com esse impulso, e apesar do atraso, cidades como Belo Horizonte, São Paulo e Salvador, hoje, têm demonstrado que estão a um passo a frente e já desenvolvem projetos voltados para a reciclagem e reutilização destes resíduos. Lixo agora é sinônimo de lucro.

4.2 O CASO DE BELO HORIZONTE

Belo Horizonte, capital de Minas Gerais, situada na região Centro-Oeste do país está entre algumas das cidades brasileiras que já apresentam gerenciamento diferenciado para os RCC. Sua experiência pioneira com a gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil foi considerada referência para a elaboração da Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 - que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil no território nacional.

O Programa de Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil implantado na cidade desde 1993 pela Prefeitura de Belo Horizonte, por meio da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), - na época denominado Programa de Correção Ambiental e Reciclagem dos Resíduos de Construção -, definiu ações voltadas para a conscientização ambiental da população, recuperação de áreas degradadas, e inclusão de alternativas para o recolhimento gratuito e disposição de forma adequada de RCC como opção de reaproveitamento.

O programa estava inserido no Modelo de Gestão de Resíduos de Belo Horizonte, um conjunto de intervenções cujo intuito era atender maiores proporções quanto à gestão dos resíduos. Os principais objetivos estabelecidos para o programa são a promoção do manejo diferenciado e a correção dos problemas ambientais decorrentes da disposição indevida de RCC na malha urbana da cidade. Por trás das práticas, está a meta de valorizar economicamente os resíduos, submetendo-os ao processo de reciclagem.

Inicialmente, o Programa contava com três Estações de Reciclagem de Entulhos instaladas. Em 1995 e 1996, respectivamente, foram implantadas as duas primeiras unidades, nos bairros Estoril e Pampulha, respectivamente. A terceira foi inaugurada, apenas, em junho de 2006, e como diferencial, permitia a separação dos agregados reciclados em função da granulometria, o que aumenta as possibilidades de uso do mesmo, tendo sido implantada dentro da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040 - área industrial da cidade.

Atualmente, a Prefeitura de Belo Horizonte possui apenas duas Estações de Reciclagem de Entulho em operação: Pampulha e Usina BR-040. Estas estão situadas em terrenos públicos, estrategicamente localizados, que possuem área mínima de 6.000m² cercados e dotados de pontos de aspersão de água para redução da poeira. Essas unidades são responsáveis pelo recebimento de resíduos produzidos por grandes geradores transportados por caminhões e empresas de caçambas que apresentem, no máximo, 10% de outros materiais (papel, plástico, metal etc.) e ausência de terra, matéria orgânica, gesso e amianto.

O objetivo das Estações de Reciclagem de Entulho, figura 14, é a transformação de RCC em agregados reciclados - gráudo ou miúdo - pedregulho, brita e areia, respectivamente, - que substituem os naturais, que se encontram de forma fragmentada ou resultantes da britagem de rochas, desde que estes não sejam usados com função estrutural. A NBR 7211 fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e gráudos. Segundo a mesma, os agregados gerados para a utilização em obras de engenharia civil são classificados em:

Figura 14 - Bica corrida



Bica corrida: composto com presença de pedra, pedrisco e pó de pedra, ou seja, sem granulometria definida. Esse material é obtido diretamente do britador, sem a submissão a uma separação granulométrica.

Fonte: Google Imagens, 2015.

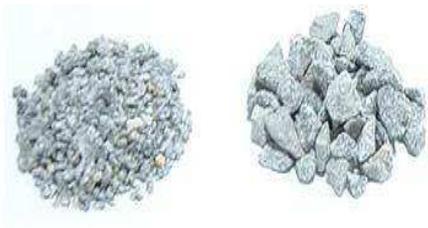
Figura 15 - Rachão



Rachão: material obtido diretamente do britador primário, e que fica retido na peneira de 76 mm.

Fonte: Google Imagens, 2015.

Figura 16 - Brita 0 e brita 1



Brita: agregados obtidos pela passagem dos grãos por uma peneira de malha quadrada que possui abertura nominal de 152 mm. O material fica retido na peneira de 4,8 mm.

Fonte: Google Imagens, 2015.

Figura 17 - Areia

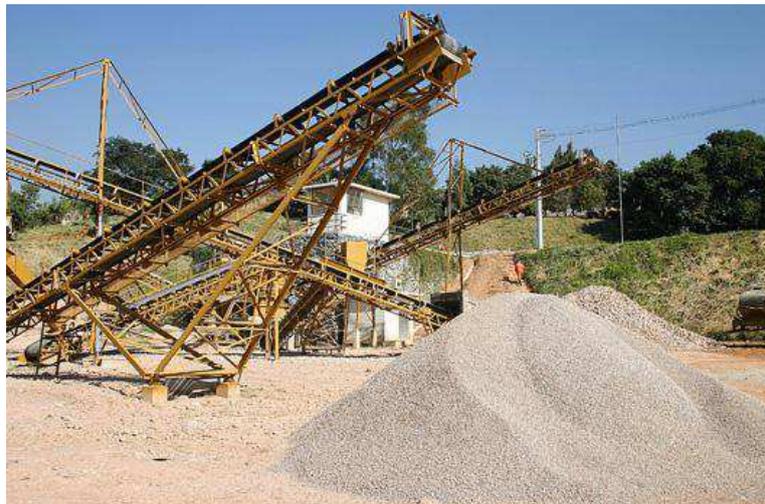


Areia: apresenta uma granulometria entre 4,8 mm e 0,074 mm. É obtida através de beneficiamento a úmido.

Fonte: Google Imagens, 2015.

O RCC recebido nestes pontos de reciclagem corresponde a 26% do total de resíduos destinados no município e compreendem 80% da coleta de materiais recicláveis. Em 2013, foram produzidas 109 toneladas por dia de material britado nas usinas de reciclagem.

Figura 18 - Equipamento para transformação de RCC



Fonte: <http://portalpbh.pbh.gov.br/>.

4.2.1 O processo de transformação de resíduos: Usina de Reciclagem de Entulho BR-040

A Estação/Usina de Tratamento ou Reciclagem de Entulho/RCC da BR-040, bem como, a Usina de compostagem, Usina de captação de gás e geração de energia e o Ecoponto para recebimento de pneus, em Belo Horizonte, estão englobadas dentro do complexo denominado Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos.

O processo desenvolvido em suas dependências, que possui uma área de 12.000m² e que permite o reaproveitamento de 96% dos RCC's recebidos, compreende as seguintes etapas:

- Recepção: É feita a inspeção do material na portaria (Figura 19), para a verificação da sua composição e o grau de contaminação. Logo após, o material é despejado (Figura 20) e empilhado junto aos demais já depositados na área de acondicionamento.

No entanto, para que os veículos de empresas aptas para realizar o transporte desses materiais tenham acesso à área que compreende a Usina, bem como trafegar legalmente pelas vias da cidade de Belo Horizonte, é exigido um Alvará de Transporte. Este documento é emitido pela Secretaria Municipal de Transporte e condiciona as questões descritas acima.

Figura 19 - Recepção de RCC na Usina - BR - 040



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Figura 20 - Despejo de RCC



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

• Seleção: separação manual dos rejeitos. Nesta etapa é feita a segregação para que seja dada a devida destinação aos materiais empilhados (Figura 21). Nas pilhas de resíduos são colocados pontos de aspersão de água para umedecer o material e deixá-lo nas condições necessárias para as etapas do beneficiamento, que seguem.

Durante a realização de todos os procedimentos de transformação do RCC, é feito o acompanhamento dos mesmos através de uma sala de comando.

Figura 21 - RCC empilhado



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

• Operações de Britagem: com o auxílio da pá-carregadeira e/ou veículos basculantes (Figura 22), os resíduos são levados até o alimentador vibratório do britador de

impacto (Figura 23), por gravidade, que é o ponto inicial do processo de beneficiamento. Durante o procedimento, sempre que for necessário, o material poderá ser umedecido para facilitar a realização dos procedimentos.

Figura 22 - Transporte de RCC para alimentador



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Figura 23 - Alimentador do vibrador de impacto e sala de comando



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

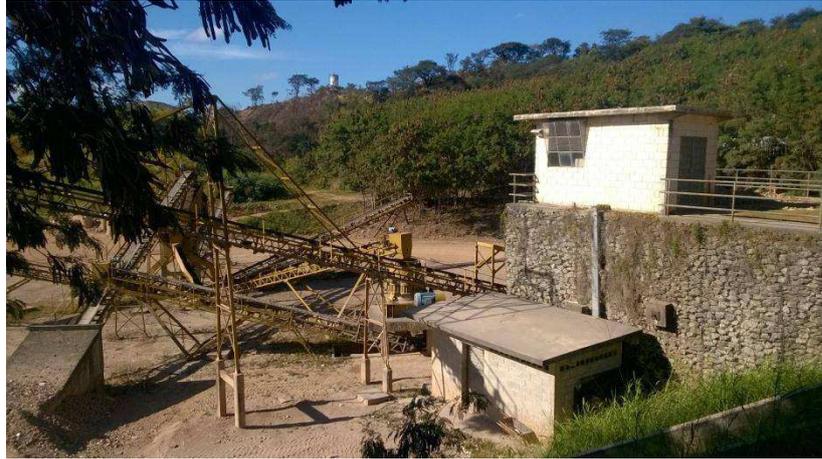
Após passar pelo primeiro procedimento de britagem - britador primário -, o material pode ser submetido a dois caminhos:

1. O material que possuir granulometria relativamente indefinida, e ficar retido na peneira do britador primário, será direcionado a um transportador de correia que o transportará para o ponto de estocagem. Devido suas características granulométricas, o material é classificado como **bica corrida**.

2. Caso o material possua grãos com volume maior, este será direcionado para uma segunda correia que conta com um dispositivo, cuja função é a eliminação de pequenas

partículas metálicas ferruginosas pela ação de um eletroímã sobre o material reciclado conduzido pelo transportador de correia. Essa correia direciona o material - classificado como **rachão** - para um segundo local de armazenamento denominado "pulmão" (Figura 24).

Figura 24 - Casa de comando, transportadores de correia e "pulmão"



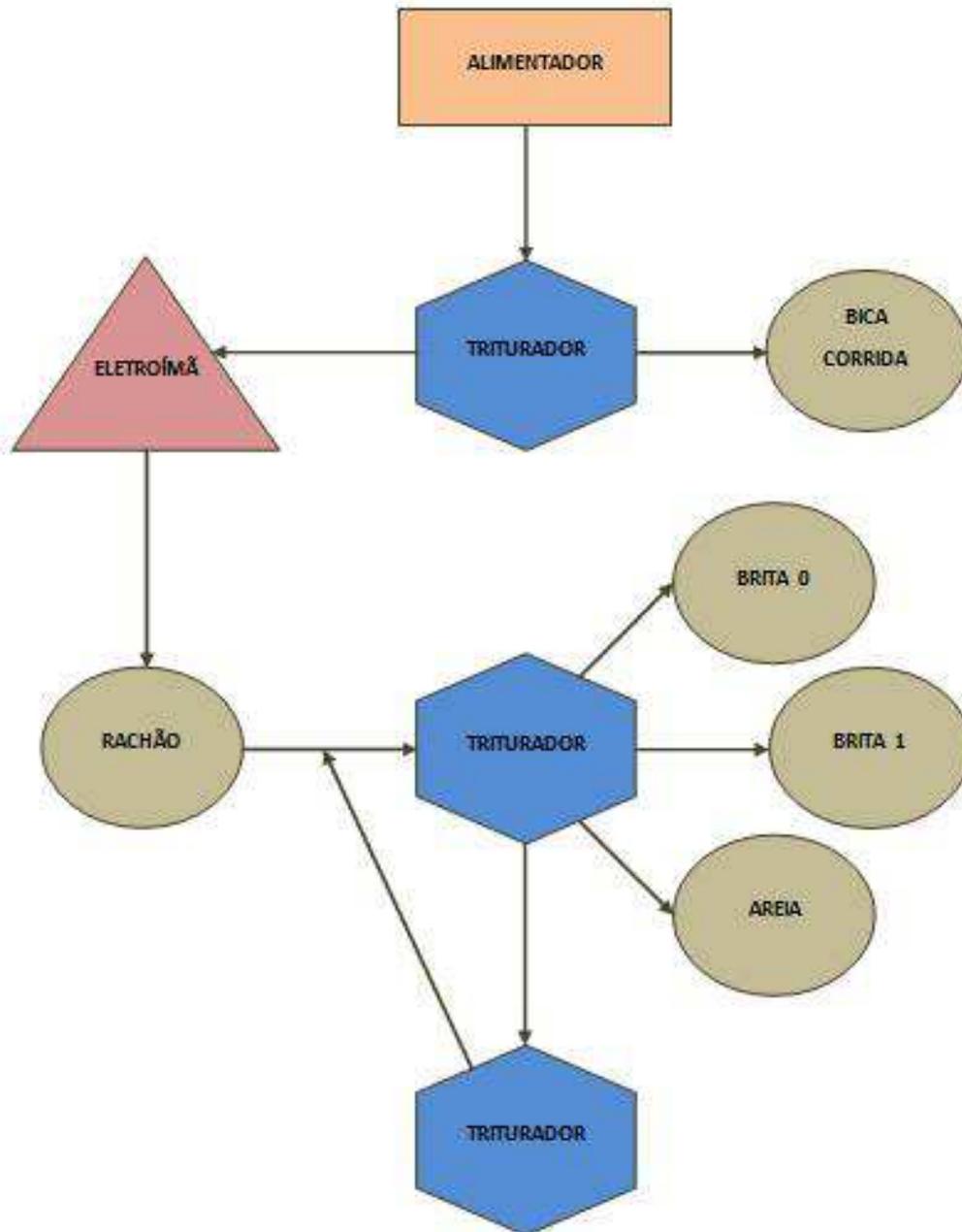
Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Após, essa etapa, o material poderá ser redirecionado para uma terceira correia que direciona os rejeitos a um novo triturador. Este dispositivo distribuirá o material sobre outros quatro transportadores de correia, em função da granulometria adquirida. Diante disso, o material poderá ser classificado em brita 0 - dimensão entre 2,36mm e 12,5mm, brita 1 - dimensão entre 4,75mm e 25mm - e areia, sendo posteriormente empilhado. Caso ainda não tenha alcançado o volume necessário para se enquadrar a nenhuma das classificações anteriores, os rejeitos serão novamente direcionados a um triturador, através da quarta correia e submetidos, novamente, ao processo.

- Expedição: Com o auxílio de pá-mecânica, o material reciclado é disposto em veículos apropriados até um local definido para sua estocagem.

De forma esquemática, a figura que segue, (Figura 25), demonstra o funcionamento do equipamento de beneficiamento utilizado na Usina.

Figura 25 - Esquema de funcionamento de equipamento de beneficiamento de RCC



Fonte: Arquivo Pessoal, 2015.

Além das Estações de Tratamento, o Programa desenvolvido pela cidade de Belo Horizonte compreende equipamentos como as Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs). Estes locais recebem os resíduos produzidos por pequenos geradores, para a realização da triagem, e posterior transporte para as Estações de Reciclagem ou Aterro Sanitário de Macaúbas, em Sabará. Limita-se ao recebimento diário de 1m³ por viagem.

A Usina de Reciclagem de Entulho da BR-040 é a mais recente e moderna implantada em Belo Horizonte. Produz 52m³ de agregados por hora - desde que esteja funcionando em condições normais -, enquanto que, geralmente as demais produzem em média de 30m³ a 32m³. Diariamente é estimada a produção de 520m³. No entanto, é necessária uma equipe de 16 pessoas para operar todos os equipamentos envolvidos no processo de beneficiamento de RCC.

Convênio realizado entre a Usina e Universidade Federal de Minas Gérias (UFMG) e Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gérias (CEFET-MG) garante a realização de ensaios que comprovam a resistência dos agregados gerados em suas dependências.

4.3 TIJOLO SOLO CIMENTO: OUTRA OPÇÃO DE RECICLAGEM DE RCC

A construção com solo é uma técnica presente desde o período colonial, quando eram concebidas edificações do tipo taipa-de-pilão, pau-a-pique e tijolos de adobe. O tijolo solo cimento é uma evolução da técnica de tijolos de adobe, com o emprego de novas tecnologias para tornar ainda melhor o desempenho da construção. É um material obtido através da mistura homogênea de solo, cimento, água e, mais recentemente, resíduos provenientes de construção e demolição em proporções adequadas. Após compactação e cura úmida, o resultado é um produto com características de durabilidade e resistência mecânica definidas, em função de ensaios (DOMINICI et al., 2014, p. 2).

Segundo Abiko (1980 apud DOMINICI et al., 2014, p. 2), a técnica foi usada pela primeira vez em 1915, nos Estados Unidos, pelo engenheiro Bert Reno, que pavimentou uma rua com uma mistura de conchas marinhas, areia de praia e cimento Portland. Todavia, só em 1935 a *Portland Cement Association* (PCA) iniciou pesquisas tecnológicas acerca do material.

O tijolo surgiu como uma alternativa para a autoconstrução, pois não necessita de mão-de-obra especializada, exige apenas um treinamento para fabricação e execução e pode ser moldado no próprio local, com o auxílio de equipamento para prensa, o que reduz custos com relação à matéria-prima e o seu transporte. O tijolo (Figura 26), também, conhecido como tijolo ecológico ou modular é aplicado como alvenaria de vedação, com aproveitamento de RCD. É uma técnica sustentável, tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental, uma vez que seu método de produção não envolve a queima, gera poucos resíduos e ainda permite que as sobras da mistura possam ser trituradas e reutilizadas para a fabricação de novos tijolos. Por ter como matéria-prima o solo, e poder ser fabricado no próprio canteiro de obras, omite a necessidade de transporte e garante o baixo custo.

Figura 26 - Tijolo solo cimento



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

No Brasil, o uso do solo cimento iniciou-se em 1978, após o Banco Nacional de Habitações (BNH) aprovar a técnica para construção de habitações populares. Inicialmente, o destaque foi para a produção de edificações com uso de solo cimento com aplicação em paredes monolíticas. Com o passar dos anos, os blocos modulares com encaixe intertravado ganharam espaço, por dispensar o emprego de fôrmas, diminuir o tempo de execução da obra, uma vez que facilitavam a passagem das tubulações de instalações elétricas e hidráulicas. Nota-se, que a utilização deste material permite que a obra aconteça de forma mais rápida e com grande economia de materiais, como madeira para fôrmas, ferragens, argamassa, além de dispensar o uso de revestimentos.

Os tijolos são produzidos em módulos, com faces planas e dimensões regulares. Possuem furos que são sobrepostos durante o assentamento e permitem a passagem das tubulações e dispositivos das instalações prediais (Figura 27), evitando assim a necessidade de quebra das alvenarias, e conseqüentemente, redução de entulhos. Esses furos formam um bolsão de ar, garantindo maior conforto acústico e térmico na edificação.

Figura 27 - Execução de instalações hidráulicas e elétricas



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

4.3.1 Detalhamento da técnica de fabricação

As técnicas que envolvem a fabricação de quaisquer produtos são ferramentas significativas para garantir a concepção de materiais com qualidade e resistência que atendam às exigências, seja de normas ou consumidores. Esta constatação compreende, também, os produtos das atividades de construção civil.

Quando se trata da fabricação de tijolos de solo cimento com RDC, a escolha do solo tem grande importância, pois é o componente usado em maior quantidade para obtenção da mistura do tijolo e influencia diretamente na qualidade final do produto. O solo arenoso, com um teor mínimo de silte e argila, é o mais adequado. O solo de cor preta, que contém matéria orgânica com folhas, pedaços de galhos ou raízes não deve ser utilizado. O interessante, é que este componente pode ser extraído do próprio local da obra, proveniente do processo de terraplanagem, por exemplo.

A adição de RDC à mistura agrega resistência ao tijolo. Segundo Castro e Silva (2011), os resíduos de construção e demolição depois de triturados possuem características tipicamente arenosas quando misturados ao solo, gerando um tijolo de melhor qualidade. O cimento entra em menor quantidade, o suficiente para estabilizá-lo e conferir as propriedades de resistência desejadas para o composto.

O processo de fabricação inicia-se com a análise da amostra do solo em laboratório, onde será definido a proporção de argila, areia e silte existente, para posterior determinação das quantidades de água, cimento, resíduo e solo que serão empregadas à mistura. Existe, também, uma metodologia baseada em ensaios simples, que dispensa a atuação do laboratório, e que pode ser aplicada diretamente no canteiro de obras para determinação da adequabilidade do solo para a mistura, barateando o custo do processo de amostragem.

Utilizou-se como base para esta análise, a pesquisa feita por Ferraz (2014 apud DOMINICI et al., 2014, p. 5) cujo objetivo era identificar novas alternativas para o aproveitamento dos resíduos de construção e demolição, por meio de sua incorporação em novos materiais. A pesquisa foi fundamentada por testes que demonstraram que a utilização desses resíduos no tijolo solo cimento proporcionavam maior economia de cimento e maior qualidade ao tijolo. Essa constatação é baseada em ensaios de compactação e análise granulométrica, onde foram empregadas misturas com as seguintes dosagens: solo natural, solo natural mais 20% de resíduo e solo natural mais 40% de resíduo. A cada dose foram adicionados três teores de cimento: 6%, 8% e 10%, respectivamente.

Os ensaios foram realizados em conformidade com a normalização técnica brasileira pertinente, como a NBR – 8491 e NBR – 8492. A análise das amostras permitiu concluir que os corpos-de-prova com 10% de cimento e sem resíduo tiveram resistência semelhante à dos corpos-de-prova com apenas 6% de cimento e 20% de resíduo. Logo, identificou-se que a redução do índice de cimento não alteraria a resistência do produto.

Concluiu-se, também, que todos os corpos-de-prova com a adição de resíduos atenderam aos requisitos mínimos exigidos pelas NBRs pertinentes ao assunto. Dessa forma, os tijolos de solo cimento com maior adição de resíduos tiveram suas propriedades mecânicas melhoradas.

Figura 28 - Fluxograma das etapas de fabricação e utilização dos tijolos de solo cimento



Fonte: Pisani (2004 apud DOMINICI et al., 2014)

A figura acima (Figura 28) esquematiza os procedimentos pertinentes ao processo de produção dos tijolos de solo cimento fora do canteiro de obras.

No caso dos tijolos que são produzidos no próprio canteiro, este processo é resumido, e tem início com a aprovação para a utilização da terra retirada durante as operações de terraplanagem. O solo deve ser armazenado em local limpo e arejado e antes de ser adicionado ao cimento, deve estar isento de matéria orgânica e passar por peneiramento. Os componentes ainda secos - o solo, cimento e RCD - devem ser preparados e dosados, para posterior mistura até ficarem homogêneos e com coloração uniforme. A água deve ser adicionada em forma de chuveiro, de modo a umedecer toda a massa. O ideal é que seja feito

tijolos experimentais para avaliar o comportamento do solo com variações no traço e definir qual será utilizado.

A mistura é adicionada a uma prensa manual, adquirida para a fabricação dos tijolos, onde será moldado o produto. Para blocos de encaixe vazado, seu tamanho deve obedecer a proporção entre a largura e o comprimento, sendo 1:2. Após isso, o produto deve ser colocado em uma superfície plana e protegida do sol e vento, preferencialmente em local coberto, para a cura. Quando o local for aberto, deve-se cobrir com lona plástica. O processo de cura dura um total de 4 semanas, os tijolos devem ser molhados durante os sete primeiros dias, e após isso já podem ser utilizados com cuidado.

De acordo com Freire & Beraldo (2003 apud DOMINICI et al., 2014, p. 7), no caso da não existência de um solo adequado próximo ao local da obra, é possível a mistura de solos. Por exemplo, caso haja um solo no local da obra ou próximo a ela composto em maior parte por argila, é possível adicionar areia, para obter-se um solo arenoso propício para a mistura.

O tamanho do tijolo vai depender do equipamento utilizado. Atualmente, existem no mercado várias prensas, porém as dimensões dos tijolos fabricados normalmente são 12,5x25x6,25cm.

Existe no mercado uma diversidade de modelos de tijolo de solo cimento com encaixe, entre eles os mais utilizados são o modular padrão (Figura 29) que apresenta chanfros e encaixe macho e fêmea arredondados; o meio bloco (Figura 30), que é mais utilizado em terminação de paredes internas, janelas, portas e possui a vantagem de evitar o corte do tijolo inteiro; e o canaleta modular padrão (Figura 31), pode ser utilizado como vergas embaixo e em cima de janelas e nas pontas e também para permitir a passagem de tubulações de água, esgoto, rede elétrica, entre outros.

Figura 29 - Tijolo solo cimento modular padrão



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

Figura30 – Meio tijolo modular



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

Figura 31 - Tijolo tipo canaleta modular padrão



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

4.3.2 Detalhamento da técnica construtiva

Para se evitar desperdícios no desenvolvimento do projeto, o primeiro passo deve ser ajustar o tamanho dos ambientes às dimensões dos tijolos disponíveis, para facilitar a modulação da alvenaria com o uso de tijolo inteiro e meio tijolo. Evita-se, assim, cortá-los, minimizando o tempo gasto com cortes e redução de perdas do material.

A fundação deve ser impermeabilizada adequadamente, para assim lançar mão da primeira fiada. Deve-se verificar sempre a distribuição dos ambientes, os vãos de portas e o posicionamento das passagens de tubulações dos sistemas elétricos e hidráulicos que deverão estar inseridos durante o levantamento da alvenaria.

O assentamento dos blocos pode ser realizado com cola PVA, através de um bico dosador, ou ainda com a utilização de argamassa de assentamento, com cuidados especiais por ser o principal meio causador das patologias. A argamassa de assentamento constituída por cimento e solo, deve obedecer ao traço 1:14 e a composta de cimento, cal e solo deve atender à proporção de 1:3:12, para garantir resistência igual ou inferior à dos tijolos convencionais. Deve-se deixar um espaço entre um tijolo e outro de 1 a 2 mm, alcançados através de uma régua, para não haver trincas e fissuras quando houver o processo de expansão devido ao efeito do calor. E para garantir a impermeabilização, até a terceira fiada, a argamassa deve ter agentes antifúngicos.

A ligação entre paredes garante a rigidez e a estabilidade do conjunto. Essa ligação dos cantos pode ser feita com o transpasse simples dos tijolos ou por meio de adaptações com grampos colocados nos furos dos blocos e preenchidos com graute.

O comprimento das paredes não deve ultrapassar cinco metros, pois em paredes muito extensas tendem a aparecer trincas. Em portas e janelas, deve-se usar o tijolo tipo canaleta para formar as vergas e contravergas e permitir a abertura e sustentação do vão. Os furos nos tijolos modulares formam câmaras com função térmica e acústica que controlam a temperatura no interior da construção, além de promover a isolamento contra ruídos.

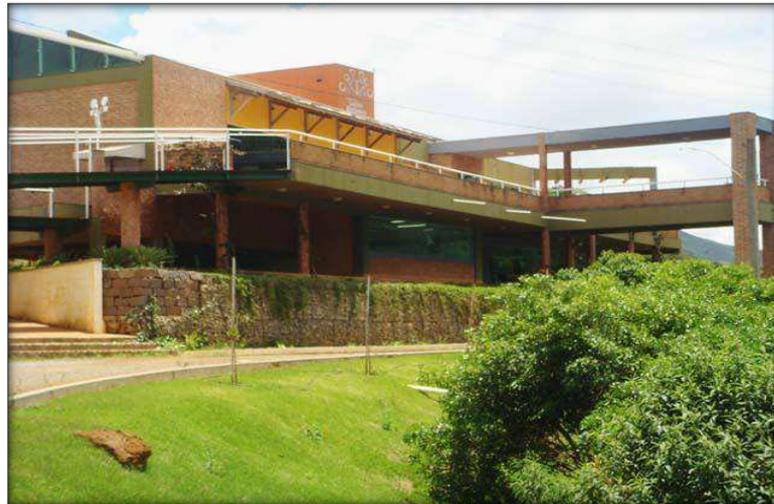
A parede executada com tijolo de solo cimento dispensa revestimento, mas pode ser aplicada uma resina acrílica protetora ou uma camada de tinta, para isso, a face deve estar livre de impurezas. Porém, é aceitável a execução de reboco para aplicação de pintura e revestimentos cerâmicos.

4.3.3 Jardim Botânico de Poços de Caldas

A Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas, na região sul mineira, é um exemplo prático do uso do tijolo de solo cimento reciclado como alvenaria de vedação (Figura 32). Um complexo com quadro prédios, do arquiteto Joel de Toledo, onde foram usados os conceitos da arquitetura sustentável dos "3Rs" - reduzir, reutilizar e reciclar.

Neste projeto, foram utilizados diversos “ecoprodutos” e técnicas sustentáveis, como: tijolos de solo cimento, resíduos da construção, madeira certificada, telhado jardim, dentre outras. A alvenaria de solo cimento ficou aparente e foi produzida no próprio canteiro de obras, que utilizou a terra remanescente da terraplanagem, resíduos e outros agregados.

Figura 32 - Fundação Jardim Botânico



Fonte: <http://migre.me/qQLe7>.

Figura 33 - Edificação do Jardim Botânico



Fonte: <http://migre.me/qQLe7>.

4.3.4 Bairro Jardim Nova Esperança

Conjunto de 133 moradias populares ecológicas, construídas no município de Itaquerai, em Campo Grande/MS. Possui uma área de 32m² divididos em dois quartos, sala, cozinha e banheiro. (Figura 34)

Figura 34 - Habitação popular



Fonte: DOMINICI et al., 2014.

5 CONCLUSÃO

O problema que envolve o gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) é uma realidade nacional. É uma questão que ganhou proporções alarmantes, porém, poucas iniciativas têm sido implantadas em relação a isso. Inúmeras cidades convivem com a dificuldade em gerir os resíduos provenientes de obras de construção e demolição. São Luís, não foge à regra.

A dificuldade na obtenção de dados nos órgãos públicos em São Luís, e a falta de controle quanto às questões pertinentes ao assunto, levam a entender que a mínima importância é dada ao processo e à fiscalização contínua que envolve o gerenciamento desses resíduos de construção e demolição. Na cidade, é inexistente a realização de programas ou sequer ações vigentes com o intuito de educar a população ou conscientizar os próprios construtores quanto à importância tanto ambiental quanto social que envolvem as práticas de reciclagem e redução desses materiais. Assim como não existem ações para inibir ações infratoras, ainda que exista Lei vigente no âmbito nacional para tratar de tal questão.

É notável, ainda, a viabilidade de reutilização e transformação destes materiais, uma vez que existem exemplos e práticas suscetíveis em muitas cidades brasileiras. Porém, é preciso um incentivo a nível nacional para que haja a difusão do conhecimento e dos mecanismos e procedimentos que envolvem essas medidas que são iminente sustentáveis. Assim, o impulso por uma mudança de mentalidade será incentivada por empresas e prefeituras, uma vez que a reciclagem do máximo de resíduos diminuiria o mínimo que acabará morto e enterrado, literalmente. Deste modo, o impulso criaria um novo mercado bilionário de reaproveitamento e de manejo de desperdícios, cuja matéria - prima é o lixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, 2012. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

Após cobrança do *imirante.com*, semosp retira entulho de lixão no Alto do Calhau. **Imirante.com**, Maranhão, 18 mar. 2015. Disponível em: < <http://imirante.globo.com/sao-luis/noticias/2015/03/18/apos-cobranca-do-imirante-com-i-semosp-retira-entulho-de-lixao-no-alto-do-calhau.shtml>>. Acesso em: Mar. 2015.

BRASIL. Lei nº 4.653, de 21 de agosto - Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Prefeitura de São Luís, 2006.

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. Brasília DF, n. 136, 17 de julho de 2002.

_____. _____. Resolução nº. 348, de 16 de agosto de 2004 – Altera a Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília DF, 2004.

_____. _____. Resolução nº. 431, de 24 de maio de 2011 – Altera o art. 3º da Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília DF, n. 99, 25 de maio de 2011.

_____. _____. Resolução nº. 4, de 09 de outubro de 1995 – CONAMA. Estabelece as áreas de segurança aeroportuária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 1995. Seção 1, p. 20388.

BRASIL. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos naturais do estado do Maranhão. **Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**. São Luis, 2012.

BRASIL. CASA CIVIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília DF, 2 de agosto de 2010.

CARNEIRO, Jéssica Ximenes. **Centro de triagem de resíduos sólidos para São Luís: anteprojeto**. São Luís: UEMA, 2014.

CASSA, José Clodoaldo S. et al (Orgs.) Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/melhorespraticas/livros_melhores_praticas/livro_entulho_bom.pdf>. Acesso em: ago 2014.

Cumprimento da Lei de Resíduos Sólidos ainda é desafio no país. **Imirante.com**, Maranhão, 22 out. 2014. Disponível em: <<http://imirante.globo.com/servicos/sao-luis/noticias/2014/10/22/cumprimento-da-lei-de-residuos-solidos-ainda-e-desafio-no-pais.shtml>>. Acesso em: Nov. 2014.

DOMINICI, Susana dos Santos et al. **Tijolo solo cimento: uma alternativa ecológica para construção de edificações**. São Luís: UEMA, 2014.

ESPINELLI, Ubiraci. **A Gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras**. São Paulo: PCC USP, 2005.

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Gestão de qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processo em empresas de pequeno porte**. Coletânea Habitare: Inovação, Gestão de Qualidade & Produtividade e Dissertação do Conhecimento na Construção Habitacional. vol. 2, 2000. p. 250-395. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/105.pdf>>. Acesso em: Abril 2015.

HORTEGAL, Mylane Viana. et al. **Utilização de agregados resíduos sólidos da construção civil para pavimentação em São Luís -MA**. São Luís: UEMA, 2009. Disponível em: <http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/viewFile/247/248>. Acesso em: Nov. 2014.

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão. **Entendendo a gestão dos resíduos sólidos**. São Luís, 2014. Disponível em: <http://www.sema.ma.gov.br/pdf/CARTILHA_ENTENDENDO_A_GEST%C3%83O_DE_RES%C3%84DUOS_S%C3%93LIDOS_MARANH%C3%83O.pdf>. Acesso em: Jan. 2014.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. São Paulo: USP, 2012.

Manejo e gestão de resíduos da construção civil / Coordenadores, Tarcísio de Paula Pinto, Juan Luís Rodrigo González. - Brasília: CAIXA, 2005.

MESQUITA, Renata Valério de. Jogue dinheiro no lixo. **Planeta**. Rio de Janeiro, ano 42, ed. 502, p. 30 - 35, set. 2014.

MONTEIRO, José Henrique Penido...[et al.]. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 12. jul. 2014.

MORAES, Cíntia Maria de Aguiar. São Luís no Século XXI. In: ESPÍRITO SANTO, J.M. (Org.). **São Luís: uma leitura da cidade**. Prefeitura de São Luís / Instituto de Pesquisa e Planificação da Cidade. São Luís: Instituto da Cidade, 2006, p. 40-55. Disponível em: <saoluis.ma.gov.br/.../leitura_cidade.../saoluisumaleituradacidade>. Acesso em: Dez. 2014.

MORAES, Yrlles Araujo. **Avaliação de um programa de gerenciamento de resíduos da construção civil**: estudo de caso em uma obra de um edifício comercial em São Luís- MA visando implantar estratégias de melhorias para servir de guia para obras de engenharia. São Luís: UNDB, 2015.

Morador mostra formação de lixão no Alto do Calhau. **Imirante.com**, Maranhão, 06 mar. 2015. Disponível em: <<http://imirante.globo.com/sao-luis/noticias/2015/03/06/internauta-mostra-formacao-de-lixao-no-alto-do-calhau.shtml>>. Acesso em: Mar. 2015.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAenk0AB/residuos-solidos-construcao-civil>>. Acesso em: Mar. 2015.

PMISB de São Luís: prognóstico com cenário de metas e demandas e estudo de alternativas técnicas. Hidraele, Prefeitura Municipal de São Luís: Secretaria Municipal Extraordinaria de Projetos Especiais, Julho 2011.

PMISB de São Luís: relatório síntese. Hidraele, Prefeitura Municipal de São Luís: Secretaria Municipal Extraordinaria de Projetos Especiais, Agosto 2011.

RISKE, Lucas Diego, et al. Estudo dos benefícios e impactos da reciclagem dos resíduos da construção civil. In: SALÃO DO CONHECIMENTO, 9, 2014, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 2014.

SANTOS, Ruan Allesson Lima dos. **Programa de gerenciamento de resíduos da construção civil**. São Luís: UEMA, 2014.

SILVA, Luciano Machado da. **Gestão de resíduos da construção civil**: dificuldades para implementação do plano integrado de gestão de resíduos no município de São Leopoldo. Porto Alegre: UFRS, 2011.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 01

Local de aplicação:

Data da aplicação:

1. Que tipos de resíduos são direcionados ao local?

2. Há um controle das empresas legalizadas para transportar os resíduos oriundos de construção e demolição ou qualquer cidadão/gerador, por livre opção, pode se direcionar ao local com seu material?

3. Qual a quantidade de resíduos por tipo é recebida diariamente?

4. O local recebe resíduos apenas da cidade de São Luís?

5. Qual o horário de funcionamento do local?

6. Há algum vínculo com algum setor/órgão municipal para o repasse de informações pertinentes ao recebimento dos resíduos?

7. Qual o posicionamento da administração/direção do centro quanto ao que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos?

Mais informações:

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO 02

Local de aplicação:

Data da aplicação:

1. Como é feita a contratação do serviço de coleta e transporte dos resíduos da construção civil pelos geradores?
2. Qual o procedimento realizado para manejar e transportar os resíduos?
3. Que dispositivos e equipamentos são utilizados para realizar essa operação?
4. É feita alguma triagem do material no ato da desmobilização para o transporte?
5. Qual o destino final destes materiais? Quem os define?

Mais informações:

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 03

Local de aplicação:

Data da aplicação:

1. Quais as responsabilidades do setor (Secretaria) em relação ao serviço de gerenciamento de resíduos da construção civil?
2. É feito algum controle do manejo dos resíduos oriundos de construção e demolição da cidade? Existe cadastro das empresas aptas para a prestação de tal serviço?
3. Qual o destino final desses resíduos?
4. Há algum vínculo/contrato com quem gerencia os locais de disposição de resíduos da construção civil? Quais são esses locais?
5. Qual o procedimento necessário para solicitar o recolhimento desses resíduos em logradouros públicos?
6. Como a população deve proceder para solicitar o serviço de recolhimento dos resíduos em locais privados? É gratuito?
7. Existe algum programa/projeto vigente ou possibilidades futuras de implantação de usinas para a reciclagem, reutilização e reaproveitamento dos resíduos da construção civil? Qual?

Mais informações:

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO 04

Local de aplicação:

Data da aplicação:

1. Quantas obras de edifícios comercial ou residencial estão em andamento na cidade atualmente?
2. Em que bairros estão localizadas as obras de maior porte?
3. A empresa elabora o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil como ferramenta de gestão dos materiais gerados? Explique sucintamente.
4. Como é feito o acondicionamento dos resíduos? É feita a seleção do material?
5. A quem cabe a responsabilidade pelo transporte dos resíduos?
6. Como se processa a obtenção de autorização para o transporte e disposição final dos seus resíduos?
7. Existe algum procedimento dentro da empresa cujo foco seja a conscientização e mobilização pela redução do volume de resíduos gerados no canteiro de obras?

Mais informações: