NILSON MAGAGNIN FILHO

Resíduos da construção civil na cidade de Londrina: análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município e estudo de caso utilizando uma proposta de reciclagem baseada na técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland.

Tese apresentada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Versão corrigida.

Área de Concentração: Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia.

Orientador: **Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri**

São Carlos
2015

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

- M188r MAGAGNIN FILHO, NILSON
- Resíduos da construção civil na cidade de Londrina: análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município e estudo de caso utilizando uma proposta de reciclagem baseada na técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland. / NILSON MAGAGNIN FILHO; orientador EDUVALDO PAULO SICHIERI. São Carlos, 2015.
- Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia -- Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2015.
1. Resíduos. 2. Reciclagem. 3. Gerenciamento. 4. Agregados. 5. Contaminação. 6. Encapsulamento. 7. Estabilização/Solidificação. I Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Engenheiro Civil Nilson Magagnin Filho

Título da dissertação: "Resíduos da construção civil na cidade de Londrina: análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município e estudo de caso utilizando uma proposta de reciclagem baseada na técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland"

Data da defesa: 15/02/2016

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri (Orientador)
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Aprovado

Prof. Dr. Javier Mazaregos Pablos
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Aprovado

Profa. Dra. Kelen Almeida Dornelles
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Aprovado

Prof. Dr. Gilson Morales
(Universidade Estadual de Londrina)

Aprovado

Prof. Dr. Admar Sales
(Universidade Federal de São Carlos)

Aprovado

Coordenadora e Presidente da Comissão de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Profa. Dra. Cibele Saliba Rizek.

Dedico este trabalho aos engenheiros, aos arquitetos e aos operários que construíram a cidade de Londrina.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Eduvaldo, pela presteza e pela paciência.

À CAPES, pelo financiamento.

Ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, pela oportunidade.

Ao Departamento de Estruturas da UEL, pela licença concedida.

À UEL e à UEM por possibilitarem a realização deste doutorado.

Ao professor Dr. Javier Mazariegos Pablos pela contribuição no Laboratório de Construção Civil do IAU.

À equipe do Laboratório de Construção Civil do IAU pela confecção dos corpos de prova e realização dos ensaios.

À Kurica Ambiental, nas pessoas de Suellen Pedro e José Roberto Tofano Junior, Tecnólogos Ambientais, pelo fornecimento dos resíduos reciclados de construção e demolição.

À Secretaria do Meio Ambiente de Londrina, na pessoa da Geógrafa Mariza Cleonice Pissinati, pelas informações fornecidas sobre o gerenciamento dos resíduos de construção em Londrina.

A Queimada

Meu nobre perdigueiro! vem comigo.
 Vamos a sós, meu corajoso amigo,
 Pelos ermos vagar!
 Vamos lá dos gerais, que o vento açoita,
 Dos verdes capinais n'agreste moita
 A perdiz levantar!...
 Mas não!... Pousa a cabeça em meus joelhos...
 Aqui, meu cão!... Já de listrões vermelhos
 O céu se iluminou.
 Eis súbito da barra do ocidente,
 Doudo, rubro, veloz, incandescente,
 O incêncio que acordou!
 A floresta rugindo as comas curva...
 As asas foscas o gavião recurva,
 Espantado a gritar.
 O estampido estupendo das queimadas
 Se enrola de quebradas em quebradas,
 Galopando no ar.
 E a chama lavra qual jibóia informe,
 Que, no espaço vibrando a cauda enorme,
 Ferra os dentes no chão...
 Nas rubras roscas estortega as matas...,
 Que espadanam o sangue das cascatas
 Do roto coração!...
 O incêndio – leão ruivo, ensanguentado,
 A juba, a crina atira desgrenhado
 Aos pampeiros dos céus!...
 Travou-se o pugilato... e o cedro tomba...
 Queimado..., retorcendo na hecatomba
 Os braços para Deus.
 A queimada! A queimada é uma fornalha!
 A irara – pula; o cascavel – chocalha...
 Raiva, espuma o tapir!
 ... E às vezes sobre o cume de um rochedo
 A corça e o tigre – náufragos do medo –
 Vão trêmulos se unir!
 Então passa-se ali um drama augusto...
 N'último ramo do pau-d'arco adusto
 O jaguar se abrigou...
 Mas rubro é o céu... Recresce o fogo em mares...
 E após... tombam as selvas seculares...
 E tudo se acabou!...

Antônio de Castro Alves

RESUMO

MAGAGNIN F., N. *Resíduos da construção civil na cidade de Londrina: análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município e estudo de caso utilizando uma proposta de reciclagem baseada na técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland*. São Carlos, 2015. 296p. Tese (Doutorado). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

O processo de reaproveitamento dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) na cidade de Londrina, Estado do Paraná, foi pesquisado. O objeto da investigação foi analisar a política sobre a reciclagem dos resíduos da construção na cidade. Constatou-se que o município tem observado as legislações atuais e que tem organizado e disciplinado a atuação dos grandes e pequenos geradores. Também foram analisados os procedimentos adotados por uma empresa ambientalmente licenciada, identificando seu processo de produção do material reciclado e caracterizando o produto a ser reutilizado. O material reciclado é o resultado da rebitagem do resíduo da construção, que se transforma em pedras e areia resultantes da trituração de concreto puro ou da trituração conjunta de concreto, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos. Foi analisado esse processo para verificar a existência de procedimentos de identificação de contaminação na empresa para a utilização dos resíduos na reciclagem e, principalmente, verificar a existência de contaminação no produto. Nos agregados produzidos foram identificados alumínio e cádmio em excesso e, para que possam ser utilizados livres destes contaminantes, foi proposta a técnica de estabilização por solidificação. No entanto, os resultados não foram os esperados, uma vez que observou-se aumento dos teores destes contaminantes após o encapsulamento usando a técnica à base de cimento Portland. Concluiu-se que, provavelmente, como já foi observado em pesquisas anteriores, a causa principal desse aumento é a contaminação do cimento, único material adicionado aos resíduos para a fabricação dos corpos de prova. Uma proposta de protocolo para a reutilização de resíduos de construção e demolição com resíduos industriais incorporados foi também apresentada, bem como recomendações para a produção e utilização de agregados reciclados. Como a contaminação do cimento parece ser recorrente, sugere-se que estudos sobre as possíveis causas da contaminação e desvios das normas técnicas sejam mais profundamente pesquisados.

Palavras-chave: Resíduos; Reciclagem; Agregados; Contaminação; Encapsulamento; Estabilização/Solidificação.

ABSTRACT

MAGAGNIN F., N. *Civil construction residues in the city of Londrina: analysis of the construction residues management policy adopted by the municipality and case study using a proposed recycling based on stabilization by solidification technique the Portland cement base.* São Carlos, 2015. 296p. Tese (Doutorado). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

The recycling process of construction and demolition residues (RCD) in the city of Londrina, Parana State, was searched. The object of the research was to analyze the policy on recycling of construction residues in the city. It was found that the city has noted the current legislation and has organized and disciplined the performance of large and small generators. Were also analyzed the procedures adopted by an environmentally licensed company, identifying its production process of recycled material and featuring the product to be reused. The recycled material is the result of rebitagem the residue of the construction, which turns into gravels and sand resulting from pure concrete grinding or joint grinding of concrete, mortar, floors, tiles and bricks. This process was analyzed to check for contamination identification procedures in the company for the use of residue recycling and especially check for contamination in the product. In produced clusters identified excess aluminum and cadmium, that can be used free of such contaminants, it has been proposed for stabilization/solidification technique. However, the results were not expected given that there was increase in levels of these contaminants after encapsulation technique using Portland cement-based. It was concluded that, probably, as has been observed in previous research, the main cause of this increase is contamination of the cement, only material added to the residue for the manufacture of test specimens. A proposed protocol for the reuse of construction and demolition residue with embedded industrial residue was also presented, as well as recommendations for the production and use of recycled aggregates. As cement contamination seems to be recurring, it is suggested that studies on the possible causes of contamination and technical norms deviations are more thoroughly researched.

Keywords: Residues; Recycling; Aggregates; Contamination; Encapsulation; Stabilization/solidification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Setores da coleta convencional de resíduos domiciliares em 2008-----	122
Figura 02 – Mapa com setorização da coleta seletiva em agosto de 2009 -----	127
Figura 03 – Fluxograma para caracterização e classificação de resíduos sólidos -----	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Volume de construções nos primeiros anos de Londrina -----	50
Tabela 02 – Evolução da população residente no município de Londrina: 1940/2000-----	51
Tabela 03 – Evolução do número de edifícios construídos em Londrina: 1970-2000 -----	61
Tabela 04 – Usos recomendados para agregados reciclados -----	83
Tabela 05 – Estimativa de geração de RCC pelo mundo -----	103
Tabela 06 – Estimativa de coleta de RCC por origem no Brasil -----	104
Tabela 07 – Composição média dos materiais de RCC de obras no Brasil	104
Tabela 08 – Fonte geradora e componentes dos RCC -----	105
Tabela 09 – Levantamento do números de usinas de reciclagem -----	107
Tabela 10 – Receitas arrecadadas, despesas totais executadas e despesas em gestão ambiental do município de Londrina entre 2002 e 2011-----	115
Tabela 11 – Gastos públicos londrinenses em gestão ambiental total e por quilometro quadrado no período entre 2002 e 2011 -----	117
Tabela 12 – Gasto ambiental <i>per capita</i> da cidade de Londrina entre 2002 e 2011 -----	119
Tabela 13 – Exemplos de aplicação da técnica de E/S em matrizes de cimento -----	153
Tabela 14 – Vantagens e desvantagens das técnicas de E/S -----	155
Tabela 15 – Outras vantagens e desvantagens das técnicas de Estabilização/Solidificação-----	156
Tabela 16 – Peneiras das séries normal e intermediária-----	172
Tabela 17 – Granulometria da areia-----	196
Tabela 18 – Composição e curva granulométrica da pedra n° 0 ou pedrisco -----	197
Tabela 19 – Composição e curva granulométrica da pedra n° 1 -----	198
Tabela 20 – Extrato dos resultados do ensaio de solubilização dos agregados reciclados -----	199

Tabela 21 – Resultado do ensaio de lixiviação dos agregados reciclados-	200
Tabela 22 – Resultado do ensaio de solubilização dos agregados reciclados -----	201
Tabela 23 – Resultados do ensaio de compressão simples do agregado encapsulado -----	203
Tabela 24 – Resultado do ensaio e absorção de água do agregado encapsulado -----	204
Tabela 25 – Resultado do ensaio de solubilização dos agregados reciclados encapsulados -----	206
Tabela 26 – Extrato dos resultados do ensaio de solubilização dos agregados reciclados encapsulados dos traços 1, 2 e 3-----	207
Tabela 27 – Comparação dos resultados do extrato solubilizados das amostras de agregados reciclados e agregados encapsulados	208

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Crescimento do número de usinas de reciclagem no Brasil -- 106

LISTA DE FOTOS

Foto 01 – Caçamba com resíduos misturados na cidade de Londrina -----	05
Foto 02 – Londrina em 1934-----	46
Foto 03 – Vista aérea atual de Londrina-----	49
Foto 04 – Vista aérea atual do centro de Londrina -----	49
Foto 05 – Vista aérea do centro de Londrina nos anos 50 – Av. Paraná-----	53
Foto 06 – Vista aérea do centro de Londrina nos anos 50 – Catedral -----	53
Foto 07 – Vista aérea de Londrina em 1961-----	55
Foto 08 – Vista aérea de Londrina em 1969-----	55
Foto 09 – Vista aérea do centro de Londrina em 1962 -----	56
Foto 10 – Vista aérea do centro de Londrina em 1977 -----	57
Foto 11 – Vista aérea do centro de Londrina em 1979 -----	58
Foto 12 – Vista aérea atual do centro verticalizado de Londrina -----	61
Foto 13 – Vista aérea atual ampla de Londrina-----	62
Foto 14 – Gleba Palhano em 2006 e 2013-----	67
Foto 15 – Usina móvel de reciclagem de resíduos da construção civil -----	110
Foto 16 – Reciclador Queixada -----	112
Foto 17 – Locais chamados “bandeiras” para o recolhimento dos resíduos por caminhões -----	128
Foto 18 – Prensagem e enfardamento do material reciclável na CEPEVE	129
Foto 19 – Ponto de Entrega Voluntária (PEV) -----	137
Foto 20 - Pedras produzidas pela empresa de reciclagem -----	160
Foto 21 - Pedra nº 1 resultante da trituração do concreto puro -----	161
Foto 22 - Pedrisco resultante da trituração do concreto puro -----	161
Foto 23 - Rachão resultante da trituração do concreto puro-----	161
Foto 24 - Pedra nº 1 resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos -----	162
Foto 25 - Pedrisco resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos -----	162
Foto 26 - Rachão resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos -----	162

Foto 27 - Areia produzida pela empresa de reciclagem -----	163
Foto 28 - Areia resultante da trituração do concreto puro-----	163
Foto 29 - Areia resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos -----	163
Foto 30 – Sacos plásticos com amostras de areia, pedra nº.1 e pedrisco----	168
Foto 31 – Amostra: areia -----	168
Foto 32 – Amostra: pedrisco-----	168
Foto 33 – Amostra: pedra nº.1 -----	168
Foto 34 – Bloco de alvenaria e <i>paver</i> usando agregado reciclado-----	169
Foto 35 – Pilhas de pedras e areias produzidas pela empresa-----	169
Foto 36 – Aparelho extrator para extrato lixiviado-----	176
Foto 37 – Sequência para obtenção de extrato solubilizado -----	177
Foto 38 – Procedimento de filtragem dos extratos lixiviado e solubilizado-	177
Foto 39 – A separação do material -----	180
Foto 40 – A pesagem do material -----	180
Foto 41 – A mistura do material -----	181
Foto 42 – O material para a moldagem -----	181
Foto 43 – Os cilindros para a moldagem-----	181
Foto 44 – Sequência de moldagem dos corpos de prova -----	182
Foto 45 – A moldagem dos corpos de prova -----	183
Foto 46 – Sequência de desmoldagem dos corpos de prova -----	183
Foto 47 – Os corpos de prova desmoldados dos traços 1, 2 e 3 -----	183
Foto 48 – Os dos corpos de prova dos traços 1, 2 e 3 destinados aos ensaios de ruptura (esquerda) e de absorção (direita) -----	184
Foto 49 – Corpo de prova do traço 1 sendo ensaiado -----	185
Foto 50 – Corpos de prova do traço 1 na máquina e à espera -----	186
Foto 51 – Corpos de prova do traço 1 rompidos-----	186
Foto 52 – Corpos de prova dos traços 2 e 3 para ensaio de compressão -	187
Foto 53 – Corpo de prova do traço 2 sendo ensaiado -----	187
Foto 54 – Corpo de prova do traço 2 rompido -----	187
Foto 55 – Corpo de prova do traço 3 sendo ensaiado -----	188
Foto 56 – Corpos de prova do traço 3 rompidos-----	188
Foto 57 – O material sendo colocado na peneira -----	189

Foto 58 – O material sendo peneirado-----	189
Foto 59 – O material peneirado-----	190
Foto 60 – O material sendo ensacado -----	190
Foto 61 – O material ensacado e as sobras -----	191
Foto 62 – O material sendo pesado -----	191
Foto 63 – Os corpos de prova dos três traços para secagem em estufa ---	193
Foto 64 – Os corpos de prova dos três traços retirados da estufa -----	193
Foto 65 – Pesagem a seco dos três corpos de prova retirados da estufa--	193
Foto 66 – Imersão em água dos corpos de prova dos três traços-----	194
Foto 67 – Os três corpos de prova colocados em água para absorção-----	194
Foto 68 – A retirada da água dos três corpos de prova-----	194
Foto 69 – Os três corpos de prova umedecidos para pesagem -----	195
Foto 70 – A secagem externa dos corpos de prova para a pesagem -----	195
Foto 71– A pesagem dos corpos de prova-----	195

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BM	Banco Mundial
CMTU	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina
CNTP	Companhia de Terras do Norte do Paraná
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COHAB-LD	Companhia de Habitação de Londrina
CTR CCD	Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição
FMI	Fundo Monetário Internacional
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
MP	Ministério Público
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Londrina
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SEMA	Secretaria Municipal do Ambiente de Londrina
UNCED	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA-----	ii
FOLHA DE APROVAÇÃO-----	iii
DEDICATÓRIA-----	iv
AGRADECIMENTOS-----	v
EPÍGRAFE-----	vi
RESUMO -----	vii
<i>ABSTRACT</i> -----	viii
LISTA DE FIGURAS -----	ix
LISTA DE TABELAS -----	x
LISTA DE GRÁFICOS-----	xii
LISTA DE FOTOS -----	--xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS -----	xvi

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 A Reciclagem dos Resíduos da Construção	01
1.2 A Reciclagem dos Resíduos da Construção na Cidade de Londrina	02
1.3 O Objeto, o Objetivo, a Hipótese e a Originalidade desta Pesquisa	04
2 JUSTIFICATIVA	07
2.1 Os Resíduos Sólidos	07
2.2 Os Resíduos de Construção e Demolição	08
2.3 O Impacto do Uso dos Materiais de Construção	09
2.4 A Importância da Reciclagem dos Materiais de Construção	10
2.5 Sustentabilidade e Construção	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 A Questão Ambiental	14
3.1.1 A Mudança Climática	14
3.1.2 A Natureza e os Dilemas Morais, Políticos, Ideológicos e Comerciais	16
3.1.3 Um Breve Histórico da Educação Ambiental	19
3.1.3.1 Cronograma I: Acontecimentos Internacionais que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XX	20
3.1.3.2 Cronograma II: Acontecimentos no Brasil que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XX	22
3.1.3.3 Cronograma III: Acontecimentos no Brasil e Internacionais que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XXI	25
3.2 Sustentabilidade	28
3.2.1 A Formação do Conceito de Desenvolvimento Sustentável	28
3.2.2 O Desenvolvimento Sustentável	32
3.2.3 A Rio+20 e a Construção de Cidades Sustentáveis	34
3.3 Cidades Sustentáveis	36
3.3.1 O Conceito Urbanístico de Cidade Sustentável	36
3.3.2 O Século das Cidades e a Emergência das Megacidades	37
3.3.3 A Gestão Inteligente e o Desenvolvimento Sustentável das Cidades	39

3.3.4 A Reinvenção das Cidades -----	40
3.4 O Desenvolvimento Urbano de Londrina -----	43
3.4.1 A Colonização Inglesa -----	43
3.4.2 O Desenvolvimento de Londrina -----	46
3.4.3 A Verticalização de Londrina -----	50
3.4.4 A Construção Civil na Cidade de Londrina -----	62
3.5 Os Resíduos -----	68
3.5.1 A Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos -----	68
3.5.2 A Classificação dos Resíduos -----	69
3.5.3 A Geração de Resíduos -----	73
3.5.4 Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) -----	75
3.6 A Reciclagem dos Resíduos de Construção -----	78
3.6.1 A Alternativa da Reciclagem -----	78
3.6.2 Os Produtos da Reciclagem dos Resíduos da Construção -----	81
3.6.3 As Possibilidades de Usos para o Agregado Reciclado -----	84
3.6.3.1 Utilização em Pavimentação -----	87
3.6.3.2 Utilização como Agregado para o Concreto Não Armado -----	88
3.6.3.3 Utilização como Agregado para a Confecção de Argamassas -----	89
3.6.3.4 Fabricação de Pré-moldados de Concreto -----	90
3.6.3.5 Solo-cimento Ensacado (rip-rap) -----	90
3.6.3.6 Camadas Drenantes -----	91
3.6.3.7 Cobertura de Aterros -----	91
3.6.3.8 Outros Usos -----	92
3.7 A Legislação e as Responsabilidades -----	93
3.7.1 Princípios e Leis -----	93
3.7.2 Políticas Públicas -----	96
3.7.3 A Resolução CONAMA nº 307 -----	97
3.7.4 Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat (PBPQ-H) -----	99
3.8 A Reciclagem dos Resíduos da Construção no Brasil -----	101
3.8.1 O Relatório do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) -----	101
3.8.2 Alguns Dados Nacionais -----	103

3.8.3 Usinas de Reciclagem -----	106
3.9 A Reciclagem na Cidade de Londrina -----	113
3.9.1 A Política Ambiental em Londrina-----	113
3.9.2 Coleta e Transporte de Resíduos Domiciliares -----	121
3.9.3 O Programa de Coleta Seletiva-----	124
3.9.4 Coleta Seletiva dos Resíduos de Construção e Demolição -----	130
3.10 A Técnica de Encapsulamento ou Estabilização por	
 Solidificação Aplicada a Resíduos Sólidos da Construção Civil -	139
3.10.1 A Técnica de Encapsulamento ou Estabilização/Solidificação -----	139
3.10.2 Generalidades Sobre a Técnica de Estabilização/Solidificação ----	141
3.10.3 Objetivos da Utilização da Técnica de Estabilização/Solidificação	143
3.10.4 Processos Utilizados na Técnica de Estabilização/Solidificação ---	145
3.10.5 Tipos de Procedimentos Utilizados na Técnica de	
Estabilização/Solidificação -----	146
3.10.6 As Técnicas de Estabilização/Solidificação Desenvolvidas-----	147
3.10.6.1 Técnica à Base de Materiais Pozolânicos -----	147
3.10.6.2 Técnica à Base de Polímeros Orgânicos -----	148
3.10.6.3 Técnica de Encapsulação em Invólucro Inerte -----	149
3.10.6.4 Técnica de Vitrificação -----	149
3.10.6.5 Técnica de Auto-Solidificação -----	149
3.10.6.6 Técnica à Base de Argilas-----	150
3.10.6.7 Técnica à Base de Materiais Termoplásticos -----	151
3.10.6.8 Técnica à Base de Cimento Portland -----	152
3.10.7 Vantagens e Desvantagens das Técnicas de	
Estabilização/Solidificação-----	155
4 MATERIAIS E MÉTODOS-----	159
4.1 Os Resíduos e os Produtos na Empresa de Reciclagem -----	159
4.2 Os Procedimentos para a Caracterização dos	
 Produtos da Reciclagem -----	164
4.3 As Amostras dos Materiais -----	167
4.4 A Metodologia de Análise Utilizada -----	170

4.5 A Caracterização dos Agregados	171
4.5.1 Agregado Miúdo – Areia	171
4.5.2 Agregado Graúdo – Pedras	173
4.5.3 Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V - ARI)	173
4.5.4 Os Extratos Lixiviado e Solubilizados dos Agregados	175
4.5.5 A Confeção dos Corpos de Prova com os Agregados	178
4.5.6 Ensaio de Resistência à Compressão	184
4.5.7 Preparo do Material para Obtenção dos Extratos Lixiviado e Solubilizado dos Agregados Encapsulados	188
4.5.8 Ensaio de Absorção de Água	191
5 RESULTADOS	196
5.1 A Granulometria dos Agregados Reciclados	196
5.2 Os Extratos Lixiviado e Solubilizado dos Agregados Reciclados	199
5.3 A Resistência à Compressão dos Agregados Reciclados Encapsulados	202
5.4 A Absorção de Água dos Agregados Reciclados Encapsulados	203
5.5 O Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados Encapsulados	204
5.6 Comparação dos Resultados Obtidos para o Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados com os Obtidos para o Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados Encapsulados	207
5.7 Análise dos Resultados Obtidos para os Agregados Reciclados na Empresa Licenciada	208
5.8 Análise dos Resultados Obtidos os Agregados Reciclados Encapsulados pela Técnica à Base de Cimento Portland	210
5.9 Protocolo Proposto para a Reutilização de Resíduos de Construção e Demolição com Resíduos Industriais Incorporados	211

6 CONCLUSÕES	214
6.1 Sobre o Gerenciamento dos Resíduos	
da Construção em Londrina	214
6.2 Sobre os Agregados Reciclados Encapsulados pela	
Técnica à Base de Cimento Portland	215
6.3 Sobre a Continuidade desta Pesquisa	216
 REFERÊNCIAS	 217
 ANEXO A – DECRETO Nº 770, DE 23 DE SETEMBRO DE 2009	 237
ANEXO B – DECRETO Nº 768, DE 23 DE SETEMBRO DE 2009	239
ANEXO C – DECRETO Nº 769 DE 23 DE SETEMBRO DE 2009	253
ANEXO D – DECLARAÇÃO DE PEQUENO GERADOR	262
ANEXO E – PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA	
CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)	264
ANEXO F – MEMORIAL DESCRITIVO - PLANO DE GERENCIAMENTO	
DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE LONDRINA	273

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Reciclagem dos Resíduos da Construção

Segundo a Resolução nº. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. Já a reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo sem que ocorra sua transformação. O beneficiamento é o ato de submeter o resíduo às operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto (CONAMA, 2002). Ainda segundo a mesma resolução, agregado reciclado é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia. O gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (CONAMA, 2002).

A reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) vem da Antiguidade. Recentemente foi empregada na reconstrução da Europa após a segunda guerra mundial. Atualmente é praticada amplamente na Europa, especialmente na Holanda. Nesse contexto, a reciclagem de resíduos de construção encontra-se em estágio relativamente avançado. Diversos municípios brasileiros já operam, com sucesso, centrais de reciclagem de resíduos de construção e demolição, produzindo agregados utilizados predominantemente como sub-base de pavimentação (JOHN; AGOPYAN, 2000).

Comparativamente a países do primeiro mundo, a reciclagem de resíduos de construção no Brasil é ainda tímida, com a possível exceção da intensa reciclagem praticada pelas indústrias de cimento e de aço.

1.2 A Reciclagem dos Resíduos da Construção na Cidade de Londrina

A Política de Resíduos no Estado do Paraná (ESTADO DO PARANÁ, 2015) é o Programa Desperdício Zero, criado em 2003 pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, que visa, principalmente, a eliminação de 100% dos lixões no Estado e a redução de 30% dos resíduos gerados, através da convocação de toda sociedade, objetivando mudança de atitude, hábitos de consumo, combate ao desperdício, incentivo à reutilização e ao reaproveitamento dos materiais potencialmente recicláveis através da reciclagem (ESTADO DO PARANÁ, 2003).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), considerando a faixa populacional do município, a massa *per capita* coletada de resíduos domiciliares e públicos em relação à população urbana varia de, no mínimo 0,39 Kg/habitante dia, ao máximo de 1,68 Kg/habitante dia, com uma média de 0,82 Kg/habitante dia, para municípios do mesmo porte no Brasil (SNIS, 2008). Adotando este valor médio, a população total de 2007, segundo a contagem do IBGE, de 497.833 e a população estimada de 754.549 habitantes para a cidade de Londrina (Estado do Paraná) em 2028, a quantidade de resíduos domiciliares e públicos gerados seria de aproximadamente 408.223 Kg/dia e 618.730 Kg/dia, em 2007 e 2028 respectivamente. Porém, considerando que a geração de resíduos está diretamente relacionada a fatores referentes ao estilo de vida da população, à abrangência da coleta seletiva e à existência de uma política de gestão de resíduos sólidos, dados ainda necessitam ser levantados para uma projeção da quantidade de cada tipo de resíduo em Londrina, visando o planejamento adequado e mais preciso para a elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2008).

Em Londrina foi publicado o Decreto Municipal n°. 770, de 23 de setembro de 2009, instituindo o Cadastro de Gestão de Resíduos nos Serviços Públicos e Privados do Município (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2009). Tal cadastro serve à oferta de informação à sociedade, sendo mantido pela Secretaria Municipal do Ambiente (SEMA) em conjunto com a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), e contém informações objetivas quanto à oferta dos serviços de coleta, transporte, tratamento, armazenamento, destinação final e,

especialmente, reciclagem e reuso de resíduos. Já o Decreto nº. 768, de 23 de setembro de 2009, institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina, disciplina os transportadores de resíduos em geral, e em seu artigo 32, estabelece que os resíduos da construção devam ser integralmente triados pelos geradores, ou nas áreas receptoras, segundo classificação definida por este decreto, e devem receber a destinação adequada prevista na legislação em vigor. Em seu parágrafo único diz que os resíduos da construção devem ser prioritariamente reutilizados ou reciclados (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2009).

Em Londrina existia, até janeiro de 2008, um “bota-fora” (local onde são descartados os materiais provenientes de obras de terraplenagem, de escavação e remoção de terra e de demolições e reformas) localizado no Jardim Santa Fé, um bairro situado na zona leste da cidade. Com a proibição da deposição de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) neste local, através de uma ação do Ministério Público (MP) com o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), o “bota-fora” foi desativado. Assim, grande parte dos resíduos gerados na cidade passou a ser encaminhada a uma empresa privada, que é licenciada para tratá-los e dar-lhes a destinação final adequada. O material é britado gerando produtos como areia, pedrisco e pedra. Apesar disso, uma parte dos resíduos da construção ainda acaba sendo disposta em fundos de vale e outros locais irregulares, conforme levantamento feito pela CMTU (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2008).

Os termos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos da Construção Civil (RCC) são utilizados no meio acadêmico brasileiro para denominar os resíduos sólidos frequentemente chamados de entulho de obras, calça ou metralha. A sigla RCD incorpora o entulho decorrente da demolição de concreto armado e da demolição em geral. Neste trabalho serão empregados os dois termos, de acordo com a conveniência do texto e de suas referências, porém é importante salientar que o termo Resíduos da Construção Civil (RCC) é aquele adotado pela Resolução CONAMA nº 307 e que o termo Resíduos de Construção e Demolição (RCD) é também de uso comum na indústria da reciclagem destes resíduos.

1.3 O Objeto, o Objetivo, a Hipótese e a Originalidade desta Pesquisa

A responsabilidade ambiental é inerente a qualquer intervenção sobre o meio natural ou artificial, considerando o consumo de materiais, energia, emissão de poluentes e geração de resíduos. Além de proverem as necessidades da sociedade quanto à habitação, energia, saneamento, transportes, e outros, engenheiros e arquitetos precisam considerar o impacto ambiental de suas atividades. É cada vez mais importante especificar materiais e procedimentos técnicos com menor impacto ambiental, considerando a gestão de resíduos sólidos e a durabilidade das construções. Portanto, a atuação dos engenheiros e arquitetos deve ser revestida de cuidados técnicos e legais, ponderando sempre os riscos e a possibilidade de responsabilização. Cada geração desses profissionais tem o dever de aprender com os erros das gerações anteriores, aprimorando a técnica com ênfase à sustentabilidade ambiental. Gradualmente, marcos legais ambientais foram instituídos e implementados por governos visando a reduzir e/ou controlar de forma eficaz o impacto das construções. A legislação impõe restrições a serem obedecidas pelos profissionais de Engenharia e Arquitetura envolvidos nas atividades da cadeia produtiva do setor da Construção Civil.

Segundo o Relatório de Diagnóstico da Situação do Saneamento e de seus impactos nas condições de vida da população, uma das partes do Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina, uma empresa de reciclagem instalada na cidade recebe, diariamente, de grandes geradores, em sua Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição (CTR CCD), enorme quantidade diária de resíduos através das caçambas com material de construção e demolição. Entretanto, a empresa estima que, em média, nestas, apenas de 30 a 40% do resíduo realmente é de construção da Classe A, podendo ser destinado diretamente ao reaproveitamento, pois nas caçambas chegam misturados outros resíduos com os da construção, como orgânicos, papel, papelão, plástico, vidro, metais e galhos, além dos resíduos perigosos como latas de tinta e solventes (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2008).

Foto 01 – Caçamba com resíduos misturados na cidade de Londrina
Fonte: Master Ambiental

(<http://www.masterambiental.com.br/artigos/lixo-na-cacamba-dos-outros-e-refresco>)

A NBR 10004 classifica os resíduos de construção e demolição como inertes, não sendo considerados perigosos (ABNT, 2004). Porém, podem ocorrer importantes contaminações durante a fase de uso da construção, ou mesmo no manuseio posterior à sua utilização. Para garantir o funcionamento eficiente de uma usina de reciclagem é necessária uma triagem inicial do material coletado, retirando os materiais que não sejam da Classe A (alvenaria, concreto, argamassas e solos destinados à reutilização e reciclagem com uso na forma de agregados), evitando, assim, que materiais não recomendados para este processo se misturem ao material processado (MORALES, 2011).

O objeto da investigação desta pesquisa é a reciclagem dos resíduos da construção na cidade de Londrina, a análise da política de gerenciamento de resíduos da construção civil adotada pelo município, e o estudo da reciclagem feita numa empresa licenciada pelo Instituto Ambiental do Paraná. Na empresa será identificado o processo de produção do material e caracterizado seu produto a ser reutilizado. O material reciclado objeto da investigação é fruto da rebitagem do resíduo da construção, que produz as pedras e a areia resultantes da trituração, em conjunto, de concreto, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos.

O objetivos principais foram analisar esse processo com a intenção de verificar o cumprimento das exigências ambientais pelo município e, no estudo de

caso proposto, a existência de procedimentos de identificação de contaminação para a utilização dos resíduos na reciclagem, bem como a verificação da existência de tal contaminação no produto.

A hipótese é de que não são realizados ensaios pela empresa para investigar a contaminação dos resíduos da construção reutilizados para reciclagem. Caso ela se comprove e tais resíduos estejam contaminados é possível, então, propor uma metodologia para sua descontaminação. Neste caso, será proposta a técnica de encapsulamento, que é um processo que envolve o revestimento ou o enclausuramento de uma partícula tóxica ou um aglomerado de resíduos com uma nova substância, isto é, com um aditivo solidificante. O encapsulamento dos resíduos sólidos é o processo de estabilização por solidificação e é uma alternativa aos processos tradicionais de tratamento, pois facilita seu manuseio, transporte e armazenamento. Consiste em estabilizar os resíduos sólidos através de um aglomerante ou pela sua inserção em um invólucro (SICHIERI, 2004). A grande vantagem dessa técnica é o uso do cimento, um material acessível que apresenta vantagem comercial sobre outras tecnologias, com baixo custo para o tratamento de vários tipos de resíduos perigosos (NOGUEIRA, 2011).

A originalidade e o ineditismo propostos nessa pesquisa estão no fato de que tal investigação ainda não foi realizada, tanto para a política de reciclagem do município como para a empresa licenciada em questão, assim como para os produtos da reciclagem dos resíduos da construção em Londrina. Ela trará como contribuição a melhor compreensão do estado da arte da reciclagem na cidade, bem como os resultados aqui obtidos terão possibilidade concreta de contribuir para a melhoria dos procedimentos realizados no campo da reciclagem de resíduos de construção e demolição na cidade e em cidades do mesmo porte.

2 JUSTIFICATIVA

2.1 Os Resíduos Sólidos

A Norma Brasileira de Classificação de Resíduos Sólidos, NBR 10004, de 2004, define os resíduos como restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Geralmente apresentam-se em estado sólido, semissólido ou semilíquido, com conteúdo líquido insuficiente para que este líquido possa fluir livremente. Esta norma estabelece também que os resíduos podem ser classificados de acordo com a sua natureza física em secos e molhados, sua composição química em matéria orgânica e inorgânica, como também pelos riscos potenciais ao meio ambiente, perigosos, não inertes e inertes (ABNT, 2004).

A NBR 10004, que estabelece a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto a riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, estabelece que, dentre outros aspectos, é considerado Resíduo Perigoso (Classe I) aquele que apresentar em sua composição propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podendo trazer tanto risco à saúde pública quanto na incidência de riscos ambientais. No que se refere aos considerados Não-Perigosos (Classe II), estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e os Inertes. Os Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água. Os Inertes ao serem dissolvidos apresentam concentrações abaixo dos padrões de potabilidade, quando expostos a testes de solubilidade em água destilada.

Resíduos nos estados sólido e semissólido são os 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 técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Com relação ao gerenciamento dos resíduos descritos, as prefeituras são responsáveis pelos resíduos domiciliares, comerciais gerados em pequenas quantidades, e públicos. Os demais resíduos são de responsabilidade do gerador, sendo que ao município cabe definir os limites entre o pequeno e o grande gerador.

Atualmente já se sabe que, buscando a sustentabilidade e a redução da degradação ambiental, é necessário um compromisso entre a sociedade e seus setores com relação às práticas de produção e consumo. Com relação aos resíduos busca-se sua Redução, Reutilização e Reciclagem. Para isso, uma mudança de atitude é necessária, procurando reutilizar o máximo e recuperar a matéria-prima utilizada nas embalagens que são colocadas no lixo comum. Além disso, a disposição e o tratamento dos resíduos que não são passíveis de reutilização e recuperação deve ocorrer de forma adequada. Contudo, é necessária a ampliação da cobertura dos serviços relacionados aos resíduos e dos programas de educação ambiental da população.

Também é sabido que a segregação de tais resíduos na origem reduz os custos de sua gestão e viabiliza sua comercialização, o que facilita os processos de reciclagem por empresas especializadas (AGOPYAN; JOHN, 2011).

2.2 Os Resíduos de Construção e Demolição

Os resíduos da construção são classificados, por exceção, na NBR 10004, como inertes e são os oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos, como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira e outros (JOHN; AGOPYAN, 2000).

A Resolução n°. 307 do CONAMA, de 2002, alterada pelas Resoluções n°. 348, de 2004, e n°. 431, de 2011, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção, disciplinando as ações necessárias de

forma a minimizar os impactos ambientais. Ela define resíduos da construção como os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos; blocos cerâmicos; concreto em geral; solos; rochas; metais; resinas; colas; tintas; madeiras e compensados; forros; argamassa; gesso; telhas; pavimento asfáltico; vidros; plásticos; tubulações; fiação elétrica e outros comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. A referida resolução também define os geradores de tais resíduos como sendo pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos por ela. Segundo ela, os transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

Como o setor de construção se utiliza de grandes quantidades de materiais para a produção do ambiente construído, isso o torna um grande gerador de resíduos, a ponto de sua atividade de coleta e transformação já despertar o interesse de empresas privadas, que já tratam tal atividade como um negócio.

2.3 O Impacto do Uso dos Materiais de Construção

Todos os materiais usados em uma construção provocam algum impacto no meio ambiente. Esse impacto pode ser muito pequeno, como no caso de uma construção que utilize materiais extraídos ou produzidos na própria região, com um mínimo de processamento. Ao contrário, o impacto pode ser extenso, como no caso de construções executadas com materiais pré-fabricados, geralmente produzidos em larga escala e que necessitam de extensivo processamento. Esse processamento requer, em geral, grande quantidade de energia, bem como dele resulta a geração de resíduos (ROAF, 2006). É possível estimar o impacto geral de uma construção sabendo o impacto resultante de sua utilização ao longo de sua vida útil e o impacto da fabricação e do transporte de seus componentes utilizados. Daí resulta a conclusão de que os materiais escolhidos para a confecção de uma

edificação são de extrema importância para o impacto ambiental que ela provocará. Nessa escolha deve-se considerar o impacto da produção desses diversos materiais, bem como o devido a seu uso ao longo da existência da construção. Um dos fatores importantes para a escolha dos materiais é o seu potencial de reciclagem e reutilização.

2.4 A Importância da Reciclagem dos Materiais de Construção

A adoção de tecnologias para reaproveitamento e reciclagem dos resíduos da construção civil vem ganhando espaço, visando à redução dos custos e atendimento às legislações, pela nova lei federal da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010 recentemente aprovada (BRASIL, 2010). Os lixões a céu aberto deverão estar erradicados das cidades brasileiras em breve e só será depositado em aterros sanitários o que não for reciclável. Agora as empresas se tornam responsáveis pelo destino ambientalmente adequado dos resíduos produzidos em seus processos produtivos, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança pública e minimizar impactos ambientais.

Algumas ações que direcionam para a redução da geração de resíduos na construção civil podem ser realizadas (JOHN; AGOPYAN, 2003):

- 1) mudanças de tecnologia para combater as perdas;
- 2) aperfeiçoamento e flexibilidade de projeto;
- 3) melhoria da qualidade de construção, de forma a reduzir a manutenção causada pela correção de defeitos;
- 4) seleção adequada de materiais, considerando, inclusive, o aumento da vida útil dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios;
- 5) capacitação de recursos humanos;
- 6) utilização de ferramentas adequadas;
- 7) melhoria da condição de estoque e transporte;
- 8) melhor gestão de processos;
- 9) incentivo para que os proprietários realizem modificações nas edificações e não demolições;

- 10) taxao sobre a gerao de resduos;
- 11) medidas de controle de disposio dos resduos;
- 12) campanhas educativas.

Alm disso, a reciclagem na indstria da construo pode gerar inmeros benefcios (JOHN; ZORDAN; NGULO, 2001), tais como:

- 1) reduo no consumo de recursos naturais no renovveis, quando substitidos por resduos reciclados (JOHN, 2000);
- 2) reduo de reas necessrias para aterro, pela minimizao de volume de resduos pela reciclagem, pois os resduos de construo e demolio representam mais de 50% da massa dos resduos slidos urbanos (PINTO, 1999);
- 3) reduo do consumo de energia durante o processo de produo, como na indstria do cimento, que usa resduos de bom poder calorfico para a obteno de sua mteria-prima, utilizando a escria de alto-forno, resduo com composio semelhante ao cimento (JOHN, 2000);
- 4) reduo da poluio, por exemplo, para a indstria de cimento, que reduz a emisso de gs carbnico utilizando escria de alto forno em substituio ao cimento Portland (JOHN, 1999).

H vantagens econmicas relacionadas reciclagem dos materiais de construo. Claramente elas aparecem na reduo dos custos da limpeza urbana para as administraes municipais, bem como na diminuio do descarte irregular. H, tambm, economia na aquisio de mteria-prima, pela substituio dos materiais convencionais extrados da natureza.

Tambm existem vantagens sociais produzidas pela reciclagem de resduos da construo, que se traduzem no emprego dos materiais de construo reciclados em programas de habitao popular e de infraestrutura urbanos, com a criao de empregos diretos e indiretos (CARNEIRO et al., 2001).

As vantagens ambientais so inmeras, como o decrscimo da poluio gerada pelo entulho e suas consequncias como enchentes e assoreamento dos rios e crregos, a preservao das reservas minerais no renovveis, a reduo de reas de aterros inertes, a reduo do consumo de energia e da gerao de gs carbnico. Alm disso, a reciclagem minimiza a extrao de recursos naturais, cujas reservas so, em grande maioria escassas, alm de reduzir os nveis de poluio atmosfrica elevados em funo da extrao, do processamento e do transporte.

2.5 Sustentabilidade e Construção

Os aspectos ambientais da sustentabilidade adquiriram relevância em relação aos econômicos e sociais. As exigências de preservação do meio ambiente impactaram de tal forma o conceito de desenvolvimento sustentável, que estão provocando mudanças culturais e tecnológicas radicais na organização dos processos produtivos. A busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento econômico, justiça social e proteção ambiental exige visão sistêmica do problema, com a elaboração de políticas de inovação para os setores produtivos e revisão de procedimentos que visem à diminuição da emissão de gases na atmosfera, do consumo de água e de energia, bem como da utilização de materiais de elevada geração de resíduos.

Nesse contexto, a sustentabilidade da construção adquire enorme importância, pois a escala em que ocorre a confecção do ambiente construído provoca significativo impacto no ambiente natural do planeta. A localização da construção e a definição de sua qualidade, baseada nas especificações de materiais e componentes, implicam no consumo de recursos materiais naturais e de energia, além da produção de resíduos.

A construção demanda enormes quantidades de materiais e a intensidade deste consumo é tal que, por exemplo, torna o cimento Portland o material artificial de maior consumo pelo homem (AGOPYAN, 2011). A massa de materiais utilizados na construção produz impactos ambientais, e a intensidade crescente de seu consumo a colocou de há muito em patamares muito superiores à utilização de materiais em outros setores da atividade humana. Como consequência, a construção é fonte elevada de geração de resíduos que, associada às grandes perdas que acompanham historicamente essa atividade, a torna um grande gerador de resíduos.

No atual contexto nacional, em que existe a urgência de suprimento das necessidades habitacionais e de infraestrutura mais elementares, ainda coexistem o desperdício, a improvisação e o empirismo no setor da construção.

A transformação desse setor em uma atividade sustentável ambientalmente explicitou a enorme importância da reutilização de seus resíduos. Portanto,

investigar maneiras de dar respostas a essas questões é crucial para o bom desenvolvimento da indústria da construção, pois se sabe que possíveis incrementos e benefícios propostos nesta área são de grande abrangência econômica e alcance social.

O grau de sustentabilidade do setor de construção está intimamente ligado à vida útil dos materiais utilizados, bem como de seu produto final, o ambiente construído. Por meio de técnicas que propiciem a reciclagem dos materiais da construção é possível aumentar sua vida útil, com benefícios econômicos, sociais e ambientais. Assim, é possível estender o ciclo de produção da indústria da construção, reutilizando seus materiais, livres de qualquer contaminação, para utilização na própria indústria da construção e contribuir, de tal forma, para o desenvolvimento sustentável, bem como para a sustentabilidade ambiental.

Considerando que os problemas gerados pelo gerenciamento inadequado dos resíduos da construção civil, ou até mesmo a ausência de planejamento apresentam impactos negativos à sociedade, ao meio ambiente e às indústrias de modo geral, a reciclagem e a reutilização desses resíduos é o melhor caminho para o desenvolvimento sustentável, atualmente tão valorizado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Questão Ambiental

3.1.1 A Mudança Climática

A mudança global do clima na Terra se tornou, nas últimas décadas, um dos principais eixos a se considerar na análise do processo civilizatório da humanidade e sua consequente ocupação do planeta. A mudança climática em curso pode ser catastrófica para a vida humana na Terra. Ela irá provocar mudanças profundas na economia, na política, na sociedade e no pensamento da humanidade.

A mudança climática é a dimensão mais urgente, mais grave e mais profunda da crise ambiental do século XXI. É urgente porque resta pouco tempo para estabilizar a concentração de gases de efeito estufa em níveis aceitáveis na atmosfera. É grave porque aumenta significativamente a desertificação, a crise de recursos hídricos e a crise de biodiversidade. Além disso, destrói muita infraestrutura existente, traz grandes prejuízos às atividades econômicas e afeta com severidade as populações pobres do planeta. É profunda porque não existe solução apenas tecnológica. Trata-se da busca de fontes renováveis de energia, mas isso significa também o fim de uma civilização baseada nos combustíveis fósseis e na depreciação acelerada de imensos volumes de capital nela imobilizados (GIDDENS, 2009).

Durante décadas o uso indiscriminado de combustíveis fósseis para obtenção de energia teve severas consequências ambientais, verificadas, sobretudo, pela aceleração das mudanças climáticas nos últimos anos. A grande concentração de gases tóxicos na atmosfera, provenientes da queima desses combustíveis, resultou no efeito estufa, fenômeno no qual a radiação solar que incide sobre a superfície da Terra fica aprisionada na atmosfera pela concentração de certos tipos de gases, gerando uma elevação na temperatura do planeta. Dentre

esses gases destaca-se o CO₂, gás carbônico, como o principal responsável pelo aquecimento global (PASSARELLI, 2011).

O aquecimento global, provocado pelo aumento da quantidade de gases do efeito estufa na atmosfera terrestre, pode provocar mudanças nos ecossistemas terrestres com mudanças nos padrões globais da vegetação. Estudos recentes indicam que, ao contrário da maioria das atividades humanas, ecossistemas naturais não apresentam grande capacidade de adaptação (ou bem-sucedida migração em resposta) à magnitude das mudanças climáticas se estas ocorrerem no curto intervalo de décadas. Estes podem normalmente migrar ou se adaptar a mudanças climáticas que ocorram na escala de muitos séculos a milênios. Quando somamos ao aquecimento global, as alterações de vegetação resultantes das mudanças dos usos da terra, notadamente os desmatamentos das florestas tropicais e dos cerrados, é quase certeza que acontecerão rearranjos importantes nos ecossistemas e mesmo redistribuição de biomas. A assombrosa velocidade com que tais alterações estão ocorrendo, em comparação àquelas dos processos naturais em ecossistemas, introduz séria ameaça à megadiversidade de espécies da flora e da fauna dos ecossistemas, em especial da Amazônia, com o provável resultado de sensível empobrecimento biológico (NOBRE; ASSAD; OYAMA, 2005).

A origem da mudança climática é o efeito estufa. Tal é, como se sabe, a questão fundamental que afeta o desenvolvimento da sociedade humana, já no início do século XXI, e que norteará as mudanças que esta deverá introduzir em sua forma de organização e de produção com o máximo de rapidez. Petróleo, gás natural e carvão, as três fontes de energia que predominam no mundo, são todos combustíveis fósseis, produtores em larga escala de gases causadores do efeito estufa. Reduzir nossa dependência deles ou, sobretudo no caso do carvão, torná-los muito mais limpos em termos ambientais do que são hoje, é imperativo para mitigar as mudanças climáticas. As tecnologias necessárias para reduzir nossa vulnerabilidade à escassez de energia e diminuir as emissões de carbono são as mesmas: incluem as energias eólica, solar e das ondas, hidrelétrica e termelétrica. A modificação do estilo de vida tenderá a ser de importância fundamental nas duas esferas, particularmente quando orientada para cercear os hábitos de desperdício no uso de energia (GIDDENS, 2009).

A indústria da construção civil brasileira é apontada como um dos setores da economia que maior impacto gera sobre o ambiente natural (GRIGOLETTI; SATTLER, 2003) já que consome grande quantidade dos recursos naturais disponíveis (JOHN; ZORDAN; ÂNGULO, 2001) e é responsável por grande parte dos resíduos, consumo de energia e emissões atmosféricas produzidas. Ela emite grandes quantidades de gases causadores do efeito estufa e somente a indústria do cimento é responsável por 7% das emissões de CO₂ (DEMANBORO; FERRÃO; MARIOTONI, 2004).

3.1.2 A Natureza e os Dilemas Morais, Políticos, Ideológicos e Comerciais

A questão ambiental surge como temática incontornável da encruzilhada moral, política, ideológica e comercial que marca a vida contemporânea. Epicuro, o filósofo materialista grego, iniciou o homem na libertação do medo e das superstições que afligem o espírito e estabeleceu as bases sobre as quais muitos séculos depois filósofos e cientistas como Galileu, Descartes, Bacon, Kant, Hegel, Marx, Engels e Darwin desenvolveram as modernas visões da natureza e das relações entre o homem e o meio ambiente.

A dimensão econômica dessas relações foi analisada pelos fundadores da economia política e, já na passagem para o século XX, novas contribuições deram origem aos conceitos que formaram o que hoje se denomina economia ambiental. Esse debate situou os campos em disputa: os que viam as relações entre o homem e a natureza a partir das necessidades de reprodução do capital, da manutenção da sociedade de classes e da divisão internacional do trabalho que lhe é subjacente, e os que, no sentido oposto, partiam da ideia de que os problemas ambientais derivam do sistema social e que as possíveis soluções devem ser buscadas na sua transformação (REBELO, 1999).

Para o primeiro grupo, a natureza deve estar subordinada às exigências do mercado, dos privilégios de classe ou dos interesses nacionais dos Estados favorecidos pelo estágio atual da divisão internacional do trabalho. Para o segundo grupo, a crise ambiental não está separada dos interesses de classe, nem das

ambições das nações ricas e de sua cobiça por matérias primas e fontes de energia. As escolhas morais e ideológicas no debate contemporâneo sobre a natureza e o meio ambiente revelam, na verdade, os interesses concretos das nações ricas e desenvolvidas e de suas classes dominantes na apropriação dos bens naturais já escassos em seus domínios, mas ainda abundantes entre as nações subdesenvolvidas ou em processo de desenvolvimento (REBELO, 1999).

É cada vez mais agressiva a corrente ambientalista que tende a responsabilizar moralmente o antropocentrismo como fonte primária e maligna dos desastres ambientais. Ao erigir o ser humano como o centro do universo, o antropocentrismo legitimaria toda a ação predatória contra a natureza. A crítica ao antropocentrismo nivela os seres vivos em direitos e protagonismo, desconhece o homem como o único ser vivo dotado de consciência e inteligência, capaz de interagir com a natureza e de transformá-la. O trabalho do homem, concebido primeiro em seu cérebro, ajudou a transformá-lo e a transformar o meio natural.

A antropofobia descarta como irrelevante a situação de milhões de seres humanos em condições abjetas de existência material e espiritual. Milhões que não dispõem da segurança do pão de cada dia, das condições mínimas de higiene e saúde, do acesso à educação e à segurança individual e coletiva, do conforto da família e dos amigos, da proteção do Estado nacional ou da liberdade política e religiosa. Nada disso sensibiliza os adversários do antropocentrismo. Que os pobres deixem de nascer e deixem a natureza em paz, é o credo básico que professam (REBELO, 1999).

O conteúdo ideológico do debate ambiental aparece em 1992 no livro *A Terra em Balanço*, do ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, apresentado como a teoria, a doutrina e o programa do movimento ambientalista internacional. Lá pelo capítulo 14, intitulado *Um Novo Objetivo Comum*, o texto resvala para o jargão militar próprio dos tempos da Guerra Fria. O autor denuncia a “assombrosa violência e horríveis consequências” da investida contra a Terra. Prega uma “reação oportuna e apropriada”, e elogia os “bolsões isolados de guerreiros da resistência que enfrentaram diretamente essa força destruidora”. Enquanto Gore anunciava sua estratégia, o barco *Rainbow Warriors* (Os Guerreiros do Arco-íris) do *Greenpeace* singrava os mares cumprindo a profecia. Para efeito da semelhança histórica, o ex-vice-presidente norte-americano apresenta a ideia de um novo Plano Marshall

Global, similar ao que foi conduzido logo após o conflito mundial para ajudar os governos europeus a enfrentar a pressão do movimento socialista e comunista.

A proposta é resumida por Gore em três grandes linhas: alocar recursos para financiar programas de alfabetização funcionais e cuidadosamente orientados, adaptados a todas as sociedades em que a transição demográfica ainda deve ocorrer; desenvolver programas eficazes para reduzir a mortalidade infantil e assegurar a sobrevivência e a saúde das crianças; assegurar amplo acesso aos métodos de controle da natalidade, com instruções culturalmente adequadas.

Ao contrário do Plano Marshall original, voltado para combater a influência comunista na Europa a partir de uma perspectiva desenvolvimentista, que recuperasse a infraestrutura europeia destruída e que oferecesse condições para a retomada da atividade econômica em escala e intensidade, o plano de Gore é a condenação dos países pobres ao subdesenvolvimento, limitado nas medidas compensatórias e poupadoras do consumo de energia e recursos naturais que seriam destinados, naturalmente, a quem já alcançou o topo do desenvolvimento e do bem estar e “chuta a escada” dos que estão abaixo.

O ambientalismo funcionou como rota de fuga do conflito ideológico entre o capitalismo e o socialismo. Os desiludidos de ambas as ideologias vislumbraram no ambientalismo um espaço a partir do qual poderiam reorganizar suas crenças e seus projetos de vida e se juntar a tantos outros que por razões diferentes fizeram da bandeira verde um novo modo ou meio de vida. Ao ecologismo ideológico, juntou-se o profissional e empreendedorista. Consultorias concedidas por Organizações Não Governamentais (ONGs) que contratam e são contratadas, recebem financiamento interno e externo, público e privado, funcionam dirigidas por executivos profissionais que já representam atividade nada desprezível no setor de serviços. Finalmente, cabe reconhecer o ativismo ambientalista de grande parcela de militância generosa, que em todo o mundo, no passado e no presente, mobilizou suas energias contra os crimes ambientais cometidos pelo homem, no capitalismo principalmente, mas também no socialismo; nos países ricos, mas também nos países pobres. Como se vê, a questão ambiental enseja também um debate ideológico que confere às suas ações práticas resultantes conteúdo transformador e progressista, ou conteúdo conservador sem consequências na efetiva mudança na estrutura política, social e econômica.

O texto acima foi extraído do parecer do relator deputado federal Aldo Rebelo ao Projeto de Lei nº 1876/99 e apensados, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências, que consta das referências deste trabalho.

3.1.3 Um Breve Histórico da Educação Ambiental

Diante da gravidade dos problemas ecológicos e, pressionados pelas manifestações de denúncia da sociedade civil contra as agressões ao meio ambiente e à vida, os governos de vários países foram, progressivamente, incorporando as questões ambientais na agenda política e econômica, dando origem a uma série de iniciativas. Nasce, então, o reconhecimento de que, para superar a crise ecológica, decisões políticas precisavam ser tomadas.

Entre as inúmeras medidas técnicas e institucionais adotadas, surge a educação ambiental como proposta internacional emergente. Há o reconhecimento de que é preciso informar o homem sobre os problemas ambientais, formando uma consciência, comportamentos e ações adequadas ao uso do meio ambiente e à sua proteção.

A educação ambiental se constitui, então, em instrumento para combater a crise ambiental do mundo com o objetivo de “despertar a consciência ecológica dos indivíduos para uma utilização mais racional dos recursos do Universo (UNESCO, 1992).

As preocupações ambientais mundialmente crescentes e as iniciativas já adotadas passaram a pressionar as instituições financeiras públicas e privadas para a realização de investimentos no sentido de reverter o quadro de crise e implementar a educação ambiental (RAMOS, 1996).

Ao longo das últimas décadas uma série de eventos nacionais e internacionais influenciou a formação de uma nova visão de mundo que levasse em consideração que a existência do homem e sua vida no planeta Terra estão intimamente relacionados com a natureza que o envolve e que para que ele possa continuar a existir é necessário que essa natureza seja protegida e preservada.

Um cronograma desses diversos acontecimentos internacionais e nacionais do século XX que contribuíram para o desenvolvimento dessa consciência ecológica ora em curso é mostrado abaixo (MEDINA, 1997).

3.1.3.1 Cronograma I: Acontecimentos Internacionais que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XX

Anos 1960

- 1962 - Publicação de *Primeira Silenciosa*, por Rachel Carlson;
- 1965 - Utilizada a expressão Educação Ambiental (*Environmental Education*) na Conferência de Educação da Universidade de Keele, na Grã-Bretanha;
- 1966 - Pacto Internacional sobre os Direitos Humanos - Assembleia Geral da ONU;
- 1967 - Fundação do Clube de Roma.

Anos 1970

- 1972 - Publicação do relatório *Os Limites do Crescimento* - Clube de Roma;
- 1972 - Conferência de Estocolmo: conceito de ecodesenvolvimento.
Recomendação 96 – Educação Meio Ambiente;
- 1973 - Registro Mundial de Programas em Educação Ambiental, EUA;
- 1974 - Seminário de Educação Ambiental em Jammi, Finlândia: a Educação Ambiental é reconhecida como educação integral e permanente;
- 1975 - Congresso de Belgrado: publica a *Carta de Belgrado* em que se estabelecem as metas e princípios da Educação Ambiental;
- 1975 - Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) - UNESCO;
- 1976 - Reunião Sub-regional de Educação Ambiental para o Ensino Secundário, Chosica, Peru: questões ambientais na América Latina ligadas às necessidades de sobrevivência e aos direitos humanos;
- 1976 - Congresso de Educação Ambiental em Brazzaville, África: reconhece a pobreza como o maior problema ambiental;
- 1977 - Conferência de Tbilisi, Geórgia: princípios orientadores da Educação Ambiental e enfatiza seu caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador;
- 1979 - Encontro Regional de Educação Ambiental para América Latina em San José, Costa Rica.

Anos 1980

- 1980 - Seminário Regional Europeu sobre Educação Ambiental para Europa e América do Norte: assinala a importância do intercâmbio de informações e experiências;
- 1980 - Seminário Regional sobre Educação Ambiental nos Estados Árabes, Manama, Barein - UNESCO - PNUMA;
- 1980 - Primeira Conferência Asiática sobre Educação Ambiental em Nova Delhi, Índia;
- 1987 - Divulgação do Relatório da Comissão Brundtland - *Nosso Futuro Comum*;
- 1987 - Congresso Internacional da UNESCO - PNUMA sobre Educação e Formação Ambiental em Moscou: realiza a avaliação dos avanços desde a Conferência de Tbilisi, reafirma os princípios de Educação Ambiental e assinala a importância e necessidade da pesquisa e da formação em Educação Ambiental;
- 1988 - *Declaração de Caracas* - ORPAL - PNUMA sobre gestão Ambiental na América: denuncia a necessidade de mudar o modelo de desenvolvimento;
- 1989 - Primeiro Seminário sobre Materiais para a Educação Ambiental - ORLEAC – UNESCO – PIESA, Santiago, Chile.

Anos 1990

- 1990 - *Declaração de Haia*, preparatória para a Rio-92: aponta a importância da cooperação internacional nas questões ambientais;
- 1990 - Conferência Mundial sobre Ensino para Todos – Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem, Jomtien, Tailândia: destaca o conceito de analfabetismo ambiental;
- 1990 - ONU declara o ano 1990 como o Ano Internacional do Meio Ambiente;
- 1991 - Reuniões preparatórias para a Rio-92;
- 1992 - Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, UNCED, Rio-92. Criação da *Agenda 21 Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis*. Fórum das ONGs: Carta Brasileira de Educação Ambiental, MEC;
- 1993 - Congresso Sul-Americano, Argentina – Continuidade Rio-92;
- 1993 - Conferência dos Direitos Humanos, Viena;

- 1994 - Conferência Mundial de População, Cairo;
- 1994 - I Congresso Ibero-americano de Educação Ambiental, Guadalajara, México;
- 1995 - Conferência para o Desenvolvimento Social, Copenhague: criação de ambiente econômico, político, social, cultural e jurídico para o desenvolvimento social;
- 1995 - Conferência Mundial da Mulher, Pequim;
- 1995 - Conferência Mundial do Clima, Berlim;
- 1996 - Conferência Hábitat II, Istambul;
- 1997 - II Congresso Ibero-americano de Educação Ambiental, Guadalajara, México;
- 1997 - Conferência sobre Educação Ambiental, Nova Delhi, Índia;
- 1998 - Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade, Thessaloniki, Grécia.

3.1.3.2 Cronograma II: Acontecimentos no Brasil que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XX

Anos 1970

- 1971 - Cria-se no Rio Grande do Sul a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN);
- 1972 - A Delegação Brasileira na Conferência de Estocolmo declara que o país está “aberto à poluição, porque o que se precisa são dólares, desenvolvimento e empregos”; o Brasil lidera os países do Terceiro Mundo para não aceitar a Teoria do Crescimento Zero proposta pelo Clube de Roma;
- 1973 - Cria-se a Secretaria Especial do Meio Ambiente, SEMA, no âmbito do Ministério do Interior, que contempla a Educação Ambiental;
- 1977 - A SEMA constitui um grupo de trabalho para a elaboração de um documento sobre a Educação Ambiental, definindo o seu papel no contexto brasileiro;
- 1977 - Seminários, encontros e debates preparatórios à Conferência de Tbilisi são realizados pela FEEMA, RJ;
- 1978 - Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul desenvolve o Projeto Natureza (1978 - 1985); Criação de cursos sobre questões ambientais em várias universidades do Brasil;

Anos 1980

- 1984 - O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) apresenta uma resolução, estabelecendo diretrizes para a Educação Ambiental;
- 1986 - A SEMA e a Universidade de Brasília organizam o primeiro Curso de Especialização em Educação Ambiental (1986-1988);
- 1986 - I Seminário Nacional sobre Universidade e Meio Ambiente;
- 1986 - Seminário Internacional de Desenvolvimento Sustentado e Conservação de Regiões Estuarinas, Lagunares (Manguezais), São Paulo;
- 1987 - O MEC aprova o Parecer n.º 226/87, do conselheiro Arnaldo Niskier: inclusão da Educação Ambiental nos currículos escolares de 1º e 2º graus;
- 1987 - II Seminário Universidade e Meio Ambiente, Belém, Pará;
- 1988 - A Constituição Brasileira de 1988, art. 225 no capítulo VI – Do Meio Ambiente, inciso VI – destaca a necessidade de promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente e, para cumprimento desses preceitos constitucionais, determina a obrigatoriedade da Educação Ambiental;
- 1988 - Fundação Getúlio Vargas traduz e publica o *Relatório Brundtland: Nosso Futuro Comum*;
- 1988 - A Secretaria de Estado do meio Ambiente de São Paulo e a CETESB publicam a edição-piloto do livro *Educação Ambiental – Guia para professores de 1º e 2º graus*;
- 1988 - I Fórum de Educação Ambiental - São Paulo;
- 1989 - Criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pela fusão da SEMA, SUDEPE, SUDHEVEA e IBDF, onde funciona a Divisão de Educação Ambiental;
- 1989 - Programa de Educação Ambiental em Universidade Aberta da Fundação Demócrito Rocha, por meio de encartes nos jornais de Recife e Fortaleza;
- 1989 - Primeiro Encontro Nacional sobre Educação Ambiental no Ensino Formal, IBAMA/UFRPE, Recife;
- 1989 - Cria-se o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) no Ministério do Meio Ambiente (MMA), apoiando projetos que incluem a Educação Ambiental;
- 1989 - III Seminário Nacional sobre Universidade e Meio Ambiente, Cuiabá, Mato Grosso.

Anos 1990

- 1990 - I Curso Latino-Americano de Especialização em Educação Ambiental, PNUMA-IBAMA CNPq-CAPEs-UFMT, Cuiabá, Mato Grosso (1990-1994);
- 1990 - IV Seminário Nacional sobre Universidade e Meio Ambiente, Florianópolis, Santa Catarina;
- 1991 - MEC publica a Portaria n.º 678 (14/05/91) que institui que todos os currículos nos diversos níveis de ensino deverão contemplar conteúdos de Educação Ambiental;
- 1991 - Projeto de Informações sobre Educação Ambiental, IBAMA-MEC;
- 1991 - Grupo de Trabalho para Educação Ambiental coordenado pelo MEC, preparatório à Conferência Rio-92;
- 1991 - Encontro Nacional de Políticas e Metodologias para Educação Ambiental, MEC-IBAMA Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República – UNESCO-Embaixada do Canadá;
- 1991 - II Fórum de Educação Ambiental, São Paulo;
- 1992 - Criação dos Núcleos Estaduais de Educação Ambiental do IBAMA (NEAs);
- 1992 - Participação das ONGs do Brasil no Fórum de ONGs e na redação do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis;
- 1992 - O MEC promove no CIAC do Rio das Pedras em Jacarepaguá, Rio de Janeiro, a oficina sobre Educação Ambiental, cujo resultado se encontra na *Carta Brasileira de Educação Ambiental*;
- 1992 - Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países;
- 1993 - Publicação dos livros *Amazônia: uma proposta interdisciplinar de Educação Ambiental (Temas básicos)* e *Amazônia: uma proposta interdisciplinar de Educação Ambiental (Documentos metodológicos)*, Brasília, 1992-1994 (IBAMA - Universidade e SEDUCs da região);
- 1993 - Criação dos Centros de Educação Ambiental do MEC, com a finalidade de criar e difundir metodologias em Educação Ambiental;
- 1994 - Aprovação do Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), com a participação do MMA - IBAMA - MEC - MCT - MINC;
- 1994 - Publicação em português da Agenda 21, feita por crianças e jovens, UNICEF;

- 1994 - III Fórum de Educação Ambiental, São Paulo;
- 1996 - Criação da Câmara Técnica de Educação Ambiental, CONAMA;
- 1996 - Novos Parâmetros Curriculares do MEC que incluem a Educação Ambiental como tema transversal do currículo;
- 1996 - Cursos de Capacitação em Educação Ambiental para os técnicos das SEDUCs e DEMECs nos estados, para orientar a implantação dos Parâmetros Curriculares - convênio UNESCO - MEC;
- 1996 - Criação da Comissão Interministerial de Educação Ambiental, MMA;
- 1997 - Criação da Comissão de Educação Ambiental do MMA;
- 1997 - Cursos de Educação Ambiental organizados pelo MEC - Coordenação de Educação Ambiental para as escolas técnicas e segunda etapa de capacitação das SEDUCs e DEMECs – convênio UNESCO – MEC;
- 1997 - I Teleconferência Nacional de Educação Ambiental, MEC;
- 1997 - IV Fórum de Educação Ambiental e I Encontro da Rede Educadores Ambientais, Vitória;
- 1997 - I Conferência Nacional de Educação Ambiental, Brasília.

3.1.3.3 Cronograma III: Acontecimentos no Brasil e Internacionais que Influenciaram a Educação Ambiental no Século XXI

Já no século XXI, os principais acontecimentos são (RADARRIO+20, 2015):

Julho de 2000 - Lançamento do Pacto Global da ONU, iniciativa que reúne empresas comprometidas a alinhar operações e estratégias com dez princípios nas áreas de direitos humanos, condições de trabalho, meio ambiente e combate à corrupção.

Setembro de 2000 - Cúpula do Milênio promovida pela ONU em Nova York estabelece oito objetivos de desenvolvimento a serem alcançados até 2015, tais como diminuir pela metade a proporção de pessoas com fome e cuja renda diária é inferior a um dólar.

Janeiro de 2001 - Movimento Sociais promovem em Porto Alegre (RS) o primeiro Fórum Social Mundial (FSM), que desde então se repete anualmente, e tem como finalidade discutir propostas alternativas de sociedade, contemplando os direitos humanos, direitos trabalhistas, proteção ambiental e economia solidária.

Setembro de 2001 - Ataques ao *World Trade Center* e ao pentágono nos Estados Unidos marginalizam temas socioambientais na agenda global, que é tomada pela preocupação com segurança nos países do Ocidente.

Março de 2002 - ONU realiza Conferência Internacional sobre Financiamento para o Desenvolvimento em Monterrey, no México. A prioridade para a agenda de segurança frustrou a intenção de criar mecanismos para financiar ações definidas nas conferências mundiais dos anos 1990.

Abril de 2002 - *Global Report Initiative* (GRI) inicia suas atividades focadas em desenvolver padrões de relato de políticas e ações corporativas de sustentabilidade.

Agosto de 2002 - Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+10, aprova em Joanesburgo, África do Sul, plano para implementar as decisões da Rio-92.

Junho de 2003 - Lançamento pelos bancos dos Princípios do Equador em Washington, D.C., capital dos Estados Unidos, com diretrizes para gerenciar riscos socioambientais do crédito para grandes projetos industriais e de infraestrutura.

Dezembro de 2004 - Pela primeira vez o Prêmio Nobel da Paz é concedido a um ambientalista, a queniana Wangari Maathai, por sua luta em defesa do meio ambiente e dos direitos humanos.

Fevereiro de 2005 - Adotado em dezembro de 1997, o *Protocolo de Kyoto* passa a vigorar, obrigando os países industrializados a cortar em 5% suas emissões de gases-estufa, em relação aos níveis de 1990.

Março de 2005 - Avaliação Ecológica do Milênio mostra os efeitos das modificações nos ecossistemas sobre o bem-estar humano.

Agosto de 2005 - Furacão Katrina devasta várias cidades da costa do Golfo do México nos Estados Unidos. O fenômeno chamou a atenção da opinião pública para o aumento na frequência dos eventos climáticos extremos.

Fevereiro de 2006 - A cidade de Pinhal (PR) sedia a 8ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica.

Outubro de 2006 - *Relatório Stern* sobre a economia das mudanças climáticas é publicado em Londres por encomenda do governo britânico.

Fevereiro de 2007 - Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) lança a primeira parte do 4º relatório de Avaliação, que afirma ser muito

provável que a maior parte do aumento na temperatura global é devida ao aumento nas concentrações atmosféricas de gases-estufa emitidos por atividades humanas.

Ano de 2008 - Crises alimentar, energética e financeira provocando recessão econômica. Incentivos a tecnologias verdes são incluídos nos estímulos econômicos anticrise.

Ano de 2008 - Acontecimento inédito na história da humanidade, a população urbana ultrapassa a das zonas rurais.

Dezembro de 2009 - A 15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Mudanças Climáticas (COP-15), em Copenhague, consolida o tema climático nas agendas pública, corporativa e da sociedade civil, mas decepciona pelo insucesso em fechar um acordo para diminuir as emissões após 2002.

Outubro de 2010 - Publicação da síntese do estudo *A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade* (TEEB).

Outubro de 2010 - A aprovação do *Protocolo de Nagoya* sobre acesso aos recursos genéticos e repartição de benefícios foi o destaque da 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), no Japão.

Fevereiro de 2011 - PNUMA lança *Rumo à Economia Verde: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza*.

Outubro de 2011 - A população mundial chega a 7 bilhões.

Junho de 2012 - Rio de Janeiro sedia a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20.

Nesse contexto surgem os conceitos de Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável, que têm marcado com soluções práticas importantes a economia que recentemente se reelabora. O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, com pelo menos duas correntes alimentando o processo, a que defende que, para alcançar a estabilidade econômica e ecológica deve-se congelar o crescimento da população global e do capital industrial, e a relacionada com a crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo, que tem como pressuposto a existência de sustentabilidade social, econômica e ecológica (MEADOWS et al., 1972).

3.2 Sustentabilidade

3.2.1 A Formação do Conceito de Desenvolvimento Sustentável

Existem diversos conceitos para sustentabilidade, cada um com sua própria história e significado. Uma forma de se avaliar a evolução do tema é observar o cenário internacional e como as conferências relacionadas às questões socioambientais influenciam na forma como os diversos atores interpretam o desenvolvimento sustentável. Duas conferências internacionais, a Conferência de Estocolmo e a Rio-92, terão importantes desdobramentos para a formulação do conceito de sustentabilidade.

A primeira demonstração em âmbito internacional da gestão ambiental, enquanto tema que influencia as questões políticas, econômicas e sociais foi a Conferência de Estocolmo, realizada em 1972. A preparação e a realização da Conferência de Estocolmo deu-se em momento histórico marcado pelo forte questionamento, tanto do modelo ocidental de desenvolvimento, quanto do modelo socialista (LAGO, 2006). Os dois polos da guerra fria buscavam alternativas para os problemas sociais e econômicos enfrentados. Fora desses eixos, países em desenvolvimento estavam imersos em regimes autoritários marcados pelo forte crescimento econômico (LAGO, 2006).

Antes da Conferência o planeta, de uma forma geral, discutia questões ambientais em setores específicos da opinião pública. Durante a década de 60, contudo, diversas catástrofes e desastres ambientais fizeram com que o tema ganhasse destaque em discussões significativas, como os casos de intoxicação por mercúrio entre os pescadores japoneses. Além disso, na mesma década, houve a publicação de diversas obras que denunciavam os impactos negativos da industrialização e atuação humana no meio ambiente natural, como os clássicos, *Primavera Silenciosa* (CARLSON, 1962) e *Tragédia dos Comuns* (HARDIN, 1968).

Nesse contexto os ambientalistas mais radicais propunham mudanças nos padrões de produção e consumo, ou até mesmo o congelamento do crescimento

econômico, ou o “crescimento zero”. Essas teses surgem como uma crítica ao modelo de desenvolvimento vigente e às desigualdades sociais (MOREIRA, 1999).

E ainda, em uma visão pessimista, o lançamento da obra *Os Limites do Crescimento* (MEADOWS, 1972), previa a autodestruição da raça humana e a necessidade do desenvolvimento econômico equilibrado (LAGO, 2006). A ideia central era a de que a relação entre a industrialização e a utilização dos recursos naturais de maneira indiscriminada comprometeria o crescimento econômico e a sobrevivência humana nas próximas décadas.

Assim, a Conferência de Estocolmo surge como um espaço para a discussão da agenda ambiental em meio a um contexto de guerra fria e interesses de países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Devido às limitações técnicas e científicas, não era possível afirmar que o manejo dos recursos naturais acarretaria em diminuição ou aumento do crescimento econômico dos países. As duas visões foram apresentadas na Conferência, mas os países em desenvolvimento demonstraram relutância com relação às propostas dos países desenvolvidos, por considerá-las arriscadas ao desenvolvimento econômico (LAGO, 2006).

É interessante observar que no período entre 1972 e 1992, quando ocorre a Rio-92, as discussões sobre o desenvolvimento sustentável se fortaleceram. Em 1976, Ignacy Sachs em *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável* (SACHS, 2000) formula o conceito de ecodesenvolvimento, hoje considerado como sinônimo de desenvolvimento sustentável (MOREIRA, 1999).

O ecodesenvolvimento (BRÜSEKE, 1996 apud MOREIRA, 1999) possui seis requisitos: satisfação das necessidades básicas; solidariedade com as gerações futuras; participação da população envolvida; preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral; elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito com outras culturas; programas de educação.

O conceito de ecodesenvolvimento carregava críticas às regiões mais pobres do globo, e também ao processo de modernização industrial como método de desenvolvimento dessas regiões. Nessa percepção, deveria haver uma revisão do processo de desenvolvimento com o objetivo de diminuir as disparidades entre as nações (MOREIRA, 1999). Assim, o ecodesenvolvimento gerou continuidade nas discussões acerca do modelo de desenvolvimento adotado pelos países. Os requisitos do ecodesenvolvimento impõem a justiça social ao desenvolvimento

sustentável, ao questionar a educação e a alimentação. A preservação de recursos e a diminuição de impactos mostram o reconhecimento dos limites planetários (MOREIRA, 1999).

Esse conceito, contudo, é substituído pelo conceito de desenvolvimento sustentável elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, que gera a impressão de um conceito acabado, definitivo (MOREIRA, 1999). Nesse sentido, desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras (WCED, 1987).

A Conferência do Rio, realizada 1992, foi então o grande palco de apresentação para o mundo do conceito de desenvolvimento sustentável. O objetivo do encontro era elaborar estratégias para a diminuição das consequências da degradação ambiental, promovendo assim o desenvolvimento sustentável dos países.

Mesmo com os 20 anos de intervalo entre as Conferências e os ganhos que a agenda ambiental teve nesse período, as opiniões continuavam divididas: por um lado, diversos economistas já indicavam que o meio ambiente não poderia ser uma entidade separada da economia; por outro lado, alguns afirmavam que haveria diminuição dos investimentos, crescimento econômico, empregos, competitividade e comércio (LAGO, 2006). Esses temores se mostraram falsos, com a pesquisa realizada pela OCDE em 1984, que concluiu que os gastos, em países industrializados, em medidas favoráveis ao meio ambiente durante as duas décadas anteriores tiveram impacto positivo, em curto prazo, sobre o crescimento e o emprego, uma vez que a demanda adicional gerada por estes gastos elevou o produto das economias que operavam abaixo da capacidade total (LAGO, 2006).

A Conferência do Rio ocorre, então, em um contexto de divisões de opiniões e de diversas questões técnicas a serem tratadas, o que exigiu a opinião de diversos cientistas e Organizações Não Governamentais (ONGs) especializadas nos temas. Com a inclusão da comunidade acadêmica no âmbito de negociações internacionais, a Conferência contou com os estudos realizados pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development - WCED*) das Nações Unidas, com seu aclamado

Relatório Brundtland: Our Common Future (WECD,1987), o mesmo que define o conceito de desenvolvimento sustentável.

Apesar de o relatório em questão não poupar os países desenvolvidos, ele oferece alternativas viáveis para a diminuição dos impactos negativos da ação antrópica no planeta. Contudo, o que se observa com as discussões geradas na Conferência é a retirada de assuntos que seguiam o viés técnico-científico e que poderiam exigir um comprometimento efetivo para o desenvolvimento sustentável (LAGO, 2006). Isso se deve ao fato de que os países em desenvolvimento não estavam dispostos a arcar com custos, ao mesmo tempo em que os países desenvolvidos também não abriam mão de seus interesses. A solução encontrada foi a de diluir o texto, e não mencionar metas específicas (LAGO, 2006).

A falta de diretrizes claras para os países faz com que o conceito de desenvolvimento sustentável elaborado pelo *Relatório Brundtland* perca força, e represente apenas uma ideia distante. Por outro lado, quando se avalia o ecodesenvolvimento, é possível observar que o conceito carrega críticas que invadem as esferas ambientais, sociais e econômicas, envolvendo tanto o local quanto o global (MOREIRA, 1999).

A definição de desenvolvimento sustentável do *Relatório Brundtland* é considerada “menos crítica” quando comparada às anteriores, em um tom diplomático que não questiona a distribuição e propriedade de ativos. A definição não deixa claro o jogo de forças e de dominação hegemônica, além das divergências de interesses envolvidos (MOREIRA, 1999).

Mesmo com essas falhas, o conceito de desenvolvimento sustentável cunhado pelo *Relatório Brundtland* pode ser considerado hoje como o hegemônico. Porém, este deve ser visto como uma construção social, moldada ao longo do tempo pelos diversos atores envolvidos durante as discussões internacionais entre as muitas partes interessadas. Por vezes se utiliza o termo desenvolvimento sustentável, ou sustentabilidade, sem a devida clareza de como esse conceito foi formulado. Assim, a retrospectiva histórica pautada nas conferências internacionais auxilia na compreensão do profundo jogo de forças por trás do conceito.

3.2.2 O Desenvolvimento Sustentável

Define-se, então, Desenvolvimento Sustentável como um modelo econômico, político, social, cultural e ambiental equilibrado, que satisfaça as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades. Esta concepção começa a se formar e difundir junto com o questionamento do estilo de desenvolvimento adotado, quando se constata que este é ecologicamente predatório na utilização dos recursos naturais, socialmente perverso com geração de pobreza e extrema desigualdade social, politicamente injusto com concentração e abuso de poder, culturalmente alienado em relação aos seus próprios valores e eticamente censurável no respeito aos direitos humanos e aos das demais espécies. O conceito de sustentabilidade comporta sete aspectos ou dimensões principais (SACHS, 2000), a saber:

- 1) Sustentabilidade Social: melhoria da qualidade de vida da população, equidade na distribuição de renda e de diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular; erradicação da pobreza e da exclusão; respeito aos direitos humanos e integração social.
- 2) Sustentabilidade Econômica: regulação do fluxo de investimentos públicos e privados, compatibilidade entre padrões de produção e consumo, equilíbrio de balanço de pagamento e acesso à ciência e tecnologia;
- 3) Sustentabilidade Ecológica: o uso dos recursos naturais deve minimizar os danos aos sistemas de sustentação da vida; redução dos resíduos tóxicos e da poluição; reciclagem de materiais e energia; conservação, tecnologias limpas e de maior eficiência e regras para uma adequada proteção ambiental;
- 4) Sustentabilidade Cultural: respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivo a processos de mudança que acolham as especificidades locais;
- 5) Sustentabilidade Espacial: equilíbrio entre o rural e o urbano; equilíbrio de migrações; desconcentração das metrópoles; adoção de práticas

agrícolas mais inteligentes e não agressivas à saúde e ao ambiente; manejo sustentado das florestas e industrialização descentralizada;

- 6) Sustentabilidade Política: evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos; construção de espaços públicos comunitários; maior autonomia dos governos locais e descentralização da gestão de recursos;
- 7) Sustentabilidade Ambiental: conservação geográfica e da biodiversidade; economia de recursos naturais; economia de energia; equilíbrio de ecossistemas.

O grande marco para o desenvolvimento sustentável mundial foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992, a Rio-92, onde se aprovaram uma série de documentos importantes, dentre os quais a *Agenda 21*, um plano de ação mundial para orientar a transformação desenvolvimentista, identificando, em 40 capítulos, 115 áreas de ação prioritária. A *Agenda 21* apresenta como um dos principais fundamentos da sustentabilidade o fortalecimento da democracia e da cidadania, através da participação dos indivíduos no processo de desenvolvimento, combinando ideais de ética, justiça, participação, democracia e satisfação de necessidades.

Dentre alguns dos focos discriminados na *Agenda 21*, podem-se destacar: cooperação internacional; combate à pobreza; mudança dos padrões de consumo; habitação adequada; integração entre meio ambiente e desenvolvimento; proteção da atmosfera; abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres; combate ao desflorestamento; manejo de ecossistemas frágeis; luta contra a desertificação e a seca; promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável; conservação da diversidade biológica; manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e esgotos; fortalecimento do papel das organizações não governamentais; iniciativas das autoridades locais em apoio à *Agenda 21*; envolvimento da comunidade científica e tecnológica; fortalecimento do papel dos agricultores; transferência de tecnologia ambientalmente saudável; cooperação e fortalecimento institucional; ciência para o desenvolvimento sustentável; promoção do ensino, da conscientização e do treinamento.

3.2.3 A Rio+20 e a Construção de Cidades Sustentáveis

O mundo está se urbanizando rapidamente. Hoje mais da metade da população mundial vive em cidades. No caso latino-americano 80% da população vive nas cidades. Em países como Argentina, Brasil, Chile e Uruguai, trata-se de porcentagens maiores de 85% da população. Essa transformação demográfica altera profundamente o modo como o mundo se governa. Já não são populações rurais dispersas com capacidade de decisão política, econômica e social apenas nas capitais. O próprio mundo rural, hoje em dia, encontra-se articulado com as cidades regionais e locais. As cidades, com o seu entorno rural, tornaram-se as unidades básicas de gestão do território e da sociedade.

A Rio+20 foi mais uma conferência de proclamação de metas planetárias. Estas estão suficientemente definidas na *Agenda 21* (ONU, 1992) cujos aportes devem ser aproveitados, mas também na *Carta da Terra* (ONU, 2000), nas *Metas do Milênio* (ONU, 2000), e tantos outros documentos. Os avanços impressionantes dos últimos anos na capacidade de organizar e disponibilizar as estatísticas do planeta tornam dispensáveis a rerepresentação das ameaças que se avolumam.

O desafio não está mais no buscar os objetivos, mas na definição dos processos decisórios para sua implementação. O fato maior no que tange a implementação das políticas é a virtual inexistência de mecanismos multilaterais de gestão. Organismos como Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial (BM), Organização Mundial do Comércio (OMC) continuam, sem dúvida, significativos, mas simplesmente, não estão à altura.

As políticas nacionais, por sua vez, devem se apoiar nas cidades. Ao se evoluir do “o quê fazer” para o “como fazer”, as cidades passam a desempenhar um papel especial. Basicamente, é neste nível que as populações podem participar de maneira organizada da resolução dos seus problemas, da construção da qualidade de vida, segundo os desafios concretos que enfrentam. Os desafios podem ser planetários, e as políticas precisam ser nacionais, mas as realizações devem ao fim e ao cabo mudar os equilíbrios ambientais e a qualidade de vida nos locais onde as populações podem se organizar em torno dos seus objetivos. O tradicional tripé da sociedade economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente sustentável

precisa claramente ser complementado pela dimensão democrática e participativa da implementação.

A dimensão democrática e participativa tanto faz parte do direito das pessoas de construírem socialmente o seu destino, como é condição da implementação eficiente. A cidade, com seu entorno rural, constitui o espaço por excelência do processo democrático de decisão. É o nível em que as pessoas enfrentam desafios comuns, podem se conhecer umas às outras, se reunirem, assegurar a eficiência dos programas nacionais. É onde as pessoas conhecem melhor a situação, e podem organizar as indispensáveis parcerias entre iniciativas públicas, empresas, sindicatos, organizações da sociedade civil. Décadas de projetos mal sucedidos nos ensinaram que a apropriação das políticas pelas populações interessadas constitui o principal fator do seu sucesso. Para existirem de verdade, as transformações que o planeta exige necessitam se enraizar nas condições concretas de vida das pessoas.

Demasiada e insuficiente atenção tem sido dada à dimensão global dos desafios, ao nível de onde são efetivamente implementadas. Em cada cidade encontram-se situações de pobreza crítica, e os programas sociais correspondentes precisam identificar cada família, com endereço concreto, e análise das situações diferenciadas e das medidas necessárias. As políticas de saneamento básico, de destino final de resíduos sólidos, de recuperação de solos, de democratização de acesso às políticas sociais, de articulação da cidade com o seu cinturão verde, de construção sustentável, de arborização, de segurança, de comunicação local, de mobilidade, de educação ambiental, de esporte e tantas outras passam, inevitavelmente, por políticas locais integradas. As pessoas querem viver melhor. Mobilizar o anseio das comunidades por uma vida melhor é essencial para que as políticas de sustentabilidade tenham lastro e profundidade.

A multiplicidade dos poderes locais no planeta não constitui um problema, e sim uma oportunidade de gerar um processo colaborativo planetário de territórios articulados. As cidades constituem a unidade básica de gestão social e o elo chave da articulação política.

3.3 Cidades Sustentáveis

3.3.1 O Conceito Urbanístico de Cidade Sustentável

A definição de cidade sustentável inclui a visão do ciclo de vida de seus componentes, buscando eliminar desperdícios, garantindo que os recursos disponíveis serão utilizados de forma eficiente (LEITE, 2012).

Isso permitirá o crescimento das cidades sem a necessidade do esgotamento dos recursos naturais. Crescimento este acompanhado pela promoção de compacidade do espaço urbano, pelo uso misto do solo e pelo compartilhamento de equipamentos, promovendo a eficiência no uso de recursos, o uso efetivo da cidade por seus habitantes e, conseqüentemente, eliminando as barreiras à integração social.

O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. Ela é um organismo dinâmico, tão complexo quanto a própria sociedade, e suficientemente ágil para reagir com rapidez às mudanças que, num cenário ideal, deveriam operar em ciclo de vida contínuo e sem desperdícios.

A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, sejam nos insumos de entrada como terra urbana, recursos naturais, água, energia, alimento e outros, sejam nas fontes de saída como resíduos, esgoto, poluição e outros. Ou seja, todos os recursos devem ser utilizados da forma mais eficiente possível para alcançar os objetivos da sociedade urbana. O suprimento, o manuseio eficiente, o manejo de forma sustentável e a distribuição igualitária para toda a população urbana dos recursos de consumo básicos na cidade, são parte das necessidades básicas da população urbana e itens de enorme relevância na construção de novos paradigmas de desenvolvimento sustentável, incluindo desafios prementes, como o aumento da permeabilidade das cidades.

A cidade sustentável deve buscar novos modelos de funcionamento, gestão e crescimento, diferentes daqueles praticados principalmente no século XX, “expansão com esgotamento”. A opção pelos parâmetros advindos da cidade compacta tem sido consenso internacional. É um modelo de desenvolvimento urbano que otimiza o uso das infraestruturas urbanas e promove maior sustentabilidade com eficiência energética, melhor uso das águas e redução da poluição, promoção de relativamente altas densidades de modo qualificado, com adequado e planejado uso misto do solo, misturando as funções urbanas de habitação, comércio e serviços.

Finalmente, é bom salientar que qualquer cidade sustentável se desenvolve a partir de uma adequada, amigável e ponderada ligação entre o ambiente construído e a geografia natural. Um desenvolvimento urbano respeitoso às características geográficas do território, que promova boa relação com as águas e áreas verdes, é fundamental.

3.3.2 O Século das Cidades e a Emergência das Megacidades

Carlos Leite (LEITE, 2010) relata que em 1930 o economista John Keynes previu que a humanidade, dali a 100 anos, iria enfrentar seu problema permanente: como usar a liberdade de preocupações econômicas prementes, como ocupar o lazer que a ciência e os ganhos econômicos lhe trariam para viver bem, sábia e agradavelmente? Agora que faltam apenas 15 anos para o cenário proposto por Keynes, talvez seja oportuno se debruçar sobre a grande questão do século: o planeta urbano. Afinal, se o século XIX foi dos impérios e o XX das nações, o XXI é o das cidades, e as imensas inovações que ora se anunciam ocorrerão no território urbano.

Há 100 anos apenas 10% da população mundial vivia em cidades. Atualmente são mais de 50%, e até 2050 serão mais de 75%. A cidade é o lugar onde são feitas todas as trocas, dos grandes e pequenos negócios à interação social e cultural. Mas também é o lugar onde há um crescimento desmedido das favelas e do trabalho informal. Estima-se que dois em cada três habitantes esteja

vivendo em favelas ou subabitações. Ela é também o palco de transformações dramáticas que fizeram emergir as megacidades do século XXI.

As cidades com mais de 10 milhões de habitantes já concentram 10% da população mundial. A maioria delas tem concentração de pobreza e graves problemas socioambientais, decorrentes da falta de maciços investimentos em infraestrutura e saneamento. Sua importância na economia nacional e global é desproporcionalmente elevada. Segundo a UNESCO, no futuro teremos muitas megacidades e localizadas em novos endereços. Das 16 existentes em 1996, passarão a 25 em 2025, muitas delas fora dos países desenvolvidos.

Ao mesmo tempo, emergem novas configurações territoriais, como as mega-regiões: a BosWashstretch, faixa que vai de Boston até Washington, passando por Nova York, Chongqing na China, ou a mega-região SãoRio, São Paulo - Rio, conforme recente estudo instigante do economista Richard Florida (FLORIDA, 2005). Florida demonstra que nas próximas décadas o planeta global concentrará crescimento e inovação espetaculares em apenas alguns lugares de pico de excelência, as 40 mega-regiões mais criativas. SãoRio já é a 26ª em sua classificação.

O prêmio Nobel Paul Krugman prevê que o crescimento das cidades será o modelo econômico de desenvolvimento no futuro. Isso porque é nas megacidades que acontecem as maiores transformações, gerando uma demanda inédita por serviços públicos, matérias-primas, produtos, moradia, transportes e empregos. Trata-se de um grande desafio para os governos e a sociedade civil, que exige mudanças na gestão pública e nas formas de governança, obrigando o mundo a rever padrões de conforto típicos da vida urbana, do uso excessivo do carro à emissão de gases.

Mas os maiores desafios ainda estão por vir, já que nas próximas duas décadas as cidades de países em desenvolvimento concentrarão 80% da população urbana do planeta. A realidade já sinaliza esta explosão de concentração. Lagos, na Nigéria, por exemplo, teve um aumento populacional de 3.000% desde 1950.

Ou seja, contrariando todas as apostas do final do século XX, as cidades não morreram nem entraram em declínio, pelo contrário, as pessoas nunca buscaram tanto se aglomerar. Em um planeta cada vez mais digital e virtual, nunca se buscou tanto o encontro físico, e as cidades foram tão atrativas.

Quanto mais avançam as inovações de tecnologia de informação e conexões à distância, mais as cidades ganham atratividade. Uma coisa só reforça a outra e a interação física no território gera inovação como nunca antes. As cidades são “a” pauta do século XXI.

3.3.3 A Gestão Inteligente e o Desenvolvimento Sustentável das Cidades

É nessas megacidades do futuro que o mundo precisa se reinventar, dividir riqueza para alcançar padrões mais justos e equilibrados de desenvolvimento. Padrões mais sustentáveis não apenas nos necessários desafios ambientais, mas também sociais e econômicos, que se reflitam não mais nos indicadores financeiros, mas em Índices de Desenvolvimento Humanos (IDH) e pegadas ecológicas.

O termo “pegada ecológica” foi criado pelos cientistas canadenses Mathis Wackernagel e William Rees em 1996 (WACKERNAGEL, 1996) e hoje é internacionalmente reconhecido como uma das formas de medir a utilização, pelo homem, dos recursos naturais do planeta. A Pegada Ecológica está diretamente relacionada ao desenvolvimento sustentável, ou seja, ao uso racional e equitativo, com justiça social, dos recursos naturais. A pegada ecológica é uma medida da área, em hectares globais, que abrangem terra e água, ocupada para a construção de prédios e rodovias e para o consumo da água, do solo para plantio agrícola, da vida marinha e de outros elementos que compõem a biodiversidade do planeta. Os resultados dão uma ideia de como um indivíduo, cidade ou país utiliza os recursos naturais, conforme os hábitos de consumo e estilos de vida. Esse uso de recursos deve ser compatível com a capacidade natural do planeta em regenerá-los (INPE, 2012).

O desafio do desenvolvimento futuro está nas cidades, pois 2/3 do consumo mundial de energia e aproximadamente 75% de todos os resíduos gerados ocorrem nelas. Portanto, ao se falar de mudanças climáticas, aquecimento global e sustentabilidade é, necessariamente, falar de cidades sustentáveis.

E cidades sustentáveis são, necessariamente, compactas, densas. Como se sabe, maiores densidades urbanas representam menor consumo de energia *per*

capita. Em contraponto ao modelo Beleza Americana de subúrbios espalhados no território, com baixíssima densidade, as cidades mais densas da Europa e da Ásia são hoje modelos na importante competição internacional entre as cidades globais verdes (*Global Green Cities*), justamente pelas altas densidades e diversidade de usos. Ou seja, cidades sustentáveis são compactas, densas e diversificadas.

As próximas décadas certamente serão do enfrentamento de algumas mudanças fundamentais nos atuais padrões de desenvolvimento. Por exemplo, 170 bilhões de Kilowatt-hora são desperdiçados no planeta devido à insuficiência de informações e 18 bilhões de reais por ano é a perda na economia de São Paulo decorrente de congestionamentos (LEITE, 2010).

A incorporação da gestão inteligente e integrada das informações, já que agora se tem a possibilidade de medir, captar e monitorar as condições de quase tudo, faz com que pessoas, sistemas e objetos se comuniquem e interajam: 30 bilhões de etiquetas RFID (identificação por rádio frequência) estarão presentes no planeta, em diversos ecossistemas; já existe mais de 1 bilhão de telefones com câmeras; em 2011 já havia 2 bilhões de pessoas conectadas à internet; em breve, existirá 1 trilhão de dispositivos conectados, a “internet das coisas”.

Assim, as cidades inteligentes poderão e deverão suportar os desafios da maior inclusão social e do desejável desenvolvimento sustentável.

3.3.4 A Reinvenção das Cidades

As metrópoles são, neste momento, o grande desafio estratégico do planeta. Se elas adoecem, o planeta fica insustentável. No entanto, a experiência internacional, de Barcelona a Vancouver, de Nova York a Bogotá, para citar algumas das cidades mais verdes, mostra que as metrópoles se reinventam, se refazem. Já existem diversos indicadores comparativos e classificações (*rankings*) das cidades mais verdes do planeta. Fora dos países ricos, Bogotá e Curitiba colocam-se na linha de frente como casos a serem replicados.

Quais são as cidades mais inovadoras atualmente, aquelas que já estão sinalizando para as mudanças daqui a 25 anos? Por que as metrópoles

contemporâneas compactas, densas, vivas e diversificadas nas suas áreas centrais propiciam um maior desenvolvimento sustentável, concentrando tecnologia, novas oportunidades de crescimento, gerando inovação e conhecimento em seu território?

As metrópoles são o *lócus* da diversidade, da economia à ideologia, passando pela religião e cultura, e diversidade gera inovação. As maiores cidades do hemisfério norte descobriram isso há alguns anos e têm se beneficiado enormemente desse diferencial, dessas externalidades espaciais, inclusive com atração de investimentos. E têm promovido seus projetos de regeneração através de políticas de inovação. Centros urbanos diversificados, em termos de população e usos, como Barcelona, San Francisco Mission Bay, diversas áreas em Nova Iorque, Boston ou Londres, com empresas ligadas à nova economia, têm se configurado nas novas oportunidades de inovação urbana em áreas anteriormente abandonadas.

Por fim, deve-se ficar atento às imensas perspectivas que as tecnologias verdes aliadas à gestão inteligente estão abrindo no desenvolvimento urbano de novos territórios, sejam novos bairros sustentáveis (aqui, o pioneiro é o Cidade Pedra Branca Urbanismo Sustentável, em Santa Catarina), sejam cidades inteiras verdes, como Masdar no Dubai, desenvolvida por Sir Norman Foster, que é o maior exemplo.

E as cidades brasileiras? Decisão política, boas ideias e competência na gestão urbana sempre serão bem-vindas e algumas cidades atuais demonstram isso claramente e jogam otimismo no futuro das nossas cidades.

Curitiba iniciou o processo há 20 anos e suas boas práticas, com sistema integrado de transportes coletivos destacando-se os corredores de ônibus expressos, BRT (*Bus Rapid Transit*) ou Transporte Rápido por Ônibus, que é um sistema de transporte coletivo de passageiros que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável, segura e eficiente por meio de infraestrutura segregada com prioridade de ultrapassagem, operação rápida e frequente e ligado a corredores planejados de adensamento. O sistema BRT foi criado em 1974 em Curitiba, no Paraná. As mudanças transformaram a capital em uma cidade de sucesso urbano, renomada em todo mundo. Também lá se implantaram a coleta seletiva de lixo e a rede polinucleada de parques.

O sistema BRT não propõe apenas uma mudança na frota ou na infraestrutura do transporte público coletivo, mas sim um conjunto de mudanças que juntas formam um novo conceito de mobilidade urbana. A implementação de sistemas de trânsito de alto desempenho, eficientes e ecologicamente sustentáveis consta mundialmente da agenda política de planejadores urbanos e ambientais. Nesse sistema deve ser realizada a substituição permanente do trânsito individual por um atrativo transporte coletivo, promovida a segurança e a proteção para os seus passageiros, a redução de CO₂ bem como a diminuição de congestionamentos. Para isso, não há nada mais adequado do que soluções BRT, realizáveis a médio e longo prazo com investimento moderado. São conceitos que se integram homogeneamente nas estruturas urbanas, em tempo hábil como solução plena ou também por etapas. Junto ao BRT vieram projetos sociais inovadores, zonas de pedestres e espaços verdes. Além disso, muitas outras cidades brasileiras seguiram o exemplo com sistemas básicos, como São Paulo, Porto Alegre e Belo Horizonte.

São Paulo e Rio de Janeiro, duas megacidades, trazem parâmetros oportunos importantes. A incrível explosão imobiliária atual, terceira maior do planeta, aliado à pujança do setor da construção civil e à força econômica de São Paulo e Rio, além da concentração, rara no Brasil, dos famosos 3T's (Talentos, Tecnologia e Tolerância), defendidos por Richard Florida como essencial para a inovação urbana, pode alavancar as desejáveis reinvenções destas cidades. Resta ao mercado imobiliário incorporar melhor as lições que as cidades campeãs em inovação no mundo estão promovendo ao aliar, à pujança econômica, modelos urbanísticos mais interessantes, com maior sociodiversidade espacial e menos condomínios fechados e distantes. A conurbação territorial ganha inovação importante a partir da chegada do trem de alta velocidade ligando Rio e São Paulo. A renovação das infraestruturas destas cidades já se inicia e promete aliar-se a grandes investimentos públicos e privados nos próximos anos, o que seguramente determinará esta mega-região como a principal do País e de todo o hemisfério sul.

Tais experiências devem ser replicadas, pois a sociedade organizada assim o exigirá.

3.4 O Desenvolvimento Urbano de Londrina

3.4.1 A Colonização Inglesa

O Norte do Paraná, uma região de terra roxa muito fértil, era, até poucas décadas, uma extensa floresta. A colonização espontânea foi marcada pelo arrojo de homens saídos de Minas Gerais e de São Paulo, que foram chegando à área de Cambará, entre 1904 e 1908. Rapidamente, a faixa entre Cambará e o Rio Tibagi, uma linha que representaria o futuro percurso da ferrovia São Paulo-Paraná, foi tomada por grandes propriedades cujos donos, via de regra, as subdividiam em pequenas parcelas vendidas como lotes urbanos ou rurais.

Enquanto isso, vastas áreas de terra roxa de domínio estadual, localizadas a Oeste do Rio Tibagi, permaneciam praticamente inexploradas, sofrendo os efeitos de um lento e ineficaz plano de colonização do governo. Em 1920, percebia-se uma séria frustração nas expectativas de ocupação da área, em virtude da morosidade do Estado.

Havia falta de continuidade, recursos financeiros limitados e uma visível inépcia oficial. O quadro, além disso, já tinha sido agravado com a deflagração da Primeira Guerra Mundial, que não apenas interrompeu o fluxo de imigrantes como também provocou desconfiança naqueles que já se encontravam na região.

A partir de 1922 o governo estadual começa a conceder terras a empresas privadas de colonização, preferindo usar seus recursos na construção de escolas e estradas. Em 1924 inicia-se a história da Companhia de Terras Norte do Paraná (CNTP), subsidiária da firma inglesa *Paraná Plantations Ltd.*, que deu grande impulso ao processo desenvolvimentista na região norte do Estado.

Naquele ano, atendendo a um convite do governo brasileiro, que sabia do interesse dos ingleses em abrir áreas para o cultivo de algodão no exterior, chega a Missão Montagu, chefiada por Lord Lovat, técnico em agricultura e reflorestamento. Lord Lovat ficou impressionado com a exuberância do solo norte paranaense e acabou adquirindo duas glebas para instalar fazendas e máquinas de

beneficiamento de algodão, com o apoio da *Brazil Plantations Syndicate*, de Londres.

O empreendimento fracassou, devido aos preços baixos e à falta de sementes sadias no mercado, obrigando a uma mudança nos planos. Foi criada, assim, em Londres, a *Paraná Plantations* e sua subsidiária brasileira, a Companhia de Terras Norte do Paraná, que transformaria as propriedades do empreendimento frustrado em projetos imobiliários.

Já de início, a Companhia concedeu todos os títulos de propriedade da terra, medida inusitada para as condições da região e mesmo do Brasil. Por isso, os conflitos entre colonos antigos e os recém-chegados praticamente não existiram na zona colonizada pelos ingleses.

Porém, a grande novidade introduzida pela Companhia e que lhe valeria o *slogan* de “a mais notável obra da colonização que o Brasil já viu” foi a repartição dos terrenos em lotes relativamente pequenos. Os ingleses promoveram, desta forma, uma verdadeira reforma agrária no Norte do Paraná, sem intervenção do Estado, oferecendo aos trabalhadores sem posses a oportunidade de adquirirem os pequenos lotes, já que as modalidades de pagamento eram adequadas às condições de cada comprador. A Companhia explicitaria a sua política: “favorecer e dar apoio aos pequenos fazendeiros, sem por isso deixar de levar em consideração aqueles que dispunham de maiores recursos”.

Este sistema estimulou muito a concentração da produção, principalmente cafeeira, a explosão demográfica, a expansão de núcleos urbanos e o aparecimento de classes médias rurais.

O projeto de colonização, além disso, trouxe outras inovações, como a propaganda em larga escala, transporte gratuito para os colonos, posse das terras em quatro anos, alguma assistência técnica e financeira, levantamento de toda a área e até o mapeamento do solo em algumas zonas.

Londrina surgiu em 1929, como primeiro posto avançado deste projeto inglês. Na tarde do dia 21 de agosto de 1929, chegou a primeira expedição da Companhia de Terras Norte do Paraná ao local denominado Patrimônio Três Bocas, no qual o engenheiro Dr. Alexandre Razgulaeff fincou o primeiro marco nas terras onde surgiria Londrina.

O nome da cidade foi uma homenagem prestada a Londres, “pequena Londres”, pelo Dr. João Domingues Sampaio, um dos primeiros diretores da Companhia de Terras Norte do Paraná. A criação do Município ocorreu cinco anos mais tarde, através do Decreto Estadual n.º 2.519, assinado pelo interventor Manoel Ribas, em 3 de dezembro de 1934. Sua instalação foi em 10 de dezembro do mesmo ano, data em que se comemora o aniversário da cidade. O primeiro prefeito nomeado foi Joaquim Vicente de Castro.

Em 1932 Londrina possuía mais de 150 casas, em 1933, 396 casas e em 1934 já havia 568 casas. Em 1935 eram 700 casas, em 1936, 1.120 e em 1940 a cidade já contava com 2.224 casas (PRANDINI, 1954).

Na estrutura urbana estabelecida pela CTNP difundiu-se a localização das principais atividades como ferrovia, hotel, hospital, igreja, prefeitura e outros. Ocorreu também diferenciação no preço dos lotes, sendo que estes eram relativamente mais baratos ao norte da ferrovia, que havia se tornado local de moradia da população de menor poder aquisitivo (CASARIL, 2008).

A cidade logo se tornou o principal centro para abastecimento das demais municipalidades e também era o local de comercialização dos produtos agrários e das terras, transações financeiras, empréstimos, investimentos e outros. Os serviços especializados foram rapidamente implantados, sendo criada em 1936 a Caixa Econômica Federal, e dois anos depois, o primeiro banco privado, o Banco Noroeste do Estado de São Paulo (LINARDI, 1995).

Inicialmente Londrina cresceu no sentido das vias de comunicação, no começo a ferroviária e depois a rodoviária. Em 1936 foi criada a primeira vila, a Agari, na saída para a cidade vizinha de Cambé. Em 1937 e 1938 surgiram outras, as vilas Conceição, Monteiro, Boa Vista, Casoni, Nova Agari, Matos, Vitória, Zanetti, todas elas ao norte e a leste da cidade, num traçado desordenado, em regiões baratas da área urbana (GRASSIOTTO, 2000).

Foto 02 - Londrina em 1934

Fonte: Foto José Juliani

3.4.2 O Desenvolvimento de Londrina

Na primeira década após a fundação da cidade houve uma fase de desenvolvimento comercial. Neste período ocorreu um fortalecimento da estrutura comercial de Londrina, quando muitas empresas paulistas, de alimentos, armazéns e atacadistas, se instalaram na região. O setor industrial limitava-se a ordenar a matéria prima regional. Eram máquinas de café e cereais, mantendo a dependência em relação a outros centros urbanos com maior grau de industrialização.

As principais realizações, no final dos anos 40, foram a implantação de galerias pluviais, a construção de escolas e a elaboração do plano urbanístico, o que demonstrou uma preocupação com a ocupação do solo. Ao longo das décadas de 1930 e 1940, grandes firmas estabeleceram filiais em Londrina, como Anderson Clayton & Cia. Ltda., Casas Pernambucanas, Concessionária da *Ford Motor*

Company Export, Agência Chevrolet, Postos Shell e Texaco, Lojas Philco e Distribuidora Chrysler (LINARDI, 1995). Além destes, outros estabelecimentos foram implantados no mesmo período como a Farmácia Nossa Senhora Aparecida, a Farmácia São João, o Hotel Paulista, a Casa Preferida, a Casa Azul de Secos e Molhados, a Casa São Miguel de armarinhos e a empresa rodoviária Garcia & Garcia, atual viação Garcia (GRASSIOTTO, 2000).

Para confirmar a importância comercial de Londrina, em 05 de junho de 1937 foi fundada a Associação Comercial de Londrina (ACL), posteriormente denominada de Associação Comercial e Industrial de Londrina, ACIL (SCHWARTZ, 1997). Entre 1940 e 1950, a população urbana teve crescimento de 72,58%, passando a representar 50% da população total. Este é um fato importante, pois Londrina foi a primeira cidade do norte do Estado a ter maior taxa de urbanização.

Já nos anos 50, Londrina emergiu no cenário nacional como importante cidade do interior do Brasil. Neste período o país apresentou considerada expansão urbana e, em razão da produção cafeeira no norte do Paraná, em especial na cidade de Londrina, ocorreu a intensificação do setor primário de toda região. Nesta década a população passou de 20.000 habitantes para 75.000, sendo que quase metade se encontrava na área rural. No final desse decênio Londrina contava com um complexo urbano que consistia em faculdade, colégios, postos de saúde, hospitais, rádios e complexos destinados ao lazer.

Nos anos 60 surgiram os primeiros conjuntos habitacionais, que se localizavam a uma distância de 6 a 7 Km do centro da cidade. Esses centros habitacionais foram edificadas pela Companhia de Habitação de Londrina (COHAB-LD) e atendiam às populações mais necessitadas da sociedade londrinense. Outro fato importante neste período foi a criação do Serviço de Comunicação Telefônica de Londrina (SERCOMTEL), uma empresa telefônica municipal, que sobrevive e é competitiva até hoje.

Em franco desenvolvimento na década de 70, Londrina já contava com 230.000 habitantes e uma produção agrícola voltada para o mercado externo. Nesta época criaram-se os primeiros centros industriais que visavam o incentivo e a coordenação do desenvolvimento industrial da cidade. Houve uma ampliação na prestação de serviços como educação, sistema de água e esgoto, pavimentação,

energia elétrica, comunicação, a criação do Parque Arthur Thomas, a construção da nova Catedral, do Ginásio de Esportes Moringão, do Estádio do Café, entre outras obras.

A década de 80 foi marcada pela fase de ação administrativa, quando o poder público demonstrou uma preocupação com o capital comercial e desenvolveu ações que incentivaram o planejamento urbano, tais como a retirada da ferrovia do centro, a criação da via Expressa Norte-Sul e da Avenida Leste-Oeste, bem como a instalação do Terminal Urbano de Transporte Coletivo.

Londrina se consolidou como Polo Regional de bens e serviços e se tornou, definitivamente, a terceira mais importante cidade do Sul do Brasil na década de 90, quando foi desenvolvido o primeiro Plano Diretor.

Neste período a cidade apresentava uma estrutura voltada para áreas residenciais em praticamente todo seu território, destacando a região central em razão do desenvolvimento da construção civil, refletida em inúmeros edifícios de padrão médio e alto. A região Norte da cidade, que nas décadas anteriores se enquadrava como região rural, revelou-se como maior área residencial da cidade, apresentando uma concentração de conjuntos habitacionais financiados pelo Banco Nacional da Habitação (BNH).

Ao longo das décadas verifica-se que Londrina teve um crescimento constante, consolidando-se como principal ponto de referência do Norte do Paraná, bem como exercendo grande influência e atração regional (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015).

Foto 03 – Vista aérea atual de Londrina

Autor: Desconhecido

Fonte: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=932&Itemid=955

Foto 04 – Vista aérea atual do centro de Londrina

Autor: Desconhecido

Fonte: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=932&Itemid=955

3.4.3 A Verticalização de Londrina

A cidade de Londrina é marcada por um crescimento muito acelerado desde o início de sua constituição, como mostra a Tabela 01, onde está apresentado o volume de suas construções. Neste primeiro momento evidencia-se o volume de construção de suas casas.

Tabela 01 - Volume de construções nos primeiros anos de Londrina

Ano	Número de Construções
1940	2.224
1944	3.708
1949	5.000
1950	6.214

Fonte: (PRANDINI, 1954)

Pela participação comercial da cidade como grande exportadora de café, e pelo seu setor terciário em franco desenvolvimento, Londrina viveu um momento áureo de enorme expansão econômica e urbana.

A construção de edifícios se deu como uma forma de demonstrar a riqueza que a cidade estava gerando neste período e, com o exemplo de outras cidades brasileiras como São Paulo e Rio de Janeiro, Londrina também passa a ser uma cidade que começa a construir prédios de vários andares, não como índice de falta de espaço, mas atestando a riqueza da cidade e sua chegada a uma base de princípio de maturidade (PRANDINI, 1954).

Ao mesmo tempo em que se tem a produção do espaço urbano da cidade de Londrina pela especulação imobiliária e fundiária, as desigualdades sociais, do ponto de vista da moradia, também são acirradas (PASSOS, 2007).

Os primeiros edifícios registrados na cidade de Londrina datam da década de 1950 e somavam-se 96 edifícios com 2 pavimentos e três prédios de 8 andares em construção, na data referida (PRANDINI, 1954). Porém, o período de mais destaque caracteriza-se entre os anos de 1970 e 1980 (CASARIL 2008).

Devido às grandes transformações ocorridas com maior intensidade no campo a partir da década de 1960, com a modernização pelas máquinas e outros implementos, grande parte dos trabalhadores do campo foram expulsos de suas terras por não se adequarem mais ao novo sistema de manuseio. Muitas famílias dirigiram-se aos grandes e médios centros urbanos tendo que adequar-se à nova realidade imposta, o que registra o crescimento urbano e industrial pelo qual passou todo o país.

A Tabela 02 mostra a evolução populacional da cidade de Londrina desde a década de 1950.

Tabela 02 – Evolução da população residente no município de Londrina: 1940/2000.

ANO	POPULAÇÃO RESIDENTE						TAXA DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO ⁽¹⁾
	Urbana		Rural		Total		
	Número	%	Número	%	Número	%	
1940	11 175	36,90	19 103	63,09	30 278	100,00	-
1950	34 230	47,93	37 182	52,07	71 412	100,00	-
1960	77 382	57,40	57 439	42,60	134 821	100,00	6,60
1970	163 528	71,69	64 573	28,31	228 101	100,00	5,40
1980	266 940	88,48	34 771	11,52	301 711	100,00	2,82
1991	366 676	94,00	23 424	6,00	390 100	100,00	2,36
1996	⁽²⁾ 396 121	96,19	⁽²⁾ 15 679	3,81	⁽²⁾ 411 800	100,00	-
2000	433 369	96,94	13 696	3,06	447 065	100,00	2,0

Fonte: IBGE - Censos Demográficos 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.

Contagem da População: 1996

(1) Taxa média geométrica de incremento anual da população.

(2) Já subtraída a população de Tamarana, que era distrito do Município de Londrina e foi desmembrado deste, através da Lei Estadual nº 11.224, de 13/12/1995.

Organização dos dados: PML/SEPLAN/Gerência de Pesquisas e Informações.

Para atestar a mudança populacional que ocorreu na cidade de Londrina, em levantamento da população urbana em relação a rural, cerca de 52% se concentrava na área rural em 1960 e já na década de 1970 a área urbana concentrava 72% da população total da cidade (PASSOS, 2007).

Esse intenso e rápido aumento populacional é um dos fatores fundamentais para a grande expansão físico-territorial de Londrina, mediante ação de diferentes agentes produtores da cidade que impulsionaram a especulação imobiliária e a segregação socioespacial.

O processo de verticalização na cidade de Londrina, “busca justificar a cidade como moderna”, isto é, enumerar elementos onde a cidade poderia comparar-se com as grandes cidades brasileiras, tanto em importância econômica como na sua configuração espacial (TAKEDA, 2004).

Foi no contexto de investimentos industriais da década de 50 que a cidade de Londrina beneficiou-se da construção de edifícios. Há de se ressaltar que o Brasil neste momento começava a ter sinais do desencadeamento de uma crise, pois a alta inflacionária gerada por muitas emissões monetárias para atender a indústria levava a muitas tensões. Além disso, o custo de vida atingia proporções insuportáveis, notadamente para a classe operária. Isso avolumava as tensões sociais, já que os reajustes salariais eram esporádicos e não acompanhavam a inflação (SILVA, 1992).

Diferentemente das ocorrências no cenário nacional, a cidade de Londrina, dentre todas as cidades criadas pelos projetos da CTNP, passa a ter neste período uma alta taxa de urbanização, verificada pelo seu alto desenvolvimento econômico dado à produção e exportação do café e no que concerne ao crescimento do setor secundário e no setor de serviços, onde se observava cada vez mais o melhoramento de sua infraestrutura (FRESCA, 2002).

A década de 1950 é o período de maior expansão físico-territorial, econômica e populacional, vistos até então na história da cidade de Londrina. Economicamente apresentava-se como uma das cidades mais importantes na produção e exportação agrícolas, sendo mundialmente considerada como a “capital mundial do café”, além da produção de outros gêneros alimentícios (FRESCA, 2002). É neste momento que os vazios urbanos eram ampliados e que a segregação socioespacial torna-se uma das características mais importantes da cidade.

Os edifícios foram construídos na cidade de Londrina como fator de modernidade e de riqueza, que também caracterizavam esta fase como os “anos dourados”. Portanto, os edifícios altos representam muito bem o sentido dessa

modernidade, pois trouxeram a partir de sua construção, sucessivas inovações científicas e tecnológicas ao ambiente urbano londrinense logo em suas primeiras décadas (CASARIL, 2008).

É também neste período que as casas, que antes eram feitas de madeira, foram sendo substituídas pelas casas de alvenaria, vindas juntamente com toda uma melhoria em infraestrutura, como asfaltamento de ruas, iluminação pública, abertura de vias, transporte etc..

Lembrando outras cidades brasileiras, a cidade de Londrina também tem como localização de seus edifícios o centro da cidade, sendo este o local de maior e melhor infraestrutura urbana, destacando assim que todos aqueles com melhores condições financeiras ali fixavam suas moradias.

(05) Avenida Paraná - Autor: Yutaka Yasunaka

(06) Catedral - Autor: Yutaka Yasunaka

Fotos 05 e 06 – Vistas aéreas do centro de Londrina nos anos 50

A década de 1960, por sua vez, foi impactada com a perda do ritmo de crescimento e o país foi controlado pelos militares a partir de 1964. O regime militar no Brasil foi marcado por uma grande crise econômica onde a inflação, entendida como aumento geral dos preços resultante na perda do poder aquisitivo da moeda, chegou a índices gigantescos. Mas, em contrapartida, o país recebeu muitos investimentos estrangeiros e empréstimos realizados pelos governos para financiar o desenvolvimento.

A cidade de Londrina, como todo o norte do Paraná, foi afetada com as transformações econômicas que ocorreram em todo o país. Num primeiro momento toda esta área tinha a característica de ser o local da expansão pioneira, pela

incorporação de novas terras e uma densidade demográfica que estava em crescimento, bem como a expansão de uma forte produção agropecuária responsável pela grande base econômica do país, o café. Apoiada numa estrutura dimensional de pequenos estabelecimentos rurais e predomínio da força de trabalho familiar, as mudanças ocorridas no campo, com os novos implementos tecnológicos para o manuseio do solo, fizeram com que estas relações fossem alteradas.

Londrina começa, então, a voltar-se para outro foco de suas atividades, tanto no campo com outras culturas como a soja e o trigo e, conseqüentemente, uma drástica diminuição na produção de gêneros alimentícios, como na área urbana onde as atividades comerciais, a prestação de serviços e o setor financeiro começam a ter destaque no comando da economia local (PAULA, 2006).

A década de 1960 foi decisiva na reestruturação urbana da cidade de Londrina, pois este novo direcionamento se deu pela grande população migratória que acabara de chegar à cidade. É neste momento que, a partir de medidas e leis federais, surge a Companhia de Habitação de Londrina (COHAB-LD) para tratar das questões habitacionais, cria-se a Lei de Zoneamento para a cidade, bem como a incorporação de outras áreas que não estavam previstas no projeto inicial da constituição da cidade devido à expansão da malha urbana.

É neste período de mudança efetiva da funcionalidade urbana que surgirão prédios de cunho comercial, para atender uma nova expectativa na cidade. O Banco Nacional da Habitação (BNH) concedia empréstimos às construtoras, que aumentavam seus lucros na medida em que aceleravam as construções e reduziam custos, podendo assim usar dinheiro público para seus empreendimentos. Abriam-se créditos ao longo prazo para a população para que pudesse adquirir seus imóveis, e é desta maneira que grande parte da camada assalariada se colocava em desvantagem, pois os salários eram reajustados anualmente enquanto que as parcelas de crédito eram reajustadas trimestralmente.

Na década de 1960 há uma evolução na construção dos edifícios na cidade de Londrina, em comparação com o período da década de 1950, pois foram construídos 45 edifícios, ou seja, mais que o dobro se comparado à década anterior (CASARIL, 2008).

Foto 07 – Vista aérea de Londrina em 1961

Fonte: Postal Colombo

Foto 08 – Vista aérea de Londrina em 1969

Autor: Desconhecido

Fonte:

https://www.google.com.br/search?q=londrina+1969&espv=2&biw=1440&bih=755&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwii_dvanf_LAhXDHZAKHWCIB_cQ_AUIBigB#imgsrc=HctrRDxHaJ6NM%3A

Com a crise do petróleo em 1973, o Brasil sofre os efeitos da alta dos preços, já que importava cerca de 80% do produto, atingindo consideravelmente a sua balança comercial. Desta forma o processo conhecido como “milagre econômico” brasileiro começa a se deflagrar.

A verticalização na cidade entre 1970 e 1980 é marcada pelos conjuntos habitacionais que por ora se localizavam na porção norte da cidade, local de sua maior expressão. Porém, em outras áreas também foi qualitativa a participação da construção dos edifícios, período em que se incorporaram as áreas que não faziam parte do perímetro urbano em seu projeto inicial, portanto incorporando áreas rurais à malha urbana. Os conjuntos habitacionais surgiram para atender a uma demanda populacional que estava crescendo cada vez mais na cidade, e precisavam ter resolvidas as suas questões habitacionais.

O contexto da década de 1970, tanto para a cidade de Londrina como em todo o país, fez a cidade experimentar um intenso processo de crescimento econômico o que, para a construção dos edifícios, fez dar continuidade a uma posição precocemente ocorrida desde o início de sua constituição. A efetivação dos edifícios construídos na cidade de Londrina no período de 1970 a 1980 é um marco para a construção civil, em especial para as construções de edifícios de habitações populares.

Foto 09 – Vista aérea do centro de Londrina em 1972

Autor: Desconhecido

Fonte:

https://www.google.com.br/search?q=londrina+centro+1972&espv=2&biw=1440&bih=755&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjL7Zyznv_LAhVGHJAKHT_gDHoQsAQIlg#tbm=isch&q=londrina+fot+aera+centro+1972&imgsrc=33DjLkfQcscISM%3A

Uma das explicações para o número significativo de edifícios em Londrina neste terceiro período de verticalização seria a questão da inflação, pois como se sabe a inflação realizava a depreciação da moeda, o que levava poupadores e investidores a aplicarem seus rendimentos na construção civil, visando obter maior renda. Conseguiam com a verticalização urbana, mediante a construção de um edifício, a multiplicação do solo urbano e ao mesmo tempo a reprodução de seus capitais (CASARIL, 2008). Foram 139 os edifícios construídos nesta década na cidade.

Foto 10 – Vista aérea do centro de Londrina em 1977

Autor: Desconhecido

Fonte:

https://www.google.com.br/search?q=londrina+centro+1972&espv=2&biw=1440&bih=755&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjL7Zyznv_LAhVGHJAKHT_gDHoQsAQIlg#tbm=isch&q=londrina+fot+aeracentro+1972&imgsrc=9COWK5DIwa8yQM%3A

Foto 11 – Vista aérea do centro de Londrina em 1979

Autor: Desconhecido

Fonte:

https://www.google.com.br/search?q=londrina+centro+1972&espv=2&biw=1440&bih=755&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjL7Zyznv_LAhVGHJAKHT_gDHoQsAQIlg#tbn=isch&q=londrina+fot+aeracentro+1979&imgsrc=ifX_N_OodwbzbM%3A

Conhecido como o período de maior recessão na história do país, o início da década de 1980 é marcado por uma série de medidas como incentivos fiscais, subsídios para as exportações e desvalorização da moeda brasileira, que ocorreu em 1983, o que em primeiro momento causou *superávit* na balança comercial. Foi um período de crise socioeconômica, em que vários setores da economia estavam paralisados. Porém, o setor da construção civil foi o menos afetado dentre todos, tanto isto se justifica que no ano de 1986 verificou-se um crescente número de edifícios construídos na cidade. Conhecida como a “década perdida” a década de 1980 foi o reflexo dos períodos anteriores de estagnação econômica pelo qual o país passava.

Em 1988 o setor da construção civil concentrou as suas atividades na participação da iniciativa privada, e desta forma houve construções de imóveis de alto padrão e de grandes empreendimentos voltados para o comércio. Na construção de edifícios os índices gerais atingiram cerca de 21,6% no mesmo ano e a incorporação responsável pela aquisição de terras, por exemplo, ficou em torno de 7,6% (PASSOS, 2007).

Nesta década na cidade de Londrina houve desenvolvimento bastante acentuado no que diz respeito ao processo de verticalização. Foi o período de maior construção de edifícios, grande atuação e construção dos edifícios sob o sistema de condomínios, atuação de órgãos públicos como a Companhia de Habitação de Londrina (COHAB-LD), o Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais (INOCOOP-PR), o Instituto de Previdência do Estado (IPE), a Caixa de Aposentadoria e Previdência da Prefeitura Municipal de Londrina (CAAPSML) e a Cooperativa Habitacional Bandeirantes (COHABAN), que deram subsídios e suporte para a construção desses edifícios.

A grande quantidade de edifícios construídos neste período decorre das implantações de vários planos de estabilização econômica.

Fato bastante importante deste período é a diminuição da área interna dos apartamentos. Há uma mudança no mercado consumidor a utilizar os apartamentos como moradia, isto é, edifícios sendo construídos para uma classe de poder aquisitivo mais baixo, como resultado da união desses já mencionados órgãos públicos para a construção dos edifícios, e onde há a participação também de pessoas que compram os apartamentos como forma de obterem maiores lucros, os chamados rentistas.

A década de 1990 é marcada pelo governo Collor e novamente o país foi surpreendido com pacote de medidas econômicas. Tem-se novamente uma desaceleração no número de edifícios construídos na cidade de Londrina, devido ainda a taxas inflacionárias muito altas. A construção de edifícios foi lenta e houve um decréscimo, se comparado ao período anterior, com apenas 78 edifícios. Porém as construções já se caracterizam por uma aparência mais arrojada e de importante aspecto de modernidade. Nesta década, do ponto de vista da verticalização, com a ascensão de Collor e a imposição de seu plano econômico, resultou em redução do número de prédios construídos.

Mas em 1991 somente uma construtora foi responsável pela produção de 134 edifícios de 4 pavimentos. Da mesma forma outras construtoras centraram suas ações em empreendimentos com 4 pavimentos como foi o caso do residencial Bourbon com 10 edifícios, Residencial Ouro Verde com 19, Residencial Catuaí com 16, Residencial das Américas com 89, e outros.

Mesmo assim 559 edifícios foram construídos entre 1991 e 2000. Porém observa-se que à exceção do ano de 1991, nos demais anos, houve relativa estabilidade em termos de variação numérica.

Em parte a continuidade da verticalização foi garantida pelas iniciativas e políticas governamentais adotadas, que garantiram condição para a atuação da construção civil, especialmente após 1994, quando do Plano Real, que impôs relativa estabilidade inflacionária.

A estabilidade econômica tão esperada logo deu sinais de fragilidade. Para a cidade de Londrina pôde-se constatar que na década de 1990, mais especificamente entre 1995 a 1998, registraram-se os menores investimentos e pequeno número de edifícios foi construído, período este governado por Fernando Henrique Cardoso. O período referido foi de grande choque negativo para o setor da construção civil, em especial para o setor imobiliário (PASSOS, 2007). Foi flagrante a queda no número total das construções de edifícios na cidade nos dois mandatos de FHC. Entre 1991 e 2002 ocorreu a construção de 360 edifícios com mais de 4 pavimentos. Mas deste total deve-se ressaltar que 134 edificadas em 1991. O governo de FHC, com suas políticas econômicas neoliberais, foi marcado por muitas privatizações, além de duas crises cambiais, em 1999 e em 2002, quando o risco Brasil alcançou uma inflação de 14%, e o preço do dólar estava em torno dos R\$ 4 (SILVEIRA, 2008). Em seu primeiro mandato, ocorreu o Fórum da Construção Civil, que contou com a participação do então ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Neste fórum estimou-se que no período FHC eram empregados cerca de 13,5 milhões de trabalhadores na construção civil, mas apesar deste elevado número e das propostas que giravam em torno do setor imobiliário, o *déficit* habitacional para famílias carentes sempre esteve longe de ser resolvido (VERÍSSIMO, 2000).

Mesmo com esta vertiginosa expansão da malha urbana, a paisagem urbana da cidade ainda pode se caracterizar pela horizontalidade até a década de 80. Foi sobretudo ao longo dessas duas décadas, 1980 e 1990, que um acelerado processo de verticalização, principalmente na área central, impôs, sem poupar esforços, uma intensa renovação do espaço existente. A construção de edifícios, com 10 andares ou mais, modelou a paisagem urbana da cidade (LINARDI, 1995), como mostra a Tabela 03.

Tabela 03 - Evolução do número de edifícios construídos em Londrina: 1970 - 2000

Ano	N.º de Edifícios	Ano	N.º de Edifícios	Ano	N.º de Edifícios
1970	7	1981	19	1991	232
1971	5	1982	100	1992	52
1972	7	1983	42	1993	70
1973	21	1984	66	1994	31
1974	11	1985	92	1995	26
1975	14	1986	82	1996	58
1976	18	1987	148	1997	62
1977	20	1988	136	1998	34
1978	6	1989	182	1999	21
1979	7	1990	80	2000	31
1980	23				
<hr/>					
Total	139	Total	947	Total	617

Fonte: (PASSOS, 2007)

Foto 12 – Vista aérea atual do centro verticalizado de Londrina

Autor: Desconhecido

Fonte: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=932&Itemid=955

Foto 13 – Vista aérea ampla atual de Londrina

Autor: Desconhecido

Fonte: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=932&Itemid=955

Os grandes e pequenos edifícios se constroem em conjunto desordenado conforme projetos de um contínuo processo de influência, de intercâmbio, como forças em ação de composição arquitetônica, se constroem de acordo com 63 leis específicas, cujas diretrizes urbanísticas são adequações sugeridas pelo mercado imobiliário. (SHIMBA, s/d).

3.4.4 A Construção Civil na Cidade de Londrina

A situação econômica do país nos últimos anos tem sido favorável à construção civil, principalmente no que diz respeito à construção de edifícios para consumidores de alto poder aquisitivo, que constituem a demanda solvável para tais mercadorias.

Esta fase favorável à produção de edifícios articulou-se a aspectos da política habitacional nos anos de 2007 e 2008, com a redução da taxa de juros para financiamentos de imóveis novos e usados. Para se ter uma ideia, a taxa média de juros tem oscilado entre 8 a 10% ao ano para imóveis de até R\$ 120.000,00. É deste modo que Londrina ganha destaque no cenário nacional. Neste setor o destaque são os edifícios, onde Londrina é considerada atualmente a 11ª cidade no mundo em número de edifícios com mais de 12 pavimentos/andares, e maior número de edifícios por habitante, de acordo com a pesquisa realizada pela empresa alemã *Emporis Buildings*, que monitora mais de 10 mil prédios em todo o planeta (MENEGUEL, 2007).

Uma série de reportagens na imprensa londrinense tem dado destaque à expansão da construção civil, registrada nos últimos anos na cidade. Se a média mensal for mantida, dizia uma delas, e os projetos aprovados pela prefeitura, o ano de 2008 fecharia com recorde de construções, superando o ano de 2000, que teve significativo número de edifícios construídos na cidade (MENEGUEL, 2008).

Das verbas liberadas pela Secretaria Municipal de Obras, cerca de 751 mil m² já foram construídos, que equivalem a aproximadamente 75 quarteirões, representando por mês cerca de 107,3 mil m² em construção. “Se o ritmo se mantiver, 2008 fechará com quase 1,3 milhão de m² de obra. Desde 2000, a maior área de construção foi em 2007, totalizando 842,6 mil m²” (MENEGUEL, 2008).

De acordo com o delegado do Sindicato da Habitação e dos Condomínios (SECOVI), a construção civil na cidade está em ritmo acelerado desde o ano de 2005, mas afirma que “o ano de 2008, está sendo um recorde tanto nas construções quanto nas vendas, tudo o que é lançado na cidade vende. Nada fica sobrando, devido à melhora da economia, aos juros baixos e a legislação que esta cada vez mais segura”, (MENEGUEL, 2008).

Para o Sindicato da Construção Civil de Londrina (SINDUSCON), se a economia do país continuar crescendo entre 4% e 5% e a inflação baixar, a aceleração na construção civil pode durar pelos próximos 4 anos (MENEGUEL, 2008).

Empresas ligadas à construção civil começam a investir em seus produtos para acompanhar o crescimento do setor como, por exemplo, uma conhecida marca de empresa de elevadores situada na zona norte da cidade de Londrina que, em

parceria com EUA, China e Suíça tem desenvolvido uma nova geração de elevadores para suprir a demanda. A dupla, qualidade e eficiência, dos novos produtos, servirá aos empreendimentos imobiliários. Dos investimentos disponibilizados pela empresa, a soma já ultrapassa mais de R\$ 10 milhões (HORTA, 2008).

Desta forma, a relação entre empresas e investimentos gerados em torno de setores da construção civil e de maquinários diferenciados, traduz-se em novas formas de divisão e territorialização do trabalho, das formas capitalistas de produção. Esses imperativos supõem a permanente negociação da empresa com o poder público e com outras empresas, para redefinir seu comportamento político e os setores e lugares que lhe interessam. É desse modo que se definem e redefinem as localizações e as topologias de empresas (SANTOS, 2004).

O fato de a empresa de elevadores ter impulsionado o projeto de uma nova linha de seus produtos, juntamente com uma modernização da produção já existente, diz respeito às políticas regulatórias que manifestam tanto na economia, no aquecimento da construção civil, quanto dos subsídios concedidos pelo Estado para estas empresas, como mostra o depoimento do diretor comercial e *marketing* da empresa “a gente identificou que algo diferente estava acontecendo e o anseio era a modernização do processo construtivo, porque grandes volumes seriam solicitados, e o desempenho do mercado é bastante sólido e deve ficar por um bom tempo” (HORTA, 2008).

Londrina é uma cidade em potencial para a construção de edifícios de alto padrão, é nisto que apostam as construtoras e incorporadoras, presentes no mercado imobiliário e que têm investimentos pesados em mão-de-obra em seus empreendimentos. Para evitar a falta de mão-de-obra, devido ao grande volume de suas construções e a pouca especialização, estas construtoras têm oferecido cursos gratuitos de formação e qualificação profissional. A parceria com Serviço Nacional de Indústria (SENAI) oferece cursos de pedreiro, assentadores de azulejo e de piso cerâmico. “Nós temos que fazer algo hoje para não ter falta de mão-de-obra lá na frente. Em doze meses teremos o dobro de serviço que há hoje”, afirma o gerente de engenharia da construtora (HORTA, 2008).

Outra empresa construtora adota a mesma estratégia, mas com um diferencial, a qualificação de mulheres. “As mulheres estão conquistando espaço

em várias áreas, mas ainda estão à margem da construção civil. Acreditamos que elas podem ter o perfil para isso”, afirma seu gerente de recursos humanos. O gerente esclarece que a ideia surgiu depois de bons resultados, onde as mulheres eram contratadas para a limpeza final dos apartamentos a serem entregues aos futuros moradores. O curso de pedreiro azulejista é uma qualificação exclusivamente oferecida também às mulheres (MENEGUEL, 2008).

O Sindicato dos Trabalhadores na Construção Civil (SINTRACON) defende igualmente a qualificação de mão-de-obra para a construção civil na cidade, e garante que desta forma o número de empregos deverá aumentar. Para isso exigiram junto ao Conselho Municipal de Trabalho a realização de alguns cursos, como assentador de gesso acartonado, operador de grua, pedreiro, azulejista e eletricitista (HORTA, 2008).

Seminários, eventos e encontros que envolvem as discussões acerca do processo da construção civil na cidade de Londrina também movimentam o cenário deste momento favorável da economia brasileira, reunindo sindicatos como o Sindicato da Indústria da Construção Civil, o Sindicato das Indústrias de Lajes e Pré-Moldados, o Sindicato das Indústrias de Olarias e Cerâmicas para a Construção do Paraná e de órgãos públicos como a Universidade Estadual de Londrina (UEL).

De maneira geral os financiamentos e créditos imobiliários nestes últimos quatro anos têm aumentado numa velocidade constante em todo o país e, em especial na cidade de Londrina.

Dados da superintendência da Caixa Econômica Federal de 2008 do norte do Paraná indicam que, desde o ano de 2006 houve uma elevação de quase 14% ao ano na quantidade de contratos firmados, justificados pelos fatores positivos da economia nacional. Segundo o superintendente regional da CEF no Norte do Paraná, houve um crescimento do estoque de créditos imobiliários na região de cerca de 31,1% quando comparado com o primeiro quadrimestre do ano de 2007 e, no mesmo período de 2008, o valor foi ultrapassado de R\$ 404,6 milhões para R\$ 530,6 milhões, englobando pagamento de parcelas, quitação de contratos habitacionais e novos financiamentos contraídos. Nos primeiros quatro meses de 2007 o número de contratos foi de 30.058, e no mesmo período de 2008 foi de 34.434, um aumento de 14,55%. Os 24.434 contratos computados pela CEF no primeiro quadrimestre do ano de 2008, referem-se a imóveis residenciais, prontos

ou ainda em construção, além de unidades que passaram por reformas ou ampliação do imóvel, sendo que a cidade de Londrina é responsável por 45% do total. De acordo com o superintendente, o mercado imobiliário está muito aquecido, e tem potencial para crescer ainda mais, previsões estas baseadas na comparação do crédito imobiliário com o Produto Interno Bruto (PIB), que atualmente está em torno de 1,7%, enquanto que em nações como a Espanha, Chile e México, cujo modelo econômico é semelhante ao brasileiro, esse percentual é bem maior, respectivamente, 44%, 15% e 11%. Porém, o superintendente ainda afirma que há um *déficit* de 8 milhões de unidades habitacionais no país (SARIS, 2008).

A maioria dos prédios produzidos entre 2000 e 2008 em Londrina é de construtoras, chamados condomínios e representaram cerca de 35% dos edifícios construídos na cidade, principalmente próximos à área central e na Gleba Palhano, no sudoeste da malha urbana da cidade. Na Palhano encontram-se duas formas de construção de edifícios, aqueles que são lançados e começam a ser vendidos ainda na planta, com prazos determinados para entrega, e aqueles no sistema de condomínios, em que um grupo de condôminos faz pagamentos mensais a uma construtora, caso em que não há prazo para entrega do edifício. Ali residem profissionais liberais, do sistema privado e do público, considerados parte da classe média londrinense. O processo de verticalização da Gleba Palhano é fruto da dinâmica presente na ocupação do espaço urbano londrinense, diretamente influenciada pelas construtoras e incorporadoras locais, e o Estado que viabilizou as adequações necessárias para a construção destes edifícios de alto padrão. A ocupação imobiliária da Gleba Palhano, na zona sul de Londrina, é relativamente recente. Os primeiros registros de prédios no bairro remontam ao final dos anos 1990 e início dos anos 2000. A Foto 14 abaixo dá uma ideia da rapidez do processo de verticalização dessa área.

Foto 14 – Gleba Palhano em 2006 e 2013

Fonte: Fotógrafo Ronaldo Rufino

Fonte: <http://www.jornaldelondrina.com.br/londrina/conteudo.phtml?tl=1&id=1547552&tit=Revirando-arquivos-fotografo-londrinense-revela-revolucao-urbana-na-Gleba-Palhano>

A continuidade da intensa verticalização na cidade no período considerado pode ser entendida a partir das políticas governamentais em estimular a indústria da construção civil mediante redução das taxas de juros para o financiamento, tendo em vista a importância deste setor na geração de empregos. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) a partir de 2007 criou condições para tais empreendimentos, mas deve-se entender que parcela importante destes foi adquirida por consumidores de maior poder aquisitivo que o estão fazendo, não como uma necessidade de aquisição de imóveis para residirem, mas para investimentos especulativos. De tal modo que, ao invés de concentrarem seus recursos em investimentos produtivos, optam pela continuidade do processo de especulação imobiliária. E tem sido para este mercado consumidor que as principais incorporadoras e construtoras de Londrina têm atuado.

3.5 Os Resíduos

3.5.1 A Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos

A carência de saneamento básico, especialmente da disposição final adequada dos resíduos, repercute diretamente sobre a qualidade da vida de um município. Sendo assim, cabe ao poder público o exercício do planejamento municipal considerando a questão dos resíduos sólidos como um instrumento do desenvolvimento político, social e de sustentabilidade econômica e ambiental. Para tanto, deve-se realizar a caracterização, bem como a definição da composição dos resíduos sólidos gerados no município, através de levantamentos, estudos e pesquisas, que identifiquem a população atendida pelos serviços de limpeza e coleta, a fim de quantificar a geração *per capita*, sua regularidade e frequência e, ainda, levantar a eficiência dos equipamentos e recursos humanos utilizados na realização destes serviços.

Porém, verifica-se que a solução dos problemas relacionados à limpeza urbana e coleta de resíduos exige esforços conjuntos dos cidadãos e da municipalidade, cabendo à prefeitura a maior parcela, já que dispõe de meios para educar a população, difundir e intensificar práticas sanitárias e impor ao público obrigações que facilitem o trabalho oficial e ajudem a manter limpa a cidade.

Levando-se em consideração a necessidade de organização, ampliação e intensificação das práticas sanitárias por parte do poder público, observa-se que o estabelecimento do gerenciamento integrado de resíduos, conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento para coleta, separação, tratamento e disposição adequada dos resíduos, irá permitir que a municipalidade defina a melhor combinação de soluções necessárias, compatíveis às condições do município.

Na definição de saneamento básico contida na Lei Federal nº. 11.445, de 2007, é dada ênfase às questões relacionadas ao lixo doméstico e originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. Contudo, devido à questão dos resíduos sólidos do município estar ligada diretamente à sustentabilidade ambiental,

qualidade da água e saúde da população, é feita uma caracterização geral dos resíduos sólidos, utilizando como base dados secundários disponíveis.

O Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade de Londrina aparece nesse contexto com o intuito de diagnosticar o atual sistema de limpeza pública, coleta e destinação de resíduos da cidade, classificando fisicamente os resíduos gerados, caracterizando o sistema de coleta e demonstrando algumas técnicas utilizadas para remoção do material coletado, desde a sua geração até seu destino final (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2008).

3.5.2 A Classificação dos Resíduos

Definem-se resíduos sólidos como restos das atividades humanas, consideradas pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. São o conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas domésticas, comerciais, industriais, de serviços de saúde ou aqueles gerados pela natureza, como folhas, galhos, terra, areia, que são retirados das ruas e logradouros pela operação de varrição e enviados para os locais de destinação ou tratamento. Geralmente apresentam-se em estado sólido, semissólido ou semilíquido com conteúdo líquido insuficiente para que este líquido possa fluir livremente. Os resíduos podem ser classificados de acordo com a sua natureza física em secos ou molhados, sua composição química em orgânicos ou inorgânicos, como também pelos riscos potenciais ao meio ambiente em perigosos, não inertes e inertes. Normalmente os resíduos são definidos segundo sua origem e, classificados de acordo com o seu risco em relação ao homem e ao meio ambiente, em resíduos urbanos e resíduos especiais.

Segundo a Norma Brasileira de Resíduos Sólidos NBR 10004 de 2004 (ABNT, 2004), que estabelece a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto a riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, pode-se verificar que, dentre outros aspectos, é considerado Resíduo Perigoso, Classe I, aquele que apresentar em sua composição propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podendo apresentar assim, risco à saúde pública e que de

alguma maneira contribua para um aumento tanto da mortalidade quanto da incidência de doenças ligadas à proliferação de agentes transmissores como moscas, ratos, mosquitos, baratas, entre outros, quanto na incidência de riscos ambientais, formação de fumaças e líquidos (chorume) que poluem o ar, a água e o solo.

No que se refere à Classe II da NBR 10004, considerados Não-Perigosos, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água. Os Inertes, ao serem dissolvidos apresentam concentrações abaixo dos padrões de potabilidade, quando expostos a testes de solubilidade em água destilada, excetuando-se aqui aspectos como cor, turbidez e sabor.

Os resíduos sólidos também podem ser classificados, de acordo com sua origem, em (D'ALMEIDA, 2000):

- a) Domiciliar - É aquele originário da vida diária das residências, da própria vivência das pessoas. O lixo domiciliar pode conter qualquer material descartado, de natureza química ou biológica, que possa por em risco a saúde da população e o ambiente. Dentre os vários tipos de resíduos, os domiciliares representam sério problema, tanto pela sua quantidade gerada diariamente quanto pelo crescimento urbano desordenado e acelerado. Ele é constituído principalmente por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens;
- b) Comercial - É oriundo dos estabelecimentos comerciais, tais como, supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes e outros. O lixo destes estabelecimentos tem forte componente de papel, plásticos, embalagens diversas e resíduos resultantes dos processos de higiene dos funcionários, tais como, papéis toalha, papel higiênico, etc.;
- c) Público - É oriundo dos serviços de limpeza pública, incluindo os resíduos de varrição de vias públicas e logradouros, podas arbóreas, feiras livres, corpos de animais, bem como da limpeza de galerias e bocas de lobo, córregos e terrenos;

- d) Serviços de Saúde - São resíduos sépticos, que contêm ou podem conter germes patogênicos, oriundos de hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, postos de saúde e outros. Composto por agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos ou tecidos removidos, meios de culturas e animais utilizados em testes científicos, sangue coagulado, remédios com prazo de validade vencido, etc.;
- e) Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários - São resíduos que também podem potencialmente conter germes patogênicos oriundos de outras localidades, cidades, estados ou países, que são trazidos a estes através de materiais utilizados para higiene e restos de alimentação que podem ocasionar doenças. Os resíduos assépticos destes locais também são semelhantes aos resíduos domiciliares desde que coletados separadamente e não entrem em contato direto com os resíduos sépticos;
- f) Industrial - É oriundo de diversos segmentos industriais, da indústria química, da metalúrgica, de papel, da alimentícia e outras. Este tipo de resíduo pode ser composto por diversas substâncias, tais como cinzas, lodo, óleos, ácidos, plásticos, papéis, madeiras, fibras, borrachas, tóxicos, etc. É nesta classificação, segundo a origem, que se enquadram a maioria dos resíduos da Classe I – Perigosos, pela NBR 10004. Normalmente, representam risco ambiental;
- g) Agropecuário - Oriundo das atividades agropecuárias, como embalagens de adubos, defensivos e rações, tais resíduos recebem destaque pelo alto número em que são gerados, destacando-se as enormes quantidades de esterco de animais gerados nas fazendas de pecuária extensiva;
- h) Entulho - São os resíduos da construção civil, oriundos de demolições e restos de obras, bem como solos de escavações, etc. É geralmente material inerte, passível de reaproveitamento. Porém pode conter materiais que podem lhe confirmar toxicidade, como restos de tintas e solventes, peças de amianto e diversos metais.

Com relação ao gerenciamento dos resíduos descritos, a prefeitura é responsável pelos resíduos domiciliares e comerciais, gerados em pequenas

quantidades, e públicos. Os demais resíduos são de responsabilidade do gerador. O município é responsável por definir os limites de pequeno e grande gerador de resíduos. Conforme Decreto Estadual do Paraná nº 6.674 de 2002 (ESTADO DO PARANÁ, 1999), que aprova o regulamento da Lei Estadual 12.493 de 1999 (ESTADO DO PARANÁ, 1999), são considerados Resíduos Sólidos Urbanos os provenientes de residências ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana.

Na cidade de Londrina, o decreto nº 769, de 23 de setembro de 2009 (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2009), instituiu o Programa de Gerenciamento Municipal de Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos, cujo objetivo é o cumprimento da legislação, quanto à redução da produção, transporte e destinação final adequada dos resíduos, bem como iniciar o processo de fechamento do aterro municipal, evitando o agravamento dos problemas ambientais decorrentes da inadequação e incapacidade de recebimento dos resíduos orgânicos e rejeitos neste aterro, potencializados pelos riscos aeronáuticos decorrentes da proximidade do aterro junto ao aeroporto da cidade, e a regulamentação do exercício das responsabilidades dos geradores comerciais, transportadores e receptores. Assim, todos os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a separação, a reciclagem, a compostagem e a destinação final adequada, prioritariamente destinando os resíduos gerados novamente ao ciclo produtivo, através da reciclagem, reuso, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação e normas técnicas. Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem. Os demais resíduos, dentre os resíduos de saúde, construção civil, perigosos em geral, industriais e recicláveis, serão regulados em norma específica. Os resíduos recicláveis deverão ser encaminhados, preferencialmente, à cooperativa de recicladores devidamente cadastrada junto ao município, em consonância com o disposto na Lei Federal 11.445/2007.

3.5.3 A Geração de Resíduos

A transformação da matéria orgânica e a produção de resíduos fazem parte integrante da vida e da atividade humanas. A geração de resíduos depende de diversos fatores, variando de acordo com questões culturais, nível e hábito de consumo, renda e padrão de vida da população, clima e características de sexo e idade dos grupos populacionais (BIDONE, 1999).

Com as transformações sofridas pela população, com sua concentração no meio urbano adicionada aos padrões de industrialização e consumo, houve significativo aumento na geração de resíduos sólidos das mais variadas naturezas: os biodegradáveis que são os resíduos que se decompõem, podendo ser utilizados como fertilizantes, como restos de alimentos; os não biodegradáveis, recalcitrantes, que são resíduos compostos por produtos químicos que, por não serem excretáveis, apresentam característica de acumulação progressiva nos organismos; os xenobióticos, que são resíduos contaminantes químicos alimentares como agrotóxicos, aditivos, entre outros. Isso acarretou um processo de degradação ambiental, influenciando na qualidade de vida do homem. Estes resíduos gerados trazem problemas diretos e indiretos. Os diretos são devido ao seu depósito a céu aberto que pode ocasionar poluição do solo, ar, água e visual. Os indiretos são decorrentes dos custos e esgotamento de fontes de matéria-prima, da dificuldade de obtenção de água apropriada ao uso e de encontrar áreas para implantação de aterros sanitários, escassez e custo crescente da energia e, também, incômodos ocasionados à população (ROTH, 2008).

Apesar da constatação do problema, suas causas ainda não receberam a devida importância. E a principal causa é o padrão de consumo indiscriminado que é adotado na maioria dos países. O processo de consumo manifesta-se na face da descartabilidade, do desperdício, da geração de necessidades artificiais e dos resíduos não reciclados que contaminam o meio ambiente e degradam a qualidade de vida (ZANETI, 2002).

A geração de resíduos sólidos está diretamente ligada aos padrões culturais, renda e hábitos de consumo da sociedade, sendo este último uma das principais causas da grande quantidade de resíduos, resultado de uma sociedade

que transforma supérfluos em necessidades por meio de um consumo desmedido. Muitos representantes das indústrias e do comércio ainda não se encontram muito preocupados com o problema, pois ainda utilizam embalagens inadequadas, desperdiçando material e provocando, conseqüente, degradação ambiental.

No Brasil a geração de resíduos sólidos domiciliares é de cerca de 0,6 kg/habitante.dia e mais 0,3 kg/habitante.dia de resíduos de varrição, limpeza de logradouros e entulhos (ZVEIBIL, 2001). Na ausência de dados mais precisos, a geração *per capita* pode ser estimada com base em dados aproximados, sendo para cidades grandes a faixa considerada de 0,80 a 1,00 kg/habitante.dia de resíduos urbanos (domiciliar, público e entulho) (ZVEIBIL, 2001).

A geração total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas, o que representa um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 3,7%. Houve um aumento de 4,4% na quantidade de RSU coletados em 2013 relativamente a 2012. A comparação deste índice com o crescimento da geração de RSU mostra uma discreta evolução na cobertura dos serviços de coleta, chegando a 90,4%, com um total de 69.064.935 toneladas coletadas no ano (ABRELPE, 2013).

Ao se buscar a sustentabilidade e a redução da degradação ambiental provocada pela atividade humana, é necessário readequar a sociedade e seus setores com relação às práticas de produção e consumo. Quanto aos resíduos, deve-se perseguir a sua Redução, sua Reutilização e sua Reciclagem, ou seja, uma mudança de comportamento é necessária, procurando reutilizar o máximo e recuperar a matéria-prima utilizada nas embalagens que são colocadas no lixo comum. Além disso, o tratamento dos resíduos que não são passíveis de reutilização e recuperação deve ocorrer de forma adequada, bem como sua disposição em locais seguros quando não é possível sua reutilização. É necessária a ampliação da cobertura dos serviços relacionados aos resíduos e dos programas de educação ambiental da população para que tais procedimentos ganhem alcance suficiente de forma a impactar a recuperação do meio ambiente do planeta.

3.5.4 Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD)

Os resíduos da construção civil são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira e outros.

A resolução nº. 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o instrumento legal determinante no que se refere aos resíduos da construção civil. Ela foi alterada pela resolução nº. 348/2004 que, juntas, definem quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto a sua geração e destinação.

Os resíduos, conforme as referidas resoluções, são classificados em:

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

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

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;

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

2) Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

3) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como fibras de vidro e neoprene;

4) Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos, e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Em linhas gerais, os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são gerados em três etapas distintas, durante a construção, a manutenção e a demolição. Desastres naturais como terremotos, furacões, enchentes e mais recentemente a Tsunami no Japão em março de 2011, constituem outra fonte geradora de RCD. A indústria da construção civil destaca-se como uma grande geradora de resíduos, e, sua quantidade é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade, resultado da maior atividade econômica e dos hábitos de consumo decorrentes, espaços para trabalho, moradia e lazer (SCHNEIDER, 2003).

Três formas podem ser utilizadas para a mensuração deste contingente de RCD: por área construída, pela movimentação de cargas em coletores e pelo monitoramento de descargas (PINTO, 1999). Devido à falta de fiscalização eficiente, esse último é de difícil realização, pois é facilmente camuflado no ambiente urbano. A quantidade de RCD gerada é elevada em grande parte dos países, variando de 136 a 3.658 kg/habitante/ano (JOHN, 2000 e PINTO, 1999) e estima-se que representem de 13 a 80%, em massa, dos resíduos sólidos urbanos gerados (ÂNGULO, 2000).

Os RCD possuem características bastante peculiares. Por serem produzidos num setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, características como composição e quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria de construção local, da qualidade da mão-de-obra, das técnicas construtivas empregadas, da adoção de programas da qualidade, etc. Dessa forma, a caracterização média desse resíduo está condicionada a parâmetros específicos da região geradora do resíduo analisado (SILVA, 2014).

O resíduo se apresenta na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção, como a da areia e a da brita, como em formatos e dimensões irregulares. Na composição dos RCD predomina a fração mineral, porém, é importante ressaltar que este conjunto apresenta uma grande diversidade de matérias-primas, técnicas e metodologias empregadas na construção civil que afetam as características dos resíduos gerados

e influenciam sua composição química. A variabilidade na sua composição apresenta ainda características diferentes entre países, estados, cidades e até mesmo entre os bairros de uma mesma cidade (BERNARDES, 2006).

É fundamental ressaltar a importância de classificar ou conhecer a fonte geradora desse resíduo, se de construção, reforma, demolição ou desastres naturais, e ainda, o porte da obra sem deixar de mencionar a tipologia da construção, industrial, residencial, comercial ou outra. Embora os resíduos de construção sejam similares aos resíduos de demolição, os primeiros são mais limpos, pois ainda não foram submetidos a pinturas ou misturados a outras substâncias de tratamento de superfícies, que podem percolar pelo solo, contaminando-o (SILVA, 2014). Os RCD são de baixa periculosidade, contudo, o maior impacto se dá pelo volume gerado e o descarte aleatório e ilegal (PINTO, 1999). Desta forma, ficam evidentes seus efeitos negativos sobre as malhas urbanas, como o surgimento de aterros clandestinos, entupimentos de sistemas de drenagens, assoreamento de rios, dentre outros, contribuindo para um alto custo social e econômico para as cidades de médio e grande porte (PINTO, 1999; ÂNGULO, 2000). Quando não permitem a recuperação ou reabilitação da área, os resíduos gerados causam impacto ambiental, pois aumentam a necessidade de ocupação do solo para a deposição deste material. Tal solo poderia ser ocupado para outras atividades. Comprometem ainda a segurança da população, que muitas vezes é compelida a dividir as pistas de rolamento com os automóveis, pois as calçadas estão tomadas por resíduos descartados indevidamente.

Nos dias de hoje, o ato de descartar materiais na natureza pode ser considerado crime ambiental (SILVA, 2014). A alarmante situação de degradação ambiental tem tomado a cena dos debates nos últimos anos. Na arquitetura e na engenharia, como de resto em todas as outras áreas, as investigações sobre o uso de novos materiais oriundos da reutilização de outros tem contribuído para um melhor desempenho energético das edificações, diminuindo sua demanda de energia.

Sendo assim, a proposição de novos materiais projetados e construídos pela reutilização de resíduos industriais não reaproveitáveis, é forte contribuição para a solução dos problemas de sustentabilidade econômica e ambiental para a arquitetura e a engenharia, bem como para o setor da construção civil.

3.6 A Reciclagem dos Resíduos de Construção

3.6.1 A Alternativa da Reciclagem

Os resíduos de construção se apresentam na forma sólida, com características físicas variáveis, que dependem do seu processo gerador, podendo apresentar-se tanto em dimensões e geometrias já conhecidas dos materiais de construção, como a da areia e a da brita, como em formatos e dimensões irregulares em pedaços de madeira, argamassas, concretos, plástico, metais, etc.

Praticamente todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil são geradoras de resíduos. No processo construtivo, o alto índice de perdas do setor é a principal causa de geração de resíduos. Embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, a quantidade gerada corresponde, em média, a 50% do material desperdiçado.

Já nas obras de reformas a falta de uma cultura de reutilização e reciclagem é a principal causa de geração de resíduo pelas demolições do processo.

Nas obras de demolição propriamente ditas, a quantidade de resíduo gerado não depende dos processos empregados ou da qualidade do setor, pois se trata do produto do processo, e essa origem, sempre existirá.

Reciclar o resíduo, independentemente do uso que a ele for dado, representa vantagens econômicas, sociais e ambientais, tais como economia na aquisição de matéria-prima devida a substituição de materiais convencionais pelo resíduo reciclado e diminuição da poluição gerada e suas consequências negativas como enchentes e assoreamento de rios e córregos, além de preservação das reservas naturais de matéria-prima.

Há algum tempo o dicionário deixou de oferecer uma definição clara e precisa sobre o significado de entulho. No Brasil, país com dimensões continentais, os resíduos de construção são conhecidos como entulho, caliça ou metralha. Assim, entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira e outros, provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

O resíduo de construção compõe-se, portanto, de restos e fragmentos de materiais, enquanto o de demolição é formado apenas por fragmentos, tendo por isso maior potencial qualitativo, comparativamente ao resíduo somente de construção. O processo de reciclagem do resíduo, para a obtenção de agregados, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis, a trituração em equipamentos apropriados e sua classificação por peneiramento.

Numa linguagem mais técnica, o Resíduo da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduo da Construção Civil (RCC) é todo resíduo gerado no processo construtivo, de reforma, escavação ou demolição.

Os resíduos predominantemente encontrados, que são recicláveis para a produção de agregados, pertencem a dois dos três grupos abaixo descritos (ABRECON, 2015):

- a) Grupo I - Materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa; blocos de concreto;
- b) Grupo II - Materiais cerâmicos: telhas; manilhas; tijolos; azulejos;
- c) Grupo III - Materiais recicláveis para outros fins: solo; metal; madeira; papel; plástico; matéria orgânica; vidro e isopor.

Dos materiais do Grupo III, alguns são passíveis de serem selecionados e encaminhados para outros usos. Assim, embalagens de papel e papelão, madeira e mesmo vidro e metal podem ser recolhidos para reutilização ou reciclagem. Em algumas usinas de reciclagem o gesso é enviado a cimenteiras para mistura.

Porém os resíduos são mais do que isso, são desenvolvimento sustentável, oportunidade de trabalho e de negócio, preservação ambiental. Por outro lado, são também dos grandes vilões do ambiente urbano.

Os resíduos acumulados são vetores de doenças como a dengue, febre amarela e chamarizes de insetos e roedores. Descartados indiscriminadamente em rios, córregos e represas, elevam o seu leito, provocando assoreamento, culminando com enchentes e riscos de desabamento de residências próximas.

A quantidade de resíduos descartada reflete o momento opulento da economia. Sem mecanismos e ferramentas para geri-los, os resíduos se tornam um problema caro para o poder público municipal, responsável pelo serviço de coleta. Isto é o resultado de uma receita que tem como ingredientes a falta de educação e informação da população para o problema, a incapacidade do poder público local

em fiscalizar e a dificuldade dos órgãos ambientais em ofertar estruturas que recebam resíduos desta natureza. Certamente os RCD hoje merecem atenção dos órgãos fiscalizadores, principalmente os municipais.

A reciclagem desses resíduos, entretanto, poupa as florestas, reduzindo a extração de pedras de pedreiras sob grandes áreas verdes, poupa as águas, evitando que os resíduos sejam descartados em rios, riachos, represas e mares e ainda gera trabalho e renda.

A introdução deste conceito na construção civil visa reduzir as emissões de gases efeito estufa do setor. De acordo com o *Green Building Council Brasil*, uma ONG que visa fomentar a indústria de construção sustentável no Brasil, a construção civil é responsável por 1/3 dos gases lançados na atmosfera em todo o mundo. Em porcentagem, isto significa algo em torno de 25% a 30%, sendo um dos setores que mais poluem no planeta. No Brasil os RCD podem ainda abarcar mais de 20% da mão de obra egressa de lixões e aterros controlados.

O segmento da reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil ainda é incipiente. A reciclagem deste resíduo é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em grande parte pela escassez de recursos naturais que aqueles países têm.

Uma característica vital para a reciclagem de RCD no país é o entrosamento com as questões ambientais e a abordagem preservacionista que a atividade agrega. Ser sustentável garante ao setor um crescimento acima do esperado e ainda facilita as negociações com órgãos públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros.

Ser sustentável significa que, no processo como um todo não se utilizem, em nenhuma hipótese, recursos naturais como pedreiras, cascalhos, terra ou material congênere.

A reciclagem, além de contribuir para a limpeza da cidade, poupa os rios, as represas, os terrenos baldios, o esgoto sanitário, alivia o impacto nos aterros sanitários e lixões e até ameniza alagamentos e enchentes, uma vez que o resíduo não vai parar em bueiros e não impermeabiliza o solo (ABRECON, 2015).

Além de ser uma opção em relação às demais, a reciclagem de resíduos apresenta várias vantagens potenciais em relação às demais opções, do ponto de vista da sustentabilidade. No entanto, a vantagem ambiental de um processo de

reciclagem somente pode ser dada como certa após análise específica através de ferramentas como a Análise do Ciclo de Vida (ACV) (JOHN, 2000).

Um dos graves riscos, quando se produzem materiais a partir de resíduos, é a contaminação ambiental interna e externa das construções que usam esses resíduos, seja pela contaminação da água, radiação ou pela volatilização de frações orgânicas (VAN DER ZWAN, 1991).

Não obstante os benefícios ambientais há, também, o retorno social. A atividade tem o potencial de expandir a geração de trabalho e de renda. Com um trabalho planejado e organizado, a implantação de uma usina de reciclagem de RCD pode gerar benefícios sociais para a cidade, e ainda dar retorno financeiro relativamente alto, com a comercialização da “matéria prima” e a venda dos produtos.

3.6.2 Os Produtos da Reciclagem dos Resíduos da Construção

A reciclagem de RCD é, de forma simplificada, um beneficiamento mineral. O beneficiamento mineral é um conjunto de operações unitárias com o objetivo de se obter características específicas de uma matéria-prima como separação dos seus constituintes minerais, adequação de tamanho, etc. Estas operações unitárias são classificadas em quatro tipos: de redução, de classificação, de concentração e auxiliares (CHAVES, 1996; SANT’AGOSTINHO; KANH, 1997; LUZ et al., 1998).

As operações de redução, também conhecidas como de cominuição, são utilizadas normalmente para se adequar o tamanho das partículas para a utilização ou para as operações subsequentes. As operações de classificação separam as partículas pelo seu tamanho através de peneiras e classificadores (WILSON, 1996; CHAVES, 1996; LUZ et al., 1998).

As operações de concentração são empregadas quando existem várias espécies minerais presentes e se tem por objetivo aumentar o teor de mineral útil. Esta concentração pode ser realizada por diferentes propriedades físicas dos minerais como densidade, cor, forma, propriedades elétricas, propriedades magnéticas e outras. Diversas operações unitárias auxiliares podem ser utilizadas

como catação, separação magnética, separação em meio denso e flotação, dentre outros (CHAVES, 1996; LUZ et al., 1998; HANISCH, 1998).

Os subprodutos da reciclagem de RCD são os blocos de concreto para vedação, cascalhos para pavimentação de ruas, contrapiso e material para drenagens, contenção de encostas, bancos e mesas para praças, guia e tampas para bueiros, tubo para esgotamento e uma série de detalhes fabricados com concreto e pedra virgens que são também produzidos com agregado reciclado. A comparação técnica não o faz menos eficiente do que o agregado convencional, à exceção do uso em estruturas. Comparação já feita em meados de 2008 por técnicos e estudantes da área de engenharia e arquitetura mostrou que o produto reciclado tem uma consistência igual ao produto convencional, ou seja, mesmas características de medida, peso e durabilidade. A Tabela 04 abaixo mostra alguns usos recomendados para os agregados reciclados (ABRECON, 2015). Ela mostra resíduos provenientes somente da britagem do concreto.

Tabela 04 - Usos recomendados para agregados reciclados

Imagem	Produto	Características	Uso recomendado
Areia reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de artefatos de concreto, como blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, entre outros.
Brita reciclada	Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica corrida	Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm.	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, além de regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico de terrenos.
Rachão	Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.	Obras de pavimentação, drenagens e terraplenagem.

Fonte: Urbem Tecnologia Ambiental
<http://www.abrecon.com.br/Conteudo/8/Aplicacao.aspx>

3.6.3 As Possibilidades de Usos para o Agregado Reciclado

Dentre as várias possibilidades, a reciclagem de RCD pode ser aplicada para diversos fins como camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados de blocos e meio-fio, camadas drenantes, dentre outros.

Pesquisas estudam o agregado de concreto para utilização em novos concretos e apontam bons resultados técnicos e de custo (TAM, 2008). O agregado de cerâmica vermelha foi utilizado para fazer novos tijolos (REIS, 2006). Ele também se revelou num ingrediente de sucesso de argamassa (SILVA, 2006). A reciclagem de misturas betuminosas, principalmente da demolição de estradas, tem sido exaustivamente estudada (BAPTISTA, 2006). Também se salientam o emprego do RCD em pavimentação de novas vias (BASTOS et al., 2004).

Em 2004 foram publicadas cinco normas pela ABNT, NBR 15112 a 15116, relativas às áreas de aterro de inertes, áreas de transbordo, áreas de reciclagem, execução de pavimentos com agregados reciclados e requisitos dos agregados reciclados para uso em pavimentos e concreto não estrutural.

A NBR 15112/2004 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ABNT, 2004).

A NBR 15113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil Classe A e de resíduos inertes; visa a preservação de materiais de forma segregada, possibilitando uso futuro ou, ainda, a disposição destes materiais com vistas à futura utilização da área; visa também a proteção das coleções hídricas superficiais ou subterrâneas próximas, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas (ABNT, 2004).

A NBR 15114/2004 – Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação: Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de área de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A; aplica-se na reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados com características para a aplicação em obras de infra-estrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas (ABNT, 2004).

A NBR 15115/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos: Estabelece critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado “agregado reciclado”, em obras de pavimentação (ABNT, 2004).

A NBR 15116/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e reparo de concreto sem fundação estrutural – Requisitos: Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil que se destinam a obras de pavimentação viária e preparo de concreto sem função estrutural (ABNT, 2004).

A dificuldade para qualquer aplicação está no controle da variabilidade das características físicas ou na presença de impurezas e contaminantes (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

Para uso em argamassas demonstrou-se que as propriedades de absorção de água e teor de finos $< 0,075$ mm são as principais causadoras de variabilidade de desempenho (MIRANDA, 2005). Como exemplo, têm-se duas amostras de areia reciclada mista de uma mesma usina, uma com 7% de absorção de água e de teor de finos < 75 μ m, enquanto a outra tem 15% dessas mesmas propriedades. Ambas estão dentro dos limites da NBR 15116, mas são duas areias de desempenhos bem diferentes; a primeira certamente com qualidade superior à segunda, conforme demonstrado mediante ensaios mecânicos em argamassas e desempenho de revestimentos de paredes (MIRANDA, 2000).

Para uso em concreto, demonstrou-se (ZORDAN,1997; LEITE, 2001; ÂNGULO, 2005) que a porosidade do agregado graúdo reciclado, determinada indiretamente pela absorção de água, também afeta significativamente as propriedades físicas e mecânicas do concreto, inclusive no estado fresco, incluindo sua durabilidade (LEVY, 1997). Outras pesquisas têm sido realizadas para adaptar ou inovar o método de caracterização dessa propriedade (DAMINELI, 2007; DIAS, 2004; LEITE, 2001). Mesmo que os agregados atendam aos limites definidos pela NBR 15116 e não exista o risco de desempenho, a presença de pequenos pedaços de papel ou madeira pode ser suficiente para que determinada construtora deixe de consumir o agregado reciclado.

Para uso em pavimentos, os agregados reciclados podem não atender aos limites granulométricos impostos. Na obra do campus da USP Zona Leste, em São Paulo, observou-se uma variação significativa do CBR (CBR é a medida de resistência à penetração de uma amostra compactada) e do teor de finos $< 0,42$ mm da brita corrida reciclada que, em alguns casos, impedia sua utilização como base de pavimento (LEITE, 2007). Ainda para uso do agregado reciclado em pavimento, a variabilidade pode ser reduzida estabilizando-se com aglomerante (MOTTA, 2005) ou empregando-se energia de compactação mais intensa (LEITE, 2007), que promove quebra dos agregados reciclados e altera sua granulometria. Uma alternativa para reduzir a variabilidade das propriedades físicas e mecânicas da brita corrida reciclada e para aumentar o valor do CBR, compondo-se a curva granulométrica por frações separadas de areia, pedrisco, brita e rachão, seguindo a curva granulométrica proposta pelo DNER foi proposta. Entre outros resultados obtidos cita-se o CBR, que chegou a triplicar de valor e a reduzir seu coeficiente de variação médio de 36,31% para 9,65%, quando se aplicou a técnica de controle granulométrico (SILVA; MIRANDA, 2008).

Apresentam-se a seguir algumas possibilidades de utilização dos produtos de reciclagem dos resíduos e as vantagens específicas de cada um. Também são apresentadas considerações gerais sobre a adequação do reciclado a alguns serviços de construção.

3.6.3.1 Utilização em Pavimentação

A forma mais simples de reciclagem do resíduo é a sua utilização em pavimentação, base, sub-base ou revestimento primário, na forma de brita corrida ou ainda em misturas do agregado reciclado com solo. A aplicação do reciclado em pavimentação é uma daquelas em que se obtêm os melhores resultados, superiores em muitos casos aos obtidos com o agregado convencional. Há conhecimento do meio técnico para a aplicação do reciclado neste serviço com qualidade e segurança.

Vantagens: é a forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia, o que implica menor custo do processo; permite a utilização de todos os componentes minerais do resíduo, tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras e outros, sem a necessidade de separação de nenhum deles; economia de energia no processo de moagem do resíduo, em relação à sua utilização em argamassas, uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas; possibilidade de utilização de uma maior parcela do resíduo produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem e trituração; maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos (aqueles que mantêm a estrutura original da rocha-mãe, inclusive veios intrusivos, fissuras e xistosidade, mas perderam a consistência da rocha) em relação à mesma adição feita com brita (enquanto a adição de 20% de resíduo reciclado ao solo saprolítico gera um aumento de 100% do CBR, nas adições de brita natural o aumento do CBR só é perceptível com dosagens a partir de 40%).

Processo de Produção: o resíduo que pode ser usado sozinho ou misturado ao solo, deve ser processado por equipamentos de britagem e trituração até alcançar a granulometria desejada, e pode apresentar contaminação prévia por solo, desde que em proporção não superior a 50% em peso; o solo empregado na mistura com o agregado reciclado deve ser classificado de acordo com a Metodologia MCT, especificada pela Norma P01 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Pesquisas avaliam os resultados de ensaios de dosagens da mistura agregado-solo e as variações da capacidade de suporte, da massa específica

aparente máxima seca, da umidade ótima e da expansão (BODY, 1997). O resíduo ou a mistura pode, então, ser utilizado como reforço de subleito, sub-base ou base de pavimentação, considerando-se as seguintes etapas: abertura e preparação da caixa (ou regularização mecânica da rua, para o uso como revestimento primário); corte e/ou escarificação e destorroamento do solo local (para misturas), umidecimento ou secagem da camada, homogeneização e compactação.

3.6.3.2 Utilização como Agregado para o Concreto não Armado

O resíduo processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais, areia e brita. O reciclado produzido atualmente no país não apresenta uniformidade e não atende às exigências quanto a características físicas e químicas que garantam sua qualidade e durabilidade quando aplicado em concretos estruturais.

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

Desvantagens: a presença de faces polidas em materiais cerâmicos, como pisos, azulejos e outros, interfere negativamente na resistência à compressão do concreto produzido; consumo de água em quantidade bastante superior devido à grande absorção deste tipo de resíduo.

Este tipo de concreto pode ser preparado com reciclado produzido atualmente, porém deve-se considerar a alta taxa de absorção dos agregados e

consequentemente do concreto ao se determinar o serviço em que será utilizado, bem como seu traço. Em alguns serviços com exposição a altas taxas de umidade, como contrapisos e calçadas, deverão ser tomados cuidados para evitar problemas de durabilidade, aumento das espessuras, redução da distância entre juntas e outros.

Com o avanço da reciclagem e produção de reciclados de classes diferentes, poderão ser encorajados usos em concretos armados de baixa responsabilidade estrutural em serviços com baixa probabilidade de corrosão das armaduras, baixa umidade, peças revestidas e outros.

3.6.3.3 Utilização como Agregado para a Confecção de Argamassas

Após ser processado por equipamentos denominados argamasseiras, que misturam o resíduo, na própria obra, em granulometrias semelhantes às da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

Pode-se preparar argamassa de assentamento com o reciclado produzido atualmente no Brasil. O material confere boa resistência mecânica e aderência, mas ainda há carência de informações sobre outras propriedades e quanto à durabilidade, para que se apliquem argamassas de assentamento com reciclado com total segurança. Por isso não se indica, por exemplo, sua aplicação em alvenaria estrutural. Pela alta taxa de absorção do reciclado não se indica o uso de argamassas com o material em locais sujeitos a umidade ou onde é necessária impermeabilização.

Com o avanço das pesquisas e a melhoria da qualidade do reciclado, podem ser viabilizados outros usos, como argamassas para alvenaria estrutural. A definição de classes variadas de reciclados pode auxiliar na aplicação do material em argamassas com diferentes funções, com diminuição do risco de patologias. Pode-se aplicar argamassa com reciclado no revestimento de superfícies, principalmente em emboços, porém, faltam informações sobre o comportamento das argamassas com reciclado no estado fresco e endurecido, como aderência, retração e outros. Por isso, alguns usuários utilizam mistura de reciclado com areia convencional, em traços

empíricos, já que faltam ensaios que determinem qual a proporção ótima entre os materiais.

Vantagens: utilização do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte; pode haver efeito pozolânico, que é a reação do material com a cal de hidratação do cimento, que contribui para o aumento de suas propriedades mecânicas; redução no consumo do cimento e da cal; ganho na resistência a compressão das argamassas.

Desvantagem: as argamassas de revestimento obtidas apresentam problemas de fissuração, possivelmente pela excessiva quantidade de finos presentes no resíduo moído pelas argamasseiras.

3.6.3.4 Fabricação de Pré-moldados de Concreto

O concreto com reciclado produzido atualmente pode ser utilizado na produção de pré-moldados de concreto como tijolos maciços, blocos, briquetes, tubos, meio-fio e outros componentes para infraestrutura urbana. Devem ser analisados os efeitos da composição do reciclado e da sua alta taxa de absorção na durabilidade dos componentes. Não se aconselha o uso em peças armadas.

3.6.3.5 Solo-cimento Ensacado (rip-rap)

“Rip-rap” é uma técnica alternativa para estabilização de taludes e contenção de encostas que tem a finalidade de estabelecer o equilíbrio da encosta pelo elevado peso próprio do agregado ali depositado. A utilização de agregado é indicada, pois reduz o consumo de recursos naturais não renováveis, além de poder ser obtido na granulometria necessária. Pode ser utilizado reciclado com algum grau de impureza, o que facilita o uso do material produzido atualmente nas recicladoras públicas. O uso

de reciclado de melhor qualidade e mais caro deve ser objeto de análise econômica.

3.6.3.6 Camadas Drenantes

Uma camada drenante é executada com misturas que diferem das tradicionais, com elevados índices de vazios, o que permite uma drenagem vertical e horizontal da água. Para esta aplicação o reciclado deve ter composição e granulometria adequados, e não deve conter finos que preencham os poros ou grãos de baixa resistência mecânica ou que se desintegram com exposição à umidade. O reciclado produzido no Brasil deve ser objeto de análise quanto a essas exigências antes de ser aplicado neste serviço. O uso de reciclado de melhor qualidade e, possivelmente mais caro, também deve ser objeto de análise de viabilidade econômica.

3.6.3.7 Cobertura de Aterros

As camadas de cobertura das células dos aterros funcionam como um isolante entre a massa de resíduos e o ambiente externo. Esta camada também é responsável por evitar a entrada de água na massa de resíduos, bem como, a saída de gases para a atmosfera. Quando aplicado sobre o solo e compactado adequadamente, o agregado reciclado pode apresentar bom comportamento, formando camada com relativa coesão e mais resistente a esforços e a danos causados por chuvas que o solo normalmente utilizado. Deve-se analisar o fator econômico antes de se aplicar o reciclado aqui.

3.6.3.8 Outros Usos

Os agregados podem ser também utilizados como cascalho de estradas, para preenchimento de vazios em construções, preenchimento de valas de instalações e reforço de aterros. Outras aplicações em condições particulares devem ser objeto de análises específicas.

A adequação de resíduos reciclados, por parte das construtoras, aos serviços por elas ofertados, depende do grau de controle da qualidade do processo de reciclagem utilizado. Assim, a adequação do reciclado produzido atualmente no país pelas centrais de reciclagem públicas e privadas deve considerar a necessidade de produção se utilizando de processos mais sofisticados, ainda não implementados.

Como se vê, no Brasil, o emprego se limita a concretos não estruturais, o que interfere nas condições de produção de agregados com melhores características tecnológicas por inexistirem diretrizes que conduzam à certificação e ao emprego mais valorizado. Os agregados contribuem com cerca de 80% do peso e 20% do custo do concreto estrutural, sem aditivos (BAUER, 1994 apud MELO, 2011), aspectos que justificam a produção de agregado reciclado para a utilização em concretos, devendo-se antever as mesmas aplicações dos agregados naturais.

A extração dos agregados naturais é regulada pela viabilidade técnica e econômica do recurso obtido. A ausência da recuperação das jazidas, quando do encerramento das atividades, interfere na inserção e comercialização do agregado reciclado, uma vez que, sobre o valor pago pelo agregado natural, deixam de incidir o encargo financeiro correspondente à remediação das jazidas exploradas (MELO, 2011). A lavra predatória com aproveitamento incompleto dos depósitos compreende a exploração futura de reservas e amplia o descompasso econômico em relação ao produto reciclado (GONÇALVES, 2008). A competitividade do agregado reciclado está vinculada à condição de aplicação em canteiros de obra. Esse indicador se vincula a curto, médio e longo prazos, à organização dos empreendimentos produtivos, posicionando-os para a sustentabilidade (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

3.7 A Legislação e as Responsabilidades

3.7.1 Princípios e Leis

Há um conjunto de leis e políticas públicas, além de normas técnicas fundamentais na gestão dos resíduos da construção civil, contribuindo para minimizar os impactos ambientais.

No Brasil, a publicação da Lei nº 6.938, em agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, constituiu o marco inicial das ações para conservação ambiental e incorporação do tema nas atividades de diversos setores da sociedade. A partir daí várias normas e regulamentações passaram a disciplinar a questão ambiental, relacionadas à conservação do meio ambiente, uso dos ecossistemas, educação ambiental, água, patrimônio genético, fauna e flora, entre outras. Outro marco importante para a conservação ambiental no Brasil foi a publicação da Lei de Crimes Ambientais nº 9.605, em fevereiro de 1998, que definiu sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Posteriormente à Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, seguiu-se a Lei de Ação Civil Pública nº 7.347, de 1985, que tutela os valores ambientais, disciplinando a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico.

Na Constituição Federal foi reservado um artigo específico para tratar do meio ambiente, o que demonstra a importância do tema para a sociedade brasileira. O Artigo 225 impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente e exige, na forma da lei, que sejam realizados estudos prévios de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. Diz Artigo 225 – “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à

sadia qualidade de vida...”. Além de um artigo exclusivo para tratar do meio ambiente, o texto constitucional também faz referência ao tema em outros artigos.

No texto constitucional foram atribuídas competências aos entes federados para a proteção ambiental, o que possibilitou a descentralização e permitiu à União, Estados, Municípios e Distrito Federal ampla competência para legislar sobre matéria ambiental. Essas competências estão definidas nos artigos 21, 22, 23 e 24.

No âmbito federal as principais leis, decretos e resoluções são:

Decreto Federal nº 6.514/2008 - Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Regulamenta as Infrações Administrativas referentes à Lei nº 9.605/2008 - Lei de Crimes Ambientais;

Decreto Federal nº 7.404/2010 - Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências;

Lei nº 12.305/2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências;

Resolução CONAMA nº 307/2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;

Resolução CONAMA nº 431/2011 - Altera o art. 3º da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso.

Resolução CONAMA nº 469/2015 - Altera art. 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002.

No âmbito do Estado do Paraná as principais leis e portarias são:

Lei Estadual nº 17.232/2012 - Estabelece diretrizes para coleta seletiva contínua de resíduos sólidos oriundos de embalagens de produtos que compõem a linha branca no âmbito do território paranaense;

Lei Estadual nº 12.493/1999 - Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais;

Portaria nº 167/2012 - Estabelece condições e critérios e dá outras providências, para o licenciamento ambiental de Barracões para Triagem de Resíduos Sólidos Urbanos Não Perigosos.

No âmbito da cidade de Londrina as principais leis, decretos e resoluções são:

Lei Municipal nº 4.806/1991 - Estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente e institui o Fundo Municipal do Meio Ambiente;

Resolução CONSEMMA nº 11/2006 - Regulamenta a correta destinação dos resíduos, estabelecendo a separação dos materiais recicláveis dos demais resíduos;

Decreto Municipal nº 768/2009 - Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportadores de resíduos em geral e dá outras providências;

Decreto Municipal nº 769/2009 - Regulamenta a gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada no Município de Londrina e dá outras providências;

Decreto Municipal nº 770/2009 - Institui o Cadastro de Gestão de Resíduos nos Serviços Públicos e Privados do Município de Londrina;

Decreto Municipal nº 798/2011 - Regulamenta a Lei Municipal nº 10.967, de 26 de julho de 2010, no que se refere à fiscalização do despejo de Resíduos Sólidos;

Decreto Municipal nº 1.050/2009 - Altera dispositivos do Decreto nº 769, de 23 de setembro de 2009, que dispõe sobre a regulamentação da gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada no Município de Londrina;

Lei Municipal nº 10.849/2009 - Fixa normas para o licenciamento ambiental no Município de Londrina, institui taxas relativas ao licenciamento ambiental e dá outras providências;

Lei Municipal nº 11.468/2011 - Institui o Código de Posturas do Município de Londrina;

Lei Municipal nº 11.471/2012 - Institui o Código Ambiental do Município de Londrina.

3.7.2 Políticas Públicas

Entendem-se por Políticas Públicas “o conjunto de ações coletivas voltadas para a garantia dos direitos sociais, configurando um compromisso público que visa dar conta de determinada demanda, em diversas áreas. Expressa a transformação daquilo que é do âmbito privado em ações coletivas no espaço público” (GUARESCHI et al., 2004). A política pública compreende um elenco de ações e procedimentos que visam à resolução pacífica de conflitos em torno da alocação de bens e recursos públicos. Os personagens envolvidos nesses conflitos são denominados “atores políticos”.

Desde 2003, quatro linhas básicas têm determinado o traçado da política ambiental do Brasil. Elas permeiam todas as iniciativas, ações, projetos, planos e programas do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A promoção do desenvolvimento sustentável é a primeira delas. A segunda aborda a necessidade de controle e participação social. A terceira refere-se ao fortalecimento do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). A quarta é o envolvimento dos diferentes setores do Poder Público na solução dos problemas ambientais, incluído no princípio da “transversalidade”. Essas quatro diretrizes têm direcionado as atividades do MMA, com o objetivo da construção de uma política ambiental integrada. Alguns instrumentos para a aplicação das políticas públicas são: a Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002, sobre Gestão dos Resíduos da Construção Civil; o PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat; a Lei Federal nº 9605, dos Crimes Ambientais, de fevereiro de 1998; as leis municipais referidas à Resolução CONAMA. O PBQP-H pretende a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes possam pautar suas ações específicas visando à modernização em tecnologias de organização, de métodos e de ferramentas de gestão, desenvolvimento ou compra de tecnologia, desenvolvimento de processos de produção ou de execução, desenvolvimento de procedimentos de controle e desenvolvimento e uso de componentes industrializados.

3.7.3 As Resoluções CONAMA nº 307, nº 348, nº 431 e nº 469

O destaque entre os instrumentos de políticas públicas apontados é a Resolução CONAMA nº 307 que define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação.

Ao disciplinar os resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307 leva em consideração as definições da Lei de Crimes Ambientais, de fevereiro de 1998, que prevê penalidades para a disposição final de resíduos em desacordo com a legislação. Essa resolução exige do poder público municipal a elaboração de leis, decretos, portarias e outros instrumentos legais como parte da construção da política pública que discipline a destinação dos resíduos da construção civil.

Editada em outubro de 2002, a Resolução nº 307 busca disciplinar a destinação dos resíduos com o estabelecimento de prazos para as adequações que a ela se seguem. Os principais aspectos dessa resolução são os seguintes:

a) Definição: Resíduos da construção e demolição são os provenientes da construção, demolição, reformas, reparos e da preparação e escavação de solo;

b) Princípios: priorizar a não geração de resíduos e proibir a disposição final em locais inadequados, como aterros sanitários, em “bota-foras”, lotes vagos, corpos d’água, encostas e áreas protegidas por lei;

c) Classificação: i) Classe A: alvenaria, concreto, argamassas e solos; ii) Classe B: madeira, metal, plástico e papel; iii) Classe C: produtos sem tecnologia disponível para recuperação (gesso, por exemplo); iv) Classe D: resíduos perigosos, tintas, óleos, solventes etc.;

d) Destinação: i) Classe A: reutilização ou reciclagem com uso na forma de agregados, além da disposição final em aterros licenciados; ii) Classe B: reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário; iii) Classe C: conforme norma técnica específica; iv) Classe D: conforme NBR 10004:2004 (Resíduos Sólidos: Classificação);

e) Responsabilidades: i) Municípios: elaborar Plano Integrado de

Gerenciamento, que incorpore o Programa Municipal de Gerenciamento para geradores de pequenos volumes e Projetos de Gerenciamento em obra para aprovação dos empreendimentos dos geradores de grandes volumes; ii) Geradores: elaborar Projetos de Gerenciamento em obra caracterizando os resíduos e indicando procedimentos para triagem, acondicionamento, transporte e destinação;

f) Prazos: i) Plano Integrado e Programa Municipal: devem estar elaborados até janeiro de 2004 e implementados até julho de 2004; ii) Projetos de Gerenciamento: devem ser apresentados e implementados a partir de janeiro de 2005.

As normas técnicas, também integradas às políticas públicas, representam importante instrumento para a viabilização do exercício da responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos.

A Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004, alterou a Resolução nº 307, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Na Classe D estão agora os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011 alterou o artigo 3º da Resolução nº 307 estabelecendo nova classificação para o gesso. Na Classe B estão agora os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; e na Classe C estão agora os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

Recentemente, a Resolução nº 469, de 29 de julho de 2015, alterou o artigo 3º da Resolução CONAMA nº 307/2002. Na Classe B estão agora os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso. No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida. As embalagens de tintas usadas na construção civil deverão

ser submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequada dos resíduos de tintas nelas presentes.

3.7.4 Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)

O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, é um instrumento do Governo Federal para cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil quando da assinatura da *Carta de Istambul* durante a Conferência do Habitat II em 1996. A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais, a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. O Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras (SIQ – Construtoras), do PBQP-H, prevê, em seu escopo, a necessidade da “consideração dos impactos no meio ambiente dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra, ou seja, entulhos, esgotos e águas servidas, definindo um destino adequado para os mesmos”, como condição para qualificação das construtoras no nível “A”.

A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos.

Dentre os principais resultados esperados estão: tornar o setor de construção civil mais competitivo; reduzir os custos concomitantemente à elevação da qualidade das construções; buscar uma confiabilidade maior dos agentes financiadores e do consumidor final.

A necessidade de gerenciar adequadamente os RCD é também uma das preocupações do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H 2000). O PBQP-H, tem entre seus objetivos, o de promover a modernização do setor da construção civil e melhorar a qualidade do *habitat*. Envolve um amplo

leque de ações, tais como a qualificação de construtoras e de projetistas, a melhoria da qualidade de materiais, a formação e requalificação da mão de obra, a normalização técnica, a capacitação de laboratórios e a aprovação técnica de tecnologias inovadoras, entre outras. As empresas envolvidas no processo de qualificação evolutiva devem comprovar gestão correta dos RCD inclusive sua destinação adequada (PBQP-H, 2000) (SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004).

A partir disso, as empresas passaram a perseguir algum tipo de certificação de qualidade, ISO 9001 ou PBQP-H. Porém, o enfoque maior é dado para a obtenção da certificação do PBQP-H, isto é, as construtoras estão se organizando qualitativamente visando o nível máximo desta certificação, para que possam obter financiamentos junto a Caixa Econômica Federal. Para isso, diversas construtoras acrescentaram ao seu quadro de técnicos o setor de qualidade e meio ambiente, vinculado muitas vezes ao setor de segurança do trabalho. Esse trabalho é direcionado, especificamente, para a redução do desperdício com controle das técnicas, mão de obra e materiais utilizados, o que também contribui para a redução da geração de resíduos.

No setor privado, a adesão de construtoras ao Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC/PBQP-H) está se consolidando como fator de diferenciação no mercado. Já são aproximadamente 3000 construtoras ativas nos três níveis de avaliação do Programa. Isso demonstra o alto grau de aceitação e a credibilidade que o Programa conquistou no segmento de obras e serviços de construção.

Nos segmentos industriais direcionados para a produção de materiais de construção para habitação, observa-se; 1) que a tendência do mercado é se concentrar em marcas comerciais conhecidas, ou em não-conformidades sistemáticas; 2) que até 10% da produção em não-conformidade, devida à falta de capacitação tecnológica das empresas, não desestabiliza o mercado; 3) que poucas empresas com capacitação tecnológica e volume de produção em não-conformidade sistemática desestabilizam toda a qualidade do segmento. Dessa forma, o PBQP-H propõe-se a fomentar a capacitação tecnológica das empresas que desejam produzir em conformidade com as normas técnicas, e combater a não-conformidade sistemática, visando sempre a melhoria da qualidade na produção habitacional.

3.8 A Reciclagem dos Resíduos da Construção no Brasil

3.8.1 O Relatório do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA)

Um diagnóstico nacional dos Resíduos de Construção Civil foi elaborado pelo IPEA, por meio de pesquisas de dados disponíveis em diversas fontes em meio digital, impresso e na rede mundial de computadores (IPEA, 2012).

As principais fontes de consultas foram: Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA); Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB); Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e outros. Além desses, foram incluídos dados de entidades que atuam na área de resíduos sólidos, como: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE); Federações das Indústrias dos Estados e também publicações como artigos científicos, livros, teses, dissertações, entre outros.

Quanto à abrangência e detalhamento das informações levantadas, o diagnóstico pretendeu sistematizar dados e informações e desenvolveu a análise crítica para o âmbito nacional. Conforme a disponibilidade das informações, também buscou organizá-las em nível regional, por Estado e/ou Região. Para o nível municipal, foram destacadas as capitais e cidades de grande porte, em conformidade com a existência das informações. Na escala temporal, para compor o diagnóstico nacional de resíduos sólidos consideraram-se as informações mais recentes, com a inserção de dados de um cenário retrospectivo a partir do ano de 1995 até os dados mais atuais.

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo do crescimento econômico e social. Contudo, também constitui uma atividade geradora de resíduos e impactos ambientais.

Além do intenso consumo de recursos naturais, os grandes empreendimentos colaboram com a alteração da paisagem e, como todas as demais atividades da sociedade, geram resíduos.

Os resíduos da construção civil representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. Por um lado, a disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública. De outro lado, constitui um problema que se apresenta às municipalidades, sobrecarregando os sistemas de limpeza pública, visto que no Brasil os Resíduos da Construção Civil (RCC) podem representar de 50 a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2005).

De forma geral, os RCC são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado pelo grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e de embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (KARPINSK, 2009).

Historicamente o manejo dos RCC esteve a cargo do poder público, que enfrentava o problema de limpeza e recolhimento dos RCC depositados em locais inapropriados, como áreas públicas, canteiros, ruas, praças e margens de rios (PUCCI, 2006).

Em 2002, a Resolução CONAMA nº 307 (CONAMA, 2002), alterada pela Resolução nº 348 de 2004 (CONAMA, 2004) determinou que o gerador deve ser o responsável pelo gerenciamento desses resíduos. Essa determinação representou um avanço legal e técnico, delegando responsabilidades aos geradores e estipulando a segregação dos resíduos em diferentes classes e seu encaminhamento para reciclagem e disposição final adequada. Além disso, as áreas destinadas para essas finalidades deverão passar pelo processo de licenciamento ambiental e serão fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes.

Assim, o contexto do diagnóstico da situação atual dos RCC é levantar a geração desses resíduos, por meio de dados existentes para a escala nacional, regional, estadual e municipal, bem como identificar dados sobre coleta, tratamento e disposição final dos resíduos. E ainda inclui a delimitação dos principais instrumentos legais que se destacam nas diferentes esferas.

Portanto, o diagnóstico deve considerar os dados quantitativos sobre os RCC relativos à região onde estão inseridos.

3.8.2 - Alguns Dados Nacionais

Para uma análise de estimativa nacional, torna-se interessante a comparação entre o Brasil e outros países, quanto a uma estimativa de geração de RCC. O relatório do IPEA mostra a Tabela 05 abaixo.

Tabela 05 – Estimativa de geração de RCC pelo mundo

País	Quantidade Anual	
	Milhões t/ano	Kg/hab.ano
Suécia	12,6 - 6	136 - 680
Holanda	12,8 – 20,2	820 – 1300
EUA	136 – 171	463 – 854
Reino Unido	50 – 70	820 – 1200
Bélgica	7,5 – 34,7	735 – 3359
Dinamarca	2,3 – 10,7	440 – 2010
Itália	35 – 40	600 – 690
Alemanha	79 – 300	963 – 3658
Japão	99	785
Portugal	3,2 – 4,4	325 – 447
Brasil	31	230 – 760

Fonte: Relatório IPEA (IPEA, 2011)

A ressalva sobre essas informações é que, devido à variação de datas dos dados, é difícil estabelecer a análise da geração dos RCC. O que se pode constatar é que a geração de 31 milhões de toneladas anuais no Brasil encontra-se abaixo de outros países, tais como, Japão, EUA, Itália e Alemanha. Cabe salientar que o levantamento não pretendeu esgotar o assunto, mas sim, indicar que pode ser realizada uma ampla investigação, se o objetivo for estabelecer a análise atual de geração de RCC em diversos países.

A Tabela 06 também mostra a coleta de RCC pública e privada, dando conta de que esses valores são praticamente iguais.

Tabela 06 - Estimativa de coleta de RCC por origem no Brasil

Quantidade coletada de RCC de origem pública (t/ano)	Quantidade coletada de RCC de origem privada (t/ano)
7.192.372,71	7.365.566,51

Fonte: (SNIS, 2010)

Para o diagnóstico da situação dos RCC também é necessário conhecer sua composição. A Tabela 07 abaixo apresenta uma caracterização dos materiais presentes nos RCC em obras no Brasil.

Tabela 07 - Composição média dos materiais de RCC de obras no Brasil

Componentes	Porcentagem (%)
Argamassa	63
Concreto e blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
Total	100

Fonte: (SILVA, 2005 apud SANTOS, 2009)

Em relação às formas de manejo dos RCC, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), dos 5.564 municípios brasileiros, 4.031 municípios apresentam serviços de manejo dos RCC. Contudo, apenas 9,7% ou seja, 392 municípios, possuem alguma forma de processamento dos RCC. Os tipos de processamentos dados aos RCC são: reaproveitamento dos agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos; triagem e trituração simples dos Resíduos da Classe A, com classificação granulométrica dos agregados reciclados; triagem e trituração simples dos resíduos Classe A e triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis (classes A e B).

Segundo a definição do termo de resíduos da construção (CONAMA, 2002), as fontes geradoras de RCC podem ser várias, como pode ser visto na Tabela 08 abaixo.

Tabela 08 - Fonte geradora e componentes dos RCC

Componentes	Trabalhos Rodoviários (%)	Escavações (%)	Sobras de Demolições (%)	Obras Diversas (%)	Sobras de Limpezas (%)
Concreto	48	6,1	54,6	17,5	18,4
Tijolo	-	0,3	6,3	12,0	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, Poeira, Lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,6	-	1,6	1	0,1
Metais	-	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
Papel/Matéria Orgânica	-	1,0	1,6	2,7	3,5
Outros	-	-	0,9	0,9	2,2

Fonte: (LEVY, 1997 apud SANTOS, 2009)

A maior experiência brasileira na área de reciclagem de produtos gerados por outras indústrias na produção de materiais de construção civil é a conduzida pela indústria cimenteira que recicla, principalmente, escórias de alto forno básicas e cinzas volantes (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001). Estima-se que em 1996 a indústria cimenteira brasileira, ao adotar a reciclagem maciça de cinzas volantes e escórias granuladas de alto forno básicas, além da calcinação de argilas e adição de *filler* calcário, reduziu a geração de CO₂ em 29% e uma economia de combustível de 28% (YAMAMOTO et al., 1997).

Adicionalmente estima-se que a indústria cimenteira economizou entre 1976 e 1995 cerca de 750 mil toneladas de óleo combustível queimando resíduos, como

casca de arroz, serragem e pedaços de madeira, pó de carvão vegetal, pedaços de pneus e borrachas, cascas de babaçu, entre outros. Atualmente a indústria cimenteira inicia no Brasil a prática de coprocessamento, definido como calcinação de resíduos em fornos de cimento, reduzindo o consumo de energia e diminuindo o volume de resíduos em aterros (MARCIANO; KIHARA,1997).

3.8.3 Usinas de Reciclagem

O Gráfico 01 abaixo apresenta o número de usinas de reciclagem dos resíduos Classe A no país. Até o ano de 2002, o país contava com 16 usinas, possuindo uma taxa de crescimento mais reduzida, até três usinas inauguradas por ano. Após a publicação da resolução CONAMA nº 307 e o exemplo de gestão pública bem sucedida de Belo Horizonte, essa taxa de crescimento aumentou, de três para nove usinas instaladas por ano. Atualmente, já podem ser citadas pelo menos 47 usinas de reciclagem, sendo 24 públicas, 51% do total, e 23 privadas, 49% restante. Das 36 usinas que estão em operação ou em instalação, 15 delas, 42% são públicas e 21, ou seja, 58% são privadas.

Gráfico 01 - Crescimento do número de usinas de reciclagem no Brasil.

Fonte: (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009)

A pesquisa da ABRECON, de 2012, mostrada na Tabela 09 abaixo, atesta o crescimento do número destas usinas num curto espaço de tempo.

Tabela 09 – Levantamento do número de usinas de reciclagem

Região	Total de Usinas	Ativas		Em implantação		Inativas	
		Privada	Pública	Privada	Pública	Privada	Pública
Brasil	143	48	11	51	11	8	14
Sudeste	100	40	8	27	5	6	14
Est. de São Paulo	79	36	5	17	13	5	3
Grande São Paulo	23	16	2	4	0	1	0
Sorocaba e Região	3	2	1	-	-	-	-
% Brasil		81%	19%	82%	18%	36%	64%

Fonte: ABRECON, pesquisa realizada em março de 2012

O aumento do número de usinas privadas instaladas decorre da perspectiva dos empresários de ser esta uma boa alternativa de investimento, com baixo investimento de capital e alta taxa de retorno (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

Em relação ao processo de reciclagem, quase todas as usinas brasileiras são semelhantes. São compostas dos seguintes equipamentos: pá carregadeira ou retroescavadeira; alimentador vibratório; transportadores de correia; britador de mandíbula ou impacto; separador magnético permanente ou eletroímã e peneira vibratória. Nenhuma apresenta uma rotina de controle de qualidade dos agregados produzidos. Esse modelo de usina de reciclagem foi baseado em usinas de mineração que, apesar de serem sistemas semelhantes, possuem diversas diferenças, tais como (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009):

a) Na usina de reciclagem, a matéria-prima a ser cominuída normalmente contém materiais contaminantes, como papel, plástico, madeira, gesso, amianto e solo. Esses materiais devem ser removidos do RCD, seja pela etapa de triagem manual, seja por processos mecanizados;

b) Na usina de reciclagem, os teores de cerâmica, argamassas e concretos porosos variam, afetando sua qualidade e desempenho, já que grande parte dos

requisitos mecânicos depende da porosidade, ou seja, procedimentos para redução de variabilidade dos agregados reciclados são importantes;

c) O tipo de equipamento utilizado e a natureza do RCD podem influenciar em propriedades importantes do agregado, como lamelaridade e teor de finos, e na viabilidade econômica da usina. Por isso, um circuito correto de reciclagem deve levar em consideração essas propriedades.

Os estudos de viabilidade econômica para implantação de usinas de reciclagem ainda são pouco expressivos no Brasil. Contudo, é possível encontrar na literatura técnica internacional, trabalhos que estudaram a viabilidade econômica de três usinas de reciclagem nos EUA: uma de pequeno porte, para 110.000 toneladas por ano (t/ano), uma de médio porte, para 253.000 t/ano e uma de grande porte, para 312.000 t/ano (WILBURN; GOONAN, 1998).

No Brasil as maiores usinas de reciclagem de RCD instaladas, contam com uma capacidade de 100.000 t/ano. Uma usina com capacidade de produção de 30 t/ano é capaz de atender um município com aproximadamente 1.200.000 habitantes (JADOVSKI, 2005). Os investimentos para tal empreendimento devem ser de longo prazo, pois no período de adaptação do sistema pode haver baixa produtividade e o mercado de reciclados talvez não esteja desenvolvido na região (PENG, 1997).

Os processos de beneficiamento de RCD classificam-se em primeira, segunda e terceira geração (SILVA, 2014). O processo de primeira geração é o mais simples de todos, pois a remoção dos contaminantes é realizada de maneira manual e os metais ferrosos são removidos por eletroímã. O de segunda geração incorpora procedimentos mais sofisticados de limpeza e triagem de resíduos e as plantas de terceira geração possuem equipamentos mais avançados para tal fim (JADOVSKI, 2005).

O sucesso da reciclagem de RCD depende dentre outros, de fatores como tamanho e localização do terreno utilizado, da equipe e dos equipamentos apropriados. De modo geral, os equipamentos utilizados na reciclagem dos resíduos são provenientes do setor de mineração, que são adaptados ou simplesmente utilizados na reciclagem, mesmo que esta atividade exija um sistema diferenciado devido à variabilidade e contaminação dos RCD, onde a separação manual ainda é a mais utilizada para contaminantes e um separador magnético para equipamentos complementares (JADOVSKI, 2005). Desta maneira, o processo de reciclagem de

RCD deve observar as etapas de limpeza e seleção prévias, com a eliminação de contaminantes, extração de materiais metálicos, homogeneização, trituração e estocagem para expedição.

Para se determinar o tipo de processamento a ser utilizado, deve-se conhecer o grau de contaminação e o uso para o qual se destina o reciclado: aterro; enchimento para drenagem; pavimentação; concreto ou artefatos de concreto. É importante se adotar um formato modular de Central de Reciclagem, com capacidade de processamento entre 15 toneladas por hora (t/h) e 30 t/h e a implantação descentralizada das áreas de reciclagem (JADOVSKI, 2005). Outros autores, em seus estudos, avaliam a capacidade operacional de uma usina de reciclagem, levando em conta os seguintes fatores (JADOVSKI, 2005):

- a) Tipo de empresa, pública ou privada, pois os custos serão diferenciados;
- b) O tamanho da usina, pois a área requerida depende da capacidade de produção;
- c) O local de instalação da unidade recicladora, devendo ser o mais próximo possível das fontes geradoras e dos locais de uso e o mais distante possível de áreas residenciais e centrais, para não sobrecarregar o sistema viário circunvizinho;
- d) Custos de transporte entre o local de geração e a usina, o local de consumo e a usina e o local de geração e o aterro sanitário;
- e) Quantidade e qualidade do RCD possível de ser reciclado e o tipo de aplicação pretendida;
- f) Projeto, *layout* e eficiência da unidade recicladora;
- g) Mão de obra especializada necessária;
- h) Custos com obras civis, abrangendo a construção da sede administrativa, barreiras vegetais e outros;
- i) Custos com insumos de produção;
- j) Custos com impostos e manutenção de equipamentos veículos e máquinas;
- l) Custos de equipamentos próprios e/ou alugados e despesas gerais.

As usinas móveis de britagem estão sendo bastante disseminadas no país, com equipamentos importados da Itália e da Alemanha. São unidades compactas com 4 a 12 m de comprimento e de 1,5 a 4,5 m de largura, ocupando uma área inferior a 65 m². Este tipo de usina móvel não prevê a retirada de contaminantes

típicos dos RCD brasileiros, a menos das barras de aço dos resíduos de concreto para os quais há um separador magnético. A coleta, então, deverá ser feita de forma semelhante à realizada em usina fixa, ou seja, com o RCD em pilhas de resíduos estocados na área de reciclagem. Utilizando a usina móvel, os resíduos coletados podem então ser processados na própria fonte de geração e transformados em matéria prima como areia, bica corrida, brita, pedrisco, rachão, entre outros.

Entre as vantagens das usinas móveis, podem ser citadas:

- a) Sua mobilidade torna o empreendimento extremamente competitivo;
- b) Pode atuar em ponto fixo ou atender grandes obras diretamente no local;
- c) Diminui custos de logística e construção de fundamento de base;
- d) Alta capacidade de adaptação geográfica do mercado;
- e) Versões a diesel ou energia elétrica;
- f) Pode ser locada completamente por empresas do setor;
- g) Alta capacidade de processamento;
- h) Maior custo de investimento entre os modelos.

Foto 15 - Usina móvel de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

Fonte: <http://www.portalresiduossolidos.com/venda-usina-movel-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-nova/>

Uma alternativa de usina móvel de tecnologia de reciclagem de baixo custo, que não utiliza britador, apenas peneiramento, foi desenvolvida pela USP e implantada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (HAMASSAKI; OLIVERIA; ÂNGULO, 2014). O protótipo construído objetivou a disseminação e treinamento tecnológico da reciclagem do RCD, para aplicação em pavimentos em municípios de pequeno porte. A vantagem a considerar é o baixo custo. A usina de baixo custo também enfatiza a triagem dos resíduos mistos, comum na realidade brasileira, realizando-a sobre transportadores de correia, uma condição mais adequada. Isso pode ser de grande interesse para viabilizar a reciclagem em pequenos municípios. A eliminação de contaminantes é um dos aspectos básicos do processo.

Uma limitação para a utilização desse tipo de tecnologia é a dependência das características do resíduo da região ou da obra a que serve a usina. O resíduo não pode ser originado de grandes estruturas de concreto armado, caso em que a britagem é fundamental para a redução de sua dimensão de modo a torná-lo viável para as posteriores aplicações.

Na região de Londrina foi desenvolvido um equipamento móvel de nome Queixada que é um reciclador de resíduos da construção civil robusto e compacto, que trabalha sem necessidade de fixação, com sistema duplo de britagem para resíduos da classe A. Além da regulação de abertura das mandíbulas de aço ele tem um sistema de classificação por telas metálicas que permite triturar e separar em finos e brita o material processado. Acionado por motor elétrico blindado, o equipamento pode trabalhar isoladamente com alimentação manual, ou se incorporado a um sistema de reciclagem, com alimentação constante. Neste caso, a ele se liga um alimentador projetado para compor um conjunto de reciclagem de resíduos classe A, que tem capacidade de receber 1 m³ de material, proporcionando um fluxo constante e ajustável, que evita sobrecargas no sistema de britagem, permitindo uma seleção manual, descartando materiais estranhos como madeira, papel, plástico, metais e outros bem como, através da grelha instalada na descarga, retira os materiais finos. O equipamento deve ser montado sobre base fixa ou um bloco removível, facilitando sua reinstalação em outra obra ou local.

Foto 16 - Reciclador Queixada

Fonte: <http://www.vegedry.com.br/queixada-400p.php>

As visitas técnicas realizadas à empresa de reciclagem licenciada no município de Londrina permitiram a observação de procedimentos que podem contribuir para a melhor operação das usinas, podendo ser feitas na forma das seguintes recomendações:

- 1) Na recepção das usinas a existência de área que permita a inspeção visual e física do RCD para admissão em área de armazenagem, prática que reduz a contaminação;
- 2) A segregação no recebimento dos resíduos de reciclagem que não sejam RCD e o encaminhamento para as diversas destinações;
- 3) A armazenagem do RCD separadamente para a redução da variabilidade e da contaminação;
- 4) O controle de qualidade com relação aos teores de contaminação, de produção e de aproveitamento do RCD produzido, viabilizado pela realização de ensaios de lixiviação e solubilização;
- 5) O controle de qualidade deve ocorrer na recepção, operação e expedição de modo que se padronize a aceitação do RCD e a produção do agregado reciclado;
- 6) A possibilidade da implantação de sistemas de lavagem para o agregado reciclado, aumentando o teor de pureza e garantindo melhores condições de emprego e produção;
- 7) A criação de normas técnicas que estabeleçam procedimentos para produção de elementos construtivos baseados em matrizes de cimento e resíduo e normas que estabeleçam parâmetros para materiais que passaram pela tecnologia de estabilização por solidificação.

3.9 A Reciclagem na Cidade de Londrina

3.9.1 A Política Ambiental em Londrina

A execução da Política Ambiental de Londrina é de responsabilidade da Secretaria Municipal do Ambiente (SEMA), instituída através da Lei Nº 8.677, de 26 de dezembro de 2001, em substituição à antiga Autarquia Municipal do Ambiente (AMA).

As principais atividades realizadas por essa Secretaria são: fiscalização de meio ambiente (poda e abate irregular de árvores, poluição da água, do ar e do solo); poda e/ou erradicação de árvores; preservação de canteiros e fundos de vale; plantio de árvores e ornamentais (passeio e fundo de vale); controle de pragas e doenças nas áreas verdes; produção de mudas ornamentais e arbóreas; administração de parques municipais; apreensão de animais soltos e elaboração de laudos técnicos.

As ações e projetos de educação ambiental são instrumentos eficazes para se perseguir o equilíbrio ecológico e a melhoria da qualidade de vida dos munícipes. As Semanas do Meio Ambiente, realizadas anualmente, no mês de junho, como parte das comemorações do dia mundial do meio ambiente e da ecologia comemorado em 05 de junho, representam um espaço importante para a promoção da educação ambiental. A SEMA também vem formando, através do Projeto Salvo (Serviço Ambiental Voluntário), agentes comunitários para a disseminação de informações voltadas à preservação ambiental.

O trabalho da SEMA é desenvolvido de forma integrada com outros órgãos da administração direta e indireta municipais como as Secretarias de Obras e Pavimentação, Agricultura e Abastecimento, Cultura, Educação e Assistência Social, a Autarquia de Saúde e a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU-LD). Ela também, interage com órgãos de outras esferas de governo, estaduais e federais, e entidades não governamentais (ONGs).

O Conselho Municipal de Meio Ambiente (CONSEMMA), criado pela Lei nº 4.806/91, alterada pela Lei nº 9.285/2003, é o órgão normativo, consultivo,

deliberativo e fiscalizador da Política Municipal de Meio Ambiente. Na composição do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Londrina existem, dentre outros, representantes da Câmara de Vereadores, do Executivo Municipal, do empresariado rural, da indústria, do comércio e da prestação de serviços, dos Institutos de Pesquisa e de Ensino Superior, da Promotoria de Meio Ambiente, de ONGs e Órgãos Ambientais, dos Conselhos de Classe e de todas as regiões e Distritos do Município.

A Câmara Técnica da Agenda 21 Municipal, do CONSEMMA, elaborou o documento “Sistematização das Atividades e Projeção de Prazos para a Agenda 21 - Londrina – PR”, que reuniu e sistematizou as ações debatidas na 2ª Conferência Municipal de Meio Ambiente, com vistas à implantação da Agenda 21 em Londrina. As propostas foram organizadas em seis grandes eixos, a saber:

- 1) Cidade Sustentável: foram agrupadas as propostas de Educação Ambiental;
- 2) Desenvolvimento Rural Sustentável;
- 3) Integração Regional;
- 4) Ciência e Tecnologia a Serviço do Desenvolvimento Sustentável;
- 5) Gestão de Recursos Naturais;
- 6) Redução das Desigualdades Sociais.

No referido documento, estão elencados os Princípios de uma Vida Sustentável:

- a) Respeitar, cuidar e conservar a vitalidade e a diversidade dos seres vivos;
- b) Priorizar o uso sustentável de recursos renováveis;
- c) Estabelecer padrões de consumo não predatórios;
- d) Incentivar as pessoas a cuidarem de seu próprio ambiente.

A fim de intervir no comportamento das empresas e dos usuários em prol da sustentabilidade ambiental e da garantia de qualidade de vida das futuras gerações, o Estado deve desenvolver normas regulatórias e investir em uma Gestão Pública Ambiental capaz de preservar o meio ambiente, impedindo o máximo possível a degradação ambiental. Para tanto, se faz necessário o emprego de recursos públicos e a alocação desses recursos varia de acordo com critérios do governante (REIS; OLIANA, 2014).

Através dos estudos sobre gastos é possível desvendar as reais necessidades de investimento no meio ambiente, face às ações já destinadas. As despesas com a função Gestão Ambiental, de um modo geral, diminuíram ao longo dos últimos anos, contradizendo as discussões atuais acerca da preservação dos recursos ambientais que, diante do presente estágio de degradação, têm enfatizado a necessidade de investimentos para preservação dos recursos existentes (BUENO et al., 2013). A Tabela 10 abaixo apresenta a evolução da receita arrecadada, despesa executada total e a despesa com a função Gestão Ambiental e sua parcela de representação ao longo dos exercícios entre 2002 e 2011 de Londrina. É o resultado da atualização dos valores de cada variável e cálculo do acréscimo ano a ano.

Tabela 10 - Receitas arrecadadas, despesas totais executadas e despesas em gestão ambiental do município de Londrina entre 2002 e 2011.

EXERCÍCIO	RECEITA ARRECADADA EXECUTADA	DESPESA TOTAL	DESPESAS NA FUNÇÃO GESTÃO AMBIENTAL
2002	669.301.859,35	615.584.431,38	16.664.543,38
2003	610.284.058,09	620.701.911,74	20.452.629,55
2004	632.108.197,49	619.286.789,96	14.320.107,99
2005	615.792.977,52	555.479.793,27	15.965.847,75
2006	653.460.198,77	636.180.196,86	15.758.943,04
2007	760.395.325,56	659.595.385,06	13.539.850,51
2008	888.304.755,68	810.154.497,33	14.796.348,11
2009	839.515.107,25	789.494.534,92	17.237.375,73
2010	909.764.685,84	799.800.814,78	22.692.932,12
2011	1.003.914.345,24	985.761.116,85	30.194.040,47
Média	758.284.151,08	709.203.947,22	18.162.261,87

Fonte: (REIS; OLIANA, 2014).

Acerca da receita pública arrecadada pela prefeitura de Londrina, após a irrisória evolução entre 2003 e 2006, podendo ser considerada como uma estagnação na arrecadação, percebe-se pelo demonstrado na Tabela 10 um salto nas receitas na ordem de 16% em 2007, fato que se repete em 2008 e em menor escala nos anos seguintes, adotando uma tendência de evolução, ultrapassando a casa do bilhão de reais em 2011, um acréscimo de 150% comparando-as ao valor de 2002. A execução das despesas totais do município acompanha o comportamento registrado pela evolução da arrecadação de receitas, representando uma média de R\$ 937,30 gastos a cada R\$ 1.000,00 arrecadados, um *superávit*, como margem de segurança, de pouco mais que 6%.

Observando-se o comportamento do dispêndio em Gestão Ambiental, Londrina registrou no período um comportamento de grande instabilidade, destacando-se os índices negativos apresentados em 2004 e 2007 onde o gasto ambiental do município decaiu em 33,13% no primeiro e 15,73% no segundo, comparados aos seus respectivos anos anteriores. Evidencia-se, todavia, que após a grande queda de 2007, os gastos tomaram tendências de crescimento a passos largos, registrando um salto de 23,37% em 2009, 26,11% em 2010 e 34,75% em 2011, quando comparados a seus respectivos exercícios anteriores. Nota-se que, mesmo diante dos aumentos auferidos em 2008 e 2009, o gasto dispendido neste período se equivale ao gasto registrado em 2002, revelando uma estagnação dos gastos públicos de Londrina nesse período. Após o salto verificado em 2010 e repetido em 2011, o município atingiu seus melhores números, tendo registrado nesse exercício a marca de R\$ 30.194.040,47 de gastos destinados à Gestão Ambiental, um aumento de 70% sobre o gasto registrado em 2009.

Após um período de oscilações, a gestão pública londrinense demonstrou atenção à preservação e conservação do meio ambiente local, haja vista o grande salto de gasto registrado em 2011 comparado a períodos anteriores. Contudo, um gasto maior em Gestão Ambiental geralmente não representa imediata melhoria do meio ambiente, mas a médio e longo prazo dá-se como provável a melhoria na qualidade de vida da população. A evolução do gasto em Gestão Ambiental por quilômetro quadrado na cidade de Londrina é mostrada na Tabela 11 abaixo. O cálculo se deu através da razão Gasto em Gestão Ambiental do ano X/extensão territorial de Londrina - 1.653,07 km² (IBGE).

Tabela 11 - Gastos públicos londrinenses em gestão ambiental total e por quilometro quadrado no período entre 2002 e 2011.

ANO	GASTO COM GESTÃO AMBIENTAL	GASTO NA FUNÇÃO GESTÃO AMBIENTAL POR KM ²
2002	16.664.543,38	10.080,97
2003	20.452.629,55	12.372,51
2004	14.320.107,99	8.662,74
2005	15.965.847,75	9.658,30
2006	15.758.943,04	9.533,14
2007	13.539.850,51	8.190,73
2008	14.796.348,11	8.950,83
2009	17.237.375,73	10.427,49
2010	22.692.932,12	13.727,75
2011	30.194.040,47	18.265,43
Média	18.162.261,87	10.986,99

Fonte: (REIS; OLIANA, 2014).

Entre o período de 2002 e 2011, não havendo alterações na extensão do município, a tendência esperada seria de crescimento contínuo no decorrer dos anos. Contudo, a realidade evoluiu em forma de ondas, ora maiores, ora menores até 2007. A tendência esperada somente é percebida a partir de 2008. O alto valor gasto em 2011, R\$ 18.265,43, inflou a média total de gastos atingindo valor médio de R\$ 10.986,99. Ressalta-se que a extensão territorial de Londrina é considerada grande, sendo a décima segunda maior cidade em extensão do Paraná, o que acaba consternando o valor médio de gasto em Gestão Ambiental por km². Para efeito de comparação, Londrina ocupa um espaço de 3,4 vezes a área de Maringá,

132ª maior cidade em extensão do PR e 3,8 vezes a área de Curitiba, 152ª maior cidade em extensão do PR.

Considerando-se somente o tamanho da área verde, atualmente Londrina apresenta 7.711.227, 31 m², uma média de 15,08 m² por habitante, valor acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de 12,0 m², mas distante dos índices de Maringá, 26,65 m², e de Curitiba, 52,0 m² de área verde por habitante, razão pela qual a capital paranaense é considerada uma das cidades mais verdes do Brasil. Entretanto, mesmo registrando índice de área verde por habitante de apenas 56% do índice maringaense, Londrina dispensa maior gasto à Gestão Ambiental local, na ordem de R\$ 3,92 por m² de área verde, 10,3 vezes mais que Maringá cujo índice é de R\$ 0,38. Situação semelhante nota-se quando em comparação à Curitiba que apresenta índice de área verde por habitante superior à Londrina na proporção de 3,45 por 1,0, mas um dispêndio ambiental por m² de área verde muito aquém do londrinense, sendo de R\$ 0,53, ou 13,5% do valor gasto por Londrina.

Pode-se concluir, portanto, que embora Londrina registre um índice de m² por habitante consideravelmente inferior a outras cidades do Paraná, conhecidas pela preservação do verde, seu índice encontra-se acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde. Porém, inversamente proporcional é o resultado da análise quando se evidenciam os gastos executados com Gestão Ambiental por metro quadrado de área verde municipal, podendo ser considerado um alto índice de gasto ambiental por metro quadrado de área verde.

A Tabela 12 abaixo mostra o crescimento populacional e o aumento dos gastos em Gestão Ambiental de Londrina entre os anos de 2002 e 2011. Com base nos dados apurados observa-se que entre 2002 e 2011 houve um acréscimo de 10,93% da população acompanhado por um crescimento das despesas com gestão ambiental de 81,18%. Ao mesmo tempo, a média *per capita* das despesas ambientais caiu em relação ao valor de 2002.

Tabela 12 - Gasto ambiental per capita da cidade de Londrina entre 2002 e 2011.

EXERCÍCIO	DESPESAS COM GESTÃO AMBIENTAL	Nº DE HABITANTES	DESPESAS COM GESTÃO AMBIENTAL <i>PER CAPITA</i>
2002	16.664.543,38	460.909	38,47
2003	20.452.629,55	467.334	46,12
2004	14.320.107,99	480.822	29,98
2005	15.965.847,75	488.287	34,28
2006	15.758.943,04	495.696	33,18
2007	13.539.850,51	497.833	27,84
2008	14.796.348,11	505.184	28,51
2009	17.237.375,73	510.707	34,79
2010	22.692.932,12	506.701	44,22
2011	30.194.040,47	511.279	59,06
Média	18.162.261,87		37,64

Fonte: (REIS; OLIANA, 2014).

Conforme demonstra a Tabela 12 acima, houve contínuas inversões nas evoluções das variáveis, a exemplo de 2003 quando o gasto ambiental *per capita* atingiu um valor 15,1 vezes maior que o crescimento populacional do mesmo período para, em 2004, decair bruscamente o índice *per capita* na ordem de 31,95%, sendo 11,0 vezes menor que o crescimento populacional. Esse ciclo é visto até 2008 quando se estabiliza a destinação de recursos à Gestão Ambiental, sempre acima da taxa de crescimento populacional, chegando a atingir, em 2011, um acréscimo 35,4 vezes.

Muito embora o crescimento populacional acarrete aumento no consumo de oxigênio, água potável, energia elétrica, produtos industrializados, além de maior

descarte de lixo, dentre outras necessidades básicas do ser humano, o que levaria a crer resultar em acréscimo na destinação de gastos à manutenção ambiental, nota-se claramente que não há razão entre o crescimento populacional e o valor alocado em gastos com Gestão Ambiental na política de gastos públicos de Londrina. Enquanto a tendência populacional demonstrou um crescimento tímido entre 2002 e 2011, de maneira pouco variável, os gastos com meio ambiente se deram de maneira instável ao longo do mesmo período, incorporando uma tendência de crescimento em larga escala somente após 2008. Todavia, cabe ressaltar que a taxa média de aumento dos gastos ambientais no período, 7,68%, foi 6,62 vezes maior que a taxa de 1,16% de crescimento populacional.

A análise dos gastos públicos ambientais dispendidos pelo município de Londrina entre os exercícios de 2002 e 2011 revela que, em média, a cada mil reais gastos, pouco mais de vinte e cinco reais deste montante são destinados à Gestão Ambiental.

Comparando-se aos valores registrados por Curitiba e Maringá, pode-se considerar que a destinação de recursos ao meio ambiente londrinense se apresenta em grande escala, sendo 3,45 vezes maior que o índice maringaense e 2,63 se comparado ao índice curitibano, seguindo a mesma tendência de resultados quando comparado o gasto em Gestão Ambiental em relação à receita arrecada.

Considerando-se o gasto ambiental *per capita*, Londrina registra índice na proporção de 2/1 comparado à média dos gastos das capitais dos estados brasileiros, todavia não há relação entre o crescimento do número de habitantes e da destinação de recursos à gestão ambiental (BORINELLI et al., 2012).

Assim, pode-se concluir que Londrina registra índices satisfatórios de gasto público em Gestão Ambiental, apresentando pequenas oscilações entre 2002 e 2007, mas uma evolução crescente e contínua desde então, apresentando um crescimento de 81% no valor gasto em 2011 comparado a 2002. Entretanto, há a necessidade de uma verificação mais aprofundada sobre a aplicação dos gastos, em uma análise mais qualitativa, objetivando-se detalhar todos os registros de gastos realizados na função Gestão Ambiental, o que não se encontra disponível na base de dados do município e da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) (REIS; OLIANA, 2014).

3.9.2 Coleta e Transporte de Resíduos Domiciliares

A Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU-LD), sociedade de economia mista, é o órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal responsável pelo gerenciamento dos serviços de roçagem, varrição de vias públicas, limpeza de terrenos públicos, fiscalização da limpeza de terrenos particulares, coleta de lixo domiciliar, coleta seletiva, coleta de animais mortos, retirada de entulhos, fiscalização de caçambas e administração do aterro controlado.

Os serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares, de feiras livres e de varrição e transporte até o aterro municipal eram realizados (2008) por uma empresa de prestação de serviços de limpeza pública na sede do Município de Londrina e nas localidades de Paiquerê, Irerê, Lerroville, Guaravera, São Luiz, Warta, Maravilha, Espírito Santo, Heimtal, Limoeiro, Três Bocas, Emaús e Patrimônios Guairacá, Regina e Selva, patrimônios do município de Londrina.

A maior parte da população rural dispersa no município não possui serviço de coleta convencional. Isso representa aproximadamente 3% da população total, dispersa em 1.305 km² de áreas rurais, gerando em torno de 5 toneladas de lixo por dia, o que representaria aproximadamente 1,3% do total gerado. Atualmente (2008), o serviço de coleta de resíduos domiciliares cobre uma área aproximada de 343 km² e uma população de 482.599 habitantes, abrangendo mais de 95% da população total e pouco mais de 20% da área total do município. Para realizar a coleta diariamente no centro e três vezes por semana nos bairros, alternando os dias entre as regiões atendidas, como mostra a Figura 01, são utilizados 13 caminhões para a coleta diurna e 11 para a noturna.

Segundo a empresa, a frota de veículos em 2008 era de 16 caminhões compactadores. Em média, um caminhão roda 130 km/dia/setor, sendo em torno de 75.000 km/mês rodados por toda a frota. A quantidade diária gerada de lixo no município de Londrina é, em média, de 380 toneladas. Quando do edital de licitação para contratação da empresa, foi estipulada a quantidade de 9.934 toneladas mensais. A Figura 01 abaixo mostra um mapa com os setores da coleta convencional de resíduos domiciliares em 2008.

Figura 01 - Setores da coleta convencional de resíduos domiciliares em 2008

Fonte: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL)/Empresa.
 Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria.

Conforme Decreto Municipal nº. 276/2008, são considerados grandes geradores de resíduos sólidos aqueles que produzem mais de 200 litros por dia. Os resíduos destes geradores, de acordo com o referido documento legal, não podem ter como destino o aterro municipal. Em 29 de setembro de 2009, foi publicado o Decreto Municipal nº. 769 de 23 de setembro de 2009, que revogou o Decreto nº. 276 de 11 de abril de 2008. Este Decreto regulamentou a gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada no Município de Londrina. Conforme este documento legal, que traz diversas definições, Resíduos Orgânicos são os resíduos constituídos exclusivamente de matéria orgânica degradável passível de compostagem e Rejeitos são os resíduos que não possuem tecnologia disponível para reciclagem, restando a eles o tratamento e a destinação final adequada. Além disso, define-se gerador doméstico ou pequeno gerador como pessoas físicas ou jurídicas, que gerem resíduos provenientes de habitações unifamiliares ou em cada unidade das habitações em série ou coletivas, cuja coleta é regular, limitada à quantidade máxima de 200 litros por semana.

Conforme o mesmo decreto, os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a compostagem do orgânico e a minimização da geração de rejeitos. Além disso, este documento legal também especifica que cabe ao município de Londrina a remoção, através da coleta, dos resíduos orgânicos e rejeitos produzidos pelos geradores domésticos, devendo estes segregá-los previamente, acondicioná-los e dispô-los para coleta, que deverá ser igualmente seletiva. Quanto ao gerador comercial ou grande gerador são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como por elaborar e apresentar respectivo Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos atendendo ao estabelecido no decreto. Em abril de 2009, os serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares, de feiras livres, de varrição, além do transporte até o aterro municipal, passaram a ser realizados por outra empresa privada.

3.9.3 O Programa de Coleta Seletiva

Os resíduos coletados na coleta convencional apresentam uma composição variada, englobando os domiciliares, sem o material reciclável da coleta seletiva, comerciais com características similares aos domiciliares, isopor, resíduos da varrição, limpeza após as feiras livres, manutenção de jardins e provenientes da poda. A coleta dos resíduos da poda, no caso de acúmulo de grandes volumes era realizada pela empresa em etapas.

A implementação de programas de coleta seletiva é fundamental para o equacionamento dos impactos que os resíduos sólidos provocam no ambiente e na saúde dos cidadãos. A extração dos recursos naturais para a produção dos bens de consumo se encontra acima da capacidade de suporte do planeta, a produção de resíduos sólidos é crescente e a sua destinação ainda é inadequada em grande parte dos municípios brasileiros. A coleta seletiva promove a redução do lixo na fonte geradora, o reaproveitamento e a reciclagem de matérias primas, a geração de renda com inclusão social, assim como também minimiza o impacto ambiental causado pelo aterramento dos resíduos. A coleta seletiva é um importante instrumento na busca de soluções que visem à redução dos resíduos sólidos urbanos. Para tanto, políticas que sensibilizem a população, conscientizando-a de seu importante papel no processo de separação de resíduos, e que promovam ampliação dos índices de coleta seletiva devem ser priorizadas, uma vez que o resíduo devidamente separado pode ser em sua grande maioria reciclado.

Cabe ressaltar que, embora o município de Londrina possua um programa de coleta seletiva, a adesão da população ao programa precisa ser ampliada, reduzindo a quantidade de resíduos recicláveis que vão para o aterro através da coleta convencional. Não existe conflito de interesses entre o serviço prestado pela empresa da coleta convencional e as associações da coleta seletiva, uma vez que o valor pago à empresa prestadora de serviço é fixo independentemente do volume coletado. Os catadores do programa de coleta seletiva do município coletam os resíduos recicláveis nos próprios estabelecimentos e residências com o sistema porta a porta, não havendo confusão com o resíduo deixado na rua para a coleta convencional realizada pela empresa.

Em Londrina a coleta seletiva acontece desde 1996, entretanto, somente em 2008 foi criado, pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA), o Programa de Coleta Seletiva no Município. No princípio o programa abrangia 5% da área urbana da sede municipal e estava disponível para cerca de 32.000 habitantes, com um volume de resíduos recicláveis coletados de quatro toneladas/dia.

Somente a partir de 2001, em função do Termo de Compromisso e Ajustamento para a retirada dos “garimpeiros”, pessoas que vasculhavam os resíduos depositados no aterro em busca de material reciclável, firmado pela Prefeitura Municipal (PML) com o Ministério Público (MP), iniciou-se o processo de inclusão dos catadores no programa municipal de coleta seletiva. O sistema utilizado antes da inclusão dos catadores era o tradicional porta a porta, realizado por cinco funcionários da frente de trabalho, mão de obra temporária da prefeitura, em um caminhão comum (LIMA, 2007).

Na época, a coleta estava disponibilizada para 30.000 domicílios da região central da sede municipal de Londrina, o que representava cerca de 20% do total dos domicílios, mas continuava arrecadando em média quatro toneladas por dia, 1% dos resíduos domiciliares gerados no município. O baixo índice da coleta seletiva era ocasionado, principalmente, pela pequena adesão da população, justificada pela falta de frequência da coleta. Outro fator que contribuiu para a redução do material selecionado foi a competição entre os catadores autônomos e o caminhão da coleta seletiva, já que os primeiros antecipavam-se ao horário de passagem do caminhão e retiravam o material de maior valor de comercialização, reduzindo consideravelmente a quantidade e a qualidade coletada de resíduos sólidos selecionados (LIMA, 2007). Os catadores da região central realizavam pré-triagem em locais públicos, acumulando sacos com o material descartado, gerando diversos focos de sujeira e conflitos com a população que cobrava da administração atuação mais eficiente quanto à limpeza pública (LIMA, 2007).

Buscando resolver o quadro de ineficiência da coleta, bem como dar alternativas para os catadores que atuavam no então “lixão”, uma nova modalidade de coleta seletiva foi implantada pelo poder público municipal.

Em 2001, os catadores do “lixão” foram estimulados pela prefeitura, via CMTU, a organizarem-se em associações, por entender que a forma individualizada de trabalho era operacionalmente frágil para a sustentação do programa e que,

através da setorização da cidade, distribuída por associações, proporcionaria organização da coleta com a inclusão dos catadores.

Cada associação constituída estabeleceu regras para seu funcionamento através da instituição de um estatuto registrado em cartório. No segundo trimestre de 2001 os catadores foram encaminhados para a única unidade de triagem de propriedade da prefeitura e receberam capacitação e treinamento sobre os diferentes tipos de materiais recicláveis encontrados nos resíduos domiciliares, assim como sua posição para comercialização.

Ainda em 2001, aconteceu a reestruturação da coleta seletiva, com a divisão em setores da sede municipal de Londrina, realizada pela CMTU, assim como com a atribuição de responsabilidade pela operacionalização do programa em cada setor a uma associação diferente. Para a distribuição dos setores a prefeitura levou em conta a proximidade de moradia dos catadores, a quantidade de pessoal de cada associação, o suporte operacional e a eficiência apresentada por cada associação.

Já no segundo semestre de 2001 observou-se ampliação significativa da oferta do serviço de coleta seletiva, passando de 30.000 para 50.000 domicílios atendidos, um aumento da taxa de cobertura de serviços para 36%.

Apesar de não haver regulamentação dos serviços de coleta seletiva, os catadores ficaram responsáveis pela divulgação por meio de abordagem direta com os moradores, da forma de segregação dos resíduos e da frequência da coleta, através da entrega de panfletos informativos.

A Figura 02 mostra um mapa do município de Londrina com a divisão dos setores da cidade em que as associações de trabalhadores da coleta seletiva tinham a responsabilidade de promovê-la.

Figura 02 - Mapa com setorização da coleta seletiva em agosto de 2009.

Fonte: Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização – CMTU/Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina – IPPUL/Secretaria Municipal de Fazenda. Organização: DRZ Geotecnologia e Consultoria.

Após coletados pelos catadores, os materiais potencialmente recicláveis eram acumulados em pontos estratégicos de cada setor, que passaram a ser denominados de “bandeiras”, que eram praças, áreas verdes ou lotes do município.

Nesta época, as associações já estavam mais organizadas e, boa parte delas já possuía sua própria unidade de triagem, a maioria com prédios alugados ou cedidos pela prefeitura. A prefeitura transportava o material das “bandeiras” até a unidade de triagem de cada associação, através de caminhões baús, equipados com um motorista e dois ajudantes.

É importante destacar que a descentralização das unidades de triagem e a utilização do sistema de “bandeiras” contribuíram para a redução das distâncias percorridas pelos catadores e pelo transporte empregado pelo setor público, reduzindo também o custo da coleta seletiva. Ao todo eram 121 bandeiras.

Foto 17 - Locais chamados “Bandeiras” para o recolhimento dos resíduos pelo caminhão terceirizado/CMTU. Fonte: CMTU.

O processo de inclusão dos catadores na coleta seletiva passou por diversas dificuldades, tais como a falta de confiança por parte da população no catador, que diminuiu muito através de sua convivência. Demorou cerca de dois anos para que se criasse vínculo de solidariedade entre a população e os recicladores. Da solidariedade surgiu o hábito da separação dos materiais recicláveis (LIMA, 2007).

Entretanto, um dos principais problemas enfrentados pelo programa de coleta seletiva foi o da comercialização dos materiais negociados separadamente por cada associação. Com isso, o valor do material reciclável dependia do poder de comercialização de cada grupo, fato que enfraquecia o valor de venda. Com o objetivo de aumentar o preço da venda dos materiais recicláveis, em 27 de julho de

2002, membros de 20 associações instituíram o Conselho das Organizações dos Profissionais da Reciclagem dos Resíduos Sólidos de Londrina, com nome fantasia de Central de Pesagem e Vendas (CEPEVE), que ficou responsável por prensar os materiais para as associações que não dispunham de prensa no centro de triagem, assim como pela comercialização conjunta dos materiais coletados, ampliando o poder de negociação. Em 08 de dezembro de 2003, a CEPEVE foi reconhecida como Entidade de Utilidade Pública.

Nas unidades ou centros de triagem, barracões das associações, acontece o recebimento dos resíduos coletados pelos catadores e armazenados temporariamente nas “bandeiras”, além da separação dos diferentes materiais em mesa ou bancada e seu encaminhamento para a comercialização na CEPEVE. Como a maioria das associações não possui equipamentos para a prensagem e enfardamento dos materiais selecionados, este processo é realizado pela CEPEVE, mediante agendamento de cada associação. Nestas ocasiões, cada associação encaminha o material e os ajudantes para auxiliar e acompanhar a atividade de prensagem e enfardamento. São prensados materiais como o papel, embalagens longa vida, garrafas *pets* e metais. Os vidros e alguns tipos de plásticos são triturados e armazenados até o momento da comercialização. Alguns materiais que não necessitam ser prensados são comercializados diretamente pelas associações.

Foto 17 - Prensagem e enfardamento do material reciclável na CEPEVE.

Fonte: CMTU.

De 2001 a 2002 o número de associações aumentou 77% e o número de catadores foi maior que o triplo. No período de 2002 a 2005 o crescimento do número de associações foi de 26%, e do número de catadores, de 19%. O número de habitantes atendidos por catador passou de 1.260, em 2001, com uma taxa de cobertura de 36%, para 939, em 2005, com uma taxa de cobertura de 100%. Ocorreu uma redução do número de habitantes atendidos por catador, apesar de o número de catadores ter aumentado nesse período, fato que se justifica principalmente pelo aumento da taxa de cobertura de 64%. A evolução da cobertura de coleta foi gradativa e atingiu 100% dos domicílios em 2005 com uma taxa de adesão de 70%, muito superior ao que ocorreu em 2001, quando 36% dos domicílios eram atendidos pela coleta seletiva e, destes, apenas 30% aderiram ao programa (LIMA, 2007).

Observou-se, através do acompanhamento da coleta, uma forte participação da população, em face da relação direta com o catador, percebendo-se o desenvolvimento de um vínculo de solidariedade. A cidade recebeu o prêmio “Del Agua America Latina y El Caribe” em 2009, na categoria de Gestão dos Resíduos Sólidos, pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela Empresa de Fomento Econômico Mexicana (FEMSA), durante o I Congresso de Desenvolvimento Internacional da Água.

3.9.4 Coleta Seletiva dos Resíduos de Construção e Demolição

Como já definido aqui, os resíduos da construção civil são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira etc..

Como se sabe, a resolução nº. 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil. Ela define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e destinação destes. Os geradores são pessoas,

físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos e os transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.

É fruto desta resolução também a obrigação dos municípios quanto à elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, que deverá estabelecer as diretrizes e técnicas para que os grandes geradores preparem o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) que deverá ser obrigatoriamente entregue antes do início das obras. Além disso, no referido Plano também deve estar contemplado um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Com relação a pequenos e grandes geradores de resíduos de obras, apesar de não haver uma definição para o município de Londrina até o ano de 2008, pode ser considerado pequeno gerador a pessoa física ou jurídica que gera até 1.000 Kg ou 50 sacos de 30 litros por dia, enquanto grande gerador é aquele que gera um volume diário de resíduos acima disso (ZVEIBIL, 2001).

Até 2008 não existia programa para coleta de RCD de pequenos geradores, apenas ação corretiva com relação aos problemas gerados no município, uma vez que existia um número elevado de pontos de depósito irregular deste tipo de resíduo em fundos de vale e terrenos baldios. A coleta desses resíduos, em 2008, era realizada por empresa privada através dos contratos que a CMTU manteve com a mesma para limpeza e recolhimento dos resíduos além da capina e roçagem.

Com relação aos resíduos volumosos, ou seja, material volumoso não recolhido pelo serviço convencional de coleta domiciliar ou pública, como também não existia coleta específica para estes resíduos, acabavam sendo removidos com os resíduos da construção pela mesma empresa.

Em 2008 eram coletados cerca de 100 a 120 m³/dia de resíduos em pontos de deposição irregular. Esta quantidade que atendia ao contrato não era suficiente. Não existia uma periodicidade definida para a limpeza dos locais e nem pontos espalhados no município para recebimento desses resíduos de pequenos geradores. A coleta ocorria conforme a necessidade e de acordo com as

reclamações feitas para a CMTU. Os resíduos coletados destes pontos tinham como destino o aterro controlado do município, onde eram utilizados para manutenção de suas estradas internas.

Para fiscalização das deposições irregulares de resíduos a CMTU agia em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMA) e o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) por meio da Força Verde. Um sistema de denúncia via telefone funcionou com números telefônicos da SEMA, da Força Verde do IAP e da CMTU.

O decreto municipal de nº. 768 de 2009 instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina e disciplinou os transportadores de resíduos da construção civil em geral, em conformidade com a Lei Federal nº. 12.493/1999, com a resolução CONAMA nº. 307/2002 e com a Lei Municipal nº. 4.607/1990.

O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Londrina contempla definições adotadas em relação a pequenos e grandes geradores, transportadores, receptores, classificação e gestão dos resíduos da construção civil, destinação destes resíduos a aterros específicos, possibilidade de uso como agregados reciclados em obras públicas, além das atribuições gerenciais dos órgãos municipais responsáveis pela coleta e destinação de resíduos e limpeza pública, entre outras.

Pelo decreto, os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a segregação, a reciclagem e a destinação final adequada. Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei, e deverão ser destinados na forma prevista neste decreto e normas em vigor. Os resíduos da construção devem ser integralmente triados pelos geradores ou nas áreas receptoras e devem receber a destinação adequada prevista na legislação em vigor. Os resíduos da construção civil de classe A devem ser prioritariamente reutilizados ou reciclados.

Além disso, o decreto determina que o Poder Executivo Municipal deve observar as condições para o uso dos resíduos classe A (resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados) na forma de agregado reciclado, nos seguintes casos:

em obras públicas de infraestrutura; revestimento primário de vias; camadas de pavimento; passeios; artefatos; drenagem urbana; e em obras públicas de edificações; concreto não estrutural; argamassas; artefatos e outros.

O decreto obriga a elaboração dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), a serem elaborados e implementados pelos grandes geradores, que estabelecem as diretrizes técnicas e procedimentos para possibilitar o exercício das responsabilidades de todos os geradores e têm como objetivo o manejo e a destinação ambientalmente adequados dos resíduos da construção civil.

O PGRCC deve ser apresentado ao setor de resíduos da SEMA e, após aprovação, segue para liberação de alvará de construção na Secretaria de Obras. No final da obra deve haver a comprovação da execução do PGRCC, como condicionante para a obtenção do Habite-se. Para tanto, é essencial que o responsável técnico guarde todas as notas fiscais e demais comprovantes de contratação de transporte e de destinação final dos resíduos gerados durante a obra, pois serão exigidos a título de prestação de contas como requisito para emissão do Habite-se.

Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I - Caracterização: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos;
- III - Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos, após a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V - Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido no decreto;

Obras com atividades de demolição devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção, respeitadas as

classes estabelecidas, visando a minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação.

Os geradores devem:

a) apontar, quando necessário, os procedimentos a serem tomados para a correta destinação de outros resíduos, como os de serviços de saúde e domiciliares, provenientes de ambulatórios e refeitórios, obedecidas as normas brasileiras específicas;

b) quando contratantes de serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos, especificar, em seus Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, os agentes responsáveis por estas etapas, que deverão estar devidamente licenciados;

c) os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil podem prever o deslocamento, recebimento ou envio, de resíduos da construção civil Classe A, triados, entre empreendimentos licenciados, detentores de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

d) quando entes públicos, na impossibilidade de cumprimento do disposto na alínea “b”, em decorrência de certame licitatório, apresentar, para aprovação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, termo de compromisso de contratação de agente licenciado para execução dos serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos.

Assim sendo, ao se iniciar a construção ou demolição, deve-se preencher o documento PGRCC, de acordo com o porte da obra (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015):

- 1) Obra residencial ou demolição menor do que 30m²;
- 2) Obra residencial de 30 a 500 m², obra comercial de até 1.000 m² ou demolição de 30 a 100 m²;
- 3) Obra residencial acima de 500 m², obra comercial acima de 1.000 m² ou demolição acima de 100 m².

A emissão de Habite-se ou Aceitação de obras, pelo órgão municipal competente, para os empreendimentos dos grandes geradores de resíduos de construção, deve estar condicionada à apresentação de certidão emitida pelo órgão ambiental de integral cumprimento do projeto de gerenciamento de resíduo da

construção civil, que estará baseado em documentos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou outros documentos de contratação de serviços anunciados no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, comprovadores da correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados.

Empresas prestadoras de serviços ambientais licenciadas estão, então, autorizadas a emitir comprovantes de recebimentos e destinação ambientalmente correta para os resíduos da construção. Tais comprovantes atestam o conjunto de procedimentos que os geradores devem cumprir para regularizar o manuseio dos resíduos produzidos nas obras de construção ou demolição da cidade. No município de Londrina há diversas empresas licenciadas, porém quanto a RCD somente duas atuam, uma habilitada para os resíduos de classe A e outra para os de classes A e B (MUNICÍPIO DE LONDRINA, 2015).

Particularmente, uma grande empresa privada licenciada ambientalmente atua no município de Londrina prestando serviços públicos e privados na área de engenharia ambiental e sanitária, promovendo a operação das diretrizes ambientais vigentes. No recebimento dos resíduos em seu sítio de operações, a avaliação das caçambas recebidas para encaminhamento às diversas centrais de tratamento é feita por um processo apenas visual, não havendo realização de ensaios laboratoriais para verificação de contaminações. Os resíduos orgânicos, rejeitos e recicláveis originados da coleta seletiva e recebidos pela empresa são encaminhados para triagem visando seu melhor aproveitamento e sua destinação final adequada. Os resíduos de poda são levados para a CTR PV (Central de Tratamento de Resíduos de Poda Vegetal) da própria empresa, onde ocorre sua segregação, e são encaminhados para pátios de compostagem. Os resíduos orgânicos também são separados, triturados e destinados a compostagem, transformados em cavaco, lenha ou composto orgânico, retornando à cadeia produtiva ou ao meio ambiente. Os resíduos da saúde são desinfetados e encaminhados para destinação final em Curitiba. Os resíduos industriais das Classes I e II são acondicionados e encaminhados para aterro industrial licenciado localizado no próprio sítio da empresa. Na CTR Resíduos Urbanos é feita a seleção do lixo orgânico encaminhado para a produção de adubo e os materiais recicláveis são separados, prensados e comercializados.

Na Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição (CTR CCD) a empresa recebe os resíduos da construção civil, faz a segregação do material e o recicla produzindo pedras e areia que são comercializados no mercado da construção civil. No recebimento das caçambas com resíduos de construção e demolição é feita uma inspeção visual para verificar a existência de materiais contaminantes ou que não sejam oriundos da construção civil. Caso se verifique sua existência, a caçamba é rejeitada. A empresa recebe o material, faz sua vistoria e o seleciona para transformá-lo em um produto que possa ser comercializado junto ao mercado da construção civil na cidade e na região. Após a segregação dos resíduos, a empresa produz os agregados miúdo (areia) e grúdo (pedra 1, pedrisco e rachão), produtos da rebitagem dos resíduos da construção civil resultantes da trituração de concreto, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos. Os resíduos são processados por equipamentos de britagem e trituração até alcançarem a granulometria desejada para que o agregado resultante possa ser reutilizado.

Segundo a empresa, na “Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil os produtos são feitos a partir de um processo rigoroso de seleção e moagem de resíduos do próprio setor”. E ainda “A construção civil é o setor que mais gera resíduos em nossas cidades, em média, três vezes mais que o restante dos outros resíduos. Por muito tempo, este segmento, que é um dos mais importantes da economia mundial, foi apontado como um dos maiores poluidores do meio ambiente. Hoje, essa história mudou”. A Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil da empresa tem capacidade para triturar os resíduos da construção civil, em qualquer escala, e transformá-los em novos produtos para aplicação no próprio setor. Com isso, materiais que antes iam para disposição final, agora voltam ao mercado. Exemplo: o entulho propriamente dito dá origem a areia e pedras de variadas granulometrias. Este sistema também permite o reaproveitamento de papel, papelão, metais, madeira, dentre outros materiais. A CTR Construção Civil da empresa em questão é líder regional neste segmento e atende as principais construtoras, empreiteiras e loteadores da Região Metropolitana de Londrina.

A empresa emite certificados aos geradores atestando a entrega do material, bem como as quantidades recebidas. Tais certificados garantem aos

geradores a destinação final adequada dos resíduos e servem de documento comprobatório junto à SEMA e à Secretaria de Obras do município com vistas à obtenção da documentação para utilização da habitação.

Tais empresas atendem, principalmente, aos grandes geradores. Para os pequenos geradores, além da disponibilidade das empresas licenciadas, foram criados Pontos de Entrega Voluntária (PEV), ou Ecopontos, nos quais podem ser depositados os resíduos gerados por construções, demolições e pequenas reformas em prédios ou residências, que seriam jogados de maneira ilegal em avenidas, ruas e praças, como também em fundos de vale. Estes têm gerado sérios problemas ambientais para a cidade de Londrina e, conseqüentemente, para a população, que está perdendo espaços de lazer e recreação.

Para combater este tipo de crime, a Prefeitura de Londrina, através da CMTU, está aumentando a oferta de áreas para deposição correta dos resíduos da construção e reformas de pequenos geradores, além de facilitar e incentivar a reciclagem desses materiais. Os Ecopontos são locais de entrega voluntária de pequenos volumes de resíduos, até 1m³, e de grandes objetos, móveis, poda de árvores e outros. Nos Ecopontos, o munícipe pode dispor o material gratuitamente em baias distintas para cada tipo de resíduo. A meta é instalar 15 pontos em diferentes regiões da cidade e o objetivo é normatizar e regularizar o despejo de resíduos de construção e dos resíduos verdes, transportados por carroceiros ou veículos, respeitando alguns critérios estabelecidos, dentre eles, do descarte ser oriundo do pequeno gerador.

Foto 19 - Ponto de Entrega Voluntária (PEV) (Ecoponto)

Fonte: <http://sinduscon-nortepr.com.br/noticia/primeiro-pev-entra-em-funcionamento>

O PEV é exclusivo para o pequeno gerador, seja pessoa física ou jurídica, desde que sejam descartados somente os resíduos permitidos, no local e na quantidade estabelecida. Esses resíduos podem ser de podas de jardim ou dos serviços de jardinagem, além dos resíduos inertes, de obras de construção, como a argamassa, restos de concreto, pedaços de pisos, tijolos, madeira, barro, telhas (exceto as de amianto), dentre outros.

Em funcionamento desde o final de dezembro de 2014, o Ponto de Entrega Voluntária (PEV) de resíduos sólidos, no Jardim Nova Conquista (zona sul), tem recebido um descarte a cada seis minutos, são 72 m³ por dia durante a semana e 32 m³ aos sábados. Em 27 dias úteis dos meses de janeiro e fevereiro de 2015, foram 2.236 descartes. Os dados são da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), que comemora o êxito do modelo adotado.

A CMTU atribui o sucesso do PEV à fiscalização constante no local, que conta com dois agentes por período, manhã e tarde. Eles fiscalizam se os resíduos que estão sendo despejados são adequados ao local, cadastram as pessoas que fazem o descarte e orientam sobre a forma correta de descarte de cada resíduo. A CMTU traçou também um perfil das pessoas que utilizam o PEV: 75% são transportadores de resíduos; 25% são geradores de resíduos; 35% atuam com jardinagem e 15% moram próximo ao PEV. A companhia também observou que entre 3% e 5% dos descartes são feitos por empresas e 98% por homens.

3.10 A Técnica de Encapsulamento ou Estabilização por Solidificação Aplicada a Resíduos Sólidos da Construção Civil

3.10.1 A Técnica de Encapsulamento ou Estabilização/Solidificação

Em gerenciamento de resíduos perigosos os termos Solidificação e Estabilização são normalmente usados para designar a tecnologia que emprega aditivos para reduzir a mobilidade dos poluentes, tornando o resíduo aceitável para disposição em aterros. A técnica de tratamento de resíduos industriais por Estabilização/Solidificação (E/S) antes da disposição em aterro vem sendo impulsionada pela necessidade de se melhorar o manuseio do resíduo, prover um produto tratado com alta resistência e integridade estrutural, bem como reduzir a mobilidade de poluentes no solo por lixiviação (OLIVEIRA, 2003). A lixiviação é o processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator. É o processo de extração de uma substância de um meio sólido por meio de sua dissolução em um líquido. Vários termos são usados para descrever a tecnologia de estabilização/solidificação de resíduos perigosos. Eles são empregados com o objetivo de melhorar o nível de compreensão e esclarecer as variações do processo.

“Estabilização” refere-se à técnica que reduz quimicamente o potencial de periculosidade de um resíduo por transformar o elemento para uma forma menos solúvel, móvel e tóxica (FREEMAN; HARRIS, 1995). Neste processo a natureza física e as características de manuseio do resíduo não são necessariamente transformadas (EPA, 1999). O termo pode incluir a solidificação, e necessariamente o uso de uma reação química para transformar o componente tóxico para uma nova substância ou composto não tóxico. Processos biológicos, entretanto não são considerados (WILES, 1989). Estabilização remete às técnicas de minimizar as periculosidades potenciais de um resíduo, reduzindo ao máximo a solubilidade, mobilidade e toxicidade dos contaminantes sem, necessariamente, alterar sua natureza física.

“Solidificação” refere-se à técnica de encapsular resíduos perigosos dentro de um material com alta integridade estrutural (FREEMAN; HARRIS, 1995). É também descrito como um processo no qual materiais são adicionados ao resíduo para produzir um material sólido, e não envolve, necessariamente, uma interação química entre os contaminantes e o aditivo solidificante (WILES, 1989). O produto da solidificação pode ter a forma de um bloco monolítico, de um material semelhante ao solo, de partículas granulares, ou outras formas físicas comumente consideradas sólidas. A solidificação pode envolver uma reação química entre o resíduo e o agente solidificante, ou simplesmente ocorrer através de processos físicos. A migração dos contaminantes é geralmente reduzida pelo decréscimo da área superficial exposta para lixiviação ou por revestimento do resíduo com materiais de baixa permeabilidade. A solidificação, então, está relacionada às técnicas de encapsulamento do resíduo em um sólido monolítico com elevada integridade estrutural. Este processo nem sempre envolve algum tipo de interação química entre os resíduos e os reagentes dos materiais aglomerantes adotados, mas deve blindar mecanicamente o resíduo dentro de uma estrutura sólida. Assim sendo, a mobilidade dos contaminantes se torna difícil devido à escassez de área superficial exposta à lixiviação e pelo fato de os resíduos estarem isolados em capsulas impermeáveis (CONNER; HOFFNER, 1998).

“Encapsulamento” é o processo que envolve o revestimento ou enclausuramento de uma partícula tóxica ou um aglomerado de resíduos com uma nova substância, isto é, com um aditivo solidificante (WILES, 1989). A solidificação quando aplicada para resíduos formados por partículas finas, tipicamente menor ou igual a 2mm, é chamada de microencapsulamento e, de outra forma, quando aplicado para grandes blocos ou *container* de resíduos é chamado de macroencapsulamento (EPA, 1999). O termo encapsulamento significa o processo usado para destoxificar, imobilizar ou restringir a capacidade de solubilização de um resíduo, reduzindo a sua toxicidade ao meio ambiente (CLÁUDIO, 1987 *apud* PABLOS, 2008). Este processo é um pré-tratamento que induz a reações químicas e a mecanismos físicos para fixarem elementos ou compostos tóxicos em polímeros impermeáveis ou em cristais estáveis (POON; CLARK; PERRY, 1986).

3.10.2 Generalidades sobre a Técnica de Estabilização/Solidificação

Entre os métodos de retenção ou imobilização de materiais contaminados pode ser citado o processo de encapsulamento ou Estabilização/Solidificação (E/S) de contaminantes, método este que é utilizado para transformar materiais sólidos ou líquidos potencialmente poluentes em materiais sólidos menos poluentes ou não poluentes. A tecnologia de estabilização/solidificação vem se tornando uma importante alternativa de tratamento para a disposição de resíduos perigosos em aterros e controle de áreas contaminadas, pois provê o melhoramento das características físicas e toxicológicas do resíduo e/ou do solo, facilitando o seu gerenciamento de forma segura e eficaz.

A estabilização/solidificação de resíduos sólidos é um processo também conhecido por encapsulação ou fixação. Trata-se de uma tecnologia alternativa aos processos tradicionais de tratamento de resíduos e serve, principalmente, como um meio de facilitar o manuseio, o transporte e o armazenamento de resíduos. Em síntese, consiste em estabilizar química e/ou fisicamente os resíduos sólidos através da adição de aglomerantes ou da inserção em invólucros eficientes (PABLOS, 2008).

Na estabilização por solidificação (E/S), os contaminantes são aprisionados numa matriz sólida. Neste caso, a retenção do contaminante é limitada pela diminuição da área de superfície exposta ao meio ambiente e/ou pelo isolamento dos contaminantes da influência do meio externo por partículas presentes no resíduo (MALONE; JONES; LARSON, 1980). No processo de E/S ocorrem reações químicas entre os contaminantes e aglomerantes e/ou retenção de natureza física (SPENCE; SHI, 2005). A técnica de E/S é empregada como opção de pré-tratamento ou tratamento propriamente dito de resíduos sólidos perigosos que não podem ser eliminados, reduzidos, reciclados ou utilizados no ambiente em que foram gerados na sua condição original (STEGEMANN; BUENFELD, 2003).

Estabilizar um resíduo significa usar uma técnica que reduz quimicamente seu potencial de periculosidade, por transformar o elemento contaminante para uma forma menos solúvel, móvel e tóxica (FREEMAN; HARRIS, 1995 *apud* OLIVEIRA,

2003). Solidificar significa usar uma técnica para encapsular o resíduo em um sólido monolítico de alta integridade estrutural (CONNER, 1998).

O processo de E/S é uma forma de realizar o tratamento de resíduos e, para tanto, necessita do conhecimento de suas respostas ambientais e estruturais, em função da destinação preconizada. Tais respostas são obtidas basicamente pelo estudo das propriedades mecânicas e químicas do resíduo e pela simulação e modelagem, visando à extrapolação dos dados para longo prazo (BRITO, 2009).

O material encapsulante tem a função de formar uma barreira física permanente no resíduo, evitando a lixiviação de produtos tóxicos para o meio ambiente, sobretudo o solo e as águas superficiais. Dois aspectos são importantes para o entendimento deste processo. O primeiro está relacionado ao critério de imobilização dos contaminantes, pois fica evidenciado que eles são aprisionados ou retidos na forma de um precipitado na superfície da matriz e/ou são incorporados em seu interior. O segundo aspecto está relacionado ao critério de integridade/durabilidade dos materiais, principalmente quando se afirma que a matriz aprisiona ou retém os contaminantes por meio de mecanismos físicos, sem ocorrerem necessariamente reações químicas, mas aprisionamento físico (BRITO, 2009; SPENCE; SHI, 2005).

A tecnologia da Estabilização por Solidificação de resíduos tem sido utilizada, na prática, em larga escala nos EUA para tratamento de resíduos contendo componentes orgânicos halogenados (voláteis e semivoláteis), PCB (bifenilos policlorados) e metais. Os bifenilos policlorados (PCB) e o diclorodifenil tricloroetano (DDT) são compostos orgânicos persistentes (POP) que podem bioacumular e produzir efeitos nocivos nos ecossistemas. No relatório editado pela agência norte-americana de proteção ao meio ambiente, a U.S. EPA (EPA, 2001) observa-se que dos 166 projetos financiados pelo governo norte americano para descontaminar áreas poluídas por metais, 155, ou seja, 93,4%, utilizam o processo de E/S, e o restante utiliza tecnologias como incineração, biorremediação, separação física e vitrificação. Desse mesmo relatório é possível comparar o número de projetos aprovados para o tratamento de áreas contaminadas por diferentes tipos de substâncias químicas, conforme os diferentes tipos de tecnologias de tratamento. Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental

(USEPA), considera a técnica de E/S eficaz para tratamento de resíduos perigosos, pois ela é regularizada para 57 tipos de resíduos no território americano.

Já no Brasil, o levantamento de dados referentes ao uso da tecnologia da Solidificação e Estabilização é uma tarefa bastante difícil. O país não dispõe sequer de um sistema de um inventário fiel e abrangente em relação às quantidades do resíduo industrial produzido nacionalmente, que dirá de informações precisas do seu destino. Algumas estimativas podem ser encontradas nos relatórios da Associação Brasileira das Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais, ABETRE (ABETRE, 20032).

Embora esta técnica seja amplamente utilizada há mais de 30 anos em países como os Estados Unidos, Alemanha, França, Inglaterra e Japão, no Brasil ela ainda é bastante recente e está basicamente direcionada ao tratamento de resíduos industriais classificados segundo a NBR 10004 (Classificação de Resíduos) como Classe I (perigoso) e Classe II (não inerte) (OLIVEIRA, 2003).

3.10.3 Objetivos da Utilização da Técnica de Estabilização/Solidificação

As técnicas de estabilização/solidificação surgiram com o intuito de melhorar a disposição final dos resíduos perigosos e outros resíduos que não poderiam ser utilizados em outros produtos, ou seja, o objetivo era minimizar o grau de periculosidade, isso tudo para não contaminar o solo das áreas de disposição final (CONNER, 1998). A tecnologia produz um material monolítico durável, reduzindo a capacidade de lixiviação dos componentes perigosos ao meio ambiente, sobre diversas formas de disposição (POON; QIAO; LIN, 2003 *apud* BRITO; SOARES, 2005).

A tecnologia de Estabilização e Solidificação é o processo de tratamento empregado para atingir um ou mais dos seguintes objetivos (BARTH; PERCIN; AROZARENA, 1990):

- 1) Melhorar o manuseio e as características físicas dos resíduos, como na adsorção de líquidos livres;

2) Reduzir a área superficial ao longo da massa de resíduo, no caso de ocorrer perda ou transferência de contaminante;

3) Limitar a solubilidade de qualquer constituinte perigoso do resíduo através de um ajuste de pH ou pelo fenômeno de adsorção.

O objetivo é empregar aditivos para alterar resíduos perigosos e transformá-lo em não perigosos ou aceitáveis para as normas de disposição vigente (WILES, 1987).

A estabilização por solidificação (E/S) tem como objetivo, então, imobilizar contaminantes em resíduos ou solos contaminados pela adição de ligantes. A estabilização envolve os contaminantes convertendo em menos tóxicos e/ou em uma forma menos solúvel, enquanto a solidificação envolve a criação de um sólido durável, matriz, para encapsular os contaminantes. A E/S é uma tecnologia de baixo custo que pode ser aplicada rapidamente e não há exigência de muita energia. Sendo assim, é considerada uma das melhores tecnologias para o tratamento de resíduos perigosos. Dependendo das características do resultado do produto da E/S existe a possibilidade de reutilizá-lo na construção civil. A técnica de E/S tem sido relatada como eficaz no tratamento de resíduos inorgânicos (CONNER, 1990). No entanto, sua eficácia no tratamento de resíduos contendo quantidades substanciais de compostos orgânicos permanece questionável por causa dos efeitos prejudiciais que os compostos orgânicos podem ter sobre a hidratação de ligantes (CONNER; HOEFFNER, 1998).

Uma das grandes vantagens dessa técnica é o uso do cimento, um material acessível. A tecnologia baseada no cimento, apresenta vantagem comercial sobre outras tecnologias devido ao baixo custo para o tratamento de vários tipos de resíduos perigosos (POON; QIAO; LIN, 2003 *apud* BRITO; SOARES, 2005). A cimentação de resíduos é um dos processos de estabilização/solidificação empregados, visando a obtenção de um produto com características e integridade física adequadas, de forma a otimizar o seu transporte, armazenamento, disposição e/ou reutilização (SILVA, 2002). A estabilização em que se usa o cimento, caso o resíduo seja estabilizado ficando apenas enclausurado dentro da matriz, tem-se uma estabilização física, mas se o resíduo reagir com o cimento na composição da argamassa, acontece então uma estabilização também de caráter químico.

3.10.4 Processos Utilizados na Técnica de Estabilização/Solidificação

As categorias mais conhecidas da técnica de estabilizar/solidificar um resíduo são: processos químicos, processos físicos e processos térmicos. Essas categorias consistem em (CONNER, 1998):

Processo Químico: aquele que necessita da reação química para o processo de estabilização acontecer; em estabilização, essa forma consiste em algo tão simples como a neutralização do ácido para fornecer um ambiente alcalino, ou podem ainda envolver complexas reações; na adição, processos mais químicos envolvem reações de solidificação do cimento ou de materiais pozolânicos; esses processos são feitos principalmente à base de cimento, pozolana, cal e miscelâneas de aditivos.

Processo Físico: não envolve reações químicas; o processo acontece pela adsorção ou absorção de constituintes em superfícies ou em poros; pode acontecer ainda encapsulando-os em uma matriz que reveste as partículas constituintes e os dispersa no seu interior, separando fisicamente o constituinte perigoso do meio ambiente.

Processo Térmico: esse tipo de processo também não é considerado químico, pois não existe a reação química; seu processo pode ser classificado como físico, mas com a particularidade do uso da temperatura; o processo de polimerização de termopolímeros pode resultar em micro solidificação/estabilização dos constituintes do resíduo; tal como acontece na solidificação/estabilização em polímeros termoplásticos e ainda no processo de vitrificação.

Também, os processos de estabilização por solidificação podem ser divididos em dois grandes grupos: inorgânicos e orgânicos. Os inorgânicos com cimento e pozolanas têm sido utilizados mais frequentemente que as outras tecnologias. Os processos orgânicos com termoplásticos e polímeros orgânicos têm sido aplicados para resíduos perigosos específicos (BARTH; PERCIN; AROZARENA, 1990).

Os principais processos inorgânicos utilizam como agente solidificante o cimento, a cal, os materiais pozolânicos, o gesso e os silicatos. E nos processos orgânicos os materiais até então experimentalmente testados incluem resinas epóxi,

poliéster, asfalto, poliolefinas (primariamente polietileno e polietileno-polibutadieno), e uréia-formaldeído. Combinações de ambos os processos, inorgânicos e orgânicos, têm sido usados, incluindo diatomáceas com cimento e poliestireno, poliuretano e cimento, e géis polímeros com silicatos, cal e cimento (WILES, 1989).

3.10.5 Tipos de Procedimentos Utilizados na Técnica de Estabilização/Solidificação

Há vários esquemas de processos para as diferentes técnicas de estabilização por solidificação dos resíduos que merecem considerações (WILES, 1989; NEDER, 1998). A classificação do processo de estabilização por solidificação pode ser feita em função do local de sua realização e do tipo de aglomerante utilizado. Com relação ao local de realização, os procedimentos que podem ser aplicados podem ser divididos em quatro categorias principais, *in situ*, *mobile plant*, *in plant* e *in drum* (WILES, 1989):

In Drum: Neste processo, os agentes solidificantes são adicionados aos resíduos estocados em tambores ou outro *container* qualquer. Depois das etapas de mistura e cura, a matriz resíduo-agente solidificante é normalmente disposta em aterro no próprio tambor.

In Plant: Refere-se ao processo realizado em uma planta de tratamento projetada especificamente para solidificar e estabilizar um determinado volume de resíduo. O processo pode ser conduzido dentro da própria indústria geradora de resíduo, ou ser realizado em uma planta projetada para solidificar e estabilizar resíduos gerados em fontes externas.

Mobile-Plant: Refere-se ao processo de solidificação realizado em um equipamento móvel ou facilmente transportado de um lugar para outro.

In Situ: Refere-se à adição de agentes solidificantes diretamente em uma lagoa ou por meio de injeção de materiais solidificantes ou estabilizantes no subsolo, para promover a solidificação e estabilização de lodos e solos contaminados. Este tipo de processo tem sido considerado como uma tecnologia de remediação de solos contaminados.

3.10.6 As Técnicas de Estabilização/Solidificação Desenvolvidas

Existem diversas técnicas de estabilização/solidificação de resíduos sólidos. As principais são: à base de cimento; à base de cal e materiais pozolânicos (exceto cimento); à base de polímeros orgânicos; à base de argilas; vitrificação; encapsulação em invólucro inerte e auto-solidificação (PABLOS, 2008). Elas estão apresentadas a seguir.

3.10.6.1 Técnica à Base de Materiais Pozolânicos

Pozolanas são materiais naturais ou artificiais que contêm sílica ativa, formando silicatos de cálcio com propriedades aglomerantes na presença de água. Geralmente os materiais pozolânicos usados no tratamento de resíduos são as cinzas volantes, poeiras de forno de cimento, escória de alto-forno, xistos calcinados, telhas e tijolos cerâmicos moídos, pedra-pome e cinzas de carvão oriundas de termoelétricas (PABLOS, 2008).

A técnica baseada em materiais pozolânicos envolve silicatos e alumino-silicatos, onde não ocorrem reações cimentícias isoladas, mas substâncias em formas cimentícias que combinam com a cal ou cimento em água em temperatura ambiente. O primeiro mecanismo de contenção é o aprisionamento físico do contaminante na matriz pozolânica. Pozolanas contendo quantidades significantes de silicatos distinguem-se dos materiais à base de cal. O produto final pode variar de um material mole granulado fino para um material duro coesivo similarmente parecido com o cimento. Reações pozolânicas são geralmente mais lentas que as reações cimentícias. Alguns dos resíduos que têm sido estabilizados pela técnica E/S com materiais pozolânicos incluem borras oleosas, lodos de galvanização contendo vários metais (alumínio, níquel, cobre, chumbo, cromo e arsênio), resíduos ácidos e creosoto (BARTH; PERCIN; AROZARENA, 1990).

As principais vantagens dessa técnica são: o baixo custo dos materiais empregados, disponíveis em grande escala; não necessitar de equipamentos

especiais no processo e o conhecimento das reações envolvidas. Contudo, existem algumas desvantagens, como a lentidão das reações e o material solidificado normalmente ter baixa resistência mecânica.

3.10.6.2 Técnica à Base de Polímeros Orgânicos

A técnica de estabilização/solidificação mais efetuada com polímeros orgânicos se chama ureia-formaldeído. O resíduo é misturado com um pré-polímero e com catalisador (CETESB, 1985).

Normalmente, o material polimerizado não se mistura quimicamente com o resíduo, mas forma uma massa esponjosa que captura as partículas sólidas. Com isso, existe o risco de contaminantes serem liberados caso o polímero se degrade ou rompa. Também são exigidos cuidados especiais durante a operação, pois a reação de polimerização libera gases tóxicos.

Em contrapartida, o material solidificado possui volume pequeno e massa específica baixa com relação a outros processos, e a quantidade necessária de material solidificante é pequena (CLÁUDIO, 1987).

O processo utilizando polímeros orgânicos depende da formação de um polímero para imobilizar o constituinte de interesse. A polimerização orgânica tem sido usada primariamente para estabilizar/solidificar resíduos radioativos. Esta tecnologia é comumente aplicada em uma base limitada de resíduos perigosos tais como cloretos orgânicos, fenol, borra de tinta, cianetos e arsênio. Polimerização pode também ser aplicada para lodos de dessulfurização de gás combustível, lodos de galvanização, resíduos de bateria cádmio/níquel, lodos contaminados com cetona, e resíduos clorados depois de desidratados e secos (BARTH; PERCIN; AROZARENA, 1990).

3.10.6.3 Técnica de Encapsulação em Invólucro Inerte

Neste processo o resíduo é inicialmente prensado ou aglomerado e, posteriormente, envolvido por uma jaqueta ou camisa de material inerte. Geralmente, este material de revestimento é o polietileno, que é sujeito a danos quando exposto a temperaturas elevadas e raios ultravioletas.

Esta técnica garante segurança total contra lixiviação e solubilização de poluentes, porém, seu custo é alto em virtude da necessidade de equipamentos sofisticados e mão de obra especializada (CETESB, 1985).

3.10.6.4 Técnica de Vitrificação

Na tentativa de formar um vidro ou um mineral de silicato sintético, alguns experimentos têm sido feitos combinando resíduos com sílica e fundindo a mistura.

Como o vidro e os silicatos cristalinos são lixiviados muito lentamente pela água, este processo é considerado seguro no que diz respeito à disposição final de resíduos. Entretanto, são necessárias instalações semelhantes à de uma indústria de vidros para fazê-lo e consumo energético intensivo acima de 1350 °C para que a mistura resíduo-silicato seja fundida (CETESB, 1985).

3.10.6.5 Técnica de Auto-Solidificação

Resíduos industriais como lodos de limpeza, de exaustão ou dessulfurização, contêm grandes quantidades de sulfeto ou sulfato de cálcio, e quando calcinados apresentam propriedades aglomerantes.

Nesse caso, a auto-solidificação é possível calcinando-se uma pequena porção do lodo, em torno de 8 a 10% do total, sob condições cuidadosamente controladas para produzir o aglomerante. Esse resíduo calcinado é misturado ao

restante do lodo, juntamente com alguns aditivos, promovendo uma solidificação geral.

O material resultante é muito resistente, de baixa permeabilidade, e com boa retenção de metais pesados presentes no resíduo. As desvantagens desta técnica consistem na necessidade de equipamentos especiais e de energia adicional para gerar a calcinação (CETESB, 1985).

3.10.6.6 Técnica à Base de Argilas

As argilas bentonitas são as mais utilizadas nesta técnica. Dessa forma, as argilas bentonitas sódicas, quando adicionadas de sais quaternários de amônia, são transformadas em argilas organofílicas que, por sua vez, são associadas ao cimento para que interajam com os compostos orgânicos dos resíduos, garantam sua fixação através da troca da amônia pelos compostos orgânicos e os impeçam de interferir no processo de hidratação do cimento (WARREN; CLARK; PERRY, 1986).

São também denominadas de Complexo Argilo-Mineral (CAM) e têm como característica a afinidade com as moléculas orgânicas. São tipos especiais de argilo-silicatos minerais ou outros minerais do solo que foram alteradas pela substituição de cátions inorgânicos intercambiáveis adsorvidos nas superfícies do mineral por cátions inorgânicos de cadeia longa. Geralmente são usados sais quaternários de amônia, convertendo os minerais organofílicos (BRITO, 2007).

O uso de argilas organofílicas para estabilizar resíduos orgânicos antes da solidificação com cimento tem recebido cada vez mais atenção em anos recentes. A capacidade de interação entre argilas e orgânicos é conhecida desde os anos de 1930. De fato, esta característica tem sido explorada para remover gordura de lã, para adsorver corantes, para estabilizar metais e outros cátions em resíduos radioativos. O reconhecimento da atenuação da mobilidade de pesticidas e outros orgânicos tóxicos pelo solo provocaram a retomada do interesse pela interação entre os poluentes orgânicos e o solo, com enfoque na disposição de resíduos (TRUSSEL; SPENCE, 1994).

A utilização de Complexo Argilo-Mineral (CAM) na E/S de resíduos orgânicos caracteriza-se como um processo de adsorção. A principal vantagem do processo com o uso de argila é a capacidade de reter compostos orgânicos (BRITO, 2007).

Essa tecnologia parece ser muito promissora em termos de aglomerante para resíduos orgânicos. Entre os mecanismos químicos de interação estão a complexação, as pontes de hidrogênio, a capacidade de troca iônica, e a oxidação que produz um radical catiônico livre, no qual os produtos são estabilizados pela argila, que age como um catalisador para a reação (OLIVEIRA, 2003).

3.10.6.7 Técnica à Base de Materiais Termoplásticos

A técnica com termoplásticos é considerada um processo de microencapsulamento no qual os resíduos não reagem quimicamente com o material encapsulante. Nesta tecnologia, materiais termoplásticos tais como asfalto (betume), polietileno, polipropileno e *nylon* podem ser usados para criar uma camada ou uma jaqueta sobre os resíduos (VISVANATHAN, 1996). O ligante asfáltico (betume) pode ser aquecido antes e misturado com um resíduo seco, ou pode ser aplicado como uma mistura fria. Em último caso, a compactação pode ser usada para remover a água adicional do agregado e das partículas residuais circundantes.

O betume pode ter aplicação comercial para estabilizar/solidificar solos contaminados com óleos e gasolinas. Nesta aplicação, os solos contaminados com hidrocarbonetos são usados para diluir o betume, que é, então, usado em pavimentações ou material de remendo para estradas. A consistência resultante variará dependendo da densidade do hidrocarboneto misturado ao betume e da quantidade de agregados adicionados na mistura. O encapsulamento termoplástico pode também ser aplicado para lodos de galvanização, lodos de refinaria e de tintas contendo metais e orgânicos, cinzas de incineração, poeira de filtro, e resíduos radioativos (BARTH; PERCIN; AROZARENA, 1990).

O uso do polietileno de baixa densidade (PEBD) como matriz de solidificação para metais pesados na forma de óxidos como cádmio, chumbo e zinco, imobiliza tais metais nas porcentagens de 10, 30 e 50% em massa, o que é satisfatório (SILVA, 2001). A maior vantagem do processo de encapsulamento está no alto grau de controle sobre a liberação de contaminantes para o ambiente, entretanto, o encapsulamento é considerado um processo de alto custo energético, sendo esta sua principal desvantagem (VISVANATHAN, 1996).

3.10.6.8 - Técnica à Base de Cimento Portland

A técnica baseada em cimento é um processo simples em que resíduos são misturados com cimento. É necessária a adição de água na mistura, caso esta não esteja presente nos resíduos, para garantir as reações de hidratação do cimento. Os resíduos são incorporados dentro da matriz e, em alguns casos, sofrem transformações físicas e químicas que reduzirão sua mobilidade na matriz de cimento-resíduo. Tipicamente hidróxidos metálicos são formados, que são muito menos solúveis que outras espécies iônicas de metais. Pequenas quantidades de cinzas volantes, silicato de sódio, bentonita ou aditivos patenteados são frequentemente adicionados ao cimento para melhorar o processo. O produto final pode variar de um material granular como solo para um sólido coesivo, dependendo da quantidade de reagente adicionado e do tipo e quantidade de resíduo. A tecnologia da E/S baseada em cimento tem sido aplicada para resíduos de galvanização contendo vários metais, tais como cádmio, cromo, cobre, chumbo, níquel e zinco (BARTH ; PERCIN; AROZARENA, 1990; VISVANATHAN, 1996).

Em se tratando de estabilização por solidificação de resíduos, o termo matriz significa a estrutura básica na qual os resíduos são fixados química e/ou fisicamente. Devido à simplicidade do processo e ao baixo custo, a fixação de resíduos perigosos em matrizes de cimento Portland é a técnica de estabilização/solidificação mais empregada. Esta técnica é especialmente indicada para resíduos metálicos (DANIALI, 1990).

A Tabela 13 abaixo mostra a compatibilidade de alguns resíduos com o processo de estabilização/solidificação em cimento. O resíduo usado na alimentação dos fornos é conhecido como torta, que é a parte sólida que resta do produto depois da moagem industrial.

Tabela 13 – Exemplos de aplicação da técnica de E/S em matrizes de cimento

Indústria/Atividade	Tipo de Resíduo	Poluente
Galvanoplastia	Torta, lama	Cr, Pb, Cu, Ni, Zn
Galvanoplastia	Torta, lama	Zn
Componentes eletrônicos	Torta, lama	C, Sn, Pb
Químicos orgânicos	Líquido	Pb, Ti
Lavagem de gases	Líquido	Sulfatos alcalinos
Catálise petroquímica	Sólido	Co, Mo, Ni
Tratamentos metálicos	Líquido	Zn, Mg, Ba, ácidos
Farmacêutica	Torta, lama	Zn, Hg, Ba, Be
Acabamento metálico	Sólido	Cu, Ni, Zn
Incineração	Torta, lama	Mn, Fe, Pb, Zn, V
Decapagem ácida	Torta, lama	Cr, Zn, Fe, ácidos
Acabamento de Al	Torta, lama	Cr, Cu, ácidos

Fonte: Saito et al., 1985, *apud* Hanna, 1996.

Como os metais não podem ser destruídos por incineração, as alternativas de tratamentos para resíduos contendo metais tornam-se limitadas. Por isso a técnica de estabilização/solidificação é considerada a melhor forma de disposição viável atualmente para este tipo de resíduo (PABLOS, 2008).

Durante a hidratação do cimento são formados de 20 a 30% de hidróxido de cálcio, formando uma solução sólida nos poros com pH em torno de 12 a 13. Este meio alcalino favorece a formação de compostos insolúveis, como hidróxidos e silicatos de metálicos (MACKAY; EMERY, 1992).

São várias as vantagens de se utilizar a técnica de estabilização/solidificação à base de cimento Portland (PABLOS, 2008):

- 1) Os custos referentes ao cimento Portland e aos equipamentos necessários são relativamente baratos e o consumo de energia baixo;
- 2) Existe um conhecimento bastante difundido a respeito desta tecnologia, do controle da mistura e de seu manuseio;
- 3) Não é necessário secar e desidratar o resíduo, uma vez que será adicionada uma quantia de água para a hidratação do cimento;
- 4) A mistura tolera diversas variações químicas, devido à alcalinidade do cimento, que propicia a neutralização de ácidos e o protege da ação de oxidantes fortes, como os nitratos;
- 5) Permite originar produtos finais com resistência mecânica e permeabilidade desejadas;
- 6) Com a aplicação de um revestimento selante é possível melhorar as questões de lixiviação e solubilização do produto final;
- 7) É possível tratar os resíduos no próprio local onde foram indevidamente depositados.

Por outro lado, existem algumas desvantagens (CETESB, 1985):

- 1) O grande consumo de cimento;
- 2) A massa e o volume do produto final geralmente são o dobro em relação aos obtidos por outros processos de fixação;
- 3) A possibilidade da formação de amônia, devido à alcalinidade do cimento;
- 4) A necessidade de aterros industriais para a disposição dos produtos finais não revestidos;
- 5) A necessidade de um pré-tratamento com o uso de cimentos especiais e aditivos de custo elevado, quando os resíduos contêm grandes quantias de impurezas que possam prejudicar o endurecimento e a cura da mistura resíduo-cimento, tais como boratos e sulfatos.

3.10.7 – Vantagens e Desvantagens das Técnicas de Estabilização/Solidificação

A Tabela 14 mostra um resumo das vantagens e desvantagens das técnicas descritas.

Tabela 14 – Vantagens e desvantagens das técnicas de E/S

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Materiais Pozolânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo; - Materiais disponíveis em grande escala; - Não necessita de equipamentos especiais; - Conhecimento das reações ocasionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lentidão das reações; - Material solidificado tem baixa resistência mecânica.
Polímeros orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Material solidificado possui volume pequeno e massa específica baixa; - Quantidade necessária de material solidificante é pequena. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de contaminantes serem liberados caso o polímero se degrade ou se rompa; - Reação de polimerização libera gases tóxicos.
Encapsulação em Invólucro Inerte	<ul style="list-style-type: none"> - Segurança total contra lixiviação e solubilização. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de equipamentos sofisticados e mão de obra especializada; - Custo elevado; - O material de revestimento, geralmente o polietileno, sofre danos por temperaturas elevadas e raios ultravioleta.
Vitrificação	<ul style="list-style-type: none"> - Processo seguro, pois a lixiviação ocorre muito lentamente pela água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de instalações semelhantes à de uma indústria de vidros; - Consumo energético elevado; - Custo elevado.
Auto-solidificação	<ul style="list-style-type: none"> - Material resultante muito resistente - Baixa permeabilidade; - Boa retenção de metais pesados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de equipamentos especiais; - Consumo energético elevado.
Cimento Portland	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidade do processo; - Baixo custo; - Baixo consumo energético; - Domínio da tecnologia; - Não é necessário secar e desidratar o resíduo; - Compatível a diversas variações químicas; - Origina produtos finais com a resistência mecânica e a permeabilidade desejadas; - Possibilita tratar os resíduos no mesmo local onde foram depositados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de um revestimento selante para melhorar as questões de lixiviação e solubilização do produto final; - Consumo de cimento elevado; - Produto final com grande volume e massa específica alta; - Pode gerar amônia; - Necessidade de pré-tratamento com o uso de cimentos especiais e aditivos de custo elevado, quando os resíduos contêm grandes quantias de impurezas.

A Tabela 15, de outra fonte, também mostra outras vantagens e desvantagens das diversas técnicas.

Tabela 15 – Outras vantagens e desvantagens das técnicas de Estabilização/Solidificação

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Baseada em Cimento	<ul style="list-style-type: none"> - Aditivos estão disponíveis por um preço razoável; - As técnicas de mistura de cimento são bem desenvolvidas; - Equipamentos são facilmente disponíveis; - O processo é razoavelmente tolerante a variações químicas nos lodos; - A resistência e a permeabilidade do produto final podem ser variadas pelo controle da quantidade de cimento adicionada. 	<ul style="list-style-type: none"> - As baixas resistências da mistura cimento-resíduo são frequentemente vulneráveis a soluções de lixiviações ácidas. - Condições extremas podem resultar na decomposição de materiais fixos e acelerar a lixiviação de contaminantes; - Pré-tratamento, tipos de cimento mais caro, ou aditivos caros podem ser necessários para estabilização de resíduos contendo impurezas que afetem o endurecimento e a cura do cimento; - Cimento e outros aditivos aumentam consideravelmente o peso e o volume dos resíduos.
Baseada em Cal	<ul style="list-style-type: none"> - Os aditivos são geralmente muito baratos e amplamente disponíveis; - Os equipamentos requeridos para o processo são simples para operar e amplamente disponíveis; - As químicas das reações pozolânicas são bem conhecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - A cal e outros aditivos aumentam o peso e o volume dos resíduos; - As estabilizações de lodos são vulneráveis a soluções ácidas e problemas associados com contaminantes orgânicos podem afetar a cura e o endurecimento da matriz.
Termoplástico	<ul style="list-style-type: none"> - As taxas de migração de contaminantes são geralmente mais baixas que muitas outras técnicas; - O produto final é bastante resistente a maioria das soluções aquosas; - Materiais termoplásticos aderem bem a incorporação de materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os equipamentos são caros e a habilidade no laboratório é geralmente requerida; - Lodos contendo contaminantes que volatilizam em baixas temperaturas devem ser processados cuidadosamente; - Materiais termoplásticos são Inflamáveis; - Lodos úmidos devem ser secos antes, só então podem ser misturados com o material termoplástico.
Polímeros Orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Somente pequenas quantidades de aditivos são usualmente requeridas, para fazer a mistura proposta; - A técnica pode ser aplicada para qualquer um dos dois: lodo seco ou úmido; - O produto final tem uma densidade baixa comparada com outras técnicas de fixação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os contaminantes são presos em uma matriz-resina solta como produto final; - Os catalisadores usados no processo uréia-formaldeído são ácidos fortes. Muitos metais são extremamente solúveis em baixo pH e podem escapar na água não sendo presos na massa durante o processo de polimerização; - Alguns polímeros orgânicos são biodegradáveis.
Encapsulamento	<ul style="list-style-type: none"> - Muitos contaminantes solúveis são totalmente isolados do ambiente; - Usualmente um segundo recipiente não é requerido, pois os materiais de cobertura são quimicamente inertes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os materiais usados são frequentemente caros; - São requeridos equipamentos especializados e tratamento térmico para formar a sobrecaça; - O lodo tem de ser seco antes de o processo ser aplicado.

Fonte: (DYER; MIGNONE, 1983)

As vantagens e desvantagens da tecnologia de estabilização por solidificação variam de acordo com o tipo de processo empregado, dos aglomerantes, da característica do resíduo e de condições locais específicas como clima, localização geográfica e legislação, entre outros fatores (WILES, 1989). As principais vantagens e desvantagens dos processos de estabilização por solidificação, orgânicos e inorgânicos, acima descritos, são mostradas na Tabela 14 acima, que possibilita uma breve comparação entre estas diversas técnicas (DYER; MIGNONI, 1983).

Dentre os fatores que podem influenciar a seleção da tecnologia, projeto, implementação e desempenho do processo e do produto da solidificação, pode-se citar como principais, além de outros fatores específicos tais como legais, econômicos, climáticos e hidrogeológicos, os seguintes (FREEMAN; HARRIS, 1995; WILES, 1989):

- a) objetivo do tratamento;
- b) característica dos resíduos;
- c) tipo do processo requerido.

No processo de Estabilização/Solidificação aplicado aos resíduos perigosos, há pelo menos três níveis de tratamento, para os quais pretende-se atingir (WILES, 1989) :

a) No nível I, o objetivo é a remoção de líquido livre do resíduo, a fim de torná-lo aceitável pelas normas vigentes para disposição em aterro. No entanto, se a solidificação não for evidente, o produto pode ser submetido a um teste de compressão como comprovação de que a solidificação ocorreu.

b) Para o nível II de tratamento, o objetivo é fazer com que o resíduo se enquadre dentro das regras para disposição no solo. Até o momento a única restrição é que o resíduo não contenha líquido livre, no entanto ao passo que as normas para disposição estão se tornando cada vez mais exigentes, se for determinado que um resíduo não satisfaz às condições para disposição este será banido, a menos que este seja tratado para remover as características inaceitáveis.

c) Para o nível III de tratamento, o objetivo é transformar um resíduo classificado originalmente como perigoso em não perigoso e, portanto aceitável para disposição em aterros de resíduos não perigosos, ou para reutilização.

As características dos resíduos estão entre os mais importantes fatores que afetam o processo de estabilização por solidificação. Pequenas quantidades de alguns compostos podem reduzir seriamente a resistência, e as características durabilidade e permeabilidade do resíduo solidificado.

As características do resíduo, tais como o seu conteúdo orgânico, conteúdo inorgânico, viscosidade, tamanho e distribuição das partículas podem afetar a qualidade do produto final solidificado. A incompatibilidade entre o agente solidificante e o resíduo pode inibir as reações necessárias para o processo de tratamento, como é o caso de resíduos com alto conteúdo de solventes orgânicos e os processos de solidificação com agentes inorgânicos (NEDER, 1998).

Características físicas do resíduo e de seus agentes solidificantes também são importantes. O tamanho e a forma das partículas do resíduo e do aglomerante empregado pode desempenhar um papel importante no desempenho do processo de tratamento. A viscosidade da mistura pode variar com o tamanho e a forma das partículas e afetar a quantidade de água disponível para a reação. A proporção água/mistura também é importante para produzir uma mistura com resistência aceitável. O tipo, a forma e a duração da mistura também podem afetar a resistência do produto final, retardando ou acelerando o tempo de cura (WILES, 1989).

O tipo de procedimento escolhido (*in drum*, *in plant*, *móBILE plant* e *in situ*) e as condições de processamento específicas como forma de mistura, transporte, localização e estocagem dos resíduos tratados são importantes fatores a serem considerados na avaliação e seleção da tecnologia de estabilização/solidificação (OLIVEIRA, 2003).

O encapsulamento com cimento Portland ou outro agente cimentante hidráulico é geralmente sugerido como o melhor tratamento para rejeitos que não podem ser eliminados ou reciclados (STEGEMANN; BUENFELD, 2002). A utilização de materiais cimentícios tem sido usada há décadas no tratamento final para a disposição de rejeitos químicos e radiativos (MAYERS; EAPPI, 1992).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Os Resíduos e os Produtos na Empresa de Reciclagem

Os resíduos de construção e demolição utilizados nesta pesquisa são os agregados miúdo e graúdo provenientes da reciclagem dos materiais de construção recebidos pela empresa licenciada para seu processamento na cidade de Londrina. A empresa recebe o material, faz sua vistoria e o seleciona para transformá-lo em um produto que possa ser comercializado junto ao mercado da construção civil na cidade e na região.

Os resíduos são oriundos de grandes e pequenos geradores que necessitam regularizar suas obras junto à Prefeitura Municipal de Londrina, por meio de comprovação de destinação ambientalmente correta, o que se faz através dos comprovantes de recebimento emitidos pela empresa ambientalmente licenciada. Os geradores, então, comprovam junto à SEMA tal destinação, regularizando seus Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). A empresa licenciada transforma os resíduos em pedras e areia, que foram o objeto da investigação efetuada nesta pesquisa, quanto a sua contaminação e à possibilidade do encapsulamento por solidificação. Os resíduos são processados por equipamentos de britagem e trituração até alcançarem a granulometria desejada para que o agregado resultante possa ser reutilizado. Entretanto, eventualmente ou não, eles podem apresentar contaminação.

Visitas técnicas à empresa foram realizadas para conhecê-la e verificar seu funcionamento. Foram percorridas as instalações completas da empresa, o CTR da Construção Civil, bem como os demais Centros de Tratamento de Resíduos. Entrevistas com seus técnicos foram realizadas, no sentido de obter as informações necessárias ao entendimento do processo de recebimento dos resíduos, seu processamento e sua produção e comercialização.

Desse modo, resultou amplo conhecimento da empresa no tocante às Informações necessárias ao desenvolvimento desta pesquisa.

Os resíduos da construção são recebidos dos geradores e, após inspeção visual realizada nas caçambas no ato de entrega destas à empresa, na entrada de seu pátio de 1,3 milhão de m², são encaminhados ao CTR CCD, onde são segregados. Lá são processados, ou seja, são britados, gerando como produtos areia, pedrisco e britas, que são comercializados junto ao mercado da construção civil.

A seguir são mostrados e descritos os produtos da reciclagem dos materiais de construção recebidos pela empresa. As informações foram retiradas de seu sítio de internet e foram verificadas em visita à sede de operações da empresa.

PEDRAS : Material reciclado fruto da rebitagem do entulho da construção civil. Preço inferior aos materiais tradicionais e alto valor agregado ambiental. Ideal para construtores preocupados com a sustentabilidade e o *marketing* verde. Aplicações: caminhos de obras, base para concreto, pisos, contrapisos, calçadas e outros tipos de revestimentos. Não podem ser usadas em concreto estrutural.

Foto 20 - Pedras produzidas pela empresa de reciclagem

Fonte: Empresa de reciclagem

Os tipos de pedra são: 1) Material reciclado resultante da trituração do concreto puro; 2) Material reciclado resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos.

Foto 21 - Pedra n° 1 resultante da trituração do concreto puro
Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 22 - Pedrisco resultante da trituração do concreto puro
Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 23 - Rachão resultante da trituração do concreto puro
Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 24 - Pedra n° 1 resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos

Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 25 - Pedrisco resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos

Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 26 - Rachão resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos

Fonte: Empresa de reciclagem

AREIAS: A areia ecológica produzida pela empresa é um produto ambientalmente correto e eficiente para utilização na construção civil. Ela é resultante da trituração dos resíduos das construção civil em granulometria mínima. Aplicações: concretos e argamassas de coberturas e pisos em geral.

Foto 27 - Areia produzida pela empresa de reciclagem

Fonte: Empresa de reciclagem

Os tipos de areia são: 1) Areia resultante da trituração do concreto puro; 2) Areia resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos.

Foto 28 - Areia resultante da trituração do concreto puro

Fonte: Empresa de reciclagem

Foto 29 - Areia resultante da trituração de concreto puro, argamassa, pisos, revestimentos e tijolos cerâmicos

Fonte: Empresa de reciclagem

4.2 Os Procedimentos para a Caracterização dos Produtos da Reciclagem

É fundamental um estudo das características físico-químicas e as propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados previstos nas respectivas normas técnicas. Tais informações darão subsídio para a seleção das possíveis aplicações destes resíduos.

Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração. Nesta fase, as frações se encontram misturadas e os resíduos têm pouco valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. De acordo com o tamanho da fração os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco e outros e, a partir disso, poderão ser comercializados. É importante, portanto, investigar a granulometria dos agregados reciclados, uma vez que ela tem relação com a possibilidade de utilização destes no mercado.

Também a composição química dos RCD pode ser um dos parâmetros decisivos na avaliação da possibilidade de utilização do material reciclado em aplicações diversas. O desenvolvimento de procedimentos de caracterização mais abrangentes é recomendado e necessário para maior controle da qualidade dos produtos gerados e aumento da credibilidade dos agregados reciclados podendo, inclusive, levar ao diagnóstico de novas aplicações ou inviabilizar as aplicações desejadas.

Outro fator importante é a contaminação que o resíduo pode sofrer. No Brasil as caçambas são contaminadas por outros tipos de resíduos, como já se sabe. Além disso, o tempo de estocagem do resíduo é importante, pois pode possibilitar transformações, como a hidratação das escórias e das cinzas de resíduo urbano, que freqüentemente torna ainda mais aguda a contaminação ambiental (JOHN, 2001).

A questão da classificação dos RCD como inertes não deve ser tomada como absoluta. Os resíduos de construção e demolição consistem em materiais pesados e de grande volume que, quando depositados indiscriminadamente, são verdadeiros focos para depósitos de outros tipos de resíduos, que podem gerar contaminações devido à lixiviação ou solubilização de substâncias nocivas. Além

disso, os próprios resíduos de construção e demolição podem conter materiais de pintura ou substâncias de tratamento de superfícies, entre outras, que podem percolar pelo solo, contaminando-o (OLIVEIRA, 2003).

Para ser possível classificar os resíduos deve-se inicialmente realizar ensaios de lixiviação e solubilização em amostras, a partir das normas técnicas NBR 10005, Procedimento para Obtenção de Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos (ABNT, 2004) e NBR 10006, Procedimento para Obtenção de Extrato Solubilizado de Resíduos Sólidos (ABNT, 2004). Os componentes encontrados nestes ensaios devem ser comparados às tabelas anexas à NBR 10004 (Resíduos sólidos – Classificação) que determinam a existência de periculosidade e suas características como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e patogenicidade.

Dessa maneira, caso um resíduo seja classificado como classe I, este não poderá ser incorporado em outros produtos devido aos riscos que oferece à saúde dos seres vivos e ao meio ambiente e deverá receber tratamento especial e adequado de empresas especializadas. Quando um resíduo for classificado como classe II A, poderá ser incorporado em outros produtos com certas restrições e de maneira adequada, conforme o seu grau e características contaminantes. Por fim, quando um resíduo for classificado como classe II B, poderá ser incorporado em outros produtos sem restrições.

Assim sendo, amostras dos agregados produzidos pela empresa de reciclagem devem ser coletadas e conduzidas à elaboração dos ensaios laboratoriais que sirvam para sua caracterização e classificação, de acordo com os parâmetros ditados pelas referidas normas e resoluções.

O fluxograma apresentado na Figura 03 abaixo mostra os passos que devem ser seguidos para a classificação de um resíduo.

Figura 03 – Fluxograma para caracterização e classificação de resíduos sólidos.

Fonte: NBR 10004 (ABNT, 2004)

4.3 As Amostras dos Materiais

A caracterização do RCD constitui uma etapa fundamental na gestão do resíduo. A análise das características estruturais, geométricas e ambientais do RCD reciclado visa maximizar sua produção e utilização (CARNEIRO et al., 2000). A possibilidade de utilização de um resíduo se avalia não somente do ponto de vista das características técnicas necessárias à aplicação que se deseja, mas também da perspectiva do possível impacto ambiental que possa causar (LIMA, 1999).

As amostras de agregados reciclados utilizadas para caracterizar o agregado reciclado da empresa, provenientes do beneficiamento de resíduos da construção e demolição, foram coletadas na central de reciclagem denominada Central de Tratamento de Resíduos (CTR) da Construção Civil da empresa.

Para a coleta dos agregados reciclados foram formadas amostras obtidas do centro das pilhas de agregado miúdo (areia), pedra nº. 1, pedrisco e rachão. Foram colhidos aproximadamente 25 Kg de cada um dos tipos de agregados reciclados.

Para a coleta dos agregados reciclados foram formadas amostras parciais obtidas no topo, meio e base das pilhas, de acordo com a Tabela A.4 da NBR 1007 – Pontos de Amostragem Recomendados, bem como suas demais recomendações. Na pilha de agregado miúdo, inserida na central de beneficiamento, uma camada de aproximadamente 30 cm foi retirada e as amostras foram coletadas abaixo dessa camada. Buscou-se também sistematizar pontos de amostragem em três coordenadas espaciais a partir de três planos ortogonais entre si. Cabe ressaltar que o material foi coletado de tal forma a evitar a exposição prolongada das pilhas às intempéries. O material foi coletado das pilhas de cada um dos tipos de agregados, que assim estavam armazenados e expostos, como no procedimento usual da empresa, à espera de sua comercialização, o que reflete fidedignamente seus procedimentos. Colhidos os materiais, estes foram levados ao Laboratório de Construção Civil do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP de São Carlos.

A areia reciclada (agregado miúdo) foi separada a seco nas frações retidas nas seguintes peneiras de abertura de malha (em mm): 2,36; 1,18; 0,60; 0,30 e 0,15. O pedrisco reciclado foi separado a seco nas frações retidas nas seguintes

peneiras de abertura de malha (em mm): 6,3; 4,75; 2,36; 1,18; 0,60; 0,30 e 0,15. A brita nº. 1 reciclada foi separada a seco nas frações retidas nas seguintes peneiras de abertura de malha (em mm): 19; 12,5; 9,5; 6,3; 4,75 e 2,36.

As Fotos 30 a 33 abaixo mostram as amostras coletadas de areia, pedrisco e pedra nº. 1 acondicionadas sem sacos plásticos e depositadas no Laboratório de Construção Civil. Em adição, na Foto 34 mostra-se um bloco de alvenaria e um paver produzidos com o material reciclado, também coletados da empresa.

Foto 30 - Sacos plásticos com amostras de areia, pedra nº. 1 e pedrisco

Fonte: Autor

Foto 31 – Amostra: areia

Foto 32 – Amostra: pedrisco

Foto 33 – Amostra: pedra nº. 1

Fonte: Autor

Foto 34 - Bloco de alvenaria e *paver* usando agregado reciclado

Fonte: Autor

Na Foto 35 aparecem as pilhas de pedras produzidas pela empresa de reciclagem licenciada.

Foto 35 – Pilhas de pedras e areias produzidas pela empresa

Fonte: Empresa de reciclagem

4.4 A Metodologia de Análise Utilizada

Para estabelecer as etapas da investigação experimental foi elaborada a seguinte estrutura metodológica:

- 1) Caracterização físico-química dos agregados;
- 2) Classificação dos agregados reciclados quanto a sua contaminação;
- 3) Encapsulamento dos agregados reciclados utilizando-se da técnica à base de Cimento Portland;
- 4) Verificação do desempenho físico, químico e mecânico dos materiais produzidos com os agregados reciclados e Cimento Portland.

Com base nessa metodologia a sequência usada para a realização da pesquisa, basicamente experimental, contempla as seguintes etapas principais:

- 1) Caracterização dos agregados por ensaios de granulometria;
- 2) Análise da contaminação do agregado reciclado produzido pela empresa, através da obtenção dos resultados de seus extratos lixiviado e solubilizado;
- 3) Obtenção de traços para os corpos de prova a serem confeccionados para a investigação do processo de estabilização por solidificação;
- 4) Confeção de corpos de prova em matrizes de cimento Portland;
- 5) Realização de ensaios de compressão simples em corpos de prova de concreto para a obtenção da sua resistência mecânica;
- 6) Realização de ensaios de absorção de água;
- 7) Análise do processo de estabilização por solidificação através da obtenção dos resultados de seus extratos lixiviado e solubilizado.

Assim, a partir dessa estrutura metodológica, foram realizados os procedimentos e ensaios necessários de cada etapa. Os ensaios, e suas respectivas normas, estão descritos e organizados dentro de cada etapa. Dessa forma foi possível a caracterização inicial do material e dos corpos de prova com os agregados encapsulados para a aferição de seu desempenho apresentando os resultados para as respectivas análises.

4.5 A Caracterização dos Agregados

4.5.1 Agregado Miúdo - Areia

A norma técnica da ABNT NBR 7211 de 2009 fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultantes da britagem de rochas. Dessa forma, define areia ou agregado miúdo como areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT de 4,75 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm, em ensaio realizado de acordo com ABNT NBR NM 248 de 2001, com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1 de 2010. Segundo a NBR 7211/2005, a Dimensão Máxima característica do agregado é a grandeza associada à sua distribuição granulométrica, correspondente à abertura de malha quadrada, em milímetros, da peneira listada na tabela abaixo, à qual corresponde uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. A dimensão máxima do agregado é, convenientemente, designada pela dimensão da abertura da peneira, na qual ficam retidos 15 por cento ou menos das partículas do agregado. Em geral, quanto maior a dimensão máxima do agregado, menor será a área superficial por unidade de volume que tem de ser coberta pela pasta de cimento, para uma dada relação água/cimento (MEHTA; MONTEIRO, 1994). A referida norma ainda traz a definição do Módulo de Finura como a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100. As peneiras, tanto da série normal quanto da intermediária, são identificadas na Tabela 16. As areias, conforme sua distribuição granulométrica e seu Módulo de Finura (MF), de acordo com a NBR 7211/1983, são classificadas como:

- muito finas – $1,35 < MF < 2,25$;
- finas – $1,71 < MF < 2,78$;
- médias – $2,11 < MF < 3,28$;
- grossas – $2,71 < MF < 4,02$.

Tabela 16 - Peneiras das séries normal e intermediária

Série Normal	Série Intermediária
75 mm	-
-	64 mm
-	50 mm
37,5 mm	—
-	32 mm
-	25 mm
19 mm	-
-	12,5 mm
9,5 mm	-
-	6,3 mm
4,75 mm	-
2,36 mm	-
1,18 mm	-
600 µm	-
300 µm	-
50 µm	-

Fonte: NBR 7211 (ABNT, 2005)

O resultado de uma análise granulométrica pode ser interpretado muito mais facilmente quando representado graficamente. Com a curva granulométrica é possível ver, de modo simples, se a granulometria da amostra se enquadra em uma especificação, ou se é muito grossa ou muito fina, ou deficiente em um determinado tamanho. Nas curvas granulométricas normalmente usadas, as ordenadas representam as porcentagens acumuladas passantes, e as abscissas, as aberturas das peneiras em escala logarítmica. Como as aberturas das peneiras, em uma série padrão, estão em uma razão constante 1:2, um gráfico logarítmico mostra estas aberturas com espaçamentos iguais (NEVILLE, 1997). Já o Módulo de Finura quantifica se o agregado é mais grosso ou mais fino, sendo que quanto maior o módulo de finura mais grosso é o agregado. Assim, para a amostra de areia de reciclagem da empresa, foram obtidos os resultados do ensaio de granulometria, bem como do módulo de finura.

4.5.2 Agregado Graúdo - Pedras

Os tamanhos de britas são classificados pela ABNT NBR 7525 como:

- a) Brita Nº 1 – de 4,8 a 12,5 mm;
- b) Brita Nº 2 – de 12,5 a 25 mm;
- c) Brita Nº 3 – de 25 a 50 mm;
- d) Brita Nº 4 – de 50 a 76 mm;
- e) Brita Nº 5 – 76 a 100 mm.

O Pedrisco é a Brita nº. 0, que tem malha 12 milímetros. Produto de dimensões reduzidas, em relação à brita nº.1, é muito requisitado na fabricação de vigas e vigotas, lajes pré-molduradas, intertravados, tubos, blocos, bloquetes, paralelepípedos de concretos, chapiscos e acabamentos em geral.

A Pedra nº.1 ou Brita nº. 1 é o produto mais utilizado pela construção civil, muito apropriado para fabricação de concreto para qualquer tipo de edificação, de colunas, vigas e lajes assim como em diversas aplicações na construção de edificações de grande porte.

4.5.3 Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI)

O cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI), embora contemplado pela ABNT como norma separada do cimento Portland comum é, na verdade, um tipo particular deste, que tem a peculiaridade de atingir altas resistências já nos primeiros dias da aplicação. O desenvolvimento da alta resistência inicial é conseguido pela utilização de uma dosagem diferente de calcário e argila na produção do clínquer, bem como pela moagem mais fina do cimento, de modo que, ao reagir com a água, ele adquira elevadas resistências, com maior velocidade. A sua composição (% em massa) é de 95 % a 100% de Clínquer e Gesso e de 0 a 5% de material carbonítico. A Norma NBR 5733 de 1991 trata deste tipo de cimento.

Com valores aproximados de resistência à compressão de 26 MPa a 1 dia de idade e de 53 MPa aos 28 dias, que superam em muito os valores normativos de 14 MPa, 24 MPa e 34 MPa para 1, 3 e 7 dias, respectivamente, o CP V ARI é recomendado no preparo de concreto e argamassa para produção de artefatos de cimento em indústrias de médio e pequeno porte, como fábricas de blocos para alvenaria, blocos para pavimentação, tubos, lajes, meio-fio, mourões, postes, elementos arquitetônicos pré-moldados e pré-fabricados. Pode ser utilizado no preparo de concreto e argamassa em obras desde as pequenas construções até as edificações de maior porte, e em todas as aplicações que necessitem de resistência inicial elevada e desforma rápida. O desenvolvimento dessa propriedade é conseguido pela utilização de uma dosagem diferente de calcário e argila na produção do clínquer, e pela moagem mais fina do cimento. Assim, ao reagir com a água o CP V ARI adquire elevadas resistências, com maior velocidade. Diversas vantagens se obtêm pela sua utilização:

- a) Alta resistência inicial nos primeiros dias de aplicação;
- b) Resistência a sulfatos;
- c) Secagem rápida proporciona mais agilidade e economia;
- d) Utilizado em produção industrial de artefatos, concreto protendido pré e pós-tensionado, além de pisos industriais e argamassa armada;
- e) Baixo desvio padrão de produção;
- f) Disponível em versão granel.

Sua alta resistência inicial, resistência a sulfatos e alta reatividade em baixas idades ocorre em função do grau de moagem. O clínquer é o mesmo utilizado para a fabricação de um cimento convencional, mas permanece no moinho por um tempo mais prolongado. O cimento continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto. O cimento de alta resistência foi usado para a confecção dos corpos de prova para a elaboração dos ensaios de resistência mecânica, absorção, solubilização e lixiviação dos agregados encapsulados.

4.5.4 Os Extratos Lixiviado e Solubilizado dos Agregados

A primeira etapa da estrutura metodológica compreende a classificação do resíduo. Para isso se faz necessário conhecer sua fonte geradora e ainda obter a classificação segundo a norma de resíduos sólidos da ABNT que determina a realização dos ensaios para obter os extratos lixiviado e solubilizado.

Para obter dados sobre a fonte geradora foram feitas visitas técnicas à área da empresa geradora do resíduo. O objetivo das visitas foi conhecer suas áreas operacionais e identificar seus procedimentos.

Os ensaios de lixiviação e solubilização fazem parte da análise química do resíduo. O objetivo é identificar quais são os elementos presentes na amostra. Dessa forma será possível identificar o nível de contaminação do resíduo e determinar sua classificação. Classificar um resíduo segundo as normas brasileiras é classificá-lo de forma a apontar se esse material pode apresentar ou não perigo ao meio ambiente e às pessoas. Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004) a classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (NOGUEIRA, 2011).

A NBR 10004/2004, de classificação dos resíduos sólidos, dá parâmetros para que seja possível comparar a quantidade de substâncias presentes no material analisado. Para identificar essas substâncias são utilizadas outras duas normas: a NBR 10005/2004, Obtenção do Extrato Lixiviado e a NBR 10006/2004, Obtenção do Extrato Solubilizado. São essas normas que irão ditar os procedimentos para identificar os elementos e substâncias presentes no resíduo. As amostras do resíduo devem ser coletadas de acordo com a NBR 10007/2004, Amostragem.

As quatro normas citadas acima formam a coletânea de normas de Resíduos Sólidos da ABNT. O principal objetivo dessa coletânea é classificar os resíduos em: Perigosos – Classe I, ou Não Perigosos – Classe II, de acordo com NBR 10005/2004. E ainda classificar os resíduos Não Perigosos em: Não Inertes –

Classe II-A, ou em Inertes – Classe II-B, de acordo com a NBR 10006/2004 (NOGUEIRA, 2011).

Para obtenção do extrato lixiviado o resíduo é misturado a uma solução de extração composta por ácidos, pois segundo a NBR 10005 (ABNT, 2004), lixiviação é o processo de determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução em meio extrator. Essa mistura é agitada mecanicamente durante 18 horas, num aparelho chamado extrator, nesse caso foi usado o equipamento da marca *Millipore*, conforme Foto 36 (NOGUEIRA, 2011).

Foto 36 - Aparelho extrator para extrato lixiviado

Fonte: (NOGUEIRA, 2011)

Para o ensaio de solubilização o resíduo é misturado à água destilada ou deionizada e passa por agitação manual por cinco minutos. Após essa etapa o recipiente é fechado com filme PVC e fica em repouso por sete dias em temperatura constante, conforme Foto 37.

Foto 37 – Sequência para obtenção do extrato solubilizado

Fonte: (NOGUEIRA, 2011).

Após esses procedimentos as duas soluções, tanto do lixiviado quanto do solubilizado, passam por filtragem, conforme Foto 38. Primeiro as soluções são filtradas em papel filtro simples e depois em membranas mais finas com o auxílio de um compressor de vácuo. Só então são adquiridos os extratos lixiviado e solubilizado, onde serão analisados os parâmetros presentes na NBR 10004/2004, segundo a 21ª edição da *Standard Methods SW 846*, de 2005 (NOGUEIRA, 2011).

Foto 38 - Procedimento de filtragem dos extratos lixiviado e solubilizado

Fonte: (NOGUEIRA, 2011)

Com a obtenção dos extratos, essas soluções passam a ser analisadas como efluentes. Sendo assim, a norma SW 846 indica vários procedimentos, dependendo do parâmetro que está sendo analisado. Para identificar a presença dos metais, tanto o extrato lixiviado quanto o solubilizado passam por um processo

de digestão com ácido nítrico e clorídrico. Após a digestão os extratos passam pelo espectrofotômetro de absorção atômica. Por fim usam-se os volumes do início e do final do processo para calcular e obter os resultados, expressos em mg/l. No caso do fluoreto, o primeiro passo é fazer uma destilação com ácido sulfúrico, depois a leitura é feita com reagente específico. O cianeto e os fenóis passam por destilação sem ácido e também são analisados com reagentes específicos. O objetivo da destilação é eliminar as interferências. Já o cloreto, os sulfatos e os surfactantes passam direto para a fase da adição e reagentes, cada um utilizando um reagente específico. O nitrato passa primeiro pela floculação com hidróxido de alumínio e posterior filtração. E por fim, o sódio, que primeiro passa pela fotometria de chama para depois ser analisado com seus reagentes. Todos os resultados são expressos em mg/l. Os procedimentos são os mesmos para a lixiviação e solubilização, a diferença é a quantidade limite para cada um dos parâmetros (NOGUEIRA, 2011).

4.5.5 A Confeccção dos Corpos de Prova com os Agregados

Para a obtenção do extrato lixiviado foram seguidas as recomendações da NBR 10005/2004 - Procedimento para Obtenção de Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos. Para a obtenção do extrato solubilizado foram seguidas as recomendações da NBR 10006/2004 - Procedimento para Obtenção de Extrato Solubilizado de Resíduos Sólidos. Para o ensaio de compressão simples em corpos de prova de concreto foram utilizadas as recomendações da NBR 5739, Ensaios de Compressão de corpos de Prova Cilíndricos. Para o ensaio de absorção de água de agregados foram utilizadas as recomendações da NBR NM 30 - Agregado Miúdo Determinação da Absorção de Água.

A moldagem dos corpos de prova para a realização desses ensaios seguiu as recomendações da NBR 5738 de 2008, Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Assim, foram elaborados três traços diferentes para a execução de três séries de corpos de prova. A consistência foi mantida segundo a Classe S50 da NBR 5738. Foram moldados 5 (cinco) corpos de prova de cada um dos traços abaixo, sendo que 4 deles irão para a realização do ensaio de

compressão, segundo a NBR 5739. O outro corpo de prova, um de cada traço, irá para a realização do ensaio de absorção de água. O material dos corpos de prova rompidos no ensaio de resistência mecânica será moído e peneirado (peneira 9 mm) para a realização do ensaio de Solubilização (mínimo de 250 g). O procedimento para a confecção dos corpos de prova está descrito abaixo e documentado nas Fotos 28 a 37.

TRAÇO 1 – Proporção 1 : 6 (com 60% de areia e 40% de pedrisco)

Desse modo o traço é: 1,0 : 3,6 : 2,4 (cimento : areia : pedrisco).

Como cada corpo de prova pesa 4 Kg e serão moldados 5 corpos, precisa-se de 20 Kg de material para sua moldagem. Assim, o traço em peso, é: 2,86 Kg : 10,30 Kg : 6,84 Kg (cimento : areia : pedrisco).

Partindo de uma relação água/cimento de 0,7, obtém-se inicialmente, 2,0 Kg de água. Porém, foram necessários mais 1,1 Kg de água. A quantidade de água para a moldagem é: 2,0 Kg + 1,1 Kg = 3,1 Kg. E a relação água/cimento será: $x = \text{água} / \text{cimento} = 3,1 \text{ Kg} / 2,86 \text{ Kg} = 1,08$.

TRAÇO 2 - Proporção 1 : 8 (com 60% de areia e 40% de pedrisco)

Desse modo o traço é: 1,0 : 4,8 : 3,2 (cimento : areia : pedrisco).

Como cada corpo de prova pesa 4 Kg e serão moldados 5 corpos, precisa-se de 20 Kg de material para sua moldagem. Assim, o traço em peso, é: 2,22 Kg : 10,68 Kg : 7,10 Kg (cimento : areia : pedrisco).

Partindo de uma relação água/cimento de 0,7, obtém-se inicialmente, 1,55 Kg de água. Porém, foram necessários mais 1,35 Kg de água. A quantidade de água para a moldagem é: 1,55 Kg + 1,35 Kg = 2,9 Kg. E a relação água/cimento será: $x = \text{água} / \text{cimento} = 2,9 \text{ Kg} / 2,22 \text{ Kg} = 1,31$.

TRAÇO 3 – Proporção 1 : 10 (com 60% de areia e 40% de pedrisco)

Desse modo o traço é: 1,0 : 6,0 : 4,0 (cimento : areia : pedrisco).

Como cada corpo de prova pesa 4 Kg e serão moldados 5 corpos, precisa-se de 20 Kg de material para sua moldagem. Assim, o traço em peso, é: 1,82 Kg : 10,92 Kg : 7,26 Kg (cimento : areia : pedrisco).

Partindo de uma relação água/cimento de 0,7, obtém-se inicialmente, 1,27 Kg de água. Porém, foram necessários mais 1,48 Kg de água. A quantidade de água para a moldagem é: 1,27 Kg + 1,48 Kg = 2,75 Kg. E a relação água/cimento será: $x = \text{água} / \text{cimento} = 2,75 \text{ Kg} / 1,82 \text{ Kg} = 1,51$.

O material foi separado em baldes para posterior pesagem como mostram as Fotos 39 e 40 abaixo.

Foto 39 - A separação do material

Fonte: Autor

Foto 40 - A pesagem do material

Fonte: Autor

Em seguida o material foi introduzido na betoneira para ser misturado e processado até adquirir consistência suficiente para a moldagem dos corpos de prova, como mostra a Foto 41 abaixo.

Foto 41 - A mistura do material

Fonte: Autor

Após misturado o material, ele foi retirado da betoneira e levado para a moldagem, como mostram as Fotos 42 e 43.

Foto 42 - O material para a moldagem

Fonte: Autor

Foto 43 - Os cilindros para a moldagem

Fonte: Autor

Em seguida foram moldadas as respectivas séries de corpos de prova, como nas Fotos 44 e 45.

(1) Preparação do cilindro

(2) Colocação do material

(3) Regularização da Superfície do cilindro

Fotos 44 – Sequência de moldagem dos corpos de prova

Fonte: Autor

Fotos 45 - A moldagem dos corpos de prova

Fonte: Autor

Para a posterior desmoldagem, como nas Fotos 46 e 47 e 48.

(1)

(2)

(3)

Foto 46 – Sequência de desmoldagem dos corpos de prova

Fonte: Autor

Foto 47 - Os corpos de prova desmoldados dos traços 1, 2 e 3

Fonte: Autor

Uma vez desmoldados, os corpos de prova foram separados visando a realização dos ensaios de compressão e de absorção de água, como mostra a Foto 48 abaixo.

Foto 48 - Os corpos de prova dos traços 1, 2 e 3 destinados aos ensaios de ruptura (esquerda) e de absorção (direita)

Fonte: Autor

4.5.6 Ensaio de Resistência à Compressão

O ensaio de resistência à compressão é realizado de acordo com a NBR 7215/1996, Cimento Portland – Determinação de resistência à compressão. Com os corpos de prova desmoldados e, após o período de cura, são submetidos à

compressão numa prensa eletro-hidráulica. Os resultados são expressos em MPa de acordo com a NBR 7215/1996 e, dessa forma, é possível identificar seu desempenho mecânico.

O procedimento para a realização do ensaio é o seguinte:

- a) Os corpos de prova devem ter relação altura/diâmetro máxima de 2,02;
- b) Manter os corpos de prova em cura úmida ou saturada até o momento do ensaio. Pode-se retirá-los para a preparação das suas bases, com retorno breve;
- c) Determinar a média de duas medidas ortogonais do diâmetro do corpo de prova, na metade da sua altura, com precisão de 0,1 mm;
- d) Determinar altura do corpo-de-prova no eixo longitudinal, incluindo o capeamento;
- e) O rompimento deve acontecer na idade especificada e, para idades diferentes, obter a tolerância por interpolação;
- f) Apoiar o corpo-de-prova no prato inferior da prensa, centrado e com o topo de moldagem para cima;
- g) Escolher a escala de força de maneira que o rompimento ocorra no intervalo de calibração da prensa;
- h) Aplicar o carregamento continuamente e sem choques, na velocidade entre $(0,25 \pm 0,05)$ MPa/segundo, até a ruptura.

Os ensaios dos corpos de prova foram documentados nas Fotos 38 a 45 abaixo.

Inicialmente a prensa foi programada para a posição inicial de carga com seu marcador iniciando do zero, como mostra a Foto 49.

Foto 49 - Corpo de prova do traço 1 sendo ensaiado

Fonte: Autor

A Foto 50 mostra os corpos de prova do traço 1 a serem ensaiados.

Fotos 50 - Corpos de prova do traço 1 na máquina e à espera

Fonte: Autor

A prensa foi ativada e progressivamente aplicada a carga até levar à ruptura do corpo de prova, como mostra a Foto 51.

Foto 51 - Corpos de prova do traço 1 rompidos

Fonte: Autor

Tais procedimentos foram repetidos para os corpos de prova dos traços 2 e 3, como mostram as Fotos 41 a 45 abaixo.

A Foto 52 mostra os corpos de prova dos outros dois traços, 2 e 3, para a realização dos ensaios de compressão.

Foto 52 - Corpos de prova dos traços 2 e 3 para ensaio de compressão

Fonte: Autor

E a Foto 53 mostra o ensaio de compressão de corpo de prova do traço 2.

Foto 53 - Corpo de prova do traço 2 sendo ensaiado

Fonte: Autor

Na Foto 54 aparece o corpo de prova do traço 2 rompido.

Foto 54 - Corpo de prova do traço 2 rompido

Fonte: Autor

A Foto 55 mostra o ensaio de compressão de corpo de prova do traço 3.

Foto 55 - Corpo de prova do traço 3 sendo ensaiado

Fonte: Autor

A Foto 56 mostra os corpos de prova do traço 3 rompidos.

Foto 56 - Corpos de prova do traço 3 rompidos

Fonte: Autor

4.5.7 Preparo do Material para Obtenção dos Extratos Lixiviado e Solubilizado dos Agregados Encapsulados

No ensaio de resistência à compressão, realizado de acordo com a NBR 7215/1996, Cimento Portland – Determinação de resistência à compressão, os corpos de prova desmoldados e, após o período de cura, são submetidos à compressão numa prensa eletro hidráulica até sua ruptura. Após a realização deste ensaio, o material, então triturado pelo rompimento na prensa, pode ser

encaminhado para a realização dos ensaios de solubilização e lixiviação, de acordo com a NBR 10005/2004, a NBR 10006/2004 e a NBR 10007/2004. Como no caso da amostra de agregados obtidos na empresa de reciclagem, agora também são essas normas que determinarão os procedimentos para identificar os elementos e substâncias presentes no resíduo oriundo dos corpos de prova rompidos.

O material dos corpos de prova rompidos no ensaio de resistência mecânica foi moído e peneirado (peneira 9 mm) para a realização do ensaio de Solubilização (mínimo de 250 g). Esse procedimento descrito está documentado nas Fotos 57 a 62 abaixo.

As Fotos 57 e 58 mostram o material sendo colocado na peneira para separação visando o envio para o ensaios de lixiviação e solubilização, e em seguida sendo peneirado.

Foto 57 - O material sendo colocado na peneira

Fonte: Autor

Foto 58 - O Material sendo peneirado

Fonte: Autor

A Foto 59 mostra o material já peneirado.

Foto 59 - O material peneirado

Fonte: Autor

Em seguida o material, como mostra a Foto 60, foi colocado em saco plástico para o envio ao laboratório que realizará os ensaios de solubilização e lixiviação.

Foto 60 - O material sendo ensacado

Fonte: Autor

Na Foto 61 aparecem as sobras, uma vez que o material necessário a ser enviado para os ensaios de lixiviação e solubilização é em quantidade somente de 250 gramas. Sendo assim há sobra do material rompido.

Fotos 61 - O material ensacado e as sobras

Fonte: Autor

Na Foto 62 o material está, então, sendo pesado.

Foto 62 - O material sendo pesado

Fonte: Autor

4.5.8 Ensaio de Absorção de Água

Os corpos de prova para ensaio podem ser pedaços de concreto ou argamassa retirados de qualquer peça, por metodologia adaptada da NBR 7680/2015. Assim, após o rompimento dos corpos de prova no ensaio de resistência à compressão, é possível conduzir o material para o ensaio de Absorção.

O procedimento para a secagem da amostra em estufa é o seguinte:

- a) Secar a amostra em estufa na temperatura de $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ por um período de 72 horas;
- b) Determinar e registrar a massa da amostra seca (M_s), em gramas;
- c) Em casos especiais, a amostra pode permanecer na estufa até que em duas pesagens consecutivas, no intervalo de 24 horas, não haja diferença de massa de mais de 0,5%.

O procedimento para a saturação da amostra e determinação de sua massa na condição saturada e imersa em água é o seguinte:

- a) Imergir a amostra em água à temperatura de $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ e mantê-la durante 72 horas nessa condição;
- b) Em casos especiais, mediante solicitação expressa, a amostra pode permanecer imersa em água até que duas pesagens sucessivas efetuadas em intervalos de 24 horas, não difiram em mais de 0,5% da menor massa;
- c) Depois de saturada a amostra em água à temperatura de $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ colocar a amostra em um recipiente cheio de água que deve ser progressivamente levada à ebulição, a qual deve começar depois de 15 minutos e antes de 30 minutos;
- d) Manter a ebulição por 5 horas, repondo a água que evaporar já na mesma temperatura;
- e) Deixar esfriar naturalmente até $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;
- f) Determinar e registrar a massa da amostra imersa em água na balança hidrostática (M_i), em gramas;
- g) Secar a amostra com pano úmido, determinar e registrar a sua massa (M_{sat}), em gramas.

Esse procedimento descrito está documentado nas Fotos 63 a 71 abaixo. Inicialmente deve-se secar a amostra em estufa, o que é mostrado nas Foto 63 abaixo, em que aparecem os corpos de prova dos três traços sendo colocados para secagem em estufa.

Foto 63 - Os corpos de prova dos três traços para secagem em estufa

Fonte: Autor

A Foto 64 mostra os corpos de prova já secos quando retirados da estufa.

Foto 64 - Os corpos de prova dos três traços retirados da estufa

Fonte: Autor

A Foto 65 mostra os corpos de prova já secos sendo pesados para identificação de suas respectivas massas.

Traço 1

Traço 2

Traço 3

Fotos 65 - Pesagem a seco dos três corpos de prova retirados da estufa

Fonte: Autor

Em seguida os corpos de prova devem ser imergidos em água, o que é mostrado nas Fotos 66 e 67 abaixo.

Foto 66 - Imersão em água dos corpos de prova dos três traços

Fonte: Autor

Foto 67 - Os três corpos de prova colocados em água para absorção

Fonte: Autor

Depois de saturados, os corpos de prova são retirados da água, como mostram as Fotos 68 e 69 abaixo.

Foto 68 - A retirada da água dos três corpos de prova

Fonte: Autor

Foto 69 - Os três corpos de prova umedecidos para a pesagem

Fonte: Autor

Os corpos de prova devem ser secos externamente com pano úmido para a determinação e o registro de sua massa, como mostra a Foto 70.

Foto 70 - A secagem externa dos corpos de prova para a pesagem

Fonte: Autor

Assim, a massa dos corpos de prova pode ser determinada levando-os à balança, como mostra a Foto 71 abaixo.

(Traço 1)

(Traço 2)

(Traço 3)

Foto 71 - A pesagem dos corpos de prova

Fonte: Autor

5 RESULTADOS

5.1 A Granulometria dos Agregados Reciclados

O resultado obtido para a amostra estudada de agregado miúdo, ou seja, a areia recolhida na empresa de reciclagem licenciada que atua em Londrina, mostrou que, de acordo com a NBR 7211/1983, ela deve ser classificada como Média, pois seu Módulo de Finura MF = 2,55 se encontra na faixa entre $2,11 < MF < 3,28$, definida pela norma como tal. Pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras, sendo que a maioria delas, em grande percentual, 75% na média, ficou retida pela peneira 0,3 mm. Outro dado relevante é, além do Módulo de Finura, o Diâmetro Máximo de 4,75 mm. Para a amostra de areia obtida da reciclagem na empresa, o resultado do ensaio está mostrado na Tabela 17 abaixo.

Tabela 17 - Granulometria da areia

Determinação da Composição Granulométrica do Agregado Miúdo_AREIA_Resíduo da Construção Civil_Londrina									
Série Normal e Série Intermediária - NBR NM 248/2001								Valores da Norma	
Peneira	M1 = 500 g	M2 = 500 g	Médias					Zona utilizável	Zona ótima
# (mm)	M. Retida	% Retida	M. Retida	% Retida	% Retida	% R. Ac.		Limites Inferiores	Limites Superiores
9.5	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0%	0%		0%	0%
6.3	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0%	0%		0%	7%
4.75	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0%	0%		0%	10%
2.36	58,2	11,7%	52,6	10,6%	11%	11%		0%	25%
1.18	91,4	18,3%	89,8	18,0%	18%	29%		5%	50%
0.6	85,2	17,1%	89,4	17,9%	18%	47%		15%	70%
0.3	140,7	28,2%	144,0	28,9%	29%	75%		50%	95%
0.15	82,4	16,5%	83,2	16,7%	17%	92%		85%	100%
Fundo	40,5	8,1%	39,3	7,9%	8%	100%			
Soma	498,4	100,0%	498,3	100,0%	100%	355%			
Diâmetro máximo característico:						4.75 mm	Série Normal		
Módulo de finura:						2.55 mm	Série Intermediária

São Carlos, 17 de Abril 2015.

Prof. Dr. Javier Mazariegos Pablos

Fonte: Laboratório de Construção Civil do IAU, USP, 2015.

Além disso, nota-se pelas Curvas Granulométricas que a granulometria da areia está muito bem distribuída entre os limites superior e inferior, tanto no caso da zona utilizável como no caso da zona ótima, o que demonstra que ela atende perfeitamente aos requisitos impostos pela Tabela 2 da norma NBR 7211 de 2009 para utilização em concretos.

O resultado obtido para o primeiro agregado graúdo, ou seja, pedrisco ou pedra nº 0, mostrou que sua Dimensão Máxima obtida é 9,5 mm e o seu Módulo de Finura é MF = 5,46. Aqui também pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras. Ele atende perfeitamente os requisitos impostos pela Tabela 6 da norma NBR 7211 de 2009 para utilização em concretos. Para a amostra de pedra nº 0 obtida da reciclagem na empresa, o resultado do ensaio está mostrado na Tabela 18 abaixo.

Tabela 18 - Composição e curva granulométrica da pedra nº 0 ou Pedrisco

Fonte: Laboratório de Construção Civil do IAU, USP, 2015.

Já o resultado obtido para o segundo agregado graúdo, ou seja, a pedra nº 1, mostrou que sua Dimensão Máxima obtida é 25 mm e que o seu Módulo de Finura é MF = 6,96. Novamente aqui pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras. Ele atende perfeitamente os requisitos impostos pela Tabela 6 da norma NBR 7211 de 2009 para utilização em concretos. Para a amostra de pedra nº1 obtida da reciclagem na empresa, o resultado do ensaio está mostrado na Tabela 19 abaixo.

Tabela 19 - Composição e curva granulométrica da Pedra nº 1

São Carlos, 17 de Abril de 2015

Prof. Javeir Mazariegos Pablos

Fonte: Laboratório de Construção Civil do IAU, USP, 2015.

5.2 Os Extratos Lixiviado e Solubilizado dos Agregados Reciclados

Os ensaios para classificação dos agregados reciclados foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC da USP. As Tabelas 21 e 22 abaixo mostram os resultados obtidos.

No resultado do extrato lixiviado do resíduo em estudo, todos os elementos identificados ficaram dentro dos limites exigidos pela norma, atendendo então ao anexo F (Concentração: limite máximo no extrato obtido no ensaio de lixiviação) da NBR 10004/2004, não estando presente nenhum elemento do anexo D, que trata de substâncias agudamente tóxicas. Porém, foram identificadas no resíduo algumas substâncias do anexo E, que trata de substâncias tóxicas, mas todas elas dentro do limite permitido, conforme mostra a Tabela 21 abaixo. Sendo assim, é possível afirmar que o resíduo é classificado como Classe II, não perigoso. Outro dado identificado na análise é o pH do lixiviado, nesse caso o resultado demonstra uma solução neutra com pH de 7,58.

Já na análise do extrato solubilizado dos agregados, foram detectados alguns elementos que ultrapassaram os limites permitidos pelo anexo G (Padrões para o Ensaio de Solubilização) da NBR 10004/2004. Os elementos alumínio e cádmio ultrapassaram os limites dados pela norma, como pode ser visto na Tabela 20 abaixo que mostra os resultados que ultrapassaram os limites. Por esse motivo o resíduo é classificado como Classe II-A, não perigoso e não inerte. O pH do extrato solubilizado apresenta uma solução alcalina com 11,14 de pH.

Tabela 20 - Extrato dos resultados do ensaio de solubilização dos agregados reciclados

PARÂMETRO	UNIDADE	M 0249	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO mg/L	LIMITE DE DETECÇÃO
ALUMÍNIO	mg Al. L ⁻¹	0,63	0,2	0,01
CÁDMIO	mg Cd. L ⁻¹	0,018	0,005	0,0006

Fonte: Laboratório de Saneamento - EESC, 2015.

Tabela 21 - Resultado do ensaio de lixiviação dos agregados reciclados

INTERESSADO

NILSON MAGAGNIN FILHO
SÃO CARLOS - SPDATA DA ENTREGA
AMOSTRA
COLETADA POR17.04.2015
RESÍDUO CONSTRUÇÃO CIVIL - LONDRINA-PR
INTERESSADO

ENSAIO DE LIXIVIAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS-NBR-10.005/2004

ENSAIOS EFETUADOS DE ACORDO COM A 22ª EDIÇÃO DO STANDARD METHODS

PARÂMETRO	UNIDADE	CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	RESULTADO M 0249	LIMITE MÁXIMO NO LIXIVIADO	LIMITE DE DETECÇÃO
INORGÂNICOS					
ARSÊNIO	mg As L ⁻¹	D005	< LD	1,0	0,0001
BÁRIO	mg Ba L ⁻¹	D006	0,02	70,0	0,001
CÁDMIO	mg Cd L ⁻¹	D007	0,058	0,5	0,0006
CHUMBO	mg Pb L ⁻¹	D008	0,33	1,0	0,01
CROMO TOTAL	mg Cr L ⁻¹	D009	0,030	5,0	0,005
FLUORETOS	mg F L ⁻¹	D010	0,89	150,0	0,01
MERCÚRIO	mg Hg L ⁻¹	D011	< LD	0,1	0,0001
PRATA	mg Ag L ⁻¹	D012	0,020	5,0	0,001
SELÊNIO	mg Se L ⁻¹	D013	0,44	1,0	0,001
pH DO LIXIVIADO		N.A	7,58	N.A.	0
PESTICIDAS					
ALDRIN + DIELDRIN	mg L ⁻¹	D014	--	0,003	1,0X10 ⁻⁵
CLORDANO (TODOS OS ISÔMEROS)	mg L ⁻¹	D015	--	0,02	1,0X10 ⁻⁵
DDT (TODOS OS ISÔMEROS)	mg L ⁻¹	D016	--	0,2	1,0X10 ⁻⁵
2,4-D	mg L ⁻¹	D026	--	3,0	1,0X10 ⁻⁵
ENDRIN	mg L ⁻¹	D018	--	0,06	1,0X10 ⁻⁵
HEPTACLORO E SEU EPÓXIDO	mg L ⁻¹	D019	--	0,003	1,0X10 ⁻⁵
LINDANO	mg L ⁻¹	D022	--	0,2	1,0X10 ⁻⁵
METOXICLORO	mg L ⁻¹	D023	--	2,0	2,0X10 ⁻⁵
PENTACLOROFENOL	mg L ⁻¹	D024	--	0,9	1,0X10 ⁻⁵
TOXAFENO	mg L ⁻¹	D025	--	0,5	1,0X10 ⁻⁵
2,4,5-T	mg L ⁻¹	D027	--	0,2	1,0X10 ⁻⁵
2,4,5-TP	mg L ⁻¹	D028	--	1,0	1,0X10 ⁻⁵
OUTROS ORGÂNICOS					
BENZENO	mg L ⁻¹	D030	--	0,5	1,0X10 ⁻⁵
BENZO (A) PIRENO	mg L ⁻¹	D031	--	0,07	1,0X10 ⁻⁵
CLORETO DE VINILA	mg L ⁻¹	D032	--	0,5	5,0X10 ⁻⁵
CLOROBENZENO	mg L ⁻¹	D033	--	100	2,0X10 ⁻⁵
CLOROFÓRMIO	mg L ⁻¹	D034	--	6,0	2,0X10 ⁻⁵
CRESOL TOTAL	mg L ⁻¹	D035	--	200,0	0,001
O-CRESOL	mg L ⁻¹	D036	--	200,0	0,001
M-CRESOL	mg L ⁻¹	D037	--	200,0	0,001
P-CRESOL	mg L ⁻¹	D038	--	200,0	0,001
1,4-DICLOROBENZENO	mg L ⁻¹	D039	--	7,5	2,0X10 ⁻⁵
1,2-DICLOROETANO	mg L ⁻¹	D040	--	1,0	2,0X10 ⁻⁵
1,1-DICLOROETILENO	mg L ⁻¹	D041	--	3,0	2,0X10 ⁻⁵
2,4-DINITROTOLUENO	mg L ⁻¹	D042	--	0,13	2,0X10 ⁻⁵
HEXAFLUOROBENZENO	mg L ⁻¹	D021	--	0,1	1,0X10 ⁻⁵
HEXAFLUOROBUTADIENO	mg L ⁻¹	D043	--	0,5	1,0X10 ⁻⁵
HEXAFLUOROETANO	mg L ⁻¹	D044	--	3,0	1,0X10 ⁻⁵
METILTILOXETONA	mg L ⁻¹	D045	--	200,0	0,01
NITROBENZENO	mg L ⁻¹	D046	--	2,0	1,0X10 ⁻⁵
PIRIDINA	mg L ⁻¹	D047	--	5,0	0,004
TETRAFLUORETO DE CARBONO	mg L ⁻¹	D048	--	0,2	2,0X10 ⁻⁵
TETRAFLUOROETILENO	mg L ⁻¹	D049	--	4,0	1,0X10 ⁻⁵
TRICLOROETILENO	mg L ⁻¹	D050	--	7,0	2,0X10 ⁻⁵
2,4,5-TRICLOROFENOL	mg L ⁻¹	D051	--	400,0	0,01
2,4,6-TRICLOROFENOL	mg L ⁻¹	D052	--	20,0	5,0X10 ⁻⁵

LIMITE MÁXIMO NO LIXIVIADO - ANEXO F (NORMATIVO).

LD = LIMITE DE DETECÇÃO.

N.A = NÃO SE APLICA.

tel.: + 55 (16) 3373-9554
laboratorio.saneamento@eesc.usp.br - www.shs.eesc.usp.brUSP Universidade
de São Paulo

Fonte: Laboratório de Saneamento, EESC, USP, 2015.

Tabela 22 - Resultado do ensaio de solubilização dos agregados reciclados

Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Hidráulica e Saneamento

INTERESSADO

NILSON MAGAGNIN FILHO
SÃO CARLOS - SP

DATA DA ENTREGA

17.04.2015

AMOSTRA

RESÍDUO CONSTRUÇÃO CIVIL - LONDRINA-PR

COLETADA POR

INTERESSADO

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS-NBR-10.006/2004

ENSAIOS EFETUADOS DE ACORDO COM A 22ª EDIÇÃO DO STANDARD METHODS

PARÂMETRO	UNIDADE	M 0249	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO (mg/L)	LIMITE DE DETECÇÃO
ALUMÍNIO	mg Al .L ⁻¹	0,63	0,2	0,01
ARSÊNIO	mg As .L ⁻¹	< LD	0,01	0,0001
BÁRIO	mg Ba .L ⁻¹	< LD	0,7	0,001
CÁDMIO	mg Cd .L ⁻¹	0,018	0,005	0,0006
CHUMBO	mg Pb .L ⁻¹	< LD	0,01	0,01
CIANETOS	mg CN ⁻ .L ⁻¹	0,006	0,07	0,001
CLORETOS	mg Cl ⁻ .L ⁻¹	7,9	250,0	0,01
COBRE	mg Cu .L ⁻¹	0,085	2,0	0,003
CROMO TOTAL	mg Cr .L ⁻¹	0,056	0,05	0,005
FENÓIS TOTAIS	mg C ₆ H ₅ OH .L ⁻¹	0,083	0,01	0,001
FERRO TOTAL	mg Fe .L ⁻¹	0,107	0,3	0,005
FLUORETOS	mg F .L ⁻¹	0,81	1,5	0,01
MANGANÊS	mg Mn .L ⁻¹	0,003	0,1	0,003
MERCÚRIO	mg Hg .L ⁻¹	< LD	0,001	0,0001
NITRATOS	mg N .L ⁻¹	4,97	10,0	0,01
PRATA	mg Ag .L ⁻¹	0,002	0,05	0,001
SELÊNIO	mg Se .L ⁻¹	< LD	0,01	0,001
SÓDIO	mg Na .L ⁻¹	11,3	200,0	0,1
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ .L ⁻¹	125	250,0	1
SURFACTANTES	mg LAS .L ⁻¹	0,50	0,5	0,1
ZINCO	mg Zn .L ⁻¹	0,078	5,0	0,02
pH DO SOLUBILIZADO		11,14	N.A.	0

LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO - ANEXO G (NORMATIVO) - PADRÕES PARA O ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (mg.L⁻¹).

LD = LIMITE DE DETECÇÃO.

N.A. = NÃO SE APLICA.

OS RESULTADOS APRESENTADOS NESTE CERTIFICADO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ENVIADAS AO LABORATÓRIO, NA DATA DA COLETA INFORMADA PELO INTERESSADO.

SÃO CARLOS, 01 DE JUNHO DE 2015

tel.: + 55 (16) 3373-9554
laboratorio.saneamento@eesc.usp.br - www.shs.eesc.usp.br

USP Universidade de São Paulo

Diante da classificação obtida para os agregados produzidos na empresa de reciclagem, ou seja, sendo eles não perigosos e não inertes, deveriam os tais agregados ser depositados em aterros, e necessitam, então, de um processo de estabilização para que possam ser utilizados. A técnica de estabilização por solidificação se aplica perfeitamente a este caso, sendo, então, adequada para a reutilização do agregado. A tese aqui proposta inicialmente está confirmada e novos ensaios com o material encapsulado devem ser realizados para verificar a estabilização por solidificação dos agregados.

5.3 A Resistência à Compressão dos Agregados Reciclados Encapsulados

Na etapa de estudo preliminar do material encapsulado os corpos de prova de concreto foram produzidos de acordo com os traços já descritos em capítulo anterior. Assim, foram moldadas três séries de corpos de prova de concreto para a realização dos ensaios de compressão que constam da Tabela 23 abaixo.

As propriedades estruturais do concreto foram determinadas por ensaios de compressão simples. A resistência à compressão foi determinada de acordo com as exigências da NBR 5739 de 2007. Neste ensaio o corpo de prova foi carregado axialmente, com controle de força até a sua ruptura. Os ensaios para a determinação da resistência à compressão obedeceram à NBR 7215 de 2007, Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos. Os resultados estão expressos em MPa na Tabela 23.

Note-se que, como era esperado, o concreto executado de acordo com o traço 1, produziu uma resistência à compressão maior que os outros dois traços, com uma média de 13,5 MPa. Já os outros dois, na ordem decrescente produziram médias de 9,8 e 5 MPa respectivamente.

Tabela 23 – Resultado do ensaio de compressão simples do agregado encapsulado

ENSAIO DE COMPRESSÃO SIMPLES EM CORPOS-DE-PROVA DE CONCRETO
NBR 5739

INTERESSADO: Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI)

PROCEDÊNCIA DECLARADA: Aluno orientado – Prof. Eduvaldo Paulo Sichieri

SOLICITANTE : Nilson Magagnin Filho

CP (nº)	Indicações Declaradas	Data da Moldagem	Data de Ruptura	Idade (Dias)	Carga (TF)	fcj (MPa)
01	Traço 1	12/08/2015	19/08/2015	07	10,28	13,1
01	“	12/08/2015	19/08/2015	07	10,70	13,6
01	“	12/08/2015	19/08/2015	07	10,86	13,8
01	“	12/08/2015	19/08/2015	07	10,64	13,5
02	Traço 2	12/08/2015	19/08/2015	07	07,88	10,0
02	“	12/08/2015	19/08/2015	07	07,92	10,1
02	“	12/08/2015	19/08/2015	07	08,34	10,6
02	“	12/08/2015	19/08/2015	07	06,62	8,4
03	Traço 3	12/08/2015	19/08/2015	07	04,56	5,8
03	“	12/08/2015	19/08/2015	07	03,66	4,7
03	“	12/08/2015	19/08/2015	07	03,26	4,2
03	“	12/08/2015	19/08/2015	07	04,26	5,4

Fonte: Laboratório de Construção Civil do IAU, USP, 2015.

5.4 A Absorção de Água dos Agregados Reciclados Encapsulados

O ensaio de absorção de água é realizado de acordo com a norma NBR 9778/2005, Argamassa e Concreto Endurecidos, Determinação da Absorção de Água por Imersão, Índice de Vazios e Massa Específica.

O ensaio foi executado a partir de três corpos de prova, um de cada traço elaborado. Ele consiste na aferição das massas, em estado seco e em estado saturado e o resultado é expresso em percentual. Na primeira etapa os corpos de prova são colocados em estufa até constância de massa. Após a aferição da massa em estado seco eles são imersos em tanque com água durante 24 horas e é feita

nova aferição de massa em estado saturado. Com esses dados é possível chegar ao resultado percentual médio dos três valores obtidos. A Tabela 24 abaixo mostra os resultados obtidos.

Tabela 24 – Resultado do ensaio e absorção de água do agregado encapsulado

CP	Data de Moldagem	Massa Saturada (g)	Massa Seca (g)	Absorção Individual (%)	Absorção Média (%)
01	12/08/2015	3218,3	2822,4	14,03	13,99
02	12/08/2015	3218,4	2828,5	13,78	
03	12/08/2015	3109,5	2723,9	14,16	

Fonte: Laboratório de Construção Civil do IAU, USP, 2015.

Nota-se, ao se analisarem os resultados encontrados, a pouca discrepância dos valores obtidos para a absorção de água entre os traços com que foram confeccionados os corpos de prova.

A alta absorção do agregado reciclado é consenso na literatura, característica intrínseca do concreto reciclado associada ao aumento da relação água/cimento, à diminuição da densidade, ao aumento da porosidade e à composição dos agregados reciclados (CARRIJO, 2005; FONSECA, 2006; LOVATO, 2007; TENÓRIO, 2007).

5.5 O Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados Encapsulados

O ensaio para classificação dos agregados reciclados encapsulados foi novamente realizado no Laboratório de Saneamento do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC da USP. A Tabela 25 abaixo mostra os resultados obtidos.

Na análise do extrato solubilizado dos agregados encapsulados foram detectados alguns elementos que ultrapassaram os limites permitidos pelo anexo G (Padrões para o Ensaio de Solubilização) da NBR 10004/2004. Os elementos alumínio e cádmio, assim como no caso do extrato solubilizado dos agregados

reciclados antes do encapsulamento, ultrapassaram os limites dados pela norma, como pode ser visto na Tabela 26 abaixo que mostra os resultados que ultrapassaram os limites. O pH do extrato solubilizado apresenta uma solução alcalina com 12,20, 12,16 e 12,01 de pH para os traços 1,2 e 3, respectivamente.

Tabela 25 - Resultado do ensaio de solubilização dos agregados reciclados encapsulados

EESC - USP
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Hidráulica e Saneamento

LABORATÓRIO DE
SANEAMENTO

RELATÓRIO DE ENSAIOS

INTERESSADO

AMOSTRA

DATA DA ENTREGA

COLETADA POR

NILSON MAGAGNIN
SÃO CARLOS - SP

RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
26.08.2015
INTERESSADO

ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS-NBR-10.006/2004

ENSAIOS EFETUADOS DE ACORDO COM A 22ª EDIÇÃO DO STANDARD METHODS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO			LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO SOLUBILIZADO	LIMITE DE DETECÇÃO
		Composição 1	Composição 2	Composição 3		
		M0611	M0612	M0613		
ALUMÍNIO	mg Al.L ⁻¹	0,47	0,72	1,04	0,2	0,01
ARSÊNIO	mg As.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,01	0,0001
BÁRIO	mg Ba.L ⁻¹	0,86	0,43	< LD	0,7	0,001
CÁDMIO	mg Cd.L ⁻¹	0,024	0,024	0,023	0,005	0,0006
CHUMBO	mg Pb.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,01	0,01
CIANETOS	mg CN.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,07	0,001
CLORETOS	mg Cl.L ⁻¹	12,8	6,6	6,2	250,0	0,01
COBRE	mg Cu.L ⁻¹	< LD	0,004	< LD	2,0	0,003
CROMO TOTAL	mg Cr.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,05	0,005
FENÓIS TOTAIS	mg C ₆ H ₅ OH.L ⁻¹	< LD	< LD	0,027	0,01	0,001
FERRO TOTAL	mg Fe.L ⁻¹	0,118	0,095	0,128	0,3	0,005
FLUORETOS	mg F.L ⁻¹	0,73	0,61	0,64	1,5	0,01
MANGANÊS	mg Mn.L ⁻¹	0,011	< LD	0,006	0,1	0,003
MERCÚRIO	mg Hg.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,001	0,0001
NITRATOS	mg N.L ⁻¹	1,30	1,04	1,13	10,0	0,01
PRATA	mg Ag.L ⁻¹	0,003	0,002	< LD	0,05	0,001
SELÊNIO	mg Se.L ⁻¹	< LD	< LD	< LD	0,01	0,001
SÓDIO	mg Na.L ⁻¹	30,2	19,7	22,1	200,0	0,1
SULFATOS	mg SO ₄ ²⁻ .L ⁻¹	< LD	< LD	15	250,0	1
SURFACTANTES	mg LAS.L ⁻¹	0,31	0,24	0,23	0,5	0,1
ZINCO	mg Zn.L ⁻¹	0,007	< LD	< LD	5,0	0,02
pH DO SOLUBILIZADO		12,20	12,16	12,01	N.A.	0

LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO - ANEXO G (NORMATIVO) - PADRÕES PARA O ENSAIO DE SOLUBILIZAÇÃO (mg.L⁻¹).
LD = LIMITE DE DETECÇÃO.
N.A. = NÃO SE APLICA.

OS RESULTADOS APRESENTADOS NESTE CERTIFICADO REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE ÀS AMOSTRAS ENVIADAS AO LABORATÓRIO, NA DATA DA COLETA INFORMADA PELO INTERESSADO.

laboratorio.saneamento@eesc.usp.br - www.shs.eesc.usp.br

tel.: + 55 (16) 3373-9554

USP Universidade
de São Paulo

Fonte: Laboratório de Saneamento - EESC, 2015.

Tabela 26 - Extrato dos resultados do ensaio de solubilização dos agregados reciclados encapsulados dos traços 1,2 e 3

PARÂMETRO	UNIDADE	Traço 1 M0611	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO (mg/L)	LIMITE DE DETECÇÃO
ALUMÍNIO	mg Al. L ⁻¹	0,47	0,2	0,01
CÁDMIO	mg Cd. L ⁻¹	0,024	0,005	0,0006

PARÂMETRO	UNIDADE	Traço 2 M0612	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO mg/L	LIMITE DE DETECÇÃO
ALUMÍNIO	mg Al. L ⁻¹	0,72	0,2	0,01
CÁDMIO	mg Cd. L ⁻¹	0,024	0,005	0,0006

PARÂMETRO	UNIDADE	Traço 3 M0613	LIMITE MÁXIMO NO EXTRATO mg/L	LIMITE DE DETECÇÃO
ALUMÍNIO	mg Al. L ⁻¹	1,04	0,2	0,01
CÁDMIO	mg Cd. L ⁻¹	0,023	0,005	0,0006

Fonte: Laboratório de Saneamento - EESC, 2015.

5.6 Comparação dos Resultados Obtidos para o Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados com os Obtidos para o Extrato Solubilizado dos Agregados Reciclados Encapsulados

Considerando que os elementos cádmio e alumínio foram os que se apresentaram como contaminantes da amostra inicial de agregados, pois foram os que apareceram em quantidades que ultrapassaram os limites permitidos pelo anexo G (Padrões para o Ensaio de Solubilização) da NBR 10004/2004, pode-se observar que ao se compararem as quantidades que se obtiveram após o encapsulamento para as três composições para as quais foram obtidos os extrados

solubilizados, somente em um caso, o do traço 1 houve redução da quantidade de alumínio em relação aos valores obtidos antes do encapsulamento mas, mesmo assim ele se manteve acima do limite máximo permitido. Já para os outros traços, o 2 e o 3, obtiveram-se as quantidades de alumínio aumentadas em 14,3% e 65,1% em relação aos valores obtidos antes do encapsulamento, respectivamente. No caso do cádmio, o aumento de suas quantidades foi praticamente o mesmo nos três traços, de 33,3%. A Tabela 27 abaixo mostra os resultados comparados.

Tabela 27 – Comparação dos resultados do extrato solubilizados das amostras de agregados reciclados e agregados encapsulados

PARÂMETRO	AGREGADO RECICLADO M 0249	AGREGADO ENCAPSULADO Traço 1 M0611		AGREGADO ENCAPSULADO Traço 2 M0612		AGREGADO ENCAPSULADO Traço 3 M0613	
		QUANTIDADE	VARIAÇÃO (%)	QUANTIDADE	VARIAÇÃO (%)	QUANTIDADE	VARIAÇÃO (%)
ALUMÍNIO (mg Al. L ⁻¹)	0,63	0,47	74,6	0,72	114,3	1,04	165,1
CÁDMIO (mg Cd. L ⁻¹)	0,018	0,024	33,3	0,024	33,3	0,023	27,8

Fonte: Laboratório de Saneamento - EESC, 2015.

O extrato solubilizado da amostra de agregados reciclados apresentou uma solução alcalina com 11,14 de pH. Verificou-se que houve pouca variação, pois os valores de pH dos traços 1, 2 e 3 dos agregados reciclados encapsulados foram 12,20, 12,16 e 12,01, respectivamente, também soluções alcalinas.

5.7 Análise dos Resultados Obtidos para os Agregados Reciclados na Empresa Licenciada

A granulometria do agregado miúdo, ou seja, a areia, deve ser classificada como Média, pois seu Módulo de Finura, cujo resultado é $MF = 2,55$ se encontra na faixa entre $2,11 < MF < 3,28$, definida pela norma como tal. No ensaio de

granulometria, pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras, sendo que a maioria delas, em grande percentual, 75% na média, ficou retida pela peneira 0,3 mm. O Diâmetro Máximo é o de 4,75 mm. Ela está muito bem distribuída entre os limites superior e inferior, tanto no caso da zona utilizável como no caso da zona ótima, o que demonstra que ela atende perfeitamente aos requisitos impostos pela NBR 7211 indicando material de boa qualidade para utilização em concretos.

A granulometria do primeiro agregado graúdo, ou seja, pedra nº 0 ou pedrisco, mostrou que sua Dimensão Máxima é 9,5 mm e o seu Módulo de Finura é $MF = 5,46$. Aqui também pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras. Ele atende perfeitamente os requisitos impostos pela NBR 7211 para utilização em concretos.

A granulometria obtida para o segundo agregado graúdo, ou seja, a pedra nº 1, mostrou que sua Dimensão Máxima obtida é 25 mm e que o seu Módulo de Finura é $MF = 6,96$. Aqui também pequena percentagem das partículas foi ao fundo das peneiras. Ele atende perfeitamente os requisitos impostos pela NBR 7211 para utilização em concretos.

Os resultados de granulometria aqui obtidos para os agregados produzidos pela empresa licenciada indicam boa qualidade para utilização dentro das respectivas especificações que as normas técnicas propõem.

No extrato lixiviado dos agregados todos os elementos identificados ficaram dentro dos limites exigidos pela NBR 10004, não estando presente nenhuma substância agudamente tóxica. Porém, foram identificadas no resíduo algumas substâncias tóxicas, mas todas elas dentro do limite permitido. Sendo assim, é possível afirmar que o resíduo é classificado como Classe II, não perigoso. Na análise do lixiviado foi identificada uma solução neutra com pH de 7,58.

No extrato solubilizado dos agregados os elementos alumínio e cádmio foram detectados como tendo ultrapassado os limites permitidos pela NBR 10004. Por esse motivo o resíduo é classificado como Classe II - A, não perigoso e não inerte. O pH do extrato solubilizado apresenta uma solução alcalina com 11,14 de pH.

Diante da classificação obtida para os agregados produzidos na empresa de reciclagem, ou seja, sendo eles não perigosos e não inertes, devem eles ser depositados em aterros, ou necessitam, então, de um processo de estabilização

para que possam ser utilizados. Tal resultado contradiz a NBR 10004 que classifica os resíduos de construção e demolição como inertes, não sendo considerados perigosos, o que indica que, talvez, a norma devesse ser revista para se adequar aos resultados reais obtidos no processo de reciclagem desses resíduos.

5.8 Análise dos Resultados Obtidos para os Agregados Reciclados Encapsulados pela Técnica à Base de Cimento Portland

Ao se compararem as quantidades que se obtiveram após o encapsulamento para as três composições para as quais foram obtidos os extratos solubilizados, somente em um caso, o do traço 1 houve redução da quantidade de alumínio, mas mesmo assim ele se manteve acima do limite máximo permitido. Para os outros traços, o 2 e o 3, obtiveram-se as quantidades de alumínio aumentadas em 14,3% e 65,1% respectivamente. No caso do cádmio, o aumento de suas quantidades foi praticamente o mesmo nos três traços, de 33,3%;

Os corpos de prova confeccionados com os agregados não foram capazes de estabilizar os dois elementos contaminantes que se manifestaram no ensaio de solubilização inicial, o alumínio e o cádmio, uma vez que seus índices no novo ensaio ficaram acima do limite de detecção e, no casos dos traços 2 e 3, tiveram suas quantidades ainda majoradas.

Ao se analisarem os resultados encontrados no ensaio de absorção de água, nota-se a pouca discrepância dos valores obtidos entre os três traços com que foram confeccionados os corpos de prova. A taxa de absorção média foi de 13,99%, o que indica que os produtos confeccionados com o agregados devem ser aqueles que não envolvam utilizações para estruturas.

A alta absorção do agregado reciclado é característica intrínseca associada ao aumento da relação água/cimento, à diminuição da densidade, ao aumento da porosidade e à composição dos agregados reciclados, portanto tais resultados já eram esperados.

O concreto executado de acordo com o traço 1 produziu uma resistência à compressão maior que os outros dois traços, com uma média de 13,5 MPa. Já os outros dois, na ordem decrescente produziram médias de 9,8 e 5 MPa respectivamente, o que indica que os produtos confeccionados com o agregados devem ser aqueles que não envolvam utilizações para estruturas.

Tais resultados indicam a necessidade de se estabelecerem critérios para a utilização dos resíduos da construção e demolição, uma vez que podem estar em desacordo com as normas, apresentando importantes contaminações. Assim, é possível propor um protocolo para sua utilização, como se descreve a seguir.

5.9 Protocolo Proposto para a Reutilização de Resíduos de Construção e Demolição com Resíduos Industriais Incorporados

Para se analisarem os possíveis impactos ambientais causados pelo descarte de resíduos de construção e demolição que contenham resíduos industriais incorporados é necessário realizar ensaios de lixiviação e solubilização em amostras desses resíduos. Os resultados destes ensaios indicarão, através de análises de comparação com as especificações da NBR 10004, se esses resíduos apresentam periculosidade ou são contaminantes para o meio ambiente.

Da mesma maneira, para a reutilização de resíduos gerados a partir da demolição de sistemas construtivos com resíduos industriais incorporados a realização dos ensaios de lixiviação e solubilização se faz obrigatória, assim como a classificação destes resíduos usando-se a NBR 10004. Isso significa que, para que resíduos industriais sejam incorporados em materiais ou componentes para a construção civil, ou que resíduos de construção e demolição que contenham resíduos industriais incorporados sejam reutilizados, deve-se seguir o seguinte roteiro:

- 1) Realizar ensaios de lixiviação e solubilização em amostras dos resíduos, segundo as NBR 10005 e NBR 10006;
- 2) Classificar os resíduos segundo a NBR 10004, de acordo com os resultados dos ensaios;

- 3) Eleger uma técnica de estabilização/solidificação para reutilizar esses resíduos;
- 4) Realizar ensaios de lixiviação e solubilização em amostras do produto gerado, segundo a NBR 10005 e a NBR 10006, para verificar a eficácia da estabilização dos resíduos incorporados.

Devido ao fato de os resíduos industriais poderem ser perigosos ou contaminantes, torna-se extremamente importante a fiscalização do processo de reutilização deles na construção civil. A reutilização deve ser feita apenas por usinas de reciclagem de materiais de construção ou indústrias devidamente capacitadas que utilizem os procedimentos descritos, realizando sempre os ensaios de lixiviação e solubilização nos resíduos para a sua correta classificação e forma de reutilização.

Da mesma forma que os resíduos sólidos em geral, os comuns e os industriais não podem ser descartados de maneira aleatória no meio ambiente e sem um tratamento adequado. Os resíduos de construção e demolição que contenham resíduos industriais incorporados devem ter uma destinação final ambientalmente adequada. Para isso, é imprescindível o controle e a fiscalização deste processo por algum órgão público.

O procedimento correto é que estes resíduos de construção e demolição com resíduos industriais incorporados sejam sempre submetidos a ensaios de lixiviação e solubilização, e sejam classificados conforme a NBR 10004, para que se possa determinar a sua destinação final. Após esta etapa de classificação dos resíduos, estes podem ser reincorporados em materiais e componentes para a construção civil quantas vezes se desejar, desde que sigam os procedimentos e ensaios já descritos.

Além disso, todas as construções que contenham resíduos em seus sistemas construtivos deveriam possuir um documento com a especificação dos materiais e resíduos constituintes, que deveria ser elaborado como um memorial e conter informações a respeito da origem dos resíduos incorporados, dos resultados dos ensaios de lixiviação e solubilização realizados, da classificação destes resíduos conforme a NBR 10004 e suas características de periculosidade, além de informações sobre o processo de estabilização/solidificação utilizado para cada um.

Tal documento serviria como um memorial descritivo dos materiais reutilizados que foram incorporados ao processo construtivo da edificação. Assim, numa futura demolição este documento seria o primeiro registro que deveria ser levado em consideração na destinação final dos resíduos desta construção. Os resíduos da construção e de uma futura demolição deveriam ser separados, como ocorre em qualquer processo convencional de reciclagem e, numa usina de reciclagem de resíduos de construção, o documento seria avaliado juntamente com os resíduos em espécie.

Os novos materiais e componentes construtivos gerados também deveriam possuir o documento ou memorial. Esta ideia de gestão da incorporação de resíduos industriais na construção civil seria ideal e não deveria tornar tais edificações rejeitadas no mercado. Esta seria uma maneira mais eficaz de atribuir aos proprietários dessas construções a responsabilidade sobre o gerenciamento dos resíduos incorporados, obrigando-os a dar-lhes a destinação correta.

Além disso, outras medidas podem ser tomadas com vistas a incentivar a produção e a utilização dos agregados reciclados, como: o incentivo à confecção de projetos que valorizem a reutilização dos materiais quando do encerramento da utilização de uma construção; o direcionamento de normas para a realização de projetos que contemplem canteiros de demolição e projetos de demolição destinados à segregação do RCD por classe; o uso de equipamentos de reciclagem móvel em canteiros de construção e demolição; o uso do agregado reciclado em obras geradoras de RCD da classe A.

6 CONCLUSÕES

6.1 Sobre o Gerenciamento dos Resíduos da Construção em Londrina

- 1) A coleta seletiva na cidade ocorre desde 1996, porém somente em 2008 foi criado, pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA), o Programa de Coleta Seletiva no Município, sem tratar especificamente dos resíduos de construção e demolição, uma vez que eles estavam incorporados à coleta dos resíduos em geral;
- 2) Até 2008 não existia programa para coleta de RCD de pequenos geradores e havia um número elevado de pontos de depósito irregular deste tipo de resíduo em fundos de vale e terrenos baldios. Esta era realizada por empresa privada através dos contratos que a CMTU manteve para limpeza e recolhimento;
- 3) O decreto municipal de nº. 768 de 2009 (ANEXO B) instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina e disciplinou os transportadores de resíduos da construção civil. Ele obrigou a elaboração dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), a serem elaborados e implementados pelos grandes geradores;
- 4) O PGRCC (ANEXO F) deve ser apresentado ao setor de resíduos da SEMA e, após aprovação, segue para liberação de alvará de construção na Secretaria de Obras. No final da obra deve haver a comprovação da execução do PGRCC, como condicionante para a obtenção do Habite-se;
- 5) Os pequenos geradores devem preencher junto à SEMA a Declaração de Pequeno Gerador (ANEXO D) e declarar que a obra tem características em razão das quais irá gerar menos de 1 m³ de resíduos;
- 6) Empresas prestadoras de serviços ambientais licenciadas estão autorizadas a emitir comprovantes de recebimentos e destinação ambientalmente correta para os resíduos da construção. Tais comprovantes atestam o conjunto de

- procedimentos que os geradores devem cumprir para regularizar o manuseio dos resíduos produzidos nas obras de construção ou demolição da cidade;
- 7) Para os pequenos geradores, além da disponibilidade das empresas licenciadas, foram criados Pontos de Entrega Voluntária (PEV) nos quais podem ser depositados os resíduos gerados por construções, demolições e pequenas reformas em prédios ou residências;
 - 8) Segundo a SEMA, não há estatística de quantidades de RCD gerados na cidade, o que pode indicar falta de transparência por parte da administração do município sobre a real situação da reciclagem de RCD em Londrina;
 - 9) A publicação dos decretos nº. 768 (ANEXO B), nº. 769 (ANEXO C) e nº. 770 (ANEXO A) organizou e disciplinou os pequenos e grandes geradores de RCD em Londrina, fazendo com que haja obrigatoriedade de que tais resíduos gerados na cidade tenham destino ambientalmente adequado.

6.2 Sobre o Agregados Reciclados Encapsulados pela Técnica à Base de Cimento Portland

- 1) Os corpos de prova confeccionados com os agregados não foram capazes de estabilizar os dois elementos contaminantes que se manifestaram no ensaio de solubilização inicial, o alumínio e o cádmio, uma vez que seus índices no novo ensaio ficaram acima do limite de detecção e, no casos dos traços 2 e 3, tiveram suas quantidades ainda majoradas; o pior desempenho notado foi para estabilizar o elemento alumínio, uma vez que seu acréscimo foi significativo nos traços 2 e 3 e no traço 1 se manteve acima do limite permitido;
- 2) A estabilização dos agregados reciclados não apresentou resultados positivos para os elementos contaminantes encontrados na amostra inicial, cádmio e alumínio;
- 3) Em face da reconhecida eficiência da técnica de estabilização por solidificação à base de cimento Portland, os resultados obtidos contradizem aqueles esperados;

- 4) Levando em consideração que a matriz com a qual os corpos de prova foram produzidos é composta por cimento Portland, é provável que, em parte ou na totalidade, o acréscimo dos contaminantes cádmio e alumínio, presentes na solubilização dos corpos de prova advenha do cimento.

6.3 Sobre a Continuidade desta Pesquisa

- 1) Recolher diversas novas amostras na empresa licenciada pelo município de Londrina espaçadas ao longo do tempo e repetir a investigação aqui realizada, realizando ensaios de lixiviação e solubilização nos resíduos, segundo as NBR 10005 e NBR 10006, para comprovar a contaminação no agregado reciclado aqui encontrada;
- 2) Investigar, para os mesmos agregados, a melhor composição de traço que confira a maior resistência mecânica e a menor taxa de absorção de água;
- 3) Realizar o processo de encapsulamento dos mesmos agregados utilizando diversas marcas e tipos de cimento Portland para investigar a possibilidade de estabilização por solidificação com diferentes cimentos;
- 4) Realizar ensaios com o material de construção utilizado em Londrina, oriundo das jazidas naturais, ou seja, que não sejam produtos de reciclagem, para investigar a possibilidade de sua contaminação, bem como verificar seu processo de encapsulamento pela técnica à base de cimento Portland;
- 5) Uma vez que existe a possibilidade de que o cimento utilizado aparentemente já vem contaminado de fábrica, sua contaminação deve ser investigada, conforme já concluído em pesquisas anteriores.

REFERÊNCIAS¹

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2011. 141 p. Série Sustentabilidade, v. 5.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento Mecânico dos Concretos**. 2005. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ÂNGULO, S.C. **Variabilidade de agregados graúdos reciclados de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E. ; JOHN, V. M. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de resíduos da Construção Civil**. IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na construção civil: materiais reciclados e suas aplicações. CT206-IBRACON, São Paulo, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013**. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>
Acesso em 02 de setembro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. Disponível em <http://www.abrecon.org.br/Conteudo/5/O-que-e.aspx>
Acesso em 03 de setembro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS - ABETRE. **Panorama das Estimativas de Geração de Resíduos Industriais. 2003**. Disponível em <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/FGV%20-%20Panorama%20das%20Estimativas%20de%20Ger.%20de%20Res.%20Industriais%20-%20Rel.%20Final.pdf>
Acesso em 03 de setembro de 2015.

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

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

_____. **NBR 10005: Procedimentos para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10006: Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2005.

BAPTISTA, A. **Bituminous Mixtures Recycled by Heat in a Plant and Contribution to Its Study and Application** (in Portuguese). 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Science and Technology Faculty, Coimbra University, Portugal, 2006.

BARTH, E. F.; PERCIN, P.; AROZARENA, M. M. **Stabilization and solidification of hazardous wastes**. 390 f. New Jersey: Pollution Technology Review, n. 186, 1990.

BASTOS, G. D. A. et al. **Desenvolvimento em escala industrial de composições para blocos de solo-cimento utilizando fração cerâmica de entulho da construção civil – Um estudo de caso**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais1, p. 18-21, São Paulo, 2004.

BERNARDES, A. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição no Município de Passo Fundo - RS**. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. 3ª Edição. São Carlos: EESC/USP, 1999, 109 p. Projeto Reenge.

BODY, J. **Experiência Brasileira com Entulho Reciclado na Pavimentação**. In: Reciclagem na Construção Civil, Alternativa econômica para a proteção Ambiental. Anais 76 p. 56-59. Departamento de Engenharia de Construção Civil, PCC – USP, São Paulo, 1997.

BORINELLI, B. et al. **Gastos públicos ambientais nas capitais dos estados brasileiros**. Congresso Internacional de Administração, Ponta Grossa, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Anteprojeto de lei: política nacional de resíduos sólidos: documento final**. 2005.

Disponível em http://www.mma.gov.br/doc/ap_residuos_solidos.pdf

Acesso em 12 de novembro de 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305/10 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>

Acesso em 29 de março de 2016.

BRITO, A. L. F. **Protocolo de avaliação de Materiais Resultantes da Estabilização por Solidificação de Resíduos**. 2007. 179 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BRITO, A. L. F.; SOARES, S. R. **Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação**. Eng. Sanit. Ambient., v.14, n.1, p. 39- 48, jan./mar. 2009.

BRITO, A. L. F.; SOARES, S. R. **Avaliação do Processo de Estabilização por Solidificação**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 18 a 23 de setembro de 2005. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS, 2005.

BRÜSEKE, F. J. **A Lógica da Decadência**: desestruturação socioeconômica, o problema da anomia e o desenvolvimento sustentável. Belém: Editora Cejup, 1996.

BUENO, W. ; OLIANA, F.; BORINELLI, B. **O estudo do gasto público em meio ambiente**. Economia & Região, Londrina, v.1, n.1, p.118-133, jan./jul. 2013.

CARLSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Editora Gaia, 2011. 328 p.

CARNEIRO, A. P. et al. **Características do Entulho e do Agregado Reciclado**. In: CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUN, I. A. S. (Organizadores). Reciclagem de Entulhos Para a Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA - CEF, 2001.

CARRIJO, P. M. **Análise da Influência da Massa Específica de Agregados Graúdos Provenientes de Resíduos da Construção e Demolição no Desempenho Mecânico do Concreto**. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CASARIL, C.C. **Meio século de verticalização urbana em Londrina-PR e sua distribuição espacial: 1950-2000**. 2008. 266 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, 2008.

CETESB/ASCETESB. **Resíduos Sólidos Industriais**. Volume I. São Paulo, 1985.

CHAVES, A.P. **Teoria e prática do tratamento de minérios**. São Paulo: Signus Editora, 1996. V. 1 e 2. 424 p.

CLÁUDIO, J. R. **Resíduos Sólidos Perigosos – Solidificação de Lamas Tóxicas com Cimentos**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente -. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002, Seção 1, p. 95-96.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos**. Publicada no DOU nº 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, página 70.

CONNER, J. R. **Principles of fixation**. In: Chemical fixation and solidification of hazardous waste, Chapter 3. New York: Van nostrand Reinhold, 1990.

CONNER, J. R.; HOFFNER, S. L. **The story of solidification stabilization technology**. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 28, n. 325, 1998.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coordenadores) **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. Segunda edição. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). São Paulo, 2000.

DANIALI, S. **Solidification / Stabilization of Heavy Metals in Latex Modified Portland Cement Matrices**. Journal of Hazardous Materials, v. 24, n. 2 - 3, p. 225 - 230, 1990.

DAMINELI, B. L. **Estudo de Métodos para Caracterização de Propriedades Físicas de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DEMANBORO, A. C.; FERRÃO, A. M. A.; MARIOTONI, A. **Desafios da Sustentabilidade sob o Enfoque do Estoque de Recursos Naturais**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.

DIAS, J. F. **Avaliação de Resíduos da Fabricação de Telhas Cerâmicas para seu Emprego em Camadas de Pavimento de Baixo Custo**. 2004. 251 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DYER, J. C.; MIGNONE, N. A. **Handbook of Industrial Residues**. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1983. Environmental Engineering Series.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. EPA. **Solidification / Stabilization Resource Guide**. Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office, Washington, D.C., April, 1999.

ESTADO DO PARANÁ – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Política de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná**. 2015. Disponível em <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=57>
Acesso em 20 de junho de 2015.

_____. Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999. **Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências**. Diário Oficial nº 5430, 05 fev. 1999.

_____. Decreto Estadual nº 6.674/2002. **Aprova o Regulamento da Lei nº 12.493, de 1999, que dispõe sobre princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos Resíduos Sólidos no Estado do Paraná**.

_____. **Projeto Desperdício Zero**. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2003.
<http://www.solumam.com.br/textos/PoliticaProgramaDesperdicioZero.pdf>
Acesso em 09 de março de 2014.

FLORIDA, R. **Cities and the Creative Class**. New York and London: Routledge, 2005.

FONSECA, A. P. **Estudo Comparativo de Concretos Com Agregado Graúdo Reciclado de Telha Cerâmica e Agregado Graúdo Natural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Área de Concentração: Engenharia de Estruturas. 2006. 200 f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

FREEMAN, H. M.; HARRIS, E. F. **Solidification/Stabilization of Organics and Inorganics**. In: Hazardous Waste Remediation Innovative Treatment Technologies, Chapter 27. Lancaster: Technology Publishing, 1995.

FRESCA, T. M. **Mudanças recentes na expansão físico-territorial de Londrina**. Revista do Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, v.11, n.º 2, 2002.

GIDDENS, A. **A Política da Mudança Climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009. 314 p.

GONÇALVES, J. C. V.; MOREIRA, M. D.; BORGES, V. P. **Materiais de construção civil na região metropolitana de Salvador**. 2008. 53 p. Departamento Nacional de Produção Mineral – Divisão de minerais e rochas industriais. Superintendência regional de Salvador. Salvador, 2008.

GRASSIOTTO, M. L. F. **Espaços comerciais: a arquitetura em dois shoppings centers de Londrina**. 2000. 394 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GRIGOLETTI, G. C., SATTler, M. A., **Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 19-32, jul./set. 2003.

GUARESCHI, N. et al. **Problematizando as práticas psicológicas no modo de entender a violência**. In: Violência, Gênero e Políticas Públicas. Organizadores: STREY, M. N.; AZAMBUJA, M. P. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

HANNA, R.A.; **Estudo em Escala de Laboratório da Fixação de Metais em Matriz de Cimento Tendo em Vista a Disposição Final de Rejeitos Industriais Perigosos**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

HAMASSAKI, L. T.; OLIVERIA, S. R.; ÂNGULOP, S. C. **Soluções Inovadoras: Reciclagem de RCD**. Revista Notícias da Construção. Maio de 2014. Disponível em <http://www.ipt.br/noticias>
Acesso em 08 de setembro de 2015.

HANISCH, J. **Current developments in the sorting of building waste**. Aufbereitungs-technik, v. 39, n. 10, 1998.

HARDIN, G. **The Tragedy of the Commons**. Science, v. 162, n. 3859, p. 1243 – 1248, 1968.
Disponível em <http://www.sciencemag.org/site/feature/misc/webfeat/sotp/pdfs/162-3859-1243.pdf>
Acesso em 28 de agosto de 2015.

HORTA, L. **Londrina Produz Nova Linha de Elevadores da Atlas Schindler**. Folha de Londrina. Londrina, 2008. Disponível em <http://www.portal.rpc.com.br>
Acesso em 26 de agosto de 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Cartilha Pegada Ecológica Qual é a sua?** São José dos Campos, 2012.
Disponível em <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Cartilha%20-%20Pegada%20Ecologica%20-%20web.pdf>
Acesso em 15 de setembro de 2015.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa**. Brasília, 2012.
Disponível em http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf
Acesso em 12 de junho de 2014.

JADOWSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JOHN, V.M. **Panorama sobre a reciclagem de resíduos na construção civil.** In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. Anais IBRACON, p.44-55, São Paulo, 1999.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 102 f. Tese (Livre Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos na Construção.** Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. São Paulo, 2000. Disponível em: http://globalconstroi.com/images/stories/Manuais_tecnicos/2010/reciclagem_residuos/CETESB.pdf
Acesso em 15 de julho de 2015.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** In: Seminário Reciclagem de Resíduos Domiciliares. São Paulo, 2003. Disponível em www.reciclagem.pcc.usp.br
Acesso em 12 de agosto de 2015.

JOHN, V.M.J.; ZORDAN, S. E.; ÂNGULO, S. C. **Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil.** IV Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas aplicações. CT206-IBRACON. São Paulo, 2001.

KARPINSK, A. L. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental.** Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163 p.

LAGO, A. A. C. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo – O Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas.** Brasília, 2006.
Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/O BRASIL E AS TR%C3%8AS CONFER%C3%8AS AMBIENTAIS DAS NA%C3%87%C3%95ES UNIDAS - %20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/O%20BRASIL%20E%20AS%20TR%C3%8AS%20CONFER%C3%8AS%20AMBIENTAIS%20DAS%20NA%C3%87%C3%95ES%20UNIDAS%20-%20(2).pdf)
Acesso em 21 de agosto de 2015.

LEITE, C. **Inteligentes e sustentáveis: tecnologia, inovações e 80% da população mundial vivendo na urbe exigem que as cidades se reinventem neste século.** Revista aU, São Paulo, agosto de 2010.
Disponível em <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/197/cidades-2010-25-181306-1.aspx>
Acesso em 10 de agosto de 2015.

LEITE, C. **Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012. 264 p.

LEITE, F. C. **Comportamento Mecânico de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil de Base e Sub-Base de Pavimentos**. 2007. 216 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

LEITE, M. B. **Avaliação das Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. 2001. 270 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LEVY, S. M. **Reciclagem do Entulho de Construção Civil para Utilização como Agregado de Argamassas e Concretos**. 1997. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LIMA, R. S. **Resíduos Sólidos Domiciliares: um programa de coleta seletiva com inclusão social**. Programa de Modernização do Setor de Saneamento da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. Governo Federal, Brasília, 2007.

LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para a produção e normalização de resíduos de construção reciclados e de suas aplicações em argamassa e concreto**. São Carlos, 1999. 204 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LINARDI, C. **Pioneirismo e modernidade: a urbanização em Londrina – PR**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

LOVATO, P. S. **Verificação dos Parâmetros de Controle de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Para Utilização em Concreto**. 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LUZ, A.B. et al. **Tratamento de minérios**. 2a edição. 676 p. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq/MCT, 1998.

MACKAY, M.; EMERY, J. **Stabilization/Solidification of Contaminated Soils and Sludges Using Cimentitious Systems**. Cement Industry Solutions to Waste Management, Proceedings, p. 135, Calgary, 1992.

MALONE, P. G.; JONES, L. W.; LARSON, R. J. **Guide to the disposal of chemically stabilized and solidified waste**. SW-872, Office of Water and Waste Management, U.S Environmental Protection Agency, Washington D.C., 1980.

MANZINI, E. ; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2008, 366 p.

MARCIANO, E.; KIHARA, Y. **Looking green**. World Cement, p. 82-88, April, 1997.

MAYERS, T. E., EAPPI, M.E. **Laboratory evaluation of stabilization/solidification technology for reducing the mobility of heavy metals**. In New Bedford Harbor superfund site sediments stabilization of hazardous radioactive and mixed wastes, second edition. Philadelphia: ASTM Publication, 1992.

MEADOWS, D. L. et al. **The Limits to Growth**. New York: Universe Books, 1972.

MEDINA, N. M. **Breve Histórico da Educação Ambiental**. In: PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F. (Organizadores). Educação Ambiental: caminhos trilhados no Brasil. Brasília: Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1997. 283p.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Editora PINI, 1994. 573p.

MELO, A. V. S. **Diretrizes para a Produção de Agregado Reciclado em Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. 2011. 232 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MENEGUEL, S. **Número de prédios em Londrina dobra em apenas uma década**. Jornal de Londrina. Caderno Economia, p. 9. Londrina, 17 outubro 2007.

_____. **Construtoras Investem em Cursos de Formação.** Jornal de Londrina, Londrina, 2007. Disponível em <http://www.portal.rpc.com.br>. Acesso em 26 de agosto de 2008.

MIRANDA, L. F. R. **Estudo de Fatores que Influem na Fissuração de Revestimentos de Argamassa com Entulho Reciclado.** 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MIRANDA, L. F. R.; ÂNGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MIRANDA, L. F. R. **Contribuição ao Desenvolvimento da Produção e Controle de Argamassas de Revestimento com Areia Reciclada Lavada de Resíduos Classe A da Construção Civil.** 2005. 441 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MORALES, G. **Técnicas de Manejo e Gestão Adequadas de Usinas de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.** II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Londrina, 2011.

MOREIRA, R. J. ; COSTA, L. F. C.; BRUNO, R. (Organizadores). **Economia Política da Sustentabilidade: uma perspectiva neomarxista.** In: Mundo rural e tempo presente. Rio de Janeiro: Editora Mauad, 1999.

MOTTA, R. S. **Estudo Laboratorial de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil para Aplicação em Pavimentação de Baixo Volume de Tráfego.** 2005. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MUNICÍPIO DE LONDRINA. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Relatório de diagnóstico da Situação do Saneamento, 2008.

_____. **História de Londrina.** Londrina, 2015. Disponível em: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=5
Acesso em 15 de agosto de 2015.

_____. **Decreto nº 770 de 23 de Setembro de 2009.** Institui o Cadastro de Gestão de Resíduos nos Serviços Públicos e Privados do Município de Londrina. Jornal Oficial nº 1139 Pág. 15 Terça-feira, 29 de setembro de 2009.

Disponível

em

http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/gestao%20residuos/decreto_770_2009.pdf

_____. **Decreto nº 768 de 23 de Setembro de 2009.** Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportadores de resíduos em geral e dá outras providências. Jornal Oficial nº 1139 Pág. 06 Terça-feira, 29 de setembro de 2009.

Disponível

em

http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/gestao%20residuos/decreto_768_2009.pdf

_____. **Decreto nº 769 de 23 de Setembro de 2009.** Regulamenta a gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada no Município de Londrina e dá outras providências. Institui o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos de Responsabilidade Pública e Privada no Município de Londrina, Estado do Paraná, que se dará pelas normas de procedimento abaixo explicitadas. Jornal Oficial nº 1139 Pág. 11 Terça-feira, 29 de setembro de 2009.

Disponível

em

http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_ambiente/gestao%20residuos/decreto_769_2009.pdf

_____. **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).** Londrina, 2015.

Disponíveis

em

http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15671&Itemid=1633

http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=15678&Itemid=1640%20Acesso%20em%2009/09/2015

Acesso em 12 de março de 2015.

NEDER, L. DE T. C. **Tratamento de resíduos industriais perigosos: tecnologia de encapsulamento por complexos argilominerais - CAMs.** 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** São Paulo: Editora PINI, 1997. 828p.

NOBRE, C.; ASSAD, E.D.; OYAMA, M.D. **Mudança Ambiental no Brasil.** Terra na Estufa, Edição Especial Scientific American Brasil, nº. 12, p. 70-75, 2005.

NOGUEIRA, J. R. **Reciclando cinzas: estudo de viabilidade para produção de blocos para a construção civil a partir da cinza volante residual de um reator de leito fluidizado**. 2011. 167 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

OLIVEIRA, D. M. **Aplicação da Técnica de Solidificação/Estabilização para Resíduos Oleosos da Indústria Petrolífera utilizando Solo Argiloso e Bentonita**. 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Agenda 21**. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>
Acesso em 15 de março de 2015.

_____. **Carta da Terra**. 2000.

Disponível

em

http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/carta_terra.pdf

Acesso em 15 de março de 2015.

_____. **Metas do Milênio**. 2000.

Disponível em http://www.pnud.org.br/Docs/declaracao_do_milenio.pdf

Acesso em 15 de março de 2015.

PABLOS, J. M. **Estudo para Reutilização do Resíduo Sólido Constituído pela Areia de Fundição Aglomeradas com Argila, através da Técnica de Solidificação/Estabilização em Matrizes de Cimento Portland, para Aplicação no Setor da Construção Civil**. 2008. 134 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PASSARELLI, R. N. **O uso de painéis maciços de madeira na construção habitacional como estratégia para diminuição das emissões de CO₂ no setor da construção civil: estudo de caso do Stadthaus**. Monografia (disciplina SAP 5851 – Habitação em madeira: reflexões sobre a sustentabilidade na construção civil). São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2011.

PASSOS, V.R.L. **A verticalização de Londrina: 1970/2000**. 2007. 203 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2007.

PAULA, R. G. **A verticalização na Gleba Palhano – Londrina - PR: uma análise da produção e consumo da habitação**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006.

PENG, C.; SCORPIO, D. E.; KILBERT, C. J. **Strategies for successful construction and demolition waste recycling operations**. Construction, Management and Economics, London, v.15, n.1, p.49-58, 1997.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POON, C. S.; CLARK, A. I.; PERRY, R. **Permeability Study on the Cement Based Solidification for the Disposal of Hazardous Wastes**. Cement and Concrete Research, v.16, p. 161- 172, EUA, 1986.

POON,C.S; QIAO,X.C; LIN,Z.S. **Pozzolanic properties of reject fly ash in blended cement pastes**. Cement and Concrete Research, n. 33, p.1857-1865, 2003.

PRANDINI, N. **Aspectos da Geografia Urbana de Londrina**. In: Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), São Paulo, 1954.

PUCCI, R.B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à Resolução CONAMA 307**. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RADARRIO+20.

Disponível em: <http://www.radarrio20.org.br/index.php?r=conteudo/view&id=9>

Acesso em 31 de agosto de 2015.

RAMOS, E. C. **Educação ambiental: evolução histórica, implicações teóricas e sociais. Uma avaliação crítica**. 1996. Dissertação (Mestrado em Educação). Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

REBELO, A. **Parecer do relator ao Projeto de Lei nº 1876/99 e apensados.** Projeto de Lei Nº 1.876, DE 1999. (Apensos os Projetos de Lei 4524/2004, 4091/2008, 4395/2008, 4619/2009, 5226/2009, 5367/2009, 5898/2009, 6238/2009, 6313/2009, 6732/2010). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, revoga a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. Disponível em http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/relatorio_final.pdf Acesso em 22 de agosto de 2015.

REIS, L. G.; OLIANA, F. H. **Uma Análise sobre o Comportamento dos Gastos Públicos em Gestão Ambiental na cidade de Londrina – PR.** In: XXI Congresso Brasileiro de Custos. Natal, 2014.

REIS, J. P. **Incorporação de resíduos industriais em massa cerâmica usada na fabricação de tijolos.** 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2006.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. **Ecohouse: A Casa Ambientalmente Sustentável.** São Paulo: Artmed Editora, 2006. 408 p.

ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. **A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano.** REDES, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 3, p. 5 - 13, set./dez., 2008.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2000.

SANTOS, A.L. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos de construção e demolição (RCC): análise das construtoras Associadas ao SINDUSCON/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim – RN.** 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Editora Hucitec, 2004.

SANT'AGOSTINHO, L.M; KAHN, H. **Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias-Primas Minerais.** Boletim Técnico (PMI/69). 29 p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SARIS, S. **Número de Imóveis Financiados cresce 14% ao ano na região.** Jornal de Londrina. Londrina, 2008.

Disponível em <http://www.jornaldelondrina.com.br/>

Acesso em 26 de agosto de 2008.

SCHNEIDER, D.M. **Deposições Irregulares de Resíduos da Construção Civil na Cidade de São Paulo.** 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SCHNEIDER, D.; PHILIPPI, A. **Gestão Pública de Resíduos da Construção Civil no Município de São Paulo.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 21-32, out./dez, 2004.

Disponível em [file:///C:/Users/User/Downloads/3571-12217-1-PB%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/3571-12217-1-PB%20(4).pdf)

Acesso em: 08 de setembro de 2015.

SCHWARTZ, W. **Poder Emergente no Sertão.** Londrina: Editora Midiograf, 1997.

SHIMBA, O. Y. ; UREN, F. H. R. **Londrina cidade cenário.** Londrina: Editora Midiograf, s/d.

SICHERI, E. P.; PABLOS, J. M. **Estudo para a Reciclagem do Resíduo Sólido Gerado pelas Areias de Fundição Aglomeradas com Argila, através da Solidificação/Estabilização em Matrizes de Cimento Portland, para Aplicação no Setor da Construção Civil.** Em: Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil. Belo Horizonte: Universidade FUMEC/FEA, 2007.

SILVA, F. A. **História do Brasil: Colônia, Império, República.** São Paulo: Editora Moderna, 1992.

SILVA, K. R. B. **Avaliação da solidificação de metais em matriz de polietileno.** 2001. 115 f. Dissertação (Mestrado). Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, J. R. M. C. **Incorporação de resíduos de barro vermelho em argamassas cimentícias.** 2006. Dissertação (Mestrado em Construção). Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2006.

SILVA, M. B. L. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil.** 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais). Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SILVA, P. C. G.; MIRANDA, L. F. R. **Análise da Influência do Controle Granulométrico nas Características Físicas e Mecânicas de Agregados Reciclados para Pavimentação.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12. Anais ANTAC, 2008. Fortaleza, 2008.

SILVA, T. V. **Estudo comparativo de normas de lixiviação aplicadas a resíduos perigosos solidificados/estabilizados em cimento.** In XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México, 2002.

SILVEIRA, F. **Obra analisa o Brasil nos tempos de Real.** Folha de Londrina. Londrina, 2008.
Disponível em <http://www.jornaldelondrina.com.br/>
Acesso em 23 de agosto de 2008.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto.** 2008.
Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2008>
Acesso em 15 de setembro de 2015.

_____. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.** 2010.
Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2010>
Acesso em 15 de setembro de 2015.

SPENCE, R. D.; SHI, C. **Stabilization and solidification of hazardous, radioactive and mixed wastes.** Boca Raton, Florida: CRC Press, 2005.

STEGEMANN, J. A.; BUENFELD, N. R. **Prediction of leachate pH for cement paste containing pure metal compounds.** Elsevier, Journal of Hazardous Materials, Amsterdam, v. B90, p. 169-188, 2002.

STEGEMANN, J. A.; BUENFELD, N. R. **Prediction of unconfined compressive strength of cement paste containing industrial wastes.** Waste Management, v. 23, p. 321-332, 2003.

TAKEDA, M. **As transformações da área central de Londrina: uma outra centralidade.** Monografia (Bacharelado em Geografia). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2004.

TAM, V. W. Y. **Economic comparison of concrete recycling: a case study approach.** Resources, Conservation & Recycling, 52 (5), p. 821-828, 2008.

TENÓRIO, J. J. L. **Avaliação das Propriedades do Concreto Com Agregados Reciclados de Resíduos da Construção e Demolição Visando Aplicações Estruturais.** 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

TRUSSEL, S.; SPENCE, R. D. **A Review of Solidification/Stabilization Interferences.** Waste Management, v. 14, n. 6, p. 507-519, 1994.

UNESCO. **Conferência de Estocolmo. Plano de Ação Mundial.** Estocolmo. 1972. In: Dias, Genivaldo Freire. Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Editora Gaia, 1992. 272 p.

VAN DER ZWAMN, J.T. H. **Application of waste materials a success now, a success in the future.** In: Waste materials in construction. Goumans, van der Sloot. London: Aalbers Eds. Elsevier, 1991.

VERÍSSIMO, R. T. **FHC abre fórum da Construção civil em 8/5.** Gazeta Mercantil. São Paulo, 2000. Disponível em <http://www.gazetamercantil.com.br> Acesso em 23 de agosto de 2008.

VISVANATHAN, C. **Hazardous waste disposal.** Resources, Conservation and Recycling, n. 16, p. 201-202, 1996.

YAMAMOTO, J.K. et al. **Environmental impact reduction on the production of blended Portland cement in Brazil.** Environmental Geosciences, v. 4, n. 4, p. 192-206, 1997.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint.** Gabriola Island, B.C: New Society Publishers, 1996. The new catalyst bioregional series.

WARREN, D. S.; CLARK, A. I.; PERRY, R. A Review of Clay-Aromatic Interactions with a View to Their Use in Hazardous Waste Disposal. Science Total Environment, v. 54, p. 157, 1986.

WILBURN, D. R.; GOONAN, G. **Aggregates from natural and recycled sources; economic assessments for construction applications; a materials flow study.** Geological Survey Report USGS Numbered Series, Circular 1176. U.S. Dept. of the Interior, U.S.A, 1998.

WILES, C. C. **Solidification and stabilization technology.** In: Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment e Disposal, Chapter 8, section 7.8, McGraw-Hill, 1989.

WILSON, J. **Recycling Construction and Demolition Waste.** London: Quarry Management, 1996.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WECD. **Relatório Brundtland. Our Common Future.** 1987. Disponível em <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#l>. Acesso em 14 de julho de 2015.

ZANETI, I. C. B. B. et al. **A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção da gestão de resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente.** In: ANPAS, 2002. Disponível em http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/sociedade_do_conhecimento/Zaneti%20-%20Mourao.pdf. Acesso em 02 de setembro de 2015.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto.** 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ZVEIBIL, V. Z. (coordenador). **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

ANEXO A - DECRETO Nº 770, DE 23 DE SETEMBRO DE 2009.

SÚMULA: Institui o Cadastro de Gestão de Resíduos nos Serviços Públicos e Privados do Município de Londrina.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ, no uso de suas atribuições legais e em conformidade com o disposto na por meio Lei Municipal nº 6.858/1996, e Considerando que a gestão dos resíduos no município de Londrina é um dos grandes problemas urbanos e ambientais a ser gerenciado, estando em andamento o Plano de Saneamento, subsidiando uma Política Municipal de Resíduos;

Considerando que a gestão dos resíduos requer a oferta dos serviços públicos e privados de coleta, transporte, tratamento, armazenamento, destinação final e, especialmente reciclagem e reuso dos resíduos, conforme as normas técnicas e ambientais e legislação aplicável;

Considerando a falta de informação à população a respeito da correta destinação dos resíduos de cada espécie, sendo o acesso à informação uma das grandes ferramentas para a gestão compartilhada e a mudança de postura da sociedade;

Considerando a necessidade de licenciamento ambiental pelos órgãos competentes, e autorização do Município para as atividades relacionadas aos resíduos sólidos urbanos;

DECRETA:

Art. 1º Fica instituído o Cadastro de Gestão de Resíduos nos Serviços Públicos e Privados no Município de Londrina, nos seguintes termos:

Art. 2º O Cadastro servirá à oferta de informação à sociedade, sendo mantido pela Secretaria Municipal do Ambiente em conjunto com a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização.

Art. 3º O Cadastro conterá informações objetivas, quanto à oferta dos serviços de coleta, transporte, tratamento, armazenamento, destinação final e, especialmente, reciclagem e reuso de resíduos, bem como outras práticas e técnicas para a gestão dos resíduos.

Art. 4º Caberá aos órgãos responsáveis pelo Cadastro, pesquisar a oferta dos serviços no município, a partir de fontes seguras e oficiais, inclusive:

I – Cadastro Municipal de Alvarás para Atividades;

II – Banco de Dados dos órgãos licenciadores;

III – Cadastro Voluntário pelos prestadores de serviço.

Parágrafo único. O Cadastro Voluntário exigirá protocolo com os documentos comprobatórios, quanto às informações disponibilizadas.

Art. 5º Serão disponibilizadas informações necessárias ao acesso aos serviços e, segurança ao usuário, quanto à regularidade dos serviços, especialmente:

I – Nome da pessoa física ou jurídica, pública ou privada responsável pelo serviço;

II – Endereço físico, eletrônico e telefone para contato;

III – Autorização pelo Município para o funcionamento da atividade;

IV – Licenciamento pelos órgãos ambientais competentes para a atividade;

V – Tipo de serviço prestado incluindo a espécie de resíduo autorizado.

Art. 6º O Cadastro será atualizado, sempre que necessário e no mínimo anualmente, através da solicitação de informação aos órgãos licenciadores, autorizadores e ao prestador, sob pena de cancelamento do Cadastro.

Art. 7º O Cadastro também poderá ser cancelado, sempre que o serviço for considerado irregular, por autuação ou embargo das atividades, ou cancelamento das licenças e autorizações pelos órgãos competentes.

Art. 8º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Londrina, 23 de setembro de 2009. Homero Barbosa Neto - Prefeito do Município, José do Carmo Garcia - Secretário de Governo, Carlos Eduardo Levy - Secretário do Ambiente, Lindomar Mota dos Santos - Diretor-Presidente da CMTU-LD. **Jornal Oficial nº 1139 Pág. 15 Terça-feira, 29 de setembro de 2009**

ANEXO B - DECRETO Nº 768, DE 23 DE SETEMBRO DE 2009.

SÚMULA: Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplina os transportadores de resíduos em geral e dá outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ, no uso de suas atribuições legais e em conformidade com a Lei Estadual nº 12.493/1999, a Resolução CONAMA nº 307/2002 e a Lei Municipal nº 4.607, de 17 de dezembro de 1990,

DECRETA:**CAPÍTULO I - DO OBJETO**

Art.1º O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Londrina estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias, de forma a minimizar os impactos ambientais, em conformidade com a legislação em vigor.

CAPÍTULO II - DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito deste decreto, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gessos, telhas, pavimentos asfálticos, vidros, plásticos, tubulações, fiações elétricas, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos neste decreto;

III - Pequeno Gerador são pessoas físicas ou jurídicas que geram a quantidade máxima de 1.000 l (mil litros) equivalente a 1,0 m³ (um metro cúbico) de resíduos da construção civil, por obra.

IV - Grande Gerador são pessoas físicas ou jurídicas que geram quantidade maior que 1.000 l (mil litros) equivalente a 1,0 m³ (um metro cúbico) de resíduos da construção civil, por obra.

V - Transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

VI - Receptores de resíduos da construção civil são as pessoas jurídicas, públicas ou privadas, operadoras de empreendimentos, cuja função seja o manejo adequado de resíduos da construção civil, em pontos de entrega, áreas de triagem, áreas de reciclagem e aterros, entre outras;

VII - Agregado reciclado é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

VIII - Gerenciamento de resíduos é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

IX - Reutilização é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

X - Reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

XI - Beneficiamento é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam sua utilização como matéria prima ou produto;

XII - Aterro de resíduos da construção civil é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando à reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

XIII - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos;

XIV - Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) são áreas destinadas ao armazenamento temporário de resíduos da construção civil.

XV - Controle de Transporte de Resíduos (CTR) é o documento emitido pelo transportador de resíduos que fornece informações sobre gerador, origem, quantidade e descrição dos resíduos e seu destino;

XVI – Caçambas abertas são as caçambas de coleta de resíduos desprovidas de tampa e cadeado de proteção;

XVII – Caçambas fechadas são as caçambas providas de tampa e mantidas trancadas sempre que não estiverem em uso imediato.

CAPÍTULO III - DA CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados e segregados na fonte geradora, para efeito deste decreto, da seguinte forma:

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

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

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações são componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa de concreto;

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

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

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

CAPÍTULO IV - DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Art. 4º Fica instituído o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil no município de Londrina, cujo objetivo é a melhoria da limpeza

urbana e a regulamentação do exercício das responsabilidades dos pequenos e grandes geradores e respectivos transportadores, que incorpora:

I - o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que estabelece as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores;

II - os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a serem elaborados e implementados pelos grandes geradores, que estabelecem as diretrizes técnicas e procedimentos para possibilitar o exercício das responsabilidades de todos os geradores e têm como objetivo o manejo e a destinação ambientalmente adequados dos resíduos da construção civil.

Art. 5º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a segregação, a reciclagem e a destinação final adequada.

§ 1º. Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei.

§ 2º. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados na forma prevista neste decreto e normas em vigor.

Seção I - Do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Art. 6º A gestão dos resíduos em pequenos volumes, definida no art. 2º, inciso III, deste decreto, deve ser feita por intermédio do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que tem como diretrizes técnicas:

I - a melhoria da limpeza urbana;

II - a possibilidade de exercer, mediante respectiva taxa, o manejo dos resíduos dos pequenos geradores;

III - fomentar a redução, a reutilização, a reciclagem e a correta destinação destes resíduos;

IV - a redução dos impactos ambientais, associada à preservação dos recursos naturais.

Art. 7º A remoção dos resíduos da construção civil dos pequenos geradores poderá ser realizada por transportadores públicos ou privados, mediante remuneração.

Art. 8º As ações de educação ambiental e de controle e fiscalização, necessárias à gestão dos resíduos, fazem parte do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Seção II - Dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nessa etapa, o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º deste decreto;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos, após a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido neste decreto.

§ 1º Em obras com atividades de demolição, devem incluir o compromisso com a prévia desmontagem seletiva dos componentes da construção, respeitadas as classes estabelecidas neste decreto, visando a minimização dos resíduos a serem gerados e a sua correta destinação.

§ 2º Os geradores devem:

a) apontar, quando necessário, os procedimentos a serem tomados para a correta destinação de outros resíduos, como os de serviços de saúde e domiciliares, provenientes de ambulatórios e refeitórios, obedecidas as normas brasileiras específicas;

b) quando contratantes de serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos, especificar, em seus Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, os agentes responsáveis por estas etapas, que deverão estar devidamente licenciados;

c) Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil podem prever o deslocamento, recebimento ou envio, de resíduos da construção civil Classe A,

triados, entre empreendimentos licenciados, detentores de Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

d) quando entes públicos, na impossibilidade de cumprimento do disposto na alínea “b”, em decorrência de certame licitatório, apresentar, para aprovação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, termo de compromisso de contratação de agente licenciado para execução dos serviços de transporte, triagem e destinação de resíduos;

Art. 10 Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem ser assinados pelo profissional responsável pela execução da obra ou por outro profissional devidamente habilitado, com a respectiva anotação de responsabilidade técnica (ART/CREA).

Parágrafo Único. São de responsabilidade dos executores de obras ou serviços, em logradouros públicos, a manutenção dos locais de trabalho permanentemente limpos e a manutenção de registros e comprovantes de Controle de Transporte de Resíduos (CTR), do transporte e destinação corretos dos resíduos sob sua responsabilidade.

Art. 11 Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades, públicos ou privados, devem ser apresentados juntamente com o projeto do empreendimento na Secretaria Municipal de Obras devidamente aprovado pelo órgão ambiental municipal e se integrará à análise para a obtenção do alvará de construção, reforma, ampliação ou demolição.

Parágrafo Único. O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos, sujeito ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado inclusive junto ao órgão ambiental competente.

Art. 12 A emissão de Habite-se ou Aceitação de obras, pelo órgão municipal competente, para os empreendimentos dos grandes geradores de resíduos de construção, deve estar condicionada à apresentação de certidão emitida pelo órgão ambiental de integral cumprimento do projeto de gerenciamento de resíduo da construção civil, que estará baseado em documentos de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou outros documentos de contratação de serviços anunciados no Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, comprovadores da correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados.

Art. 13 A execução do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil é de responsabilidade do responsável técnico pela respectiva obra, podendo ser realizada mediante a contratação de serviços de terceiros habilitados, garantida a responsabilidade do gerador e do responsável técnico.

Seção III – Das Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)

Art. 14. As Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) devem observar a legislação municipal, estadual e federal de controle da poluição ambiental.

Art. 15. Os empreendedores interessados na implantação de ATT's devem apresentar seu projeto para o licenciamento, junto ao órgão ambiental competente, e alvará municipal.

Art. 16. As Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) devem obedecer às seguintes condições:

- I - identificação das atividades que serão desenvolvidas e das respectivas licenças;
- II - definição de sistemas de proteção ambiental;
- III - solução adequada dos acessos, isolamento e sinalização;
- IV - soluções para proteção de águas superficiais e estabilidade geotécnica;
- V - documentação de controle dos resíduos recebidos e retirados, conforme o Plano de Controle de Recebimento de Resíduos que deve ser elaborado como previsto na NBR 15.112/2004 e 15.114/2004 da ABNT;
- VI - isolamento da área;
- VII - obter a consulta prévia de viabilidade técnica junto à Secretaria Municipal do Ambiente e Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina-IPPUL, devendo ser cadastradas junto ao CMTU;

Art. 17 A operação das Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) deve estar em conformidade com a NBR 15.112/2004 da ABNT e, especialmente, em relação às seguintes condições:

- I - a unidade deve receber apenas resíduos da construção civil, sendo eventuais outros resíduos devidamente separados e licenciados conforme as normas técnicas e legislação em vigor;
- II - só devem ser aceitas descargas e expedições de veículos com a devida cobertura dos resíduos neles acondicionados;
- III - os resíduos descarregados nas ATT's devem:

- a) estar acompanhados do respectivo Controle de Transporte de Resíduos (CTR);
- b) ser integralmente triados, evitando o acúmulo de material não-triado;
- IV - o acondicionamento dos materiais descarregados ou armazenados temporariamente deve impedir o acúmulo de água;
- V - os rejeitos que eventualmente estejam na massa de resíduos recebidos devem ter destino adequado.

CAPÍTULO V - DAS RESPONSABILIDADES

Art. 18 São responsáveis solidárias pelos resíduos, as pessoas físicas e jurídicas, conforme previsto na Lei Estadual nº 12.493/99 e Resolução CONAMA 307/2002, disciplinando-se em especial os Geradores, Transportadores e Receptores de Resíduos da Construção Civil;

Seção I - Da Disciplina dos Geradores

Art. 19 Os geradores de resíduos da construção civil são os responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

§ 1º Os geradores devem utilizar equipamentos de coleta adequados às características dos resíduos da construção civil, respeitando a capacidade dos equipamentos.

§ 2º Os geradores deverão utilizar exclusivamente os serviços de remoção de transportadores cadastrados junto ao Poder Público Municipal.

§ 3º O gerador deverá proceder à separação e identificação dos resíduos no local de origem, obedecendo à classificação deste decreto e as previstas nas normas técnicas inclusive para identificação por cores e símbolos, conforme a legislação em vigor.

Seção II - Da Disciplina dos Transportadores

Art. 20 Os transportadores de resíduos da construção civil deverão cadastrar-se junto à Companhia de Trânsito e Urbanização de Londrina – CMTU.

§ 1º O cadastramento deverá ser realizado por ocasião da liberação do primeiro Alvará de Funcionamento da atividade, através do preenchimento de formulário próprio, e deverá ser atualizado na renovação do alvará, ou sempre que houver alterações nos dados do cadastro.

§ 2º As empresas que já possuem Alvará de Funcionamento, deverão atender o disposto no caput deste artigo, dentro do prazo de 90 (noventa) dias contados a partir da data de publicação deste decreto.

§ 3º Qualquer veículo, não credenciado, que estiver executando o transporte de resíduos, será apreendido e removido para o depósito da Prefeitura de Londrina e liberado somente após o pagamento das despesas de remoção e multas devidas.

Art. 21. Os transportadores de resíduos da construção civil, que utilizem caçambas estacionárias, deverão atender às exigências aqui estabelecidas, devendo as caçambas estacionárias serem cadastradas junto à Companhia de Trânsito e Urbanização de Londrina – CMTU e observar as especificações e requisitos a seguir especificados:

I - Ser de material resistente e inquebrável;

II - Possuir dimensões máximas de até 2,80 m (dois metros e oitenta centímetros) de comprimento, 1,80 m (um metro e oitenta centímetros) de largura e 1,40 m (um metro e quarenta centímetros) de altura e capacidade de volume máximo de 5m³;

III - Conter sistema de engate simples e adequado para acoplamento ao veículo transportador;

IV - Ser pintadas em cor clara, identificadas com o nome da empresa proprietária, número de ordem de cadastro da empresa na CMTU, sequencial das caçambas e do contato telefônico;

V- Conter sinalização, de modo a permitir rápida visualização diurna e noturna a pelo menos 40m de distância, de acordo com as seguintes especificações:

a) Faixa adesiva reflexiva, aprovada pelo DENATRAN, com as dimensões de 30cm de comprimento por 5cm de altura, contornando todo o perímetro da caçamba;

b) Na área mais elevada possível da face ortogonalmente oposta ao sentido de tráfego da via, um triângulo sinalizador com dimensões, cores e características completamente iguais às da figura 1 constante do Anexo I, da Lei Municipal 6.521, de 18/04/1996, confeccionado com material retro-reflexivo;

c) Quando a face transversal ao sentido de tráfego da via exceder sua largura de 2,60m, como dispõe o artigo 81 do Regulamento do Código Nacional de Trânsito, sobre largura máxima para veículos de carga, deverá o recipiente conter informações sobre o excesso, com a colocação de sinalizador para indicação de largura;

d) Conter, em qualquer face lateral, a identificação da empresa responsável pela colocação e seu telefone, de forma que não interfira na sinalização de segurança;

Parágrafo Único. Fica proibida qualquer inscrição, propaganda ou publicidade nas caçambas, além da identificação definida no inciso V.

Art. 22. O transporte de resíduos, em geral, e de caçambas carregadas deverá ser acompanhado pelo Controle de Transporte de Resíduos (CTR), expedido pela empresa transportadora, o qual deverá conter no mínimo as seguintes informações: razão social da empresa transportadora, endereço da sede, telefone, CGC, número do CTR, data da retirada da caçamba, endereço de origem do resíduo, descrição e quantidade do resíduo, número da caçamba, placa do caminhão, nome e endereço do receptor do resíduo.

Art. 23. Os veículos transportadores de resíduos e as caçambas passarão por vistoria anual da CMTU, para fins de autorização de funcionamento.

§1º Os resíduos recolhidos não poderão exceder as bordas laterais e superior das caçambas, durante todo o período de armazenamento e transporte.

§2º Os pneus dos veículos transportadores deverão ser lavados ou limpos, antes de saírem do interior da obra, se estes estiverem sujos de terra ou outro tipo de detrito.

§3º Os responsáveis pela caçamba e/ou locatário deverão manter sempre limpo o local onde aquela estiver colocada.

Art. 24. As pessoas, físicas ou jurídicas, detentoras das caçambas, antes de sua locação e colocação, deverão fornecer documento simplificado de orientação aos usuários de seus equipamentos, com instruções sobre posicionamento da caçamba, volume a ser respeitado, tipos de resíduos admissíveis, tempo de estacionamento, coresponsabilidade, penalidades previstas em lei e outras instruções que se fizerem necessárias.

Art. 25. Não será permitida a colocação de caçambas:

I - No leito de vias onde o estacionamento de veículos seja proibido;

II - Nos pontos de coletivos e táxis;

III - Nos locais que conflitem com o dispositivo do art. 181, inciso XXXIX, do Regulamento do Código Nacional de Trânsito, em que fica evidenciada a proibição de veículos de cargo, a menos de dez metros do alinhamento da construção transversal à via;

IV - Sobre a calçada;

V – Nas vias e logradouros onde, nos dias em que ocorrerem feiras livres, ruas de lazer ou eventos autorizados.

§ 1º Os locais para colocação de caçambas no Calçadão deverão ser previamente autorizados pela COMPANHIA MUNICIPAL DE TRANSPORTE E URBANIZAÇÃO – CMTU.

§ 2º Nas vias públicas onde for proibido o estacionamento em ambos os lados, a Companhia Municipal de Transporte e Urbanização – CMTU poderá, excepcionalmente, permitir a colocação de caçambas por tempo determinado.

§ 3º Os casos omissos neste artigo serão decididos pela Companhia Municipal de Transporte e Urbanização - CMTU.

Art. 26. São proibidas a colocação, a troca e a retirada dos recipientes no horário noturno, compreendido entre às 18:00 e às 06:00 horas. Parágrafo único. No Calçadão, não será permitida a colocação de caçambas que ultrapassem a 3,0m³, devendo o seu deslocamento ocorrer apenas nos horários entre 06:00 e 07:30, ou entre 19:30 e 21:00.

Art. 27. O prazo de permanência de cada caçamba nas vias públicas é de, no máximo, 10 (dez) dias corridos, compreendendo os dias de colocação e retirada do equipamento, para as caçambas fechadas, bem como de 72 (setenta e duas) horas para as caçambas abertas, exceto nos locais de estacionamento rotativo pago, caso em que a Companhia Municipal de Transporte e Urbanização – CMTU poderá reduzir esse prazo, para atender as necessidades locais.

§ 1º No Calçadão o prazo para recolhimento das caçambas abertas será de 24 horas e, das caçambas fechadas de 72 horas.

§ 2º É proibida a permanência de caçambas na via pública, quando não estiverem sendo utilizadas para a coleta de resíduos da construção civil, devendo ser armazenadas em local adequado, a ser indicado por ocasião do licenciamento da atividade.

Art. 28. É obrigatória ao transportador, a utilização de dispositivos de cobertura de carga em equipamentos de coleta, durante o transporte dos resíduos.

Art. 29. As carroças e veículos à tração animal que transportarem resíduos deverão ser cadastrados junto ao CMTU, devendo obedecer às regras de sinalização e

demaís que couberem, conforme exigência do órgão gestor, devendo levar seus resíduos até as ATTs ou local licenciado para seu recebimento.

Art. 30. Constitui infração o depósito de resíduos da construção civil, em qualquer quantidade, em vias, passeios, canteiros, jardins, áreas e logradouros públicos e corpos d'água. Parágrafo único. Os veículos que transportarem os resíduos da construção civil e depositarem em vias, passeios, canteiros, jardins, áreas e logradouros públicos e corpos d'água serão multados, apreendidos e removidos para o depósito da Prefeitura de Londrina, cuja liberação, quando determinada pela legislação, será precedida do pagamento das despesas de remoção e multas devidas, além das penalidades cíveis, administrativas e criminais cabíveis.

Seção III - Da Disciplina dos Receptores

Art. 31. Os receptores de resíduos da construção civil devem estar devidamente licenciados junto ao órgão ambiental, não sendo admitidas nas áreas de recepção a descarga de:

- I - resíduos de transportadores não regulares, conforme este decreto e legislação aplicável;
- II - resíduos domiciliares, resíduos industriais e resíduos dos serviços de saúde, entre outros resíduos especiais.

CAPÍTULO VI - DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

Art. 32. Os resíduos da construção civil devem ser integralmente triados pelos geradores ou nas áreas receptoras, segundo a classificação definida no artigo 3º deste decreto, e devem receber a destinação adequada prevista na legislação em vigor.

Parágrafo Único. Os resíduos da construção civil de classe A, devem ser prioritariamente reutilizados ou reciclados.

CAPÍTULO VII - DO USO DE AGREGADOS RECICLADOS EM OBRAS PÚBLICAS

Art. 33 O Poder Executivo Municipal deve observar as condições para o uso dos resíduos classe A, na forma de agregado reciclado, nos seguintes casos:

- I - em obras públicas de infra-estrutura (revestimento primário de vias, camadas de pavimento, passeios, artefatos, drenagem urbana e outras);
- II - e em obras públicas de edificações (concreto não estrutural, argamassas, artefatos e outros).

§ 1º As condições para o uso de agregados reciclados devem ser estabelecidas para obras contratadas ou executadas pela administração pública direta e indireta, obedecidas as normas técnicas brasileiras específicas.

§ 2º Todas as especificações técnicas e editais de licitação, para obras públicas municipais, devem fazer, no corpo dos documentos, menção ao disposto neste artigo.

Art. 34. Ficam definidas as condições para o uso prioritário de agregados reciclados, ou dos produtos que os contenham, na execução das obras e serviços listados a seguir:

I - execução de sistemas de drenagem urbana ou suas partes, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel em embasamentos, nivelamentos de fundos de vala, drenos ou massas;

II - execução de obras, sem função estrutural, como muros, passeios, contrapisos, enchimentos, alvenarias etc;

III - preparação de concreto, sem função estrutural, para produção de artefatos como blocos de vedação, tijolos, meio-fio (guias), sarjetas, canaletas, mourões, placas de muro etc;

IV - execução de revestimento primário (cascalhamento) ou camadas de reforço de subleito, sub-base e base de pavimentação em estacionamentos e vias públicas, em substituição aos agregados convencionais utilizados a granel.

V - Aterro Sanitário § 1º O uso prioritário destes materiais deve dar-se, tanto em obras contratadas como em obras executadas, pela administração pública direta ou indireta.

§ 2º A aquisição de materiais e a execução dos serviços, com agregado reciclado, devem ser feitas com obediência às normas técnicas específicas.

CAPÍTULO VIII - DAS ATRIBUIÇÕES GERENCIAIS

Art. 35. No cumprimento das normas estabelecidas neste decreto, os órgãos municipais, no âmbito de suas competências, devem:

I - fiscalizar as atividades disciplinadas por este decreto;

II - orientar os geradores quanto aos procedimentos de recolhimento ou de disposição de pequenos e grandes volumes;

III - divulgar a listagem dos transportadores cadastrados;

IV - informar aos transportadores os locais regularizados para o descarte de resíduos;

V - monitorar e inibir a formação de locais de descargas irregulares e bota-foras;

VI - implantar um Programa de Informação Ambiental específico para os Resíduos da Construção Civil;

VII - incorporar a utilização de agregados reciclados de resíduos da construção civil, em obras públicas municipais, em conformidade com o Capítulo VII.

CAPÍTULO X - DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 36. Todas as empresas, equipamentos e veículos transportadores de resíduos deverão se enquadrar nos dispositivos deste decreto, no prazo máximo de 90 (noventa) dias, contados a partir da data de sua publicação.

Art. 37. As ações e omissões contrárias às normas referentes ao manejo dos resíduos da construção civil, inclusive as previstas neste decreto, serão consideradas irregularidades, para efeito de aplicação das penalidades previstas na legislação de posturas, ambiental, uso e ocupação do solo e específicas sobre resíduos, além das demais aplicáveis.

Art. 38. Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário. Londrina, 23 de setembro de 2009. Homero Barbosa Neto - Prefeito do Município, José do Carmo Garcia - Secretário de Governo, Carlos Eduardo Levy - Secretário do Ambiente, Lindomar Mota dos Santos - Diretor-Presidente da CMTULD, Carlos Alberto Hirata – Diretor Presidente do Ippul. **Jornal Oficial nº 1139 Pág. 06 Terça-feira, 29 de setembro de 2009**

ANEXO C - DECRETO Nº 769 DE 23 DE SETEMBRO DE 2009.

SÚMULA: Regulamenta a gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada no Município de Londrina e dá outras providências.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ, no uso das suas atribuições legais, conforme Lei Orgânica Municipal, e;

CONSIDERANDO a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para saneamento básico, traz a obrigatoriedade de implantação de um plano de saneamento municipal ou regional, o qual suplementará a Lei Estadual n.º 12.493/1999; bem como a Lei Municipal n.º 10.637/08 que define as diretrizes da Política Municipal de Resíduos Sólidos do Município;

CONSIDERANDO que as normas legais supracitadas impõem o gerenciamento de resíduos por responsabilidade do gerador;

CONSIDERANDO a necessidade de regulamentação do setor pelo município, nos procedimentos para a aplicação das obrigações impostas pelo arcabouço legal federal e estadual;

CONSIDERANDO que a gestão dos resíduos de responsabilidade privada não se enquadra nas obrigações da legislação de saneamento federal e estadual;

CONSIDERANDO as recomendações administrativas números 01/2008, de 21 de janeiro de 2008, e 02/2008 de 04 de abril de 2008, expedidas pelo Ministério Público e Instituto Ambiental do Paraná;

DECRETA:

Art. 1º. Fica instituído o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos de Responsabilidade Pública e Privada no Município de Londrina, Estado do Paraná, que se dará pelas normas de procedimento abaixo explicitadas.

CAPÍTULO I - DO OBJETO

Art.2º. O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos do Município de Londrina estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos de responsabilidade pública e privada gerados no âmbito da cidade de Londrina, instrumentalizando o disposto na Constituição Federal; Constituição do Estado do Paraná; a Lei Federal n.º 6.938/ 81; a Lei

Federal n.º 11.445/2007, a Lei Estadual n.º 12.493/1999; o Decreto Estadual n.º 6.674/2002; a Lei Municipal n.º 7.771/99; a Lei Municipal n.º 10.637/08; e as Recomendações Administrativas n.ºs 01 e 02/2008, disciplinando as ações necessárias de forma a regular as atividades geradoras e minimizar os impactos ambientais decorrentes destes materiais, em conformidade com a legislação em vigor.

CAPÍTULO II - DAS DEFINIÇÕES

Art. 3º. Para efeito deste decreto, são adotadas as seguintes definições:

- I. Resíduos Orgânicos são os resíduos constituídos exclusivamente de matéria orgânica degradável, passível de compostagem;
- II. Rejeitos são os resíduos que não possuem tecnologia disponível para reciclagem, restando o tratamento e a destinação final adequados.
- III. Geradores são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos neste decreto;
- IV. Gerador Doméstico ou Pequeno Gerador são pessoas, físicas ou jurídicas, que gerem resíduos provenientes de habitações unifamiliares ou em cada unidade das habitações em série ou coletivas, cuja coleta é regular, limitada à quantidade máxima de 600 (seiscentos) litros por semana disponível à coleta pública;
- V. Gerador Comercial ou Grande Gerador são pessoas, físicas ou jurídicas, que gerem resíduos decorrentes de atividade econômica ou não econômica, excedentes à quantidade máxima de 600 (seiscentos) litros por semana;
- VI. Transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, que exerçam o transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de triagem, tratamento ou destinação final, ou entre cada área;
- VII. Receptores são pessoas jurídicas, públicas ou privadas, cuja função seja o manejo de resíduos orgânicos e rejeitos em pontos de entrega, áreas de triagem, áreas de compostagem e aterros, entre outras;
- VIII. Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é o estudo técnico de sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos e, especialmente, diagnosticar e relatar as quantidades de

resíduo orgânico produzido pela atividade, de forma a garantir a informação aos órgãos competentes sobre os montantes e práticas adotadas.

§ 1º A quantidade gerada previstas nos incisos IV e V, será medida em cada disposição à coleta pública, dividindo-se a quantidade máxima semanal pela quantidade de coletas semanais disponibilizadas pelo serviço público.

§ 2º Os grandes geradores deverão prever as quantidades geradas de rejeitos e orgânicos nos respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

CAPÍTULO III - DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E REJEITOS.

Art. 4º. Fica instituído o Programa de Gerenciamento Municipal de Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos, instrumento para a implementação da gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos no município de Londrina, cujo objetivo é o cumprimento da legislação, quanto à redução da produção, transporte e destinação final adequada dos resíduos, bem como iniciar o processo de fechamento do aterro municipal, evitando o agravamento dos problemas ambientais decorrentes da inadequação e incapacidade de recebimento dos resíduos orgânicos e rejeitos no aterro municipal, potencializados pelos riscos aeronáuticos decorrentes da proximidade do aterro junto ao aeroporto de Londrina, e a regulamentação do exercício das responsabilidades dos geradores comerciais, transportadores e receptores.

Art. 5º. Todos os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a separação, a reciclagem, a compostagem e a destinação final adequada, prioritariamente destinando os resíduos gerados novamente ao ciclo produtivo, através da reciclagem, reuso, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação e normas técnicas.

§ 1º. Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a compostagem do orgânico e a minimização da geração de rejeitos.

§ 2º Os demais resíduos, dentre os resíduos de saúde, construção civil, perigosos em geral, industriais e recicláveis, serão regulados em norma específica.

§ 3º Os resíduos recicláveis deverão ser encaminhados, preferencialmente, à cooperativa de recicladores devidamente cadastrada junto ao município, em consonância com o disposto na Lei Federal 11.445/2007.

Seção I - Do Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos Orgânicos e Rejeitos.

Art. 6º. A gestão dos resíduos orgânicos e rejeitos será dividida entre a responsabilidade pública e privada, conforme a Lei Federal 11.445 de 2007, tendo as seguintes diretrizes:

I - Pelo setor público:

- a) a normatização, fiscalização e controle das atividades geradoras;
- b) a proteção ambiental pela preservação dos recursos naturais e dos recursos públicos;
- c) a realização de programas de educação ambiental referentes à minimização da geração de resíduos orgânicos e rejeitos;
- d) O intercâmbio de informações perante os órgãos ambientais de nível estadual e federal;
- e) Responsabilização pela gestão dos resíduos dos geradores domésticos.

II - Pelo setor privado:

- a) a elaboração, por técnico habilitado, das medidas necessárias à elaboração e implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e rejeitos e das medidas descritas neste instrumento;
- b) disponibilizar as informações inerentes aos resíduos decorrentes da sua atividade;
- c) a assunção dos custos financeiros pela implementação destas medidas, especialmente da segregação, da coleta/ transporte, compostagem e da destinação final adequada;
- d) a comprovação das praticas do integral gerenciamento dos resíduos orgânicos e rejeitos de sua responsabilidade.

Seção II - Dos Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos de Geradores Domésticos ou Pequenos Geradores.

Art. 7º. São de competência do Município de Londrina, o planejamento, a execução e fiscalização das ações que visem à garantia da qualidade dos serviços de limpeza pública, quer estes sejam executados de forma direta ou indireta.

Art. 8º. Cabe ao Município de Londrina, a remoção, através da coleta, dos resíduos sólidos orgânicos e rejeitos produzidos pelos geradores domésticos, devendo estes segregá-los, previamente, acondicioná-los e dispô-los para coleta, que deverá ser igualmente seletiva.

§ 1º Entende-se por gerador doméstico aquele descrito no artigo 2º, inciso IV desta norma.

§ 2º Entende-se por acondicionamento, o ato de dispor os resíduos em embalagens adequadas, podendo estas ser acomodadas em recipientes padronizados, para fins de coleta regular e transporte.

§ 3º O munícipe deverá providenciar, por meios próprios, as embalagens descartáveis permitidas e os recipientes referidos neste artigo e regulado por normas técnicas, de forma a otimizar o serviço de coleta.

§ 4º As embalagens deverão ter capacidade e resistência para acondicionar os resíduos, devendo ser preenchidas de forma a possibilitar o seu correto fechamento.

§ 5º Os recipientes, para acondicionamento dos resíduos sólidos orgânicos e rejeitos, deverão ser suficientes para acondicionar todo o volume de lixo gerado pela unidade, não podendo ser afixados em logradouro público, bem como deverão estar em perfeitas condições de conservação e higiene.

§ 6º Os condomínios prediais e horizontais, residenciais e comerciais, compostos exclusivamente pela soma de geradores domésticos, assim considerados, conforme a definição deste decreto, deverão ser adequados para a coleta seletiva, garantindo a prévia separação dos resíduos orgânicos, rejeitos e demais resíduos dos geradores domésticos inseridos, dispondo os resíduos para a coleta pública, em conformidade com as normas técnicas e legislação em vigor.

Art. 9º. A fiscalização dos preceitos estabelecidos neste decreto ficará ao encargo do órgão municipal que possua o departamento específico para esta atividade.

Seção III – Dos Resíduos Sólidos Orgânicos e Rejeitos de Geradores Comerciais ou Grandes Geradores.

Art. 10. Os Geradores Comerciais ou grandes geradores são integralmente responsáveis pelos resíduos orgânicos e rejeitos decorrentes das suas atividades, devendo suportar todos os ônus decorrentes da segregação, coleta/transporte,

compostagem e destinação final adequada, não podendo, sob qualquer forma, transferi-los à coletividade.

§ 1º. Considera-se Gerador Comercial ou Grande Gerador, aquele descrito no artigo 2º, inciso V, desta norma;

§ 2º. Os geradores devem utilizar equipamentos de coleta destinados a resíduos orgânicos e rejeitos, para a disposição exclusivamente destes resíduos, respeitando a capacidade dos equipamentos, em conformidade com as determinações do órgão municipal responsável;

§ 3º. Os geradores deverão utilizar exclusivamente os serviços de remoção de transportadores cadastrados junto ao Poder Público Municipal;

§ 4º. O Gerador Comercial deverá proceder à separação e identificação dos resíduos no local de origem, obedecendo à classificação preconizada pela legislação vigente sobre a matéria e originária dos órgãos federais, estaduais e municipais;

§ 5º. O Gerador Comercial é responsável pelo passivo ambiental oriundo da desativação de suas atividades, bem como pela recuperação das áreas degradadas, em razão do não cumprimento da legislação ambiental em vigor.

Seção IV – Dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Art. 11. É responsável pela elaboração e apresentação do respectivo Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, o Gerador Comercial, que deverá contemplar, no mínimo, as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa, o gerador deverá identificar e quantificar todos os tipos de resíduos produzidos;

II – separação: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos, após a geração até a etapa de transporte, assegurando, em todos os casos, as condições de compostagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser dada a estabelecimento devidamente licenciado e capacitado para realizar o serviço de tratamento e compostagem dos resíduos orgânicos, e destinação final dos rejeitos, conforme tecnologia disponível.

Art. 12. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos devem ser assinados por profissional capacitado, bem como devem possuir responsável igualmente habilitado, que deverá ser incumbido da sua execução e efetiva implantação.

Art. 13. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de empreendimentos e atividades, públicos ou privados, devem ser apresentados ao município, devendo ser submetido à aprovação pelo órgão ambiental municipal e se integrará à análise para a obtenção dos alvarás de funcionamento, sendo condicionante para a concessão deste para a atividade, inclusive, em caso de renovação por ampliação dos serviços.

Art. 14. A emissão de alvará de funcionamento, pelo órgão municipal competente, para os empreendimentos caracterizados como geradores comerciais, deve estar condicionada à apresentação de certidão emitida pelo órgão ambiental de integral cumprimento do projeto de gerenciamento de resíduo, comprovadores da correta triagem, transporte e destinação dos resíduos gerados.

Art. 15. A implementação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos pelos geradores pode ser realizada mediante a contratação de serviços de terceiros, mantida a responsabilidade do gerador, em relação à destinação final dos resíduos.

Art. 16. Os geradores de resíduos orgânicos e rejeitos, submetidos a contratos com o Poder Público, devem comprovar, durante a execução e no término das atividades, o cumprimento das responsabilidades definidas no Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Seção V - Da Disciplina dos Transportadores

Art. 17. Os transportadores de resíduos orgânicos deverão cadastrar-se junto à Companhia de Trânsito e Urbanização de Londrina – CMTU.

§ 1º O cadastramento deverá ser realizado por ocasião da liberação do primeiro Alvará de Funcionamento da atividade, através do preenchimento de formulário próprio, e deverá ser atualizado na renovação do alvará, ou sempre que houver alterações nos dados do cadastro.

§ 2º As empresas que já possuem Alvará de funcionamento, deverão atender o disposto no caput deste artigo, dentro do prazo de 30 (trinta) dias contados a partir da data de publicação deste decreto.

Art. 18. Os transportadores deverão fornecer informações ao Poder Público Municipal, sempre que determinado, acerca dos geradores atendidos, volumes coletados e sua destinação.

Seção VI - Da Disciplina dos Receptores.

Art. 19. Os receptores de resíduos devem estar devidamente licenciados junto ao órgão ambiental e, regularmente, cadastrados junto ao CMTU.

Parágrafo Único. Os receptores de resíduos orgânicos e rejeitos deverão informar ao órgão ambiental municipal os montantes de resíduos recebidos, conjuntamente à identificação de cada gerador.

CAPÍTULO IV - DAS ATRIBUIÇÕES GERENCIAIS.

Art. 20. No cumprimento das normas estabelecidas neste decreto, os órgãos municipais, no âmbito de suas competências, devem:

- I - fiscalizar as atividades disciplinadas por este decreto;
- II - orientar os geradores, quanto aos procedimentos de recolhimento ou de disposição de pequenos e grandes volumes;
- III - divulgar a listagem dos transportadores cadastrados;
- IV - informar aos transportadores os locais regularizados para o descarte de resíduos;
- V - monitorar e inibir a formação de locais de descargas irregulares e bota-foras;
- VI - implantar um Programa de Informação Ambiental específico para os Resíduos Orgânicos e rejeitos;

CAPÍTULO V - DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 21. Todos os Geradores, Transportadoras, Receptores e órgãos públicos competentes deverão se enquadrar nos dispositivos deste decreto, no prazo máximo de 30 (trinta) dias, contados a partir da data de sua publicação.

Art. 22. A não-observância ao disposto neste decreto, total ou parcialmente, sujeitará o infrator, sem prejuízo das demais penalidades aplicáveis, ao que segue:

- I – multa simples ou diária a ser estabelecida de acordo com a infração cometida, contada a partir da notificação do estabelecimento ou de seu representante legal;
- II – cassação das Licenças e/ou Alvarás de Funcionamento e Licença de Instalação.

Art. 23. Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário, em especial o Decreto nº 276, de 11 de abril de 2008.

Londrina, 23 de setembro de 2009. Homero Barbosa Neto - Prefeito do Município, José do Carmo Garcia - Secretário de Governo, Carlos Eduardo Levy - Secretário do Ambiente, Lindomar Mota dos Santos - Diretor-Presidente da CMTULD, Carlos Alberto Hirata – Diretor Presidente do Ippul.

Jornal Oficial nº 1139 Pág. 11 Terça-feira, 29 de setembro de 2009.

ANEXO D – DECLARAÇÃO DE PEQUENO GERADOR
PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA

SECRETARIA MUNICIPAL DO AMBIENTE
 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

DECLARAÇÃO DE PEQUENO GERADOR
CONFORME DECRETO MUNICIPAL 768/200 E RESOLUÇÃO DO CONAMA
307/2002

IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO E DO EMPREENDIMENTO

NOME COMPLETO OU RAZÃO SOCIAL:				
ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO: -----				CEP:
CPF/CNPJ:	RG:	ÓRGÃO EMISSOR:	UF	
RESPONSÁVEL LEGAL (QUANDO PESSOA JURÍDICA):				
TELEFONE(S):		E-MAIL:		
NOME DO EMPREENDIMENTO:		INSCRIÇÃO (IPTU):	IMOBILIÁRIA	
ENDEREÇO DA OBRA (RUA, NÚMERO, BAIRRO):				
QUADRA:		LOTE:		
TIPO DA OBRA:	() CONSTRUÇÃO ÁREA:	() REFORMA ÁREA:	() DEMOLIÇÃO ÁREA:	ÁREA/OBRA(M²) TOTAL:

DECLARO :

01)QUE A OBRA DESCRITA TEM CARACTERÍSTICAS EM RAZÃO DAS QUAIS IRÁ GERAR MENOS DE 01 METRO CÚBICO DE RESÍDUOS.

02)ESTAR CIENTE DE QUE OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CÍVIL DEVERÃO SER DESTINADOS A LOCAIS DEVIDAMENTE LICENCIADOS E QUE A DESTINAÇÃO A LOCAL INADEQUADO, DISPOSIÇÃO NAS VIASPÚBLICAS, ÁREAS VERDES E FUNDOS DE VALE SUJEITARÁ INCLUSIVE A MULTA E APURAÇÃO DE CRIME AMBIENTAL.

<p>_____</p> <p>—</p> <p>ASSINATURA DO PROPRIETÁRIO</p> <p>DATA: _____ / _____ / _____</p> <p>_____</p>	<p>Prefeitura do Município de Londrina</p> <p>Secretaria Municipal do Ambiente</p> <p>APROVADO</p> <p>Processo nº _____</p> <p>Data _____ / _____ / _____</p>
--	--

OBS.:FORMULÁRIO VÁLIDO APENAS EM 02 VIAS E COM PREENCHIMENTO ELETRÔNICO.

01)CONSTRUÇÃO/REFORMA: ANEXAR XEROX ART/RRT E CAPA DO PROJETO ARQUITETÔNICO DA OBRA COM QUADRO DE ÁREAS.

02)DEMOLIÇÃO: ANEXAR XEROX DA ART/RRT E COMPROVANTE DE EXISTÊNCIA DO IMÓVEL.

03)PEQUENO GERADOR ESTÁ DISPENSADO DE COMPROVAR O DESTINO DOS RESÍDUOS.

ANEXO E – PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA

Secretaria Municipal do Ambiente

TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC)

1 JUSTIFICATIVA

Este Termo de Referência tem como finalidade orientar os grandes e pequenos geradores de resíduos sólidos, provenientes de obra, para a elaboração do PGRCC, instituído pelo Decreto Municipal 768/2010, diploma este em conformidade com o disposto na Resolução CONAMA 307/2002, segundo a qual todos os geradores deverão elaborar e implementar o referido Plano.

O referido Decreto Municipal estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil no Município de Londrina, disciplinando as ações necessárias para mitigar os impactos ambientais decorrentes da atividade, em consonância com a legislação em vigor.

O presente Termo se refere ao empreendimento de obra residencial, que exceda 500 m² (quinhentos metros quadrados) de área construída, bem como imóveis comerciais, tipo galpão, que excedam 1.000 m² (mil metros quadrados), e ainda, áreas de demolição superiores a 100 m² (cem metros quadrados).

O documento deverá ser apresentado na Secretaria Municipal do Ambiente de Londrina – SEMA-LD, no momento anterior à solicitação do Alvará de construção, de reforma, de ampliação ou de demolição.

No caso de empreendimento de obra passível de licenciamento ambiental, o PGRCC deverá ser apresentado no Instituto Ambiental do Paraná – IAP – no momento da obtenção do Licenciamento Ambiental.

2 OBJETIVO

Prover diretrizes aos Geradores para a elaboração do PGRCC, contribuindo para a redução da geração de resíduos sólidos de construção civil no Município, orientando caracterização, segregação, acondicionamento, transporte e destinação final.

Conforme Decreto Municipal 768/2010, em seu Artigo 5º, os Geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, redução, reutilização, segregação, reciclagem e destinação final.

Atribuiu-se, assim, aos Geradores a responsabilidade sobre o gerenciamento de resíduos produzidos nas atividades de construção, de reforma, de reparo e de demolição de estruturas, edificações e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação dos solos.

3 CONTEÚDO

No PGRCC deverão constar os seguintes itens:

3.1 INFORMAÇÕES GERAIS:

3.1.1 Identificação do Empreendedor:

- Pessoa Jurídica:

- Razão Social:
- Nome de Fantasia:
- Endereço Completo:
- CNPJ:
- Alvará:
- Responsável Legal pela Empresa (nome, CPF, telefone, fax e e-mail):

- Pessoa Física:

- Nome:
- Endereço Completo:
- CPF:
- Documento de Identidade:

3.1.2 Responsável Técnico pela obra:

- Nome:
- Endereço Completo:
- CPF:
- Telefone/Fax:
- e-mail:
- CREA:

3.1.3 Responsável Técnico pela Elaboração do PGRCC:

O PGRCC deve ser elaborado por um profissional ou equipe técnica devidamente habilitada, nas áreas de: Engenharia Civil, Engenharia de Produção Civil, Engenharia Ambiental, Engenharia Química, Engenharia Sanitária, Arquitetura, Biólogo, Geógrafo, Geólogo, Tecnólogo em Gestão Ambiental ou Técnico em Meio ambiente, com inscrição no Conselho de Classe referido, sendo desejável possuir pós-graduação na área de Meio-Ambiente:

- Nome:

- Endereço Completo:
- Telefone/Fax:
- e-mail:
- Inscrição no Conselho de Classe:

3.1.4 Responsável Técnico pela Implementação do PGRCC:

- Nome:
- Formação Profissional:
- Inscrição no Conselho de Classe:

Obs.: apontar, conforme dados acima, os demais integrantes, no caso de equipe técnica responsável pela implementação do PGRCC.

3.1.5 Caracterização do Empreendimento:

- Localização: endereço completo e indicação georreferenciada;
- Caracterização do Sistema Construtivo (descrever de maneira sucinta as características predominantes da obra) ou processo de demolição;
- Apresentação do Carimbo da Planta Arquitetônica de Implantação, contendo quadro de áreas;
- Número total de trabalhadores, incluindo terceirizados;
- Cronograma de execução do PGRCC.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Neste item deverá ser estimado o volume de RCC em m³ (metros cúbicos), por classe, tipo e etapa de obra.

No caso de construção, deverão ser utilizadas, no mínimo, as seguintes etapas construtivas, segundo a discriminação criada pela Universidade de Brasília em 2002: Serviços Gerais/Administração, Instalação do Canteiro de Obras, Fundação, Estrutura, Fechamento das Alvenarias, Instalações Prediais e Revestimento.

No caso de demolição, o Gerador deverá descrever as etapas que serão utilizadas para o processo de demolição do empreendimento.

Os RCC deverão ser identificados e classificados conforme as Resoluções CONAMA 307/2002 e 348/2004:

- **Classe A:** são resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. São aqueles provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação ou edificações como também daqueles provenientes da fabricação ou demolição de peças pré-moldadas em concreto. Ex: resíduos de alvenaria, resíduos de concreto, resíduos de peças cerâmicas, pedras, restos de argamassa, solo escavado, entre outros;
- **Classe B:** são os resíduos recicláveis para outras destinações. Ex: plásticos (embalagens, PVC de instalações), papéis e papelões (embalagens de argamassa, embalagens em geral, documentos), metais (perfis metálicos, tubos de ferro galvanizado, marmitex de alumínio, aço, esquadrias de alumínio, grades de ferro e resíduos de ferro em geral, fios de cobre, latas), gesso, sacos de cimento, madeira (forma) e vidro.
- **Classe C:** são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Ex: Estopas, isopor sujo, lixas, manta asfáltica, massas de vidro e tubos de poliuretano.
- **Classe D:** são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou demolições, de acordo com o memorial descritivo em anexo. Ex: solventes, óleos, resíduos de clínicas radiológicas, latas e sobras de aditivos e desmoldantes, telhas e outros materiais de amianto, embalagens contaminadas de tinta e sobras de material de pintura.

3.3 TRIAGEM DOS RESÍDUOS

O gerador deverá descrever os procedimentos adotados quanto à segregação do RCC, a qual deverá ser feita preferencialmente na origem. O processo de triagem tem como objetivo a separação dos RCC de acordo com a sua classe. No momento da segregação, a mistura de RCC de diferentes classes deverá ser evitada, pois prejudicará a qualidade final do resíduo.

Deverá ser apresentado um croqui que identifique no projeto do canteiro de obras local apropriado para o processo de triagem dos resíduos, o que facilitará a sua remoção e encaminhamento à destinação escolhida.

3.4 ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS

O Gerador deverá informar o sistema adotado para acondicionamento de RCC para cada classe de resíduo, identificando as características construtivas do mesmo (dimensões e volume).

Os RCC deverão ser acondicionados conforme sua classificação. Os resíduos deverão ser armazenados ou acondicionados em locais apropriados de maneira a facilitar a coleta para o transporte sem prejudicar o andamento das atividades do empreendimento.

Os locais de acondicionamento deverão ser identificados de forma a evitar a mistura de resíduos de classes diferentes.

Deverá ser apresentado um croqui da ATT (área de transbordo temporário) identificado no projeto do canteiro de obras, o que é o local apropriado para o acondicionamento dos resíduos, o que facilitará a sua remoção e encaminhamento à destinação escolhida.

Obs.: Poderá ser utilizado o mesmo croqui para a identificação do local de triagem e de acondicionamento de RCC.

3.5 TRANSPORTE DOS RESÍDUOS

A transportadora deverá ser identificada por classe de resíduo, bem como deverá constar o volume estimado a ser transportado por cada empresa.

O transporte do RCC deverá ser realizado em conformidade com a legislação municipal vigente, por empresa de transporte devidamente cadastrada e licenciada pelo órgão ambiental competente.

As transportadoras previstas no PGRCC poderão ser substituídas por outras, desde que devidamente comprovadas no Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, o qual será necessário para a obtenção do Termo de Conferência do PGRCC.

Obs.: No momento da contratação do transporte, o Gerador deverá assinar o CDR - Certificado de Destinação dos resíduos.

3.6 DESTINAÇÃO FINAL

Deverão ser indicadas as áreas de destinação para cada classe ou tipo de resíduo, devidamente autorizadas e licenciadas pelo órgão ambiental competente, e o responsável pela destinação dos resíduos, apresentando as seguintes informações:

- Razão Social:
- Nome Fantasia:
- Endereço Completo:
- CNPJ:
- Responsável Legal pela Empresa (nome, CPF, telefone, fax e e-mail):
- Nº da autorização do órgão ambiental competente:

As áreas de destinação previstas no PGRCC poderão ser substituídas, desde que devidamente comprovadas no Relatório de Gerenciamento de Resíduos da

Construção Civil, o qual será necessário para a obtenção do Certificado de destinação de resíduos.

3.7 PLANO DE CAPACITAÇÃO

Toda obra deverá descrever as ações de sensibilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção, visando atingir as metas de minimização, reutilização e segregação dos resíduos sólidos na origem, bem como seus corretos acondicionamento, armazenamento e transporte, para o cumprimento de todas as etapas do PGRCC.

O referido Plano de Capacitação deverá estar assinado por todos os trabalhadores capacitados, bem como constar o CPF e o RG dos mesmos.

3.8 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PGRCC

Deverá ser apresentado um cronograma de implementação do PGRCC para todo o período do empreendimento, incluindo as etapas de capacitação e de treinamento das equipes, desde o início até o final da obra.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Decreto Municipal 768, de 23 de setembro de 2009: Institui o Regulamento do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil do Município de Londrina, disciplina os transportadores de resíduos em geral, e dá outras providências.

Resolução CONAMA 307 de 5 de Julho de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Resolução CONAMA 348 de 18 de Agosto de 2004: Altera a Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB Agência. Projeto Entulho Limpo. Brasília, DF, 2002.

5 ANEXOS

- ART do Responsável Técnico pelo PGRCC; Memorial Descritivo; Carimbo do Projeto Arquitetônico; Croqui da ATT no canteiro de obras.

ANEXO F – MEMORIAL DESCRITIVO - PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE LONDRINA

Decr. Munic. 768/2009
Res. CONAMA 307/2002

Deverá ser entregue em duas vias

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil Memorial Descritivo para Obras Acima de 30 m² - Modelo 2014

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO E DO EMPREENDIMENTO									
ENDEREÇO		CPF/CNPJ		CEP		TELEFONE			
RESPONS. LEGAL PELA EMPRESA		CPF Resp. Legal		QUADRA		LOTE			
ENDEREÇO COMPLETO DA OBRA				INSCRIÇÃO DE IPTU					
USO DA EDIFICAÇÃO				ÁREA TOTAL (área em m ²)		0			
CONSTRUÇÃO (área em m ²)		REFORMA (área em m ²)		DEMOLIÇÃO (área em m ²)					
2. IDENTIFICAÇÃO DO (A) RESPONSÁVEL TÉCNICO (A)									
NOME		Endereço		E-mail Resp. Téc.		Registro Conselho			
TELEFONE		Celular							
A.R.T./R.R.T				OBSERVAÇÃO: A ART / RRT DEVE SER ESPECÍFICA PARA FINS DE PGRCC					
3. CARACTERIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RCD (Resíduos de Construção e/ou Demolição)									
Classes	Tipo	Quant. Gerada (m ³)	REUSO (caso se dê na própria obra) Processo / Aplicação	QTDE (m ³)	Acondicionamento				
A	Solos (terra) - volume solto								
	Componentes cerâmicos								
	Pré-moldados em concreto								
	Argamassa								
	Material asfáltico								
B	Outros (especificar)								
	TOTAL Classe A	0		0					
	Plásticos								
	Papel/papelão								
	Metais								
C	Vídeos								
	Madeiras								
	Gesso								
	Outros (especificar)								
	TOTAL Classe B	0		0					
D	Outros (especificar) - lixa, pincel, etc.								
	TOTAL Classe C	0		0					
	Tintas								
	Solventes								
	Óleos								
D	Outros (especificar)								
	Outros materiais contaminados (especificar)								
	TOTAL Classe D	0		0					
	TOTAL (A + B + C + D)	0		0					

As empresas citadas neste plano poderão ser substituídas quando necessário, desde que sejam licenciadas para os respectivos resíduos e serviços, para isto, basta justificar na ocasião da solicitação do habite-se. Os valores em m³ são estimados e aproximados. Diferenças expressivas no declarado com o comprovado deverão ser justificadas na ocasião da solicitação do habite-se. Procure reutilizar ou reciclar os resíduos. Assim podem-se diminuir os custos da obra e minimizar os impactos ambientais.

O preenchimento deve ser eletrônico. Os campos hachurados não são passíveis de preenchimento. PGRCC referente a 01 projeto. Projeto alterado após a aprovação do PGRCC, deverá ser substituído antes de protocolar o Termo de Conferência Habite-se.