



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JOSÉ CARLOS GASPARINE

**ÍNDICES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL PARA OBRAS RESIDENCIAIS E NÃO RESIDENCIAIS,
EM LONDRINA-PR.**

Londrina
2015

JOSÉ CARLOS GASPARINE

**ÍNDICES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO
CIVIL PARA OBRAS RESIDENCIAIS E NÃO RESIDENCIAIS,
EM LONDRINA-PR.**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes.

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G249i Gasparine, José Carlos.
Índices de geração de resíduos de construção civil para obras residenciais e não residenciais em Londrina - PR/ José Carlos Gasparine. – Londrina, 2015.
130 f.: il.

Orientador: Fernando Fernandes.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2015.
Inclui bibliografia

1. Resíduos sólidos – Teses. 2. Construção civil – Teses. 3. Engenharia civil – Teses. I. Fernandes, Fernando. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 624

JOSÉ CARLOS GASPARINE

**ÍNDICES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA OBRAS RESIDENCIAIS E NÃO RESIDENCIAIS, EM
LONDRINA-PR**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes¹
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior²
Universidade Federal de Santa Catarina –
UFSC

Profa. Dra. Tatiane Cristina Dal Bosco³
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR

Profa. Dra. Ercília Hitomi Hirota⁴
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 16 de Março de 2015

¹ Doutor em Tratamento de Resíduos - Instituto Nacional Politécnico de Toulouse, FR / 1989.

² Doutor em Resíduos Sólidos Urbanos – Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, FR/1988, Pós Doutorado: University of Califórnia, Davis, Biomass Laboratory / 2012.

³ Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UNIOESTE, PR / 2011.

⁴ Doutora em Gestão da Construção – UFRG e Universidade de Salford, UK / 2001.

CENTRO DE TECNOLOGIA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE EDIFICAÇÕES E SANEAMENTO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Às 16 dias do mês de março do ano de 2015, na sala MULTIMÍDIOS 09 do Centro De Tecnologia E Urbanismo, desta Universidade, às 09:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora homologada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, composta por Dr. Fernando Fernandes, Dr. Armando Borges De Castilhos Junior, Dra. Ercilia Hitomi Hirota e Dra. Taliane Cristina Dal Bosco. A reunião teve por objetivo julgar o trabalho do estudante JOSÉ CARLOS GASPARINE sob o título: "ÍNDICES DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA OBRAS RESIDENCIAIS E NÃO RESIDENCIAIS, EM LONDRINA-PR". Os trabalhos foram apresentados pelo professor Dr. Fernando Fernandes. A seguir, foi dada a palavra ao estudante para apresentação do trabalho. Cada examinador arguiu o Mestrando, com tempos iguais de arguição e resposta. Terminadas as arguições, procedeu-se ao julgamento do trabalho, concluindo a Banca Examinadora por sua APROVAÇÃO. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

O estudante deverá reformular seu trabalho no prazo de ____ dias: () SIM (X) NÃO

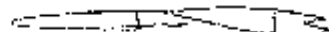
Se houver alteração no título do trabalho, informar o novo título abaixo:

Obs: Esta ata encontra-se disponível no site da banca no endereço eletrônico de cada um dos membros.

Londrina, 16 de Março de 2015.

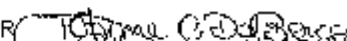
PRESIDENTE

Dr. FERNANDO FERNANDES

UEL 

TITULARES

Dra. TALIANE CRISTINA DAL BOSCO

UTFPR 

Dr. ARMANDO BORGES DE CASTILHOS JUNIOR

UFSC 

Dra. ERCILIA HITOMI HIROTA

UEL 

*Dedico este trabalho ao meu pai, **José Gasparine**, que sempre foi o baluarte e referência em todas as minhas aspirações.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, pelo dom da vida.

A todo corpo docente, discente e funcionários inseridos no programa de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina; em especial ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Fernandes, pelos ensinamentos transmitidos, dedicação, colaboração e pela oportunidade da realização deste trabalho.

A todo cidadão paranaense, que com o recolhimento do seus impostos proporcionaram as condições necessárias para minha participação neste programa de mestrado.

Ao poder público municipal de Londrina, Estado do Paraná, estendido a todos funcionários da Prefeitura Municipal de Londrina que tiveram envolvimento nesta pesquisa, principalmente através da Secretaria de Obras e Pavimentação e Secretaria do Meio Ambiente - SEMA, pela presteza e disponibilidade dos bancos de dados.

A minha mãe Ivone e ao meu irmão e sócio Magno, pela compreensão e paciência, principalmente nos momentos da minha ausência.

Finalmente a minha família, minha esposa Isabel e minhas duas filhas, Ana Vitória e Ana Carolina, pelo incentivo e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

GASPARINE, J.C. **Índices de geração de resíduos de construção civil para obras residenciais e não residenciais, em Londrina-PR.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, Brasil.

RESUMO

Diante da importância da indústria da construção civil e dos impactos ambientais causados pela geração de resíduos atribuídos a este mesmo setor, torna-se primordial a implementação de uma gestão de resíduos da construção civil cada vez mais aprimorada e sustentável. A presente pesquisa teve como objetivo a determinação de índices que possibilitem estimar com mais eficácia a quantidade de RCC gerada em canteiros de obras do município de Londrina, Estado do Paraná, Brasil. Os índices de geração de RCC foram obtidos pela relação direta entre os somatórios dos volumes gerados de RCC e as respectivas áreas totais edificadas. A classificação e a composição gravimétrica da mistura do RCC também foram observadas para a atribuição destes coeficientes. Numa primeira fase o cálculo foi efetuado de maneira geral para todas as obras levantadas e de forma específica para dois tipos de obras: a construção nova residencial e a construção nova não residencial. Nesta fase os dados necessários para o desenvolvimento destes índices foram obtidos por meio de levantamento e entrevistas realizadas no órgão ambiental municipal. Na segunda etapa da pesquisa foram realizados estudos de casos em canteiros de obras de edifícios residenciais, residências de interesse social, galpões industriais e edifício comercial. Como resultado, na primeira etapa verificou-se que para as obras estudadas, independente da destinação final, cada metro quadrado edificado gerou, em média, 0,20 metros cúbicos de resíduos. Na segunda etapa os índices apurados variaram de 0,13 à 0,21 m³.m⁻², para obras residenciais e 0,0008 à 0,08 m³.m⁻², para obras não residenciais. Os custos de transporte e destinação do RCC demonstraram ser superiores ao custo de uma unidade habitacional, no caso dos edifícios residenciais. O estudo mostrou que os índices são dependentes do tipo da obra, das características de projeto, dos materiais empregados e principalmente da tecnologia construtiva adotada na execução da obra. O que não possibilita o uso de um índice único, baseado somente na área construída e na destinação final da construção.

Palavras-chave: Gestão de resíduos. RCC. Índice de geração de resíduo (IGR).

GASPARINE, J.C. Generation rates of construction waste for residential and non-residential construction in Londrina – PR, 2015. Dissertation (Master in Buildings and Sanitation Engineering) - Graduate Program in Buildings and Sanitation Engineering, State University of Londrina, Londrina, Brazil.

ABSTRACT

Given the importance of the civil construction industry and the environmental impact by means of waste generation has attributed to the implementation of more sustainable and enhanced waste management for civil construction. The objective of this study is to determine the rates that allow a more efficient estimation of the quantity of C&DW generated on construction site in the city of Londrina, Parana, Brazil. These C&DW generation rates were obtained through direct relation between the total C&DW volume generated and the total building areas. The classification and gravimetric composition of the C&DW mixture was also analysed and attributed to the rates. In the phase one, initially a general calculation for all the constructions in question was done; then specifically for two types of constructions (new residential and non-residential construction). In this phase the data necessary for the development of these rates were obtained through interviews done by the environmental organ of the municipality. In the second stage, case studies were done on construction sites of residential buildings, homes of social interest, industrial warehouses and commercial building. The result of phase one verified that for the constructions in study, independent of the final destination, each square meter constructed generates on average, 20 cubic meters of C&DW. In phase two the rates determined varied from 0, 13 to 0, 17 m³.m⁻² for residential construction and 0,0008 to 0,08 m³.m⁻², for non-residential construction. The study showed that the rates are dependent on the type of work, the design features, materials used and especially the constructive technology adopted in the execution of the work. Transport and allocation costs of C&DW demonstrated exceed the cost of a housing unit in the case of residential buildings. What does not allow the use of a single rate, based only on the built area and the final destination of the building.

Key words: Waste management. C&DW. Waste generation rates (WGR).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Londrina na década de 30, início da sua colonização.....	41
Figura 2 – Londrina na atualidade.....	42
Figura 3 – Esquema conceitual do programa de pesquisa	54
Figura 4 – Planilha utilizada para levantamento dos dados (SEMA/PML)	55
Figura 5 – Hierarquia de critérios para escolha das obras a serem estudadas.....	58
Figura 6 – Planilha para Quantificação do RCC em Obras de Edifícios Residenciais.....	59
Figura 7 – Edifício Residencial Multifamiliar – Obra 1	60
Figura 8 – Cronograma Físico Simplificado da Obra 1	60
Figura 9 – Edifício Residencial Multifamiliar – Obra 2.....	62
Figura 10 – Cronograma Físico da Obra 2.....	63
Figura 11 – Edifício Residencial Multifamiliar – Obra 3.....	64
Figura 12 – Cronograma Físico da Obra 3.....	64
Figura 13 – Recipiente para determinação da massa unitária do RCC – Obra 4,5 e 6	66
Figura 14 – Planta Baixa das Residências De Interesse Social – Obra 4,5 e 6.....	68
Figura 15 – Galpões Industriais Executados em Alvenaria Estrutural – Obra 7 e 8	70
Figura 16 – Planta Baixa dos Galpões Industriais – Obra 7,8 e 9.....	70
Figura 17 – Galpão Industrial Pré-moldado – Obra 9.....	71
Figura 18 – Edifício Comercial – Obra 10	72
Figura 19 – Cronograma Físico da Obra 10.....	73
Figura 20 – Superposição do Volume de RCC (m3) e Cronograma Físico da Obra 1	87
Figura 21 – Superposição do Volume de RCC (m3) e Cronograma Físico da Obra 2	90
Figura 22 – Superposição do Volume de RCC (m3) e Cronograma Físico da Obra 3	93
Figura 23 – Superposição do Volume de RCC (m3) e Cronograma Físico da Obra 10	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativas de Geração de RCC na Europa	23
Tabela 2 – RCC Disposto/Reciclado dos principais estados dos EUA.....	27
Tabela 3 – Geração de RCC em alguns municípios brasileiros	29
Tabela 4 – Índice de Geração de RCC em algumas localidades($t.hab^{-1}.ano$).....	49
Tabela 5 – Índice de Geração de RCC em algumas localidades($Kg.m^{-2}$) e ($m^3.m^{-2}$).....	50
Tabela 6 – Resumo Estatístico dos dados gerais coletados na SEMA/PML.....	78
Tabela 7 – Índices de Geração de Resíduos para Obras de Construção em Geral($m^3.m^{-2}$).....	79
Tabela 8 – Índices de Geração de Resíduos para Obras Residenciais ($m^3.m^{-2}$).....	80
Tabela 9 – Índices de Geração de Resíduos para Obras Não Residenciais ($m^3.m^{-2}$).....	81
Tabela 10 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$),Obra 1	86
Tabela 11 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$),Obra 2	89
Tabela 12 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$),Obra 3	92
Tabela 13 –Valor da Massa Unitária ($Kg.m^{-3}$), Obra 4, 5 e 6.....	95
Tabela 14 –Ajuste dos Volumes de RCC (m^3), pela Massa Unitária $Kg.m^{-3}$ - Obras 4,5 e 6.....	96
Tabela 15 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$), Obras 4,5 e 6	97
Tabela 16 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$), Obras 7,8 e 9	98
Tabela 17 –Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$), Obra 10	99
Tabela 18 –Custos Unitários de Transporte e Destinação dos RCC (R.m^{-3}$).....	107
Tabela 19 –Custos de Transporte e Destinação dos RCC ($R$$) e (R.m^{-2}$).....	107
Tabela 20 –Participação dos Custos de Transporte e Destinação dos RCC no CUB Custo Unitário Básico de Construção (%).....	108

LISTA DE QUADROS

Quadro1 – Classes e destinos do RCC segundo a Resolução CONAMA 307/02.....	35
Quadro2 – Correspondência entre as fases do gerenciamento do RCC e a execução da obra, segundo o Dec. Mun. 768/2009,Londrina - PR	37
Quadro3 – Resumo dos Resultados Obtidos, IGRs ($m^3.m^{-2}$)	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da Geração de RCC na Europa, desde 1995 até 2006. (t..hab ⁻¹ .ano).....	23
Gráfico 2 – Reciclagem de RCC em percentagem do montante gerado na Europa, desde 1995 até 2006.....	24
Gráfico 3 – Demonstrativo da participação dos diferentes setores geradores sobre o total gerado de RCC nos EUA, no ano de 2003.....	26
Gráfico 4 – Demonstrativo da participação dos diferentes tipos de resíduos no total gerado de RSU em Hong Kong, no ano de 2012. (t.dia ⁻¹).....	28
Gráfico 5 – Geração de RCC por região do Brasil, no ano de 2011 e 2012. (t..10 ³ .ano ⁻¹).....	30
Gráfico 6 – Composição Gravimétrica do RCC de algumas cidades brasileiras	32
Gráfico 7 – Construções Novas em Londrina, emissão de Alvarás(m ²).....	43
Gráfico 8 – Volume de RCC “Classe A” destinado à KURICA (m ³).....	45
Gráfico 9 – Massa de RCC “Classe B,C e D” destinado à CTR - KURICA (Kg).....	45
Gráfico 10 – Composição da Amostra do RCC, segundo a Res. 307 do CONAMA.....	77
Gráfico 11 – Volume de RCC (m ³) x Área Construída (m ²), para Obras em Geral.....	79
Gráfico 12 – Volume de RCC (m ³) x Área Construída (m ²), para Obras Residenciais.....	80
Gráfico 13 – Distribuição dos IGRs para Obras Residenciais (m ³ .m ⁻²).....	81
Gráfico 14 – Volume de RCC (m ³) x Área Construída (m ²) - Obras Não Residenciais.....	82
Gráfico 15 – Distribuição dos IGRs para Obras Não Residenciais (m ³ .m ⁻²).....	82
Gráfico 16 – Comparativo dos IGRs para Obras Resid. X Não Residenciais (m ³ .m ⁻²).....	84
Gráfico 17 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 1, Res. 307 do CONAMA.....	88
Gráfico 18 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 2, Res. 307 do CONAMA.....	91
Gráfico 19 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 3, Res. 307 do CONAMA.....	94
Gráfico 20 – Volume gerado de RCC (m ³) - Obra 7 e 8 - Res. 307 do CONAMA.....	98
Gráfico 21 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 10, Res. 307 do CONAMA.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABRELPE	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS
AEA	AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE
APP	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
ARC	AGENCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA
ATEL	ASSOCIAÇÃO DAS TRANSPORTADORAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS, PLÁSTICOS E LÍQUIDOS DE LONDRINA
ATT	ÁREA DE TRANSBORDO TEMPORÁRIO
BRE	BULDING RESEARCH ESTABLISHMENT
CEE	COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPEIA
CEF	CAIXA ECONÔMICA FEDERAL
CMTU	COMPANHIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E URBANIZAÇÃO DE LONDRINA
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
CTR	CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS
CUB	CUSTO UNITÁRIO BÁSICO
DAP	DEPARTAMENTO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS
EPA	UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
EPD	ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT OF HONG-KONG
EUROSTAT	GABINETE DE ESTATÍSTICA DA UNIÃO EUROPEIA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IGR	ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO
MC	MINISTÉRIO DAS CIDADES
MTE	MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO
NBR	NORMA BRASILEIRA
PGRCC	PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PIGRCC	PLANO INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PMCMV	PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA
PML	PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA
PVA	ACETATO DE POLIVINILA
PVC	POLICLORETO DE POLIVINILA
RCC	RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
RCD	RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO
RSU	RESÍDUO SÓLIDO URBANO
SGR	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SINDUSCON	SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL
SISNAMA	SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
SNH	SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO
SR1	SERVICE CONTRACT ON MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE
SWANA	SOLID WASTE ASSOCIATION OF NORTH AMERICA
TC	TERMOS DE CONFERÊNCIA DO PGRCC
UE	UNIÃO EUROPEIA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	OBJETIVO GERAL	17
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.1.3	PROBLEMA DE PESQUISA.....	19
1.1.4	QUESTÃO DA PESQUISA.....	20
1.1.5	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	DEFINIÇÃO DE RCC	21
2.2	RCC – PANORAMA EM ALGUNS PAÍSES	21
2.2.1	EUROPA	22
2.2.2	ESTADOS UNIDOS	25
2.2.3	CHINA	27
2.2.4	BRASIL	29
2.3	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO RCC.....	30
2.3.1	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DO RCC	31
2.4	LEGISLAÇÃO	33
2.4.1	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 275/01	33
2.4.2	RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/02	34
2.4.3	LEI Nº 12.305/2010 - POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	36
2.4.4	DECRETO Nº 768/2009 DO MUNICÍPIO DE LONDRINA-PR	36
2.5	NORMAS TÉCNICAS	38
2.6	GERAÇÃO DE RCC	39
2.6.1	GERAÇÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR	40
2.6.2	PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	46
2.6.3	DIFERENTES METODOLOGIAS PARA ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUO	48
3	METODOLOGIA	53
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	53
3.2	PRIMEIRA ETAPA – DADOS DOS PGRCCS E TCS DO MUNICÍPIO DE LONDRINA	55

3.2.1	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	55
3.2.2	CÁLCULO DO ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO – IGR.....	56
3.2.2.1	CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO EM GERAL	56
3.2.2.2	CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS RESIDENCIAIS.....	57
3.2.2.3	CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS NÃO RESIDENCIAIS	57
3.3	SEGUNDA ETAPA – ESTUDOS DE CASOS.....	57
3.3.1	OBRAS RESIDENCIAIS.....	58
3.3.1.1	EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS.....	58
3.3.1.1.1	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DAS OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	59
3.3.1.1.2	PROCEDIMENTOS PARA O CÁLCULO DOS IGRS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	60
3.3.1.1.3	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 1 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR.....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1	RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA – DADOS DOS ARQUIVOS MUNICIPAIS	76
4.1.1	COMPARATIVO VOLUMES ESTIMADOS (PGRCC) X VOLUMES GERADOS (TC)	77
4.1.2	ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO EM GERAL	78
4.1.3	ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS RESIDENCIAIS	79
4.1.4	ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS NÃO RESIDENCIAIS.....	81
4.1.5	COMPARATIVO IGRS OBRAS RESIDENCIAIS X NÃO RESIDENCIAIS	83
4.2	RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA – ESTUDOS DE CASOS.....	84
4.2.1	OBRAS RESIDENCIAIS.....	84
4.2.1.1	IGRS DE OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS – OBRAS 1, 2 E 3	85
4.2.1.2	IGRS DE OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL OBRAS 4,5E 6	95
4.2.2	OBRAS NÃO RESIDENCIAIS	97
4.2.2.1	IGRS DE OBRAS DE GALPÕES INDUSTRIAIS– OBRAS 7, 8 E 9	97
4.2.2.2	IGRS DE OBRAS DE EDIFÍCIO COMERCIAL – OBRAS 10.....	99
4.3	RESUMO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS.....	103
4.4	ANÁLISE PRELIMINAR DOS CUSTOS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS	106
5	CONCLUSÃO	110
6	RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS	112

REFERÊNCIAS	113
APÊNDICES	118
APÊNDICE A – EXEMPLAR DA PLANILHA UTILIZADA PARA LEVANTAMENTO DE DADOS SEMA/PML.....	119
APÊNDICE B – EXEMPLAR DA PLANILHA UTILIZADA PARA LEVANTAMENTO DE DADOS DE ESTUDOS DE CASOS, OBRAS1,2,3,4,5,6,7,8,9 E 10	120
APÊNDICE C – EXEMPLAR DA FICHA DE CONTROLE DE PESAGEM PARA CONFERÊNCIA DOS VOLUMES GERADOS DE RCC (CLASSE A) – OBRAS 4, 5 E 6	121
APÊNDICE D – FICHA TÉCNICA – OBRA 1	122
APÊNDICE E – FICHA TÉCNICA – OBRA 2	123
APÊNDICE F – FICHA TÉCNICA – OBRA 3	124
APÊNDICE G – FICHA TÉCNICA – OBRA 10.....	125
ANEXOS	126
ANEXO 1 – EXEMPLAR DO PGRCC – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL – LONDRINA-PR	127
ANEXO 2 – EXEMPLAR DO TERMO DE CONFERÊNCIA DO PGRCC – LONDRINA-PR	129
ANEXO 3 – EXEMPLAR DE CERTIFICADO DE TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DE RCC (CLASSE A).....	130

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil exerce um papel importante no desenvolvimento econômico brasileiro. Mais de 3 milhões de trabalhadores formais integraram os quadros deste setor em 2012 (BRASIL-MTE,2014), proporcionando expressiva contribuição ao valor adicionado bruto do PIB nacional, na ordem de R\$ 213 milhões (IBGE,2010). Aliado a este desenvolvimento, de maneira diretamente proporcional, constata-se elevado consumo de recursos naturais e por consequência uma geração de resíduos de magnitude condizente.

Todo resíduo gerado, proveniente de qualquer atividade produtiva, causa impacto direto ao meio ambiente. O crescimento populacional somado ao desenvolvimento industrial, promovem conseqüentemente uma intensificação no consumo de matérias-primas, ampliando assim a produção de resíduos. Tal aspecto é evidenciado pelo panorama ambiental contemporâneo (COCHRAN,2007).

Os resíduos de construção civil – RCC –constituem 35% dos resíduos sólidos urbanos – RSU –gerados em todo o mundo (CDRA,2014) (HENDRIKS;PIETERSEN,1999), sendo que a maioria destes resíduos são destinados a aterros sanitários ou em locais não controlados e impróprios para disposição.

Fica evidente também o reconhecimento mundial do paradigma representado pela relação entre a geração e a reciclagem (SCHNEIDER; PHILIPPI, 2004) e a influência da logística na gestão do RCC (NUNES *et al.*,2009). No âmbito nacional a estimativa de geração de RCC écerca de 35 milhões de toneladas por ano (ABRELPE,2012). Este montante é corroborado principalmente por investigações realizadas no estado de São Paulo, especificamente nos municípios de São Paulo, Guarulhos, Diadema, Campinas, Piracicaba, São José dos Campos, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José do Rio Preto e Santo André, onde foram computados os números da participação de RCC em relação à massa total do RSU gerado. Nas últimas décadas a geração do RSU, e conseqüentemente do RCC, vem sendo visto como parte importante do saneamento dos ambientes urbanos, uma vez que exerce influência direta na qualidade de vida das populações. Especificamente na década de 90 o RCC começou a ser objeto de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico em diferentes áreas da engenharia, resultando na

publicação de trabalhos referenciais sobre o tema. Todo esse esforço resultou, em 2002, na Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL,2002), a qual complementa a Resolução nº 237 do mesmo órgão, normatizando as principais questões relacionadas ao RCC. Define e classifica como RCC todos os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção. Além de estabelecer diretrizes e responsabilidades na geração, acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final deste resíduo.

O município de Londrina, no estado do Paraná, Brasil, onde esta investigação está focada, instituiu o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil através do decreto 768 de 23 de setembro de 2009. No qual, em conformidade com o Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.207/2001 e em cumprimento à determinação da Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL,2002) regulamenta os principais procedimentos para a gestão municipal do RCC. Assim forneceu a base de dados oficiais para o desenvolvimento deste estudo.

A maior parte destas leis promovem a reutilização, a redução e a reciclagem, facilitando a gestão do RCC (SOLÍS-GUZMÁN *et al.*,2009). No entanto, na prática, o que se nota é a dificuldade no cumprimento da legislação vigente. Um dos principais fatores que contribuíram para isto é a inexistência de ferramentas eficazes que permitam estimar e quantificar o volume de RCC. O primeiro passo para a correta gestão desse tipo de resíduos só será dado após a determinação da sua real quantidade (LAGE,2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Obter, com um grau de confiabilidade aceitável⁵, o **Índice de Geração de Resíduo da Construção Civil – IGR**—que melhor represente os volumes de resíduos gerados em canteiros de obras novas, residenciais e não residenciais, no município de Londrina, estado do Paraná, Brasil.

⁵ Intervalo de confiança de 95%, segundo a amostra apresentada.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir índices de geração de RCC para obras residenciais e não residenciais, com base nos dados dos PGRCC – Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e nos Termos de Conferência para “habite-se”, disponíveis nos arquivos da SEMA - Secretaria de Meio Ambiente Municipal.
- Comparar as estimativas de volumes de RCC, descritos nos PGRCCs e os valores realmente gerados, a fim de avaliar a precisão das estimativas frente aos volumes efetivamente gerados.
- Definir índices de geração de RCC para obras residenciais de vários tipos (edifícios residenciais e residências de interesse social), com base em estudos de casos.
- Definir índices de geração de RCC para obras não residenciais de vários tipos (edifícios comerciais e galpões industriais), com base em estudos de casos.
- Obter e analisar os índices de geração de RCC para as diferentes fases construtivas das obras de edifícios residenciais e edifícios comerciais.
- Confrontar os índices obtidos pelos dados coletados na SEMA - Secretaria de Meio Ambiente Municipal e os valores obtidos nos estudos de casos.
- Efetuar análise preliminar dos custos de transporte e destinação dos resíduos gerados nas obras estudadas.

Esta dissertação é fruto de mais de dois anos de pesquisa sobre o tema **Geração de Resíduos de Construção Civil – RCC** e apresenta comentários embasados em metodologias científicas, no sentido de contribuir para expansão dos conhecimentos nesta área, especialmente no que tange às estimativas de geração deste tipo de resíduos. Esta iniciativa se dá pela urgência e relevância que este assunto assume perante os impactos ambientais nas áreas urbanas.

1.1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

As questões ambientais vêm assumindo um papel cada vez mais relevante nas decisões gerenciais das empresas nas últimas décadas, segundo Harrington e Knight (2001). Principalmente com a obrigatoriedade da implantação da ISO 14001 em algumas empresas o gerenciamento ambiental passou a integrar as questões estratégicas no processo decisório, sendo amplamente utilizado como uma ferramenta de “marketing” e argumento diferencial na competição comercial.

“...Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia...”

Willian E. Deming

Existem basicamente duas formas de encarar este problema. Uma preventiva: com a aplicação de uma gestão de resíduo mais eficaz, no que diz respeito ao planejamento e à redução de geração de RCC. A outra: com a implementação de atitudes de pós-geração, que buscam soluções operacionais para o reúso, reciclagem e destinação correta dos resíduos já gerados.

A gestão ambiental preventiva tem se demonstrado a mais viável, inclusive no campo econômico. Pinto (1999) afirma que no caso específico do RCC, esta gestão é traduzida em planejar, implementar e monitorar um conjunto de atitudes e providências. O intuito é eliminar ou reduzir ao máximo a geração deste tipo de resíduo em especial. Schneider e Philippi (2004), explicam que a gestão corretiva, conduzida por atitudes tomadas após a ocorrência da geração de RCC, é profundamente ineficiente, porém é ainda a principal estratégia adotada.

Para uma gestão de resíduos da construção civil eficiente, tanto na esfera pública, do ponto de vista do agente administrador e fiscalizador do sistema, principalmente na etapa da elaboração do PIGRCC – Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil Municipal – quanto na privada, sob a ótica do gerador de resíduo, na elaboração do PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – é primordial uma estimativa de geração de RCC com Índice de Geração de RCC – IGR – condizente com a tipologia da obra

executada e suas respectivas fases.

Portanto, o problema principal desta investigação é a **diversidade constatada nos Índices de Geração de Resíduos – IGR – e a incompatibilidade destes com as obras novas residenciais e não residenciais** no município de Londrina – PR.

1.1.4 QUESTÃO DA PESQUISA

A partir do problema de pesquisa exposto, define-se a questão principal a ser respondida por este trabalho:

Quais Índices de Geração de Resíduos da Construção Civil (IGR) representam, de maneira mais precisa, a quantidade efetiva de RCC gerada em obras novas residenciais e não residenciais na cidade de Londrina?

1.1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta investigação está limitada aos casos estudados e aos dados coletados, sendo que os resultados obtidos são baseados nestes levantamentos.

Os valores dos Índices de Geração de Resíduos – IGR– propostos para edificações residenciais e não residenciais neste trabalho levam consigo as características temporais e espaciais da época e da regionalidade em que esta pesquisa se desenvolveu.

O período da coleta de dados e estudos de casos está compreendido entre os anos de 2010 a 2014. Todas as obras estudadas encontram-se situadas geograficamente no município de Londrina – PR.

Não se pretende, nesta investigação, propor um Índice de Geração de Resíduo – IGR – único e absoluto para as obras residenciais e não residenciais no município de Londrina, mas sim contribuir para que sejam construídos e aprimorados sistemas de estimativas de geração de RCC que utilizem os índices aqui determinados como parâmetros balizadores mais condizentes com a realidade das obras edificadas neste município.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DEFINIÇÃO DE RCC

Na atualidade fica cada vez mais evidenciado que os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU– exercem influência direta na qualidade de vida da população. Como ato corroborativo desta afirmação identifica-se, nas últimas décadas, a preocupação crescente nas etapas de coleta, transporte, destinação e tratamento sustentável disposto ao RSU, como parte importante do saneamento dos ambientes urbanos. Entre os resíduos gerados no ambiente urbano e, portanto, um componente importante do RSU, está o chamado Resíduo da Construção Civil – RCC – que, de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL,2002), são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, como também os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

As terminologias Resíduos da Construção Civil (RCC) e Resíduos de Construção e Demolição (RCD) têm sido amplamente utilizadas no meio acadêmico para denominar os resíduos sólidos gerados nas atividades de construção e demolição. Neste trabalho será utilizado o termo RCC.

2.2 RCC – PANORAMA EM ALGUNS PAÍSES.

Para a contextualização do tema e, principalmente, para melhor compreensão da realidade de geração dos resíduos da construção civil no município onde esta pesquisa está focada comparativamente a outros países. Torna-se primordial traçar um panorama sobre o comportamento global do RCC.

A maioria dos estudos apresentam índices que relacionam o volume de geração de RCC com uma determinada população, seja esta de um país, de um estado ou do município, resultando numa geração per capita ($m^3 \cdot hab^{-1}$).

2.2.1 EUROPA

Na Europa o compromisso em defender o ambiente vem se delineando como prioridade no processo de desenvolvimento sustentável almejado pelo velho continente. A intensificação na proteção da qualidade do ar, da água, do solo e a preservação dos recursos naturais, com a manutenção da biodiversidade restante, justifica uma gestão rigorosa dos resíduos provenientes das mais diversas atividades impactantes ao meio ambiente.

No que diz respeito aos resíduos propriamente ditos, a Comunidade Econômica Europeia – CEE – por meio de algumas diretivas, estabeleceu as bases para possibilitar que os respectivos estados membros criassem as normas gerais aplicáveis à Gestão de Resíduos. Posteriormente surgiram novas legislações, protocolos e normas de atuações integradas aplicáveis à diversidade de resíduos gerados neste continente.

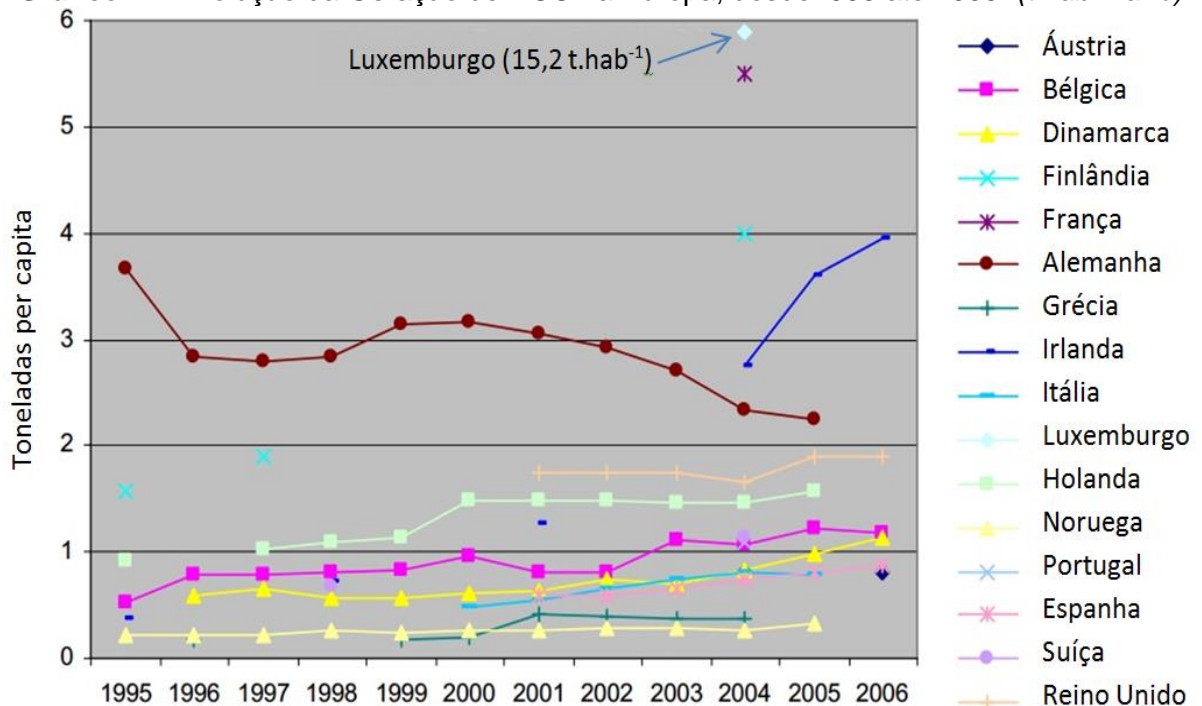
Para traçar um panorama atual da produção de RCC na UE, foram consultadas diversas instituições e agências com funções específicas no tratamento de dados estatísticos, dentre elas a Agência Europeia do Ambiente – AEA – a Building Research Establishment – BRE – a Agencia de Residus de Catalunya – ARC. Entretanto, onde são encontrados dados mais concisos e atualizados, inclusive com maior número de citações científicas, é no Gabinete de Estatísticas da União Europeia – EUROSTAT – esta organização vem produzindo os dados estatísticos no âmbito da UE e promovendo a harmonização dos métodos aplicados entre seus estados membros. Este gabinete apresenta publicações periódicas, com atualização de dados de dois em dois anos. Possui também uma seção específica relativa à geração de resíduos, onde é possível perceber que nos últimos anos houve um grande esforço em mudar o panorama da prevenção e gestão de resíduos na UE. Segundo o relatório intitulado “Service Contract on Management of Construction and Demolition Waste – SR1”, publicado em fevereiro de 2011, a geração anual de RCC nos 27 países membros é de 970 milhões de toneladas, o que corresponde a um IGR de aproximadamente $2,0 \text{ t.hab.}^{-1}\text{ano}$. Neste valor já está excluído a parcela de solo proveniente dos processos de escavação e aterro. Este dado fica evidenciado na Tabela 1, onde é possível verificar os resultados comparativos entre as principais fontes de estimativas de RCC provenientes da Europa.

Tabela 1 – Estimativas de Geração de RCC na Europa.

Fonte Estatística	Total RCC Gerado (t.10 ³ .ano)	RCC per capita (t.hab. ⁻¹ .ano)
[WBCSD 2009] (dados de 2002)	510	1.1
[ETC/RWM 2009] (dados de 2004)	866	1.8
[EUROSTAT 2010] (dados de 2006)	970	2.0

Fonte: ENV.G.4/FRA/2008/0112, Service Contracton Manangement of Construction and Demolition Waste – SR1

Nota-se nas curvas que representam a evolução da geração de RCC de todos os países membros da EU – ilustrado no Gráfico 1 – que a geração per capita em (t.hab.⁻¹.ano) ocorrida nos mais antigos estados membros da EU possuem uma alta variabilidade. Um exemplo disto é o caso da França e Luxemburgo, que geraram 7 e 15 toneladas per capita, por ano, respectivamente. Por outro lado, a Alemanha e a Irlanda geraram entre 2 a 4 toneladas per capita anuais, valores mais próximos da média, enquanto o restante dos países geraram entre 0,2 toneladas per capita anuais, que é o caso da Noruega e 2 toneladas per capita anuais, como o Reino Unido.

Gráfico 1 – Evolução da Geração de RCC na Europa, desde 1995 até 2006 (t.hab.⁻¹.ano)

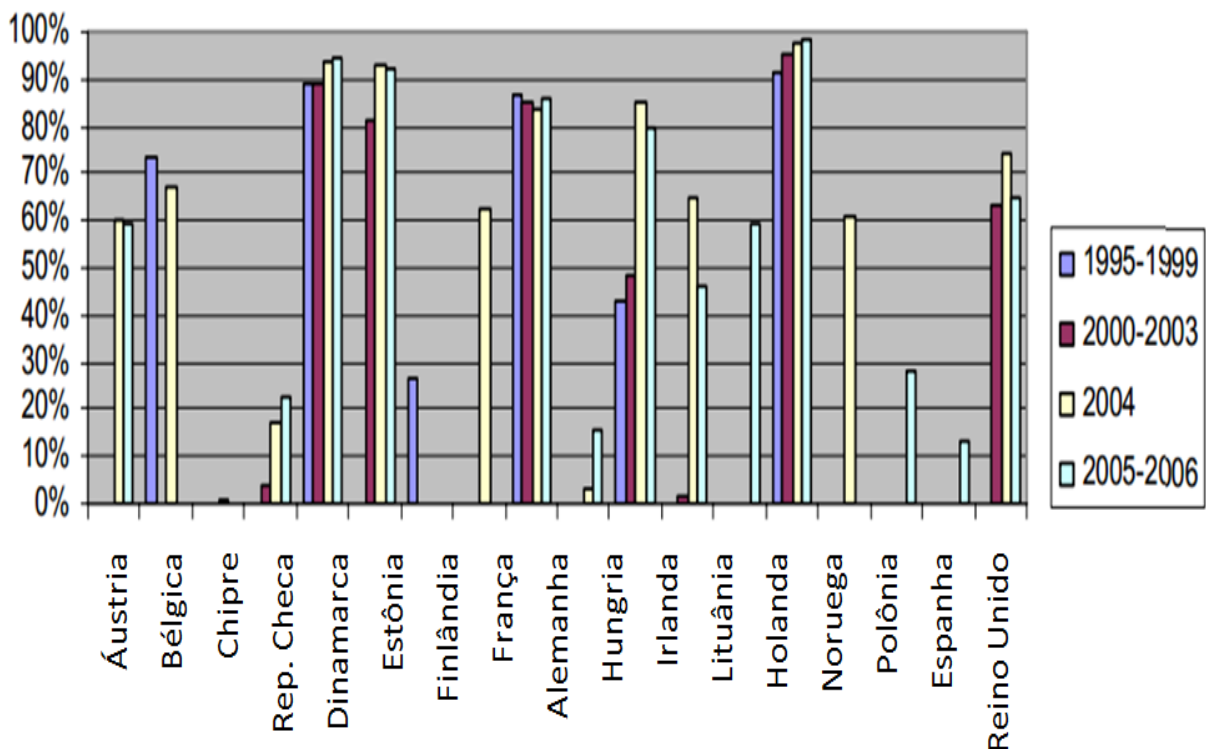
Fonte: Eurostat e ETC/RWM, 2008

Em todos os estados membros onde os dados estão disponíveis a

mais de um ano, exceto na Alemanha, ocorre aumento na geração per capita no período de 1995 a 2006. As diferenças na geração de resíduos de construção e demolição per capita são muito mais elevadas do que as diferenças de geração de resíduos urbanos nos países analisados.

Observando o Gráfico 2 nota-se que a maioria dos estados membros da UE, principalmente os mais antigos, com exceção da Noruega, a atividade de reciclagem atinge um patamar igual ou superior a 60% do total de RCC gerado. Ainda se observados os índices da Dinamarca, Alemanha, Irlanda, Países Baixos e Estônia, este percentual supera 80% da geração de RCC. No entanto, a República Checa, Finlândia, Hungria e Polônia só reciclam entre 15% a 30%. A Letônia e Lituânia mantêm uma média de reciclagem superior a 45 pontos percentuais, embora estes países possuam uma geração muito baixa deste tipo de resíduo.

Gráfico 2 – Reciclagem de RCC em percentagem do montante gerado na Europa, desde 1995 até 2006



Fonte: Eurostat e ETC/RWM, 2008

Devido ao processo de unificação ocorrido na Europa, só é possível obter dados suficientes sobre a reciclagem total dos resíduos de construção e

demolição em 18 dos 27 estados membros da EU. Este fato é devido, principalmente, a uma diferença considerável nas políticas ambientais e na abordagem dispendida por cada estado antes da unificação, no que diz respeito ao RSU e especialmente no RCC. Aliado a isto também ocorre a falta de padronização na coleta dos dados, o que aumenta ainda mais a dificuldade de interpretação. Com a unificação, os esforços estão sendo dirigidos para que seja feito um nivelamento, especialmente no sentido de estipular regras claras para a coleta destes dados. Um exemplo disto é a inclusão do solo como RCC. Para todos os países com uma elevada percentagem de reciclagem de resíduos de construção e demolição, como no caso da Holanda, a reciclagem de dragagem do solo, solos de aterros e pista de lastro corresponde a grande parte da reciclagem representada no Gráfico 2.

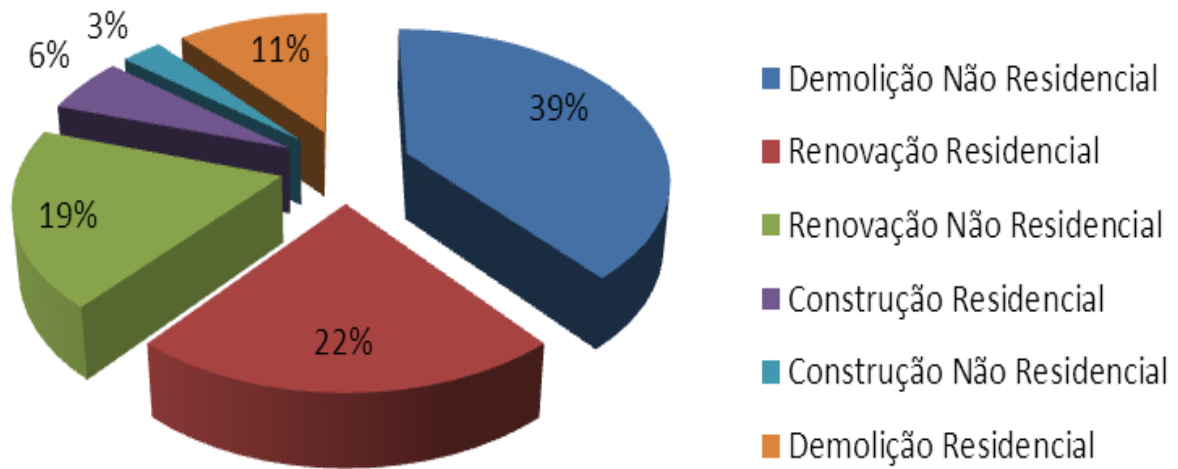
2.2.2 ESTADOS UNIDOS

Neste país pode-se traçar um breve e conciso panorama da situação do RCC levando-se em consideração os relatórios divulgados pela United States Environmental Protection Agency – EPA – e a estimativa divulgada em 2003 no relatório “Building-Related, Construction and Demolition Materials Amounts”. Nestes documentos estão computados os volumes de RCC que foram oficialmente gerados nos processos de construção e demolição de obras residenciais e não residenciais, descartando os resíduos gerados por acidentes naturais, do tipo: tornados, furacões, tempestades tropicais, terremotos, entre outros eventos que são comuns nesta região.

Este relatório apresenta as estimativas de geração de resíduos de construção, demolição e renovação de edifícios residenciais e não residenciais nos Estados Unidos, em 2003. O total estimado é de quase 170 milhões de toneladas, com 39% provenientes de residências e 61% a partir de fontes não residenciais.

Analisando as informações contidas no Gráfico 3, verifica-se que no ano de 2003 80% do RCC gerado é proveniente de atividades de demolição e renovação. Este fato pode estar ligado ao estágio de desenvolvimento em que esta nação se encontra e, principalmente, aos eventos catastróficos naturais sofridos pelos Estados Unidos nesta mesma época.

Gráfico3 – Demonstrativo da participação dos diferentes setores geradores sobre o total gerado de RCC nos EUA, no ano de 2003.



Fonte: EPA – United States Environmental Protection Agency, 2003

A taxa de reciclagem média ponderada para os oito principais estados dos Estados Unidos no ano de 2003 foi de 48%. Embora este número não possa ser considerado totalmente representativo para todo o país, ele fornece um indicador bem aproximado da realidade da reciclagem de RCC naquele país. É sabido que os números de reciclagem fornecidos por alguns estados, provavelmente incluem o concreto, pavimento asfáltico e metais provenientes de fontes não ligadas a construções residenciais e não residenciais, enquanto outros estados não incluem estes materiais. Além disso, os esforços de reciclagem após desastres poderiam ser incluídos e afetariam drasticamente estes dados. Por exemplo: Mais de sete milhões de metros cúbicos, cerca de um milhão de toneladas de detritos, foram gerados nos três municípios mais afetados no estado do Mississippi, após o furacão Katrina em 2005 e 2006 (Planning for Natural Disaster Debris - EPA530-K-08-001), esses valores podem ter grandes impactos sobre os dados reportados como "reciclado" e "disposto". Assim, a estimativa de reciclagem de 48% para os edifícios poderia estar superestimada. Além deste fato outras distorções podem ser detectadas, especialmente pela exportação de RCC cuja geração ocorreu num estado e a reciclagem ocorre em outro.

Verificam-se na Tabela 2 os dados referentes aos oito estados mais representativos dos Estados Unidos, quanto à geração de RCC e suas respectivas contribuições no aspecto da disposição final e reciclagem dos mesmos. Se for

observada a posição geográfica e a suscetibilidade destes estados aos eventos naturais fica evidenciada a influência dos desastres naturais nos volumes, tanto de geração quanto de reciclagem.

Tabela 2 – RCC Disposto/Reciclado dos principais estados dos EUA.

Estados	RCC Disposto 2003(t)	RCC Reciclado 2003(t)	Taxa de Reciclagem (%)
Florida	5.277.259	1.998.256	
Maryland	1.913.774	2.270.100	
Massachusetts	720.000	3.360.000	
New Jersey	1.519.783	5.582.336	
North Carolina	1.844.409	20.002	
Utah	1.054.296	46.461	
Virginia	3.465.548	95.131	
Washington	1.780.356	2.640.560	
Total	17.575.425	16.012.846	48%

Fonte: EPA – United States Environmental Protection Agency, 2003.

O RCC também pode ser disposto em aterros de resíduos sólidos urbanos. A quantidade deste tipo de resíduo dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos ou incinerados sem a recuperação de energia não é conhecida⁶, mas pode ser significativa, segundo o relatório da EPA – United States Environmental Protection Agency – 2003. Em algumas áreas nos Estados Unidos a eliminação de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários ainda é o método de gestão mais comum para os resíduos de construções e demolições.

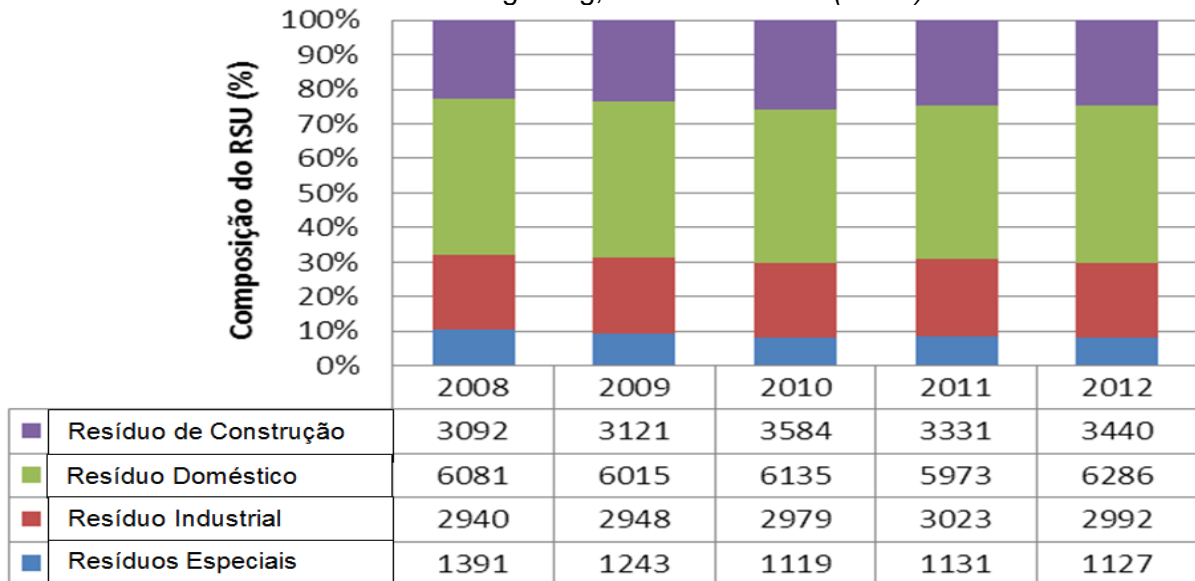
2.2.3 CHINA

A China é atualmente a economia que mais cresce no mundo. Esta grande atividade comercial acarreta inexoravelmente em expressiva geração de RSU, especificamente o RCC. Os dados disponíveis para este país são bastante antagônicos, muito provavelmente “maquiados” pelo governo e com pouca transparência, porém através das estatísticas disponibilizadas pelo EPD – Environmental Protection Department – no relatório “Monitoring of Solid Waste in Hong Kong”, publicado no ano de 2012, é possível extrair dados mais concretos sobre a geração de RCC na região de Hong Kong.

⁶ Em Londrina um volume incomensurável de RCC é disposto em aterro, em 2 ecopontos que estão em funcionamento atualmente, e principalmente, em fundos de vales.

Neste relatório, o EPD de Hong Kong é apresentado um valor de índice médio *per capita* de geração de RSU de $2,18 \text{ Kg.hab.}^{-1}.\text{dia}$ para o ano de 2012 e como observa-se no Gráfico 4, a participação do RCC no montante de RSU é de 25%, o que remete a um IGR *per capita* de $0,54 \text{ Kg.hab.}^{-1}.\text{dia}$. Ou seja: $0,20 \text{ t.hab.}^{-1}.\text{ano}$, valor que comparado com índices de outros países é muito mais baixo. Encontra-se acerca de 10 vezes menor do que a taxa média da Europa, mas quando multiplicado pela população chinesa atinge patamares elevadíssimos.

Gráfico 4 – Demonstrativo da participação dos diferentes tipos de resíduos no total gerado de RSU em Hong Kong, no ano de 2012. (t.dia^{-1})



Fonte: EPD – Environmental Protection Department of Hong Kong(2012)

Para a correta interpretação do Gráfico 4 é preciso saber que os valores relatados dos resíduos de construção em geral é uma mistura de resíduos ou materiais excedentes decorrentes de atividades de construção e demolição, tais como: a limpeza do local de obra, escavação, remodelação, renovação, demolição e obras rodoviárias. Ele também inclui resíduos de concreto, que são gerados a partir de centrais de concreto e resíduo de gesso, de cimento e os resíduos gerados nas fábricas de argamassa, não configurando somente os resíduos gerados dentro do canteiro de obras. Resíduos de construção geral podem compreender uma fração de materiais inertes, tais como detritos, entulho, solo e concreto, que após a triagem adequada podem ser reciclados para uso na própria obra. Estas informações estão detalhadas no referido relatório do EPD.

2.2.4 BRASIL

Atualmente, no Brasil, é comum a disposição irregular de RCC e por esse motivo esses resíduos são considerados um problema de limpeza pública, acarretando uma série de inconvenientes para toda a sociedade, tais como: altos custos para o sistema de limpeza urbana, saúde pública (ex. dengue), enchentes, assoreamento e contaminação de cursos d'água, contaminação de solo, erosão, obstrução dos sistemas de drenagem urbanos, etc. Esses resíduos são gerados por demolições, obras em processo de renovação, por edificações novas, em razão do desperdício de materiais resultantes da característica artesanal da construção, segundo pesquisas de Pinto (1999); Silveira (1993); Carneiro *et al.* (2000). Está representada na Tabela 3 uma estimativa da geração de RCC de alguns municípios brasileiros e sua respectiva geração *per capita*.

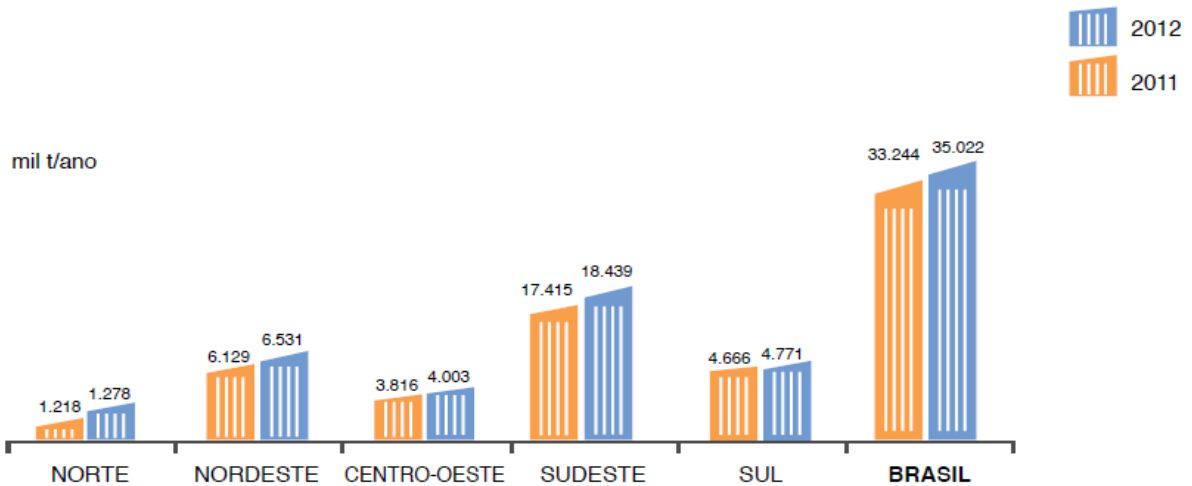
Tabela 3 – Geração de RCC em alguns municípios brasileiros.

Municípios	População (hab)	Ano da Pesquisa	Geração de RCC (t.dia⁻¹)
Santo André - SP	625.564	1997	1.013
S. J. Rio Preto - SP	323.627	1997	687
S. J. dos Campos - SP	486.467	1995	733
Ribeirão Preto - SP	456.252	1995	1.043
Jundiaí - SP	293.373	1997	712
Vit. da Conquista - BA	242.155	1998	310
Campinas - SP	850.000	1993	1.258
Salvador - BA	2.211.539	2000	1.453

Fonte: Pinto (1999); Silveira (1993); Adaptado de Carneiro *et al.* (2000)

Segundo ABRELPE (2012), os municípios brasileiros coletaram oficialmente mais de 35 milhões de toneladas de RCC em 2012, o que implica no aumento de 5,3% relativamente ao ano de 2011, como mostrado no Gráfico 5. Esta situação também é observada em anos anteriores e exige atenção especial quanto ao destino final dado ao RCC, visto que a quantidade total desses resíduos é ainda maior uma vez que os municípios, via de regra, coletam apenas os resíduos lançados nos logradouros públicos, portanto, nestes dados não estão relacionados às disposições ilegais e os RCC destinados às CTR – Centro de Tratamento de Resíduos – particulares, pois são poucos os municípios que possuem uma CTR municipal e não possuem controle sobre o transporte e a destinação final do RCC.

Gráfico 5 – Geração de RCC por região do Brasil, no ano de 2011 e 2012. ($t.10^3.ano^{-1}$)



Fonte: ABRELPE (2012)

2.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO RCC

O principal dilema enfrentado pelos pesquisadores da área, na tentativa de caracterizar o RCC de uma região, é a influência da diversificação na sua composição, o que afeta principalmente o valor da massa unitária do resíduo.

Em um estudo sobre a determinação da massa unitária Souza (2005), fazendo pesagens de várias amostras de RCC gerados na construção de residências de interesse social, estabeleceu então, pela média aritmética das pesagens de RCC no seu estado bruto, um valor de 1.288 kg/m^3 . Em outra investigação Ângulo *et al.*(2011) chegaram ao valor de 1.000 kg/m^3 com base em levantamento de campo. Carneiro *et al.*(2000), fazendo a média da massa unitária do entulho bruto de Salvador, obtiveram um valor de 1.156 kg/m^3 .

Analisando os valores das massas unitárias obtidas pelos autores constata-se que estes números diferem consideravelmente entre si. Nota-se que os RCCs variam muito em sua caracterização já que são coletados de diferentes classes e em etapas construtivas diferentes, podendo assim divergir no seu valor final. Logo, para um resultado mais consistente, as pesagens devem ser analisadas durante todo o período da obra, e em períodos secos para não ocorrer alteração na pesagem bruta do RCC pela incorporação de umidade. Este é um fator importante na variabilidade do RCC e depende exclusivamente do local adotado para a segregação do RCC.

2.3.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DO RCC.

Na tentativa de estudar a composição do RCC uma investigação conduzida por John (2001) concluiu que os RCC gerados no Brasil são compostos predominantemente por inorgânicos não metálicos (em torno de 90% em massa). Carneiro (2005) afirma que a composição dos RCC está estritamente ligada às diversas características de sua fonte geradora (construções, reformas, demolições) e do momento de coleta da amostra, atribuída ao período ou fase da obra.

Harder e Freeman (1997) e EPA (2010) relatam que os resíduos ingleses, norte-americanos e australianos possuem altos teores de madeira, devido aos costumes locais e métodos construtivos diferenciados utilizados nessas regiões. A composição dos RCC, oriundos de cada uma das atividades que compõem os trabalhos da construção civil, é diferente em cada etapa da obra, entretanto sempre há um produto que se sobressai – sendo este diferente em cada país – em razão da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas.

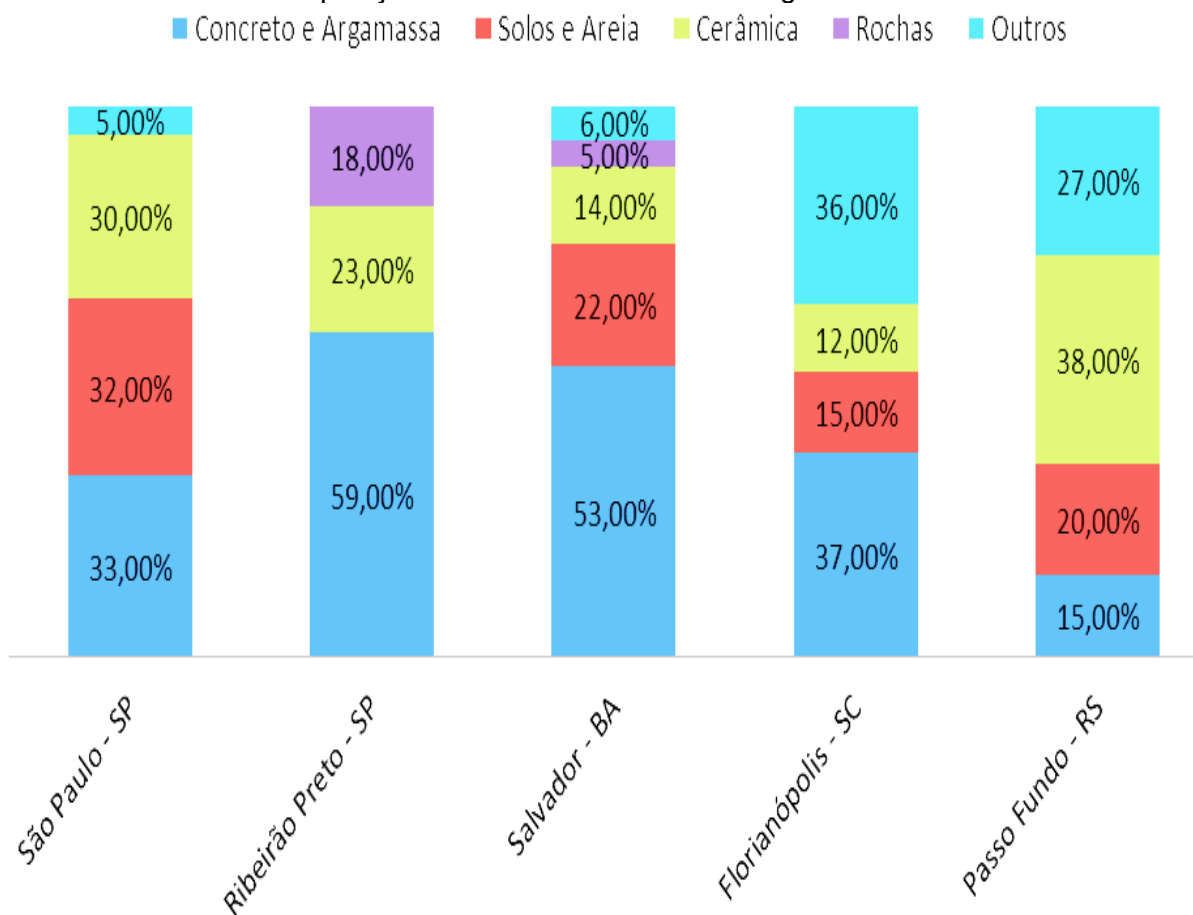
Qualidade da mão-de-obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade são fatores que determinam as características do RCC como composição e quantidade produzida. Fatores estes que dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria local de construção (ZORDAN,1997).

Segundo Carneiro (2005), os dados disponíveis referentes à composição média dos RCC em outros países demonstram a diversidade do material componente do RCC. Na Bélgica, segundo SWANA (2013), os resíduos de concreto e alvenaria são responsáveis por aproximadamente 83% do total de RCC gerado, sendo a madeira responsável apenas por 2%. Já em Toronto cerca de 40% dos RCC gerados são de madeira, o que pode ser explicado pela tradição construtiva da região.

Diversos pesquisadores têm estudado a composição dos RCC em diferentes cidades brasileiras e também em outros países, comprovando sua alta variabilidade. O Gráfico 6 apresenta os resultados encontrados em diversos estudos para algumas cidades brasileiras. Em todas as cidades pesquisadas verificou-se que os materiais derivados do cimento (concreto e argamassa) foram os que

apresentaram maior participação na composição dos RCC, chegando a representar, na cidade de São Carlos/SP, por exemplo, aproximadamente 70% do RCC gerado (CARNEIRO,2005).

Gráfico 6 – Composição Gravimétrica do RCC de algumas cidades brasileiras



Fonte: Adaptado de CARNEIRO (2005)

Segundo Bonfante e Naime (2002), citado por Bernardes *et al.* (2008), constata-se que 83% dos RCC possuem um alto potencial para reciclagem no setor da construção civil. Esses resíduos são compostos por 38% de restos de tijolos, seguidos de 15% de restos de concreto, 20% de solo e areia, podendo ser aproveitados na própria obra, adotando-se controle de qualidade. Metais como alumínio e ferro, juntamente com madeira e podas, somam 2% de resíduos e 23% de resíduos classificados como outros.

2.4 LEGISLAÇÃO

A hierarquia das atribuições de regulamentação legal para as questões relacionadas aos resíduos sólidos no Brasil inicia-se no âmbito do governo federal com a participação do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA – que tem por competência assessorar o Presidente da República na formulação de diretrizes da ação governamental; é composto pelos ministros de Estado e titulares de outros órgãos governamentais, em seguida, ainda da esfera federal, existe o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – organismo de consultas e deliberação do SISNAMA; é composto por uma câmara plenária de comitês técnicos e de grupos de trabalho subordinados a esses comitês. Na sequência, sucedem as secretarias e conselhos estaduais que fiscalizam a matéria a nível estadual, contudo o papel principal cabe às prefeituras municipais que tem responsabilidade direta pelo controle de geração e disposição final destes resíduos.

2.4.1 RESOLUÇÃO CONAMA Nº 275/01

Esta resolução, apesar de não tratar exclusivamente do RCC, é relevante ao tema, pois inicia a regulamentação sobre a reciclagem de resíduos considerando que ela deva ser incentivada, facilitada e expandida no país para reduzir o consumo de matérias-primas e recursos naturais não-renováveis. Contempla também a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas. A resolução questiona o aumento de lixões em face à implantação de aterros sanitários. Faz referência às campanhas de educação ambiental, ressaltando a importância destas em serem providas de um sistema de identificação de fácil visualização. Também destaca a necessidade destas identificações possuírem uma validade nacional e serem inspiradas nas formas de codificação já adotadas internacionalmente. Faz menção ao estabelecimento do código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como campanhas informativas para a coleta seletiva.

2.4.2 RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/02

Segundo os autores Gonzáles e Ramires (2005), anteriormente à Resolução 307/02, bastava remover os RCC para um depósito, público ou privado, com pequeno controle do conteúdo das cargas. Hoje há um controle mais rígido, gerando custos associados a cada tipo de resíduo, os quais excedem o do simples transporte para os locais de disposição irregulares.

Esta resolução foi uma das principais ações governamentais ocorridas no Brasil, principalmente no intuito de estabelecer prazos para que os municípios e os geradores se enquadrassem na nova política de resíduos sólidos. Também regulamenta o fato de que esses resíduos não poderão mais serem dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “botafora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Os RCC, dependendo da sua classificação, devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; ou deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Segundo esta resolução, o construtor é responsável pela implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC – nos seus empreendimentos, o que envolve qualificação e documentação de procedimentos de triagem, acondicionamento e disposição final dos resíduos no canteiro de obras, obras essas que justifiquem a implantação deste programa.

A Resolução 307/02 obriga os gestores municipais e empresas construtoras a adaptação dos seus processos, de modo a garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos de construção civil. Estabelece critérios e procedimentos para a gestão do RCC, considerando a necessidade de implantação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos da construção civil.

Pode-se visualizar no Quadro 1, uma sintetização da classificação dos resíduos da construção civil, segundo esta resolução. Também estão indicados os principais componentes integrantes do processo e as ações necessárias para minimizar os impactos da geração de RCC para cada classe.

Quadro 1 – Classes e destinos do RCC segundo a Resolução CONAMA 307/02

Classes	Integrantes	Destinação
A	Componentes cerâmicos, argamassas, concretos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Encaminhar para um triturador de blocos previamente instalado no canteiro, sendo o material final reutilizado em calçadas, bases e sub bases. ✓ Reutilizar ou reciclar na forma de agregados. ✓ Encaminhar para um aterro de resíduos da construção civil, dispendo de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
B	Plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reutilizar, reciclar ou encaminhar às áreas de armazenamento temporário, permitindo a utilização ou reciclagem futura. ✓ Armazenar em local predeterminado e reutilizar para transporte de materiais e equipamentos, sendo depois enviado à empresa habilitada ao seu recolhimento. ✓ Enviar à empresa compradora.
C	Resíduos que não possuem tecnologia reconhecida para reciclagem.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas. ✓ Armazenar em depósito até destinação final.
D	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Armazenar, transportar, reutilizar e destinar em conformidade com as normas técnicas específicas. ✓ Sobras podem ser reutilizadas para pinturas de tapumes e outros usos dentro da obra, e a destinação final deve ser por empresa habilitada a seu recolhimento.

Fonte: Adaptado de Resolução 307 CONAMA, (BRASIL,2002).

Interpretando a resolução 307 de 2002 do CONAMA – juntamente com as alterações efetuadas posteriormente pelas Resoluções 431 de 2011 e 448 de 2012 deste mesmo órgão – o resíduo de gesso, que inicialmente era classificado como classe C, passou a ser classificado como classe B, pois este tipo de resíduo foi considerado como passível de reciclagem, sem que seja na forma de agregado. Considera-se como agregado o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresente características técnicas para aplicação em obras de edificação, infraestrutura, aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

Em outras palavras, estar agora na classe B determina que o resíduo de gesso deve ser reutilizado, reciclado ou encaminhado à áreas de armazenamento temporário, permitindo assim sua reutilização ou reciclagem futura. No entanto, para efeitos desta pesquisa, como as medições iniciaram-se em 2010, **o resíduo de gesso será considerado ainda na “Classe C”**.

2.4.3 LEI Nº 12.305/2010 - POLITICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos; as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. Ela consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos: princípios como o da prevenção e precaução, do poluidor-pagador, da eco-eficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, do reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros.

A Lei estabelece uma diferenciação entre resíduo e rejeito num claro estímulo ao reaproveitamento e à reciclagem dos materiais. Admitindo a disposição final apenas dos rejeitos. Inclui entre os instrumentos da política as coletas seletivas, os sistemas de logística reversa, e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis.

A responsabilidade compartilhada faz dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos. A lei visa melhorar a gestão dos resíduos sólidos com base na divisão das responsabilidades entre a sociedade, o poder público e a iniciativa privada.

2.4.4 DECRETO Nº 768/2009 DO MUNICÍPIO DE LONDRINA-PR

Em cumprimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos o município de Londrina instituiu através deste decreto o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de Londrina-PR, disciplinando os geradores, transportadores e a destinação final dos resíduos. Este

decreto entre outras deliberações disciplina o seguinte:

- Define pequeno gerador como sendo aquele que gera uma quantidade igual ou inferior a 1,0 metro cúbico de RCC por obra; conseqüentemente o grande gerador, aquele que gera quantidade imediatamente superior a esta.
- Ratifica a classificação dos resíduos segundo a resolução 307 do CONAMA.
- Formaliza a elaboração do PGRCC – Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – pelos geradores, devendo este conter a estimativa de quantificação, caracterização, triagem, acondicionamento e destinação final dos resíduos.
- Obriga os geradores a promover formas de conscientização dos agentes envolvidos, promovendo palestras, confeccionando cartazes, entre outros meios de divulgação.
- Vincula toda a documentação referente às ações gerenciais do RCC, inclusive aquelas que dizem respeito a serviços contratados por terceiros (como empresas de transporte, transbordo, cooperativas de reciclagem, CTRs, empresas que promovem a reciclagem de resíduos perigosos, como tintas e solventes) com a liberação de alvará, habite-se e todas as etapas da obra em questão, como está demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Correspondência entre as fases do gerenciamento do RCC e a execução da obra, segundo o Dec. Mun. 768/2009 Londrina - PR.

<i>Fases do Gerenciamento do RCC</i>	<i>Fases da Obra</i>
Aprovação do PGRCC	Obtenção do Alvará de Construção
Implementação do PGRCC	Execução da Obra
Documentação comprovatória de geração, transporte e destinação final	Obtenção do Visto de Conclusão (Habite-se) e liberação da Obra.

Fonte: Próprio Autor, com dados da PML/DAP - (Microsoft Word2010®).

2.5 NORMAS TÉCNICAS

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – disponibiliza amplo acervo sobre o tema. Esta normatização mostra-se um valioso instrumento para regradar um procedimento; indicando a melhor maneira de fazê-lo, com responsabilidade, aplica-se aos agentes públicos e aos geradores de resíduos. A seguir estão elencadas algumas normas mais importantes quanto ao manejo, disposição e reciclagem correta dos resíduos de construção e demolição. As NBRs 15112/04 a 15114/04 dispõem sobre o manejo e reciclagem do RCC. Já as NBRs 15115/04 e 15116/04 regulamentam a utilização do RCC em forma de agregados:

- **NBR 15112/04** Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta o recebimento dos resíduos para posterior triagem e valorização. Tem importante papel na logística da destinação dos resíduos e poderá ser licenciado para esta finalidade, processar resíduos para valorização e aproveitamento.
- **NBR 15113/04** Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação: solução adequada para disposição dos resíduos Classe A, de acordo com a Resolução 307/02, considerando critérios para preservação dos materiais para uso futuro ou disposição adequada ao aproveitamento posterior da área.
- **NBR 15114/04** Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação: orienta a transformação dos resíduos da construção Classe A em agregados reciclados destinados à reinserção na atividade da construção.
- **NBR 15115/04** Agregados reciclados de RCC. Execução de camadas de pavimentos. Procedimentos.
- **NBR 15116/04** Agregados reciclados de RCC. Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural.

2.6 GERAÇÃO DE RCC

A geração de RCC ocorre, até mesmo, anteriormente a qualquer atividade que preceda o início da obra, levando em conta que a produção de insumos para a construção civil além de consumir recursos naturais também produz resíduos classificados como RCC (JOHN,2001).

Os resíduos de construção são gerados em diferentes fases do empreendimento: fase de construção, fase de manutenção ou reformas e fase de demolição. A geração de resíduo durante a fase de construção é decorrência das perdas nos processos construtivos (FORMOSO;HIROTA;ISATTO,1999). Llatas (2011) salienta ainda que a fase de projeto, quando mal elaborado, é a principal causa da geração de RCC.

A importância de um gerenciamento correto destes resíduos no canteiro de obras é crucial. O acondicionamento deve ser realizado em dois instantes. De acordo com Pinto (2005), primeiro ocorre o acondicionamento inicial, armazenando os resíduos o mais próximo dos locais de geração, de forma compatível com o seu volume e preservando a boa organização do espaço ao longo da obra. Posteriormente, o acondicionamento final, quando os resíduos são armazenados em recipientes próprios para serem removidos do canteiro.

Na atividade de transporte também há subdivisões, em transporte interno e externo. Pinto (2005) informa que o transporte interno pode ocorrer na horizontal (carrinhos, giricas, transporte manual), ou na vertical (elevador de carga, grua ou condutor de entulho). Também é necessário dispor de uma equipe de operários para realizar o transporte dos resíduos ao longo dos pavimentos do empreendimento, de forma a ajustar a rotina das tarefas com a disponibilidade dos equipamentos de transporte vertical. Já o transporte externo, a construtora deve atentar para alguns fatores na escolha das empresas coletoras, como a compatibilização com a forma de acondicionamento final dos resíduos, minimização do custo de coleta e remoção. Na destinação dos resíduos, o mesmo autor orienta que seja combinado o compromisso ambiental e a viabilidade econômica, devendo analisar alguns fatores a fim de auxiliar na melhor solução para a destinação. Tais fatores tratam-se de avaliar a possibilidade de reutilização e reciclagem de resíduos

no próprio canteiro, a proximidade dos destinatários para minimizar custos de deslocamentos e averiguar a existência de áreas especializadas em receber pequenos volumes de resíduos mais problemáticos; providenciando a melhor eficiência na destinação. Além destas precauções, pode-se elencar outras medidas que auxiliam no gerenciamento correto deste tipo de resíduo, tais como:

- **Reutilização e Reciclagem:** ter atenção sobre a possibilidade de reutilização de materiais, ou a viabilidade econômica de reciclagem dos resíduos no canteiro, evitando custos adicionais com compra de materiais novos e com a sua remoção do canteiro;
- **Organização do Canteiro de Obras:** o canteiro deve ser organizado, planejando bem os locais de estocagem de materiais novos a serem empregados na construção, bem como os locais de acondicionamento dos resíduos;
- **Treinamento da Equipe:** os operários do canteiro devem ser orientados quanto à limpeza, triagem e destinação dos resíduos;
- **Monitoramento do PGRCC:** averiguar se as atividades previstas no projeto estão sendo executadas corretamente, diante a utilização de um modelo de check-list proposto, e elaboração de relatórios periódicos durante o andamento da obra.

2.6.1 GERAÇÃO DE RCC NO MUNICÍPIO DE LONDRINA - PR

O município de Londrina está inserido na região sul do Brasil. Especificamente nesta região é possível notar a importância do valor econômico adicionado pela agropecuária na economia da região, como produção de arroz, milho, soja, trigo, fruticultura, erva-mate, entre outros; além da pecuária como a criação de bovinos, principalmente no estado do Rio Grande do Sul. A região sul do Brasil, além de possuir a mais baixa dispersão, possui a maior mediana renda per capita dentre todas as regiões do país, sendo que esta renda per capita mediana é superior ao dobro da renda nacional (IBGE,2010).

Assim, não só no Estado do Paraná, como também em todo o Brasil, observa-se que fora do entorno dos grandes centros urbanos, ou seja, fora da região metropolitana das capitais, encontra-se mais de 50% do PIB (IBGE,2010).

Desde a instalação do Município, há mais de 70 anos, Londrina tem passado por um processo de diversificação da sua base econômica. O modelo no início era essencialmente agrícola, caracterizado principalmente pela economia cafeeira, cujo cultivo foi responsável pela totalidade do crescimento econômico entre as décadas de 30 a 70. Neste período a cidade ficou conhecida como “Capital Mundial do Café”, como retrata a Figura 1, época da fundação do município.

Figura 1 – Londrina na década de 30, início da sua colonização.



Fonte: Coleção fotográfica George Graig Smith / Museu Histórico de Londrina[©]

A partir da década de 80, a cidade consolidou-se como pólo de desenvolvimento regional, especificamente nos segmentos de serviços, pesquisas tecnológicas, saúde e ensino superior, sendo que este último concedeu à cidade o status de “Cidade Universitária”, abrigando diversas instituições de ensino superior.

Seu desenvolvimento econômico, sua expansão urbana e seu crescimento demográfico, aliado a um novo contingente populacional caracterizado por estudantes incrementaram o mercado imobiliário. O crescimento vertical nos anos 80 registrou importantes mudanças no perfil das áreas loteadas da cidade, inclusive com os loteamentos de baixa densidade demográfica aliado à alta qualidade das construções com incrementação infraestrutura e planejamento

urbano. Esta nova fase se dá a partir do ano de 1995, contrastando drasticamente, em pouco mais de sete décadas, com aquela vila implantada na década de 30, como mostra a Figura 2.

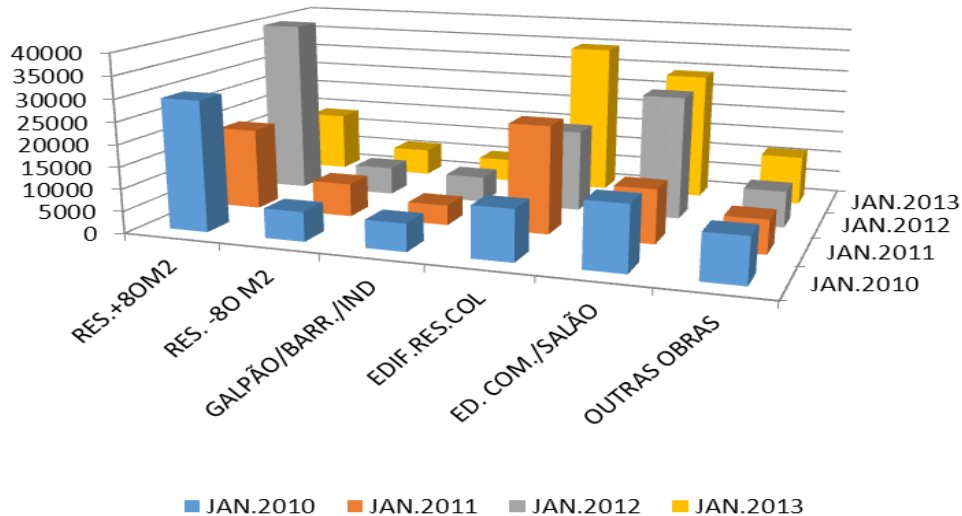
Destaca-se ainda o importante papel da indústria da construção civil na economia local notadamente na década de 80. Este fato foi verificado pelo SINDUSCON NORTE/PR – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Norte do Paraná – que constatou um crescimento de 8% ao ano no volume de obras em execução simultânea no município, enquanto no panorama nacional este mesmo setor crescia em torno de 4%. Dados desta mesma fonte mostram que neste mesmo período o município de Londrina atingiu o recorde da América Latina no que diz respeito à quantidade de construções verticais por habitante.

Figura 2 – Londrina na atualidade.



Fonte:Foto de Mario Jorge Tavares © (2013)

Nas últimas décadas o município continuou o seu crescimento a despeito da crise econômica mundial que se instalou e teve seu ápice em 2008, perdurando até os dias atuais. Isto é demonstrado no Gráfico 7, onde observa-se a evolução da área construída, dos principais tipos de obras novas que obtiveram alvarás de construção emitido pela prefeitura municipal, para o primeiro mês dos quatro últimos anos.

Gráfico 7 – Construções Novas em Londrina, Emissão de Alvarás (m²)

Fonte: PML/DAP-Departamento de Aprovação de Projetos,2013 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

Fica visível a identificação de três grupos de edificações representativos no comparativo traçado no Gráfico 7, que são:

- As obras residenciais compostas por unidades isoladas com mais de 80,00 m² de área edificada.
- Edifícios Residenciais de habitação coletivas ou multifamiliares.
- Edifícios Comerciais, Salões, Galpões, Barracões, Edificações Indústrias e afins.

Além destes três grupos que se destacam, o restante das obras não especificadas estão agrupadas como “Outras Obras”. Nos dados apresentados pela PML/DAP este grupo é representado por escolas, obras públicas, demolições, reformas, edificações mistas, ampliações e dependências ou edículas.

Este estudo focará os levantamentos nas obras representativas, ou seja, nos três grupos citados anteriormente.

O município de Londrina não foge à regra das principais cidades brasileiras quando analisados os problemas oriundos da geração e destinação indevida do RCC. Basta circular pela cidade para constatar os vários locais onde ocorrem a deposição clandestina deste tipo de resíduo. Estes locais estão situados geralmente na periferia da cidade, em fundos de vales, terrenos baldios, vias públicas e principalmente em Áreas de Preservação Permanentes (APPs), causando danos ambientais muitas vezes irreparáveis.

Segundo a Associação das Transportadoras de Resíduos Sólidos,

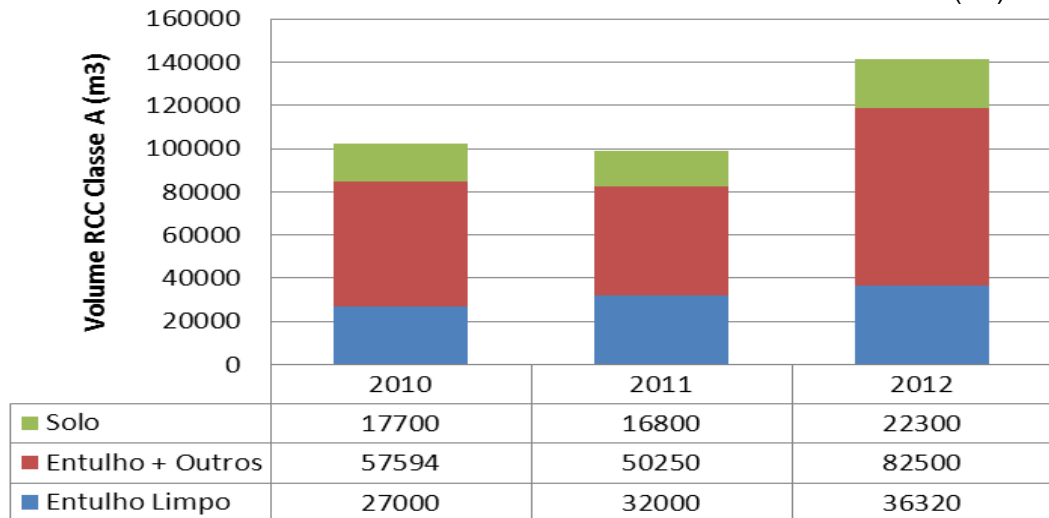
Pastosos e Líquidos de Londrina (ATEL), são recolhidas entre 800 e 900 toneladas por dia de entulho, em Londrina, sem contar os pequenos transportadores, como carroceiros e outros transportadores clandestinos.

O poder público municipal vem fazendo tentativas de minimizar esta problemática, principalmente com a criação dos “Ecopontos”, que deveriam funcionar como ATT – Área de Transbordo Temporária. Teoricamente estes locais receberiam o RCC de pequenos geradores que inicialmente seriam segregados corretamente segundo a classificação e tipo de cada resíduo, passariam por uma triagem e posteriormente uma parcela seria reciclada e os rejeitos destinados aos aterros sanitários. Grande parte destes “Ecopontos” são transformados em verdadeiros “lixões a céu aberto”, inclusive sofrendo interdições pelo ministério público devido a sérios problemas ambientais constatados.

Outra tentativa de enfrentamento do problema da geração de RCC no município foi a inauguração da Central de Moagem de Entulhos, no ano de 1994, sendo a primeira cidade do Paraná a dar este passo. A Central iniciou sua produção com mais de 1.000 tijolos/dia, destinados principalmente para a construção de residências de interesse social. Esta central operou apenas até o ano de 1997, quando foi desativada (CMTU,2013).

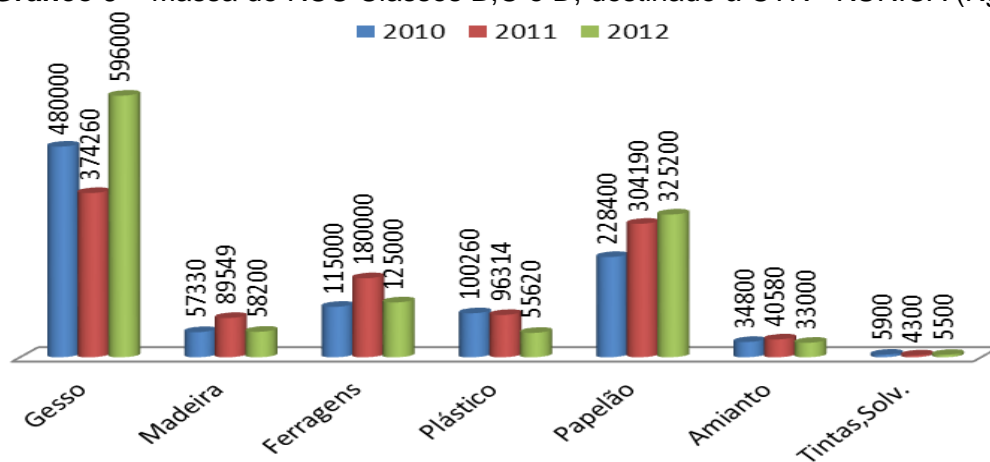
Quanto à área de destino final de resíduos sólidos, a cidade de Londrina conta com uma Central de Tratamento de Resíduos – CTR – da KURICA AMBIENTAL S/A, e ainda, diversas pequenas empresas licenciadas e cooperativas que fazem a reciclagem, o reuso e o reaproveitamento do resíduo reciclado. O município não possui nenhum aterro industrial para destinação de resíduos perigosos, sendo que, o mais próximo aterro industrial licenciado é o de Apucarana, seguido pelo aterro industrial de Curitiba.

A KURICA AMBIENTAL S/A atualmente é responsável pela destinação e reciclagem da maioria do RCC gerado no município, principalmente os inertes (Classe A), segundo a resolução 307/02 CONAMA. No Gráfico 8, de acordo com dados coletados na empresa, visualiza-se um demonstrativo do volume de recebimento de RCC (Classe A) nos anos de 2010, 2011 e 2012. Este volume mostra-se representativo quando se estuda a estimativa do total gerado no município, pois teoricamente, para obtenção deste valor global deve-se apenas agregar a estimativa das destinações ilegais citadas anteriormente.

Gráfico 8 – Volume de RCC “Classe A” destinado à CTR - KURICA (m³)

Fonte: Proprio Autor, dados da Kurica Ambiental Ltda,2013 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

Já com relação aos resíduos Classes B,C e D, recebidos por esta empresa, no mesmo período, não é possível afirmar que esta massa corresponda a uma estimativa da totalidade gerada no município. Isto se deve principalmente pela existência de várias empresas de pequeno porte que atuam no mercado e interferem significativamente na estimativa global destes resíduos, somando-se a isto, a KURICA AMBIENTAL LTDA recebe a totalidade de RSU do município, sendo que grande parcela destes resíduos são provenientes de outras atividades, tornando impossível identificar, nos dados apurados, o que efetivamente provêm da construção civil, como está demonstrado no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Massa de RCC Classes B,C e D, destinado à CTR - KURICA (Kg)

Fonte:Próprio Autor, dados da Kurica Ambiental Ltda,2013 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

Poucos pesquisadores se debruçaram sobre o tema relativo ao cálculo de estimativas confiáveis para atribuição de IGR de RCC em obras do município de Londrina. De acordo com o levantamento bibliográfico realizado, o estudo mais completo, neste sentido, foi desenvolvido por Sérgio Ângulo, no ano de 1997, no qual analisando sistematicamente várias obras novas neste município chegou a conclusão que a cada novo m² de construção gerava-se 0,10 m³ de RCC. Verificou ainda, que a maior porcentagem deste resíduo era gerada na fase de alvenaria com 37%, seguido da fase de acabamento com 30%, concretagem com 17% e revestimento com 13% (ÂNGULO,1998).

2.6.2 PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Não é possível estudar a geração de RCC nos processos construtivos sem a definição clara do conceito de perdas na construção civil, que com frequência está associado unicamente aos desperdícios de materiais; ou seja: à geração propriamente dita do RCC no processo construtivo. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias não agregando valor ao produto.

Segundo Koskela (1992) as perdas podem ser definidas como tudo que consome recursos mas não agrega valor. Ainda conforme Koskela (2000), grande falha era a desconsideração das atividades de fluxo inerentes ao processo e a ausência de uma correta especificação do produto, segundo as necessidades dos clientes, levando a um grande número de retrabalhos. Pois se considerava somente as atividades de conversão de uma entrada (input) em uma saída (output).

De acordo com Alarcon (1997), seguindo as novas filosofias de produção, são consideradas perdas todas as atividades que exigem tempo e dinheiro sem agregar valor ao produto, e estas devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo.

Para reduzir as perdas na construção de edificações é necessário conhecer sua natureza e identificar suas principais causas. Shingo (1981) classificou

as perdas de acordo com a possibilidade de serem controladas, sua natureza e sua origem, sendo que estas perdas estão sub-classificadas da seguinte forma:

- **Perdas inevitáveis** (ou perda natural): correspondem a um nível aceitável de perdas, que é identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior do que a economia gerada. O nível de perdas inevitáveis varia de obra para obra, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma.
- **Perdas evitáveis**: ocorrem quando os custos da ocorrência são substancialmente maiores que os custos da prevenção. São consequência de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são aplicados inadequadamente.

Perdas segundo sua natureza, ainda de acordo com Shingo (1981):

- **Perdas por superprodução**: refere-se a perdas que ocorrem devido à produção de quantidades maiores de material do que realmente é necessário. Exemplo: produção de argamassa a mais do que será usado em um dia de trabalho.
- **Perdas por substituição**: refere-se à utilização de materiais de valores superiores ao especificado. Exemplo: utilização de argamassa com traço de maior resistência que a necessária.
- **Perda por espera**: relacionam a sincronia do fluxo de materiais e as atividades dos trabalhadores. Exemplo: parada nos serviços por falta de materiais e/ou equipamentos.
- **Perdas por transporte**: estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais, em função, às vezes, de um layout ineficiente. Exemplo: tempo excessivo no transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho.
- **Perdas no processamento**: tem origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Exemplo: quebra manual dos blocos devido à falta de meios-blocos.
- **Perdas nos estoques**: estão associados à existência de estoques

excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de material quanto de capital. Exemplo: deterioração do cimento devido ao armazenamento em pilhas muito altas.

- **Perdas no movimento:** decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução de suas atividades. Exemplo: esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
- **Perdas pela elaboração de produtos defeituosos:** ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Resultam em retrabalhos. Exemplo: falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
- **Outras:** algumas outras perdas são mais inusitadas, porém existem. Exemplos: roubo, vandalismo, etc.

Perdas segundo sua origem, em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Contudo, sua origem pode estar no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem, como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projetos, suprimentos e planejamento.

2.6.3 DIFERENTES METODOLOGIAS PARA ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUO

No aspecto quantitativo, a geração de RCC é diferenciada com relação à localidade onde este é gerado. Isto se deve a diversos fatores, como: número de habitantes, nível educacional, costumes da população, poder aquisitivo, leis e regulamentações específicas, processos construtivos, incluindo as peculiaridades de cada construtora. Assim, essas características interferem diretamente no tipo e quantidade de resíduo gerado. Segundo SWANA (2013), a investigação da origem dos RCC é importante para a qualificação e a quantificação dos volumes gerados. Neste sentido, algumas metodologias vêm sendo desenvolvidas e aplicadas nas investigações sobre os RCC.

Constata-se uma dependência direta entre o valor do Índice de

Geração de RCC – IGR – e a intensidade da atividade de construção em cada local, a tecnologia empregada e das taxas de desperdícios e manutenção (JOHN,2000).

Tabela 4 – Índice de Geração de RCC em algumas localidades ($t.hab^{-1}.ano$).

Fonte	Localidade	Índice de Geração ($t.hab^{-1}.ano$)
LAURITZEN(1994) apud Pinto(1999)	Europa Ocidental	0,7 a 1,0
Milani (1990) apud Pinto (1999)	Suíça	~0,45
Tolstoy, Borklund & Carlson (1998) apud Manfrinato (2008); John (2000)	Suécia	0,136 à 0,680
Lauritzen(1998) apud Manfrinato(2008)	Itália	0,6 a 0,69
Hong Kong, 1993 apud Pinto (1999)	Japão	~0,68
Hong Kong, 1994 apud Pinto (1999)	Hong Kong	~1,50
EPA (1998); Peng, Grosskopf, Kibert (1994); John (2000)	EUA	0,463 a 0,584
Lauritzen (1998); EU (1999);John (2000)	Alemanha	0,963 a 3,658
John (2000)	Bélgica	0,735 a 3,359
John (2000)	Portugal	0,325
John (2000)	Dinamarca	0,440 a 2,010
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	Canadá	0,69
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	Holanda	0,48
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	México	0,33
Pinto (1999); John (2000)	Brasil	0,23 a 0,76
Pinto (1999)	Santo André - SP	0,51
Pinto (1999)	São José do Rio Preto-SP	0,66
Pinto (1999)	São José dos Campus-SP	0,47
Pinto (1999)	Ribeirão Preto - SP	0,71
Pinto (1999)	Jundiaí – SP	0,76
Paulella; Scapim (1996) apud Pinto(1999)	Campinas - SP	0,62
Athayde Junior <i>et al.</i> (2004)	Governador Valadares-MG	0,338
SLU,(1999) apud Pinto (1999)	Belo Horizonte - MG	0,34
Pinto (1999)	Vitória da Conquista-BA	0,40
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	Maceió-AL	0,33
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	Curitiba – PR	0,24
Ruberg (1999) apud Violin(2009)	Rio de Janeiro - RJ	0,32
Limpurb,(1999) apud Pinto (1999)	Salvador – BA	0,23
Fonseca <i>et al.</i> (2007)	João Pessoa - PB	0,495

Fonte: Adaptado de Pinto (1999);Violin (2009);Oliveira,*et al.*(2001);Athayde Junior *et al.* (2004);John,(2000)

Oliveira *et al.* (2001) ressaltam que os IGRs, tais como apresentados

na Tabela 4, são de utilização limitada para estimativas futuras, uma vez que o ritmo da construção civil é extremamente atrelado pelo momento econômico. Os índices retratam a geração de RCC apenas no período em que o estudo ou levantamento são realizados. Este fato é perfeitamente compreensível se analisarmos os índices relativos ao período em que a crise financeira mundial se estabeleceu, a partir de 2008. Observando com atenção estes IGRs, principalmente os dados da Europa, onde a crise econômica se fez sentir mais forte, nota-se um decréscimo que, num primeiro instante, poderá ser interpretado como sendo uma evolução no quadro de produção de RCC. Na realidade esta diminuição no volume gerado de RCC está intrinsicamente ligada a queda da atividade econômica no período analisado, não podendo ser confundido com uma melhoria nos índices de reciclagem ou até mesmo num gerenciamento mais eficaz dos resíduos.

Quanto à metodologia das pesquisas analisadas, destaca-se a atribuição do IGR pela correlação direta entre a área total construída, em m^2 , e o volume de RCC gerado, em m^3 , atentando para o fato de se estipular muito bem as principais características dos empreendimentos analisados. Esta correlação também pode ser estabelecida nas diferentes etapas da execução da obra, segundo sua cronologia. Um exemplo disto são os IGRs apresentados na Tabela 5 que são reportados em unidades de massa e volume por unidade de área construída, o que desvincula do momento econômico de uma dada época, além de ser independente do quantitativo populacional, retratando a geração de RCC nos canteiros de obras (OLIVEIRA *et al.*,2001).

Tabela 5 – Índice de Geração de RCC em algumas localidades ($Kg.m^{-2}$) e ($m^3.m^{-2}$).

LOCALIDADES	GERAÇÃO ESTIMADA ($kg.m^{-2}$)	GERAÇÃO ESTIMADA* ($m^3.m^{-2}$)	FONTE
Países Desenvolvidos	< 100	< 0,078	Monteiro (2001)
Brasil	300	0,233	Monteiro (2001)
Espanha	107,6	0,084	Solis-Guzman <i>et al.</i> (2009)
São Paulo	150	0,116	Pinto (1999)
São Paulo	49,58	0,038	Andrade (2001)
São Paulo	104 ~ 115	0,080 ~ 0,089	Careli (2008)

* Transformação de unidades com a utilização da Massa Unitária de $1288 kg.m^{-3}$ (SOUZA,2005).

Fonte: Adaptado de Pinto(1999);Violin(2009);Oliveira,*et al.*(2001);Athayde Junior *et al.* (2004);John(2000);Carnero(2005)

No valor do IGR proposto por Pinto (1999), para a cidade de São

Paulo, levou-se em conta somente as edificações executadas por processos convencionais. A metodologia empregada neste caso considerou a aplicação do percentual de perda ao total de massa da edificação, que no estudo está demonstrado que é de 1.200 kg.m^{-2} ; ou seja: levando-se em consideração uma perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra de 25%, como um percentual de perdas de materiais destinados como RCC, durante o transcorrer da obra de 50%, chegando-se assim ao IGR esperado de 150 kg.m^{-2} , ou ainda, $0,116 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$ se considerado a Massa Unitária como sendo 1.288 kg.m^{-3} (SOUZA,2005).

Carneiro (2005), aplicando metodologia parecida ao estudo de Pinto (1999), analisou dados referentes ao volume de RCC gerados em 3 canteiros de obras, obteve um intervalo entre 69,28 e 86,41 kg.m^{-2} , resultando numa média de $0,060 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$, com as mesmas considerações sobre o valor da Massa Unitária.

Para o cálculo da massa de RCC por metro quadrado, Andrade *et al.* (2001) fizeram uma estimativa de geração de RCC por unidade de serviço. Estes autores, utilizando-se de índices que relacionam a quantidade de serviço executado à área de piso de uma edificação, aplicaram os índices previamente estabelecidos de geração de RCC por metro quadrado de piso pela massa de RCC e finalmente por unidade de material, chegando ao IGR de $49,58 \text{ kg.m}^{-2}$, ou de $0,038 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$, se transformado em unidade de volume por metro quadrado construído, com a utilização da Massa Unitária proposta por Souza (2005).

Constata-se uma variação de 83% nos valores dos IGRs obtidos nas campanhas experimentais apresentadas anteriormente. Este fato corrobora com a afirmação da interdependência da geração de RCC com os diversos fatores já mencionados, mas também vem evidenciar a necessidade de se diminuir esta variabilidade com determinação de índices mais específicos, obtidos fixando-se variáveis, como: tipo de obra, classes de resíduos, localidade das obras estudadas, entre outras.

Portanto, existem várias abordagens possíveis para as metodologias aplicáveis na atribuição do IGR da construção civil, mas duas vertentes de estudos se destacam: A primeira encabeçada por Skoyles (1976), seguido por Bossink & Browsers (1996); Forsthe & Marsden (1999); Formoso *et al.* (2002); Treloar *et al.* (2003) e Tam *et al.* (2007), que investigaram a geração dos resíduos a partir da

quantificação de vários materiais componentes da obra, como: o aço, o cimento, o concreto, a argamassa, a madeira, e assim por diante. O índice de geração total é obtido pela somatória dos resíduos gerados para cada elemento distinto. A segunda, que foi adotada em parte nesta pesquisa, é representada principalmente pelos estudos de Poon *et al.* (2001) e Lin *et al.* (2002), que fazem uma correlação entre a área total de construção e a quantidade de resíduo gerado nas diferentes fases da obra (WEISLEDER;NASSERI,2006).

3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho, de modo a responder a questão de pesquisa lançada, foi o **Estudo de Caso**. Segundo Yin (2002), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica de planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto múltiplos, assim como abordagens quantitativas e/ou qualitativas de pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Segundo Gil (1995), a estratégia de pesquisa baseada em estudo de caso não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, todavia é possível definir quatro fases que mostram o seu delineamento:

- delimitação da unidade-caso;
- coleta de dados;
- seleção, análise, interpretação e discussão dos dados;
- elaboração do relatório e conclusões.

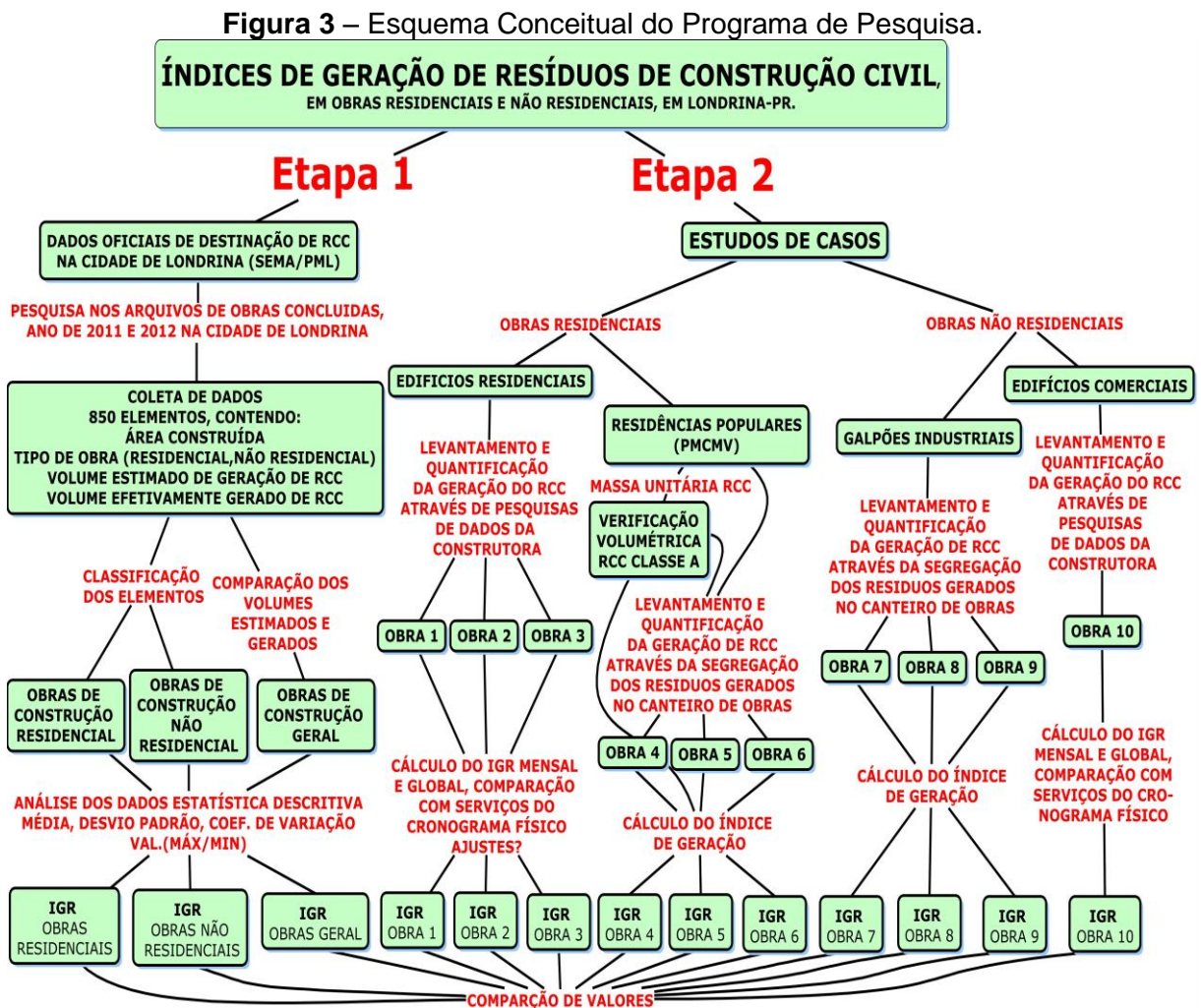
Seguindo estes preceitos, nesta investigação a geração de RCC foi estimada para dois dos seis setores considerados nos estudos da Franklin Associates (1998), ou seja, para **nova construção residencial** e **nova construção não residencial**, não levando em consideração os outros quatro restantes, que seriam: a demolição residencial, a demolição não residencial, a reabilitação ou reforma residencial e não residencial. Isto se deve principalmente à escassez de dados do município referentes a estes setores e à complexidade de obtenção dos dados (COCHRAN *et al.*, 2007).

Esta investigação está dividida em duas etapas: A primeira é baseada no **levantamento dos dados** de comprovantes de destinação do RCC de obras residenciais e não residenciais, arquivados na SEMA – Secretaria de Meio Ambiente do município de Londrina. A segunda consiste basicamente no cálculo dos IGRs provenientes de **estudos de casos** e acompanhamento de obras já executadas ou em execução, com características correspondentes às obras da primeira etapa. Em ambas as etapas adotou-se metodologias similares para o

cálculo do IGR, diferenciando somente na fase de levantamento e quantificação do volume ou massa de RCC gerado. Estes métodos levam em conta as evidências, os dados disponíveis, a observação e quantificação direta do RCC gerado.

Na ordem cronológica, os procedimentos foram iniciados pela execução da **Etapa 1** (Dados dos Arquivos da SEMA-PML), sendo sucedido pela **Etapa 2** (Estudos de Casos). Esta sequência foi instaurada objetivando uma maior precisão na determinação dos índices de geração de resíduos propostos nesta investigação, uma vez que, na primeira etapa os dados foram coletados sem o acompanhamento efetivo da geração dos resíduos no canteiro de obras.

Para auxiliar na compreensão do escopo da pesquisa, é possível observar na Figura 3 o esquema conceitual do programa de pesquisa, onde fica claramente evidenciado as duas etapas adotadas na pesquisa.



Fonte: Próprio Autor. (Utilização do software *CmapsTools*®).

3.2 PRIMEIRA ETAPA – DADOS DOS PGRCCs E TCs DO MUNICÍPIO DE LONDRINA

3.2.1 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram coletados no período compreendido entre os meses de setembro, outubro e novembro de 2013. Este levantamento foi executado por meio de uma pesquisa criteriosa nos arquivos da Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Londrina. Objetivando a confirmação e uma maior consistência dos dados coletados, foram realizadas entrevistas com os técnicos responsáveis pelos resíduos específicos da construção civil, onde foram constatadas várias dificuldades no processo, principalmente quanto as variações apresentadas pelas estimativas dos volumes dos resíduos gerados nos canteiros de obras.

Os dados coletados são compostos basicamente pela caracterização da utilização e do tipo de construção, do período em que a obra foi executada, da área total executada, da estimativa de volumes gerados e dos volumes gerados efetivamente; sendo que estes volumes estão separados de acordo com a classificação da Res. 307/02 do CONAMA, como demonstrado na planilha utilizada para o levantamento de dados, explícita na Figura 4.

Figura 4 – Planilha utilizada para levantamento dos dados (SEMA/PML)⁷

Prot. SEMA PGRCC	Mês - Ano	USO DA EDIFIC. (R-C-I-O)	Área Edificada/Demolida (m2)				Previsão Volume de Resíduo PGRCC (m3)							Volume de Resíduo Gerado Efetivo Termo de Conferência (m3)				
			Constr.	Reforma	Demolição	Total	Classe A	Reuso A	Classe B	Reuso B	Classe C	Classe D	Total	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Total
6.831	fev-11	C	78,93	0,00	0,00	78,93	4,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,00	10,00	7,00	3,00	0,00	0,60	10,60
8.243	fev-11	R	161,50	0,00	0,00	161,50	25,00	0,00	12,00	0,00	1,50	0,70	39,20	20,00	10,00	0,00	0,05	30,05
10.453	fev-11	R	267,00	0,00	0,00	267,00	53,00	12,00	15,00	1,00	0,00	0,06	55,06	30,00	17,50	0,00	1,10	48,60
...
...
...

Fonte: Próprio Autor (Utilização do software *Microsoft EXCEL2010*[®]).

Com base nesta planilha, foram levantadas, de maneira aleatória, 850 obras. O período eleito para coleta dos dados foi de janeiro de 2011 a dezembro de 2012, pois segundo informações dos técnicos da SEMA, nos anos de 2009 e

⁷ Um exemplar desta planilha encontra-se anexado a este documento na forma de APÊNDICE A.

2010, os dados disponíveis estavam muito suscetíveis a erros e inconsistentes devido à implantação do sistema de gerenciamento municipal de RCC. Já no ano de 2013 muitas obras ainda encontravam-se inacabadas, portanto sem o volume total efetivamente gerado.

3.2.2 CÁLCULO DO ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO - IGR

O principal indicador que define a geração de resíduo da construção civil é o **Índice de Geração de Resíduo – IGR** – obtido pela relação direta entre a somatória dos volumes de resíduos gerados, em m^3 e a somatória das áreas totais construídas correspondentes, em m^2 , como definido na equação:

$$IGR = \frac{\sum_{i=1}^n Vol.RCC}{\sum_{i=1}^n Área Const.} (m^3.m^{-2}); \text{ onde,}$$

IGR = Índice de Geração de Resíduo ($m^3.m^{-2}$);

Área Const. = Área Total Edificada de cada Obra (m^2)⁸;

Vol. RCC = Volume de RCC Gerado em cada Obra.

Este indicador foi calculado separadamente para cada grupo de obra residencial e não residencial. Também foi obtido de maneira generalizada, utilizando todos os dados coletados indiscriminadamente, resultando assim, em índices expressos em unidades de volume por área ($m^3.m^{-2}$), que para efeitos comparativos com estudos previamente realizados podem ser convertidos posteriormente em unidades de massa por área ($kg.m^{-2}$) ou ($t.m^{-2}$).

3.2.2.1 CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO EM GERAL

Para o cálculo do IGR das obras de maneira geral foram consideradas 761 obras do total de 850 obras pesquisadas. Esta redução é devido ao expurgo das obras de reforma e demolições que faziam parte do primeiro

⁸**Área Total Edificada** = Área total a construir, constante nos arquivos municipais, geralmente composta pela área coberta, descontando-se os beirais e marquises que não ultrapassam 1,20 metros.

contexto. O procedimento indicado no item 3.2.2 foi aplicado para a amostra como um todo, independentemente de ser a obra residencial ou não residencial, obtendo o IGR referente ao conjunto total das obras pesquisadas, sem restrição.

3.2.2.2 CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS RESIDENCIAIS

Para o cálculo do IGR das obras residenciais adotou-se o procedimento indicado no item 3.2.2 somente para as 609 obras da amostra, caracterizadas como residenciais.

3.2.2.3 CÁLCULO DO IGR PARA OBRAS NÃO RESIDENCIAIS

Análogo aos procedimentos adotados para a obtenção dos IGRs das obras residenciais, para o cálculo dos IGRs das obras não residenciais ou comerciais, adotou-se a sequência indicada no item 3.2.2, somente para 152 obras, que representam 19,88% do total das obras estudadas.

3.3 SEGUNDA ETAPA – ESTUDOS DE CASOS

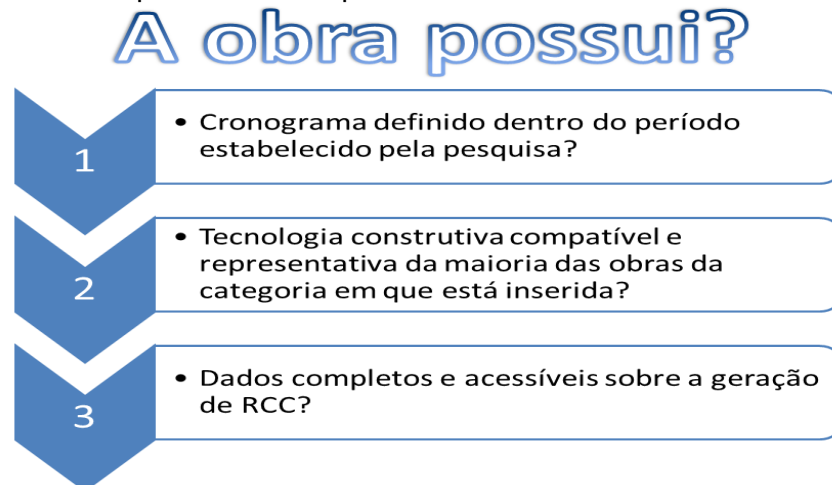
Nesta fase da pesquisa procurou-se selecionar as obras que mais representassem o volume e a tipologia das obras residenciais e não residenciais edificadas no município no período de 2010 até 2014. Como apresentado anteriormente, no Gráfico 7, foram identificados três grupos de obras com a maior somatória de área edificada e emissão de alvarás no município no mesmo período. Em busca da melhor condição para esta seleção, foi efetuado contato com 5 empresas construtoras consolidadas no município. Estes contatos se deram em reuniões e entrevistas com os responsáveis pelos processos ambientais destas empresas. Também foram considerados os comentários dos técnicos do poder público ambiental municipal, os que são responsáveis por avaliar os programas ambientais destas empresas, possuindo assim uma visão imparcial e bem mais clara sobre a exatidão das informações prestadas.

Apesar da parcela de auto construtores, geralmente caracterizados por pessoas físicas que não têm na construção a sua única fonte de renda, ter se

demonstrado uma contribuição expressiva no volume total das obras executadas, neste período, no município, optou-se por escolher empresas construtoras consolidadas pela disponibilidade e confiabilidade nos dados apresentados.

Foi adotada a hierarquia decisória, representada na Figura 5, como critério básico para a escolha das obras mais representativas do conjunto de obras de interesse e já caracterizado neste estudo.

Figura 5 – Hierarquia de critérios para escolha das obras a serem estudadas.



Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft PowerPoint2010*[®]).

3.3.1 OBRAS RESIDENCIAIS

Visando maior abrangência das obras residenciais do município, e conseqüentemente um IGR mais representativo, foram elencadas obras de **edifícios residenciais** e **residências** construídas pelo Programa habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV). No levantamento e nas entrevistas junto às construtoras locais, foram selecionadas as obras segundo os critérios já descritos e especificados na Figura 5.

3.3.1.1 EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Foram selecionados três obras de edifícios residenciais que contemplam as características necessárias para este estudo. Estas obras estão descritas e caracterizadas, na seqüência, como Obra 1, Obra 2 e Obra 3.

3.3.1.1.1 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DAS OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Para a coleta dos dados referentes à quantificação dos volumes de RCC gerados nos edifícios residenciais foram efetuados acompanhamentos de todas as fases das obras, durante o período de execução. Este procedimento foi evidenciado principalmente pela observação direta, com posterior preenchimento de uma planilha eletrônica contendo a identificação do empreendimento, tipologia do resíduo, classificação do resíduo, datas de geração e entrega, identificação das empresas responsáveis pelo transporte e destinação dos resíduos, respectivas numerações dos pedidos ou contratos firmados com estas empresas terceirizadas e por último, o dado mais importante para esta investigação, a quantidade gerada de RCC, em unidade de volume (m³). Na Figura 6, está exemplificada a planilha utilizada para a quantificação do RCC gerado nas três obras de edifícios residenciais estudados.

As coletas foram realizadas com frequência diária, consistindo basicamente no acompanhamento dos volumes gerados e destinações ocorridas. Este procedimento está limitado ao espaço físico do canteiro de obras, sendo que as destinações dos resíduos são de responsabilidade da empresa de transporte contratada, a qual é obrigada a fornecer o certificado de destinação apropriado de cada resíduo coletado.

Figura 6 – Planilha para Quantificação do RCC em Obras de Edifícios Residenciais⁹

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA		CONTROLE DE TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS							
		Obra 3: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL							
		ATUALIZADO EM:				TOTAL ACUMULADO: 2172 m ³			
CLASSE	TIPO DE RESÍDUO	Data Retirada	Data Entrega	controle	Empresa Transportadora	Nº Transport	Empresa destinação Final	Nº Destinação Final	Quantidade (m ³)
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	14/10/13	14/10/13	11136	ÁGUIA CAÇAMBAS	3469	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	400825	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	15/10/13	15/10/13	11138	ÁGUIA CAÇAMBAS	3476	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401052	5
C	Gesso	15/10/13	15/10/13	11139	ÁGUIA CAÇAMBAS	3477	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401079	5
C	Gesso	07/10/13	16/10/13	11152	ÁGUIA CAÇAMBAS	3683	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401335	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	17/10/13	18/10/13	11145	ÁGUIA CAÇAMBAS	3491	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401576	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	15/10/13	19/10/13	11142	ÁGUIA CAÇAMBAS	3483	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401749	5
C	Gesso	19/10/13	19/10/13	11149	ÁGUIA CAÇAMBAS	3637	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401758	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	17/10/13	22/10/13	11144	ÁGUIA CAÇAMBAS	3531	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402087	5
C	Gesso	22/10/13	22/10/13	11146	ÁGUIA CAÇAMBAS	3546	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401929	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21904	RICO TERRA	2543	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402003	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21905	RICO TERRA	2456	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402025	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21906	RICO TERRA	2457	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402040	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21907	RICO TERRA	2458	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402071	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21908	RICO TERRA	2460	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402130	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	23/10/13	23/10/13	11149	ÁGUIA CAÇAMBAS	3701	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	21909	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	19/10/13	24/10/13	11150	ÁGUIA CAÇAMBAS	3546	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402409	5
C	Gesso	21/10/13	25/10/13	11152	ÁGUIA CAÇAMBAS	3541	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402755	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	18/10/13	28/10/13	11146	ÁGUIA CAÇAMBAS	3493	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402465	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	19/10/13	28/10/13	11148	ÁGUIA CAÇAMBAS	3495	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	403070	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	23/10/13	28/10/13	21913	ÁGUIA CAÇAMBAS	3653	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402930	5
C	Gesso	28/10/13	28/10/13	11178	ÁGUIA CAÇAMBAS	3795	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	4033051	5

Fonte: Próprio Autor (Utilização do software *Microsoft EXCEL2010*[®]).

3.3.1.1.2 PROCEDIMENTOS PARA O CÁLCULO DOS IGRS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

⁹ Um exemplar desta planilha encontra-se anexado a este documento na forma de APÊNDICE B.

Os cálculos dos IGRs dos edifícios residenciais foram realizados para as quatro classes de resíduos, segundo a resolução 307/02 do CONAMA, aplicando a formulação detalhada no item 3.2.2 deste documento. Estes índices foram calculados para todos os meses em que o empreendimento apresentou geração de resíduo, totalizado num IGR global para cada edificação estudada.

As áreas edificadas consideradas nos cálculos dos IGRs foram as Áreas Equivalentes de Construção¹⁰, segundo a NBR 12721/2006.

Nas obras de edifícios residenciais nota-se grande ocorrência de áreas construídas, de uso privativo ou comum, que se apresentam descobertas ou em padrões construtivos diferenciados. Estas áreas impactam os IGRs de forma distinta, portanto, a utilização das Áreas Equivalentes de Construção, como apresentada na NBR 12721/06, contribui para uniformizar estas distorções.

3.3.1.1.3 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 1 - EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

A Obra 1¹¹ é representada por um edifício residencial multifamiliar, elucidado na Figura 7, trata-se de uma edificação executada no sistema construtivo convencional, com estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos, composto por duas torres de apartamentos e com área construída total de 30.389,31 m², sendo 26.602,34 m² de área construída coberta e 3.786,97 m² de área construída descoberta, localizado na Rua Luiz Lerco, 455, Terra Bonita, Londrina – PR.

A obra teve início no mês de março de 2012, sendo concluída no mês de outubro de 2014. Na Figura 8 está esboçado o cronograma físico simplificado, onde é possível verificar a cronologia das diversas fases da obra. Esta informação mostra-se muito útil quando confronta-se as atividades da obra com os volumes gerados mensalmente, possibilitando a obtenção da estimativa de geração de RCC nas diferentes etapas construtivas do empreendimento.

Figura 7 – Edifício Residencial Multifamiliar – Obra 1.

¹⁰ As **Áreas Equivalentes de Construção**, calculadas segundo a NBR12721/06, faz ajustes nas áreas reais construídas (cobertas e descobertas), considerando o acabamento aplicado e complexidade construtiva, comparativamente a um projeto padrão.

¹¹ A **Ficha Técnica** desta obra, com as principais informações, está anexada em forma de APÊNDICE D

3.3.1.1.4 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 2 - EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

A Obra 2¹², representada na Figura 9, é um edifício residencial multifamiliar construído no sistema convencional, com estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos. Similarmente a Obra 1, este empreendimento também é composto por duas torres de apartamentos, com área total construída de 29.230,45 m², sendo 25.784,35 m² de área construída coberta e 3.446,10 m² de área construída descoberta, localizado na Av. José Gabriel Oliveira, 685, Parque Residencial Aurora, Londrina - PR.

Figura 9 – Edifício Residencial Multifamiliar – Obra 2.



Fonte: Próprio Autor

Esta obra iniciou-se no mês de junho de 2011 e teve sua conclusão no mês de dezembro de 2013. Observando o cronograma físico simplificado desta obra, esboçado na Figura 10, é possível verificar a cronologia de execução das diversas fases desta obra.

¹² A **Ficha Técnica** desta obra, com as principais informações, está anexada em forma de APÊNDICE E

3.3.1.2 OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL

Como obras representativas deste segmento foram selecionadas seis residências geminadas, ou seja, três conjuntos com duas residências cada, que foram executadas simultaneamente e denominadas neste estudo de Obra 4, Obra 5 e Obra 6.

Para a escolha das obras tomou-se o cuidado da verificação das condições estabelecidas na hierarquia decisória do item 3.3, especificamente na Figura 5, deste documento.

Todas as residências seguiram o mesmo projeto e foram submetidas à mesma tecnologia construtiva. Outra característica importante é o fato de estas obras serem edificadas em terrenos que apresentavam as mesmas condições topográficas e geológicas.

3.3.1.2.1 COLETA DE INFORMAÇÕES DAS OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL

Os dados de geração de RCC das obras de residências de interesse social foram coletados utilizando-se os procedimentos de segregação e quantificação dos resíduos no próprio canteiro de obras. A classificação dos resíduos seguiram as recomendações da Res. 307/02 do CONAMA.

Em cada conjunto de duas residências geminadas, edificadas num mesmo lote, foram preparados locais denominados de "baías", onde são depositados todos os resíduos daquele conjunto. Em determinados momentos da obra é feita a quantificação destes resíduos, com carregamento de caçambas, tambores ou recipientes com volumes pré-estabelecidos, com anotação em uma planilha eletrônica similar à apresentada na Figura 6.

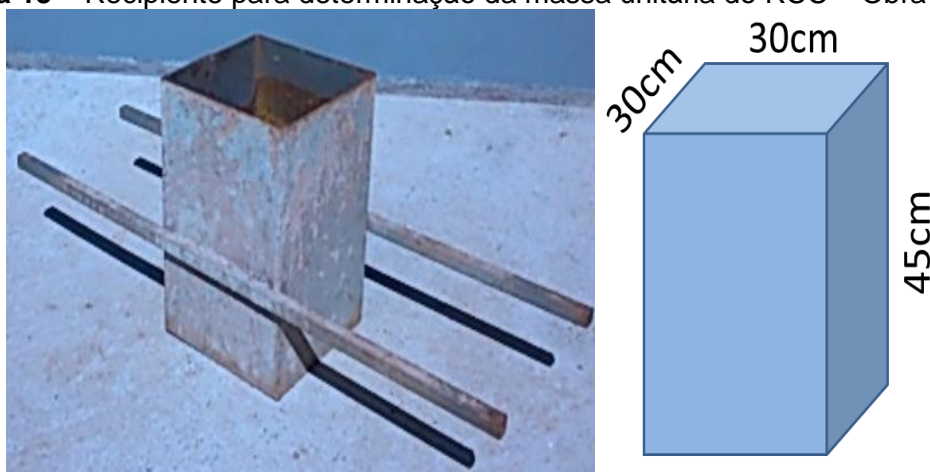
Para se obter uma precisão maior na quantificação destes resíduos, especificamente no resíduo da classe A (composto basicamente de restos de concretos, argamassas e materiais cerâmicos), as caçambas passaram pelo processo de pesagem antes e após a destinação, descontando-se a tara e obtendo assim o peso líquido do resíduo. Na sequência o volume exato pode ser verificado aplicando-se o valor da massa unitária do resíduo, que foi obtida em ensaios executados no próprio canteiro de obras, com recipiente de volume conhecido.

Optou-se por fazer a coleta dos dados em apenas seis unidades habitacionais, ou três conjuntos com duas unidades cada, devido ao maior controle na segregação e quantificação destes resíduos.

3.3.1.2.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA UNITÁRIA DO RCC (CLASSE A) DAS OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL

A massa unitária foi calculada com os RCC gerados nas obras 04, 05 e 06 utilizando um recipiente metálico tipo “padiola” (frequentemente utilizado na confecção de concreto do próprio canteiro de obra) com volume de 0,0405 m³, calculado de acordo com as dimensões internas da Figura 13, e uma balança Filizola com capacidade para 150 kg e precisão de 0,1 kg. Foram feitas 15 pesagens para o cálculo da massa unitária, sendo 5 pesagens em cada obra. Estas pesagens foram efetuadas com o RCC bruto ao longo da execução das edificações, tomando-se o cuidado de sempre fazer as medições em períodos secos para não haver a influência do teor de umidade.

Figura 13 – Recipiente para determinação da massa unitária do RCC – Obra 4,5 e 6.



Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft PowerPoint2010*[®]).

3.3.1.2.3 PROCEDIMENTOS PARA O CÁLCULO DOS IGRs DAS OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL

Os cálculos dos IGRs das obras residenciais de interesse social foram realizados para as classes A, B, C e D da Res. 307/02 do CONAMA, sendo

aplicada a seguinte fórmula:

$$IGR = \frac{\sum_{i=1}^n Vol.RCC}{Área Const.} (m^3.m^{-2}); \text{ onde,}$$

IGR = Índice de Geração de Resíduo (m³.m⁻²);

Área Const. = Área Total Edificada (m²);¹⁴

Vol. RCC = Volume de RCC Gerado.

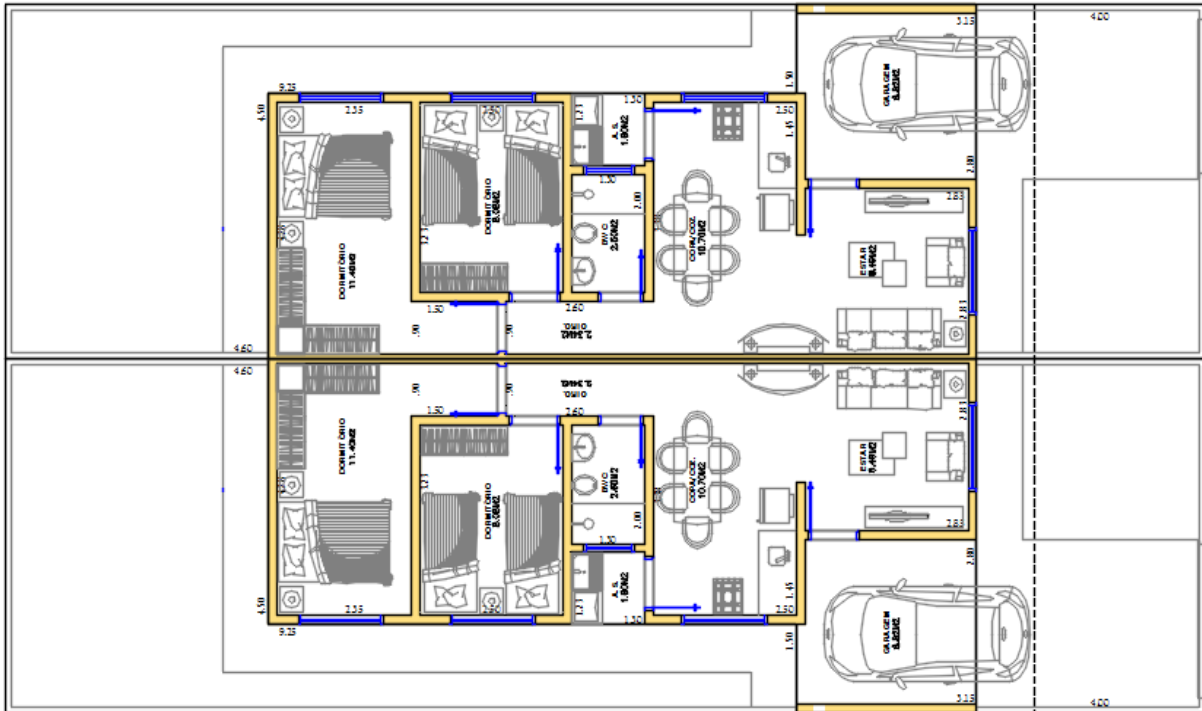
As áreas edificadas consideradas nos cálculos dos IGRs foram as áreas totais construídas, ou seja, as áreas cobertas constantes no projeto de aprovação da prefeitura, pois todas as obras elencadas possuem a mesma quantidade de calçamento externo, muros de divisas, muros e gradis frontais.

3.3.1.2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS DE RESIDÊNCIAS DE INTERESSE SOCIAL

As residências são construídas no sistema convencional, com estrutura de concreto armado, fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos, não possuindo lajes (forro de PVC). São revestidas em reboco tipo “*massa única*” interna e externamente, com revestimento em azulejos na cozinha e bwc, cobertura em estrutura de madeira e telhas cerâmicas; piso cerâmico interno e cimentado externamente, esquadrias de alumínio nas janelas e porta da cozinha, portas restantes em madeira de “*miolo mole*”. Possuem pintura em massa corrida e látex PVA internamente e “*primer*” e textura externamente. Os demais detalhes e acabamentos seguem de acordo com o projeto arquitetônico, cuja planta baixa apresenta-se na Figura 14. As três obras estão localizadas no Parque Residencial das Palmeiras, respectivamente nos lotes 05, 22 e 27 da Quadra 04 e possuem área total construída de 60,52 m² cada unidade habitacional, perfazendo 121,04 m².

Figura 14 – Planta Baixa das Residências De Interesse Social – Obra 4,5 e 6.

¹⁴ **Área Const.** = Área total a construir, composta pela área coberta, descontando-se os beirais e marquises que não ultrapassam 1,20 metros, ou seja, 121,04 m² para as Obras 4, 5 e 6.



Fonte: Próprio Autor (utilização do software *Autocad 2015*[®]).

As obras desenvolveram-se simultaneamente, no prazo de cinco meses, tendo seu início em agosto de 2014 e término em dezembro do mesmo ano.

Os insumos empregados na construção foram quantificados, entregues e aplicados separadamente, para cada obra. Não havendo reaproveitamento ou intercâmbio de materiais entre as obras.

3.3.2 OBRAS NÃO RESIDENCIAIS

Para a escolha das obras não residenciais levou-se em consideração a representatividade destas no contexto das obras executadas no município no período da pesquisa. Este apontamento foi efetuado utilizando-se um levantamento criterioso e procedendo entrevistas junto às construtoras locais, elencando as obras principalmente pelos critérios já descritos e especificados na Figura 5.

Foram escolhidos então, para completar o rol das obras estudadas, três obras de galpões industriais, caracterizadas como Obra 7, 8 e 9 respectivamente, e um edifício de escritórios comerciais, identificado como Obra 10.

3.3.2.1 OBRAS DE GALPÕES INDUSTRIAIS

Foram selecionados três galpões industriais como obras que melhor representam o volume de obras não residenciais executados no município no período em que a pesquisa se desenvolveu. Estas obras ocorreram simultaneamente sendo denominadas neste estudo de Obra 7, Obra 8 e Obra 9.

Assim como as obras residenciais, na escolha tomou-se o cuidado da verificação das condições estabelecidas na hierarquia decisória do item 3.3, especificamente na Figura 5 deste documento.

Todas os galpões seguiram o mesmo projeto, sendo que, no que diz respeito à supra estrutura e fechamento, as obras 7 e 8 foram executadas com a mesma tecnologia construtiva, e na obra 9 foi empregada uma tecnologia diferenciada. Outra característica importante é o fato destas obras serem edificadas em terrenos que apresentavam as mesmas condições topográficas e geológicas.

3.3.2.1.1 COLETA DE INFORMAÇÕES DAS OBRAS DE GALPÕES INDUSTRIAIS

Os dados de geração de RCC das obras de galpões industriais foram coletados observando os cuidados com a segregação e quantificação dos resíduos no próprio canteiro de obras. Este procedimento seguiu a mesma sequência descrita nas obras de residências de interesse social, com anotação de todos os volumes gerados em uma planilha eletrônica similar a apresentada na Figura 6.

3.3.2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS DE GALPÕES INDUSTRIAIS - OBRAS 7 E 8

Os galpões estudados foram construídos no sistema semi-industrializado, empregando-se a técnica construtiva de alvenaria estrutural de blocos de concreto. Ambas foram executadas em três meses, iniciadas em agosto de 2014 e finalizadas em outubro do mesmo ano. Elas encontram-se localizadas no Parque Industrial Buena Vista, respectivamente nos lotes 08 e 10 da Quadra 04 e possuem área total construída de 960,00 m² cada unidade. Na Figura 15 ilustram-se as obras na fase de construção e depois de finalizadas.

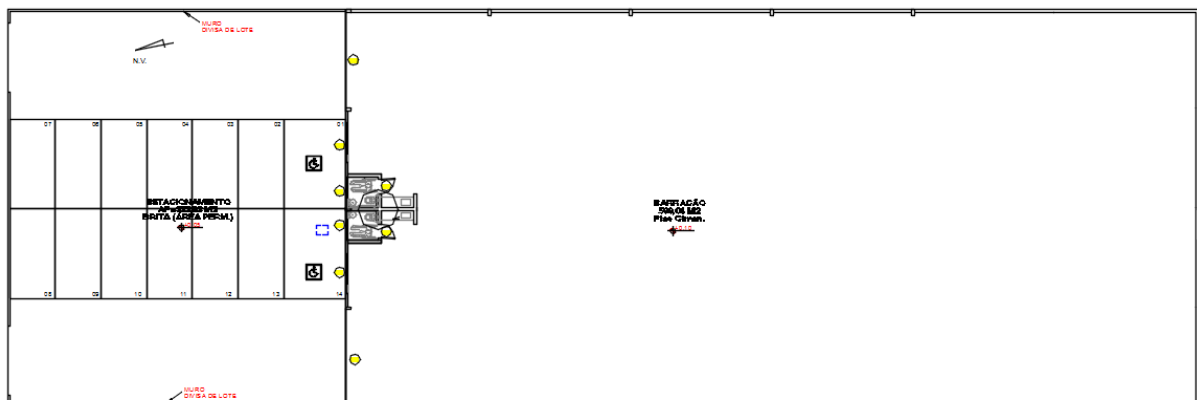
Figura 15 – Galpões Industriais Executados em Alvenaria Estrutural – Obra 7 e 8.



Fonte: Próprio Autor.

Quanto às características construtivas pode-se afirmar que a infraestrutura foi executada em estacas de concreto armado, fechamento em alvenaria de blocos de concreto, não possuindo lajes, sem forro, sem revestimento argamassado interna e externamente. Revestidas em azulejos nos bwc, cobertura em estrutura metálica e telhas metálicas isotérmicas “*tipo sanduiche*”, piso estrutural e cimentado internamente, esquadrias de aço. Possuem pintura em látex PVA internamente e “*primer*” e textura externamente. Os demais detalhes e acabamentos seguem de acordo com o projeto arquitetônico, cuja a planta baixa apresenta-se na Figura 16.

Figura 16 – Planta Baixa dos Galpões Industriais – Obra 7,8 e 9.



Fonte: Próprio Autor (utilização do software *Autocad 2015*[®]).

3.3.2.1.3 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DE GALPÃO INDUSTRIAL - OBRA 9

O galpão industrial, identificado nesta investigação como obra 9, foi construído no sistema industrializado, sendo totalmente fabricado em uma indústria de pré-moldados e somente montado no canteiro de obras. Esta obra teve a duração de 45 dias, iniciando em meados de setembro de 2014 e foi finalizada em outubro do mesmo ano. Ela está localizada no Parque Industrial Buena Vista, no lote 21 da Quadra 02 e também possui área total construída de 960,00 m². A obra estudada, na fase de instalação da supra estrutura e posteriormente acabada, pode ser observada na Figura 17.

Figura 17 – Galpão Industrial Pré-moldado – Obra 9.



Fonte: Próprio Autor.

Esta obra possui as mesmas características apresentadas nos galpões industriais das obras 7 e 8, exceto pelo fato de que toda a supra-estrutura e fechamento foram fabricados em uma indústria de pré-moldados¹⁵, e somente instalados no canteiro de obras.

¹⁵ Os resíduos gerados na indústria não foram computados neste estudo.

3.3.2.2 EDIFÍCIO COMERCIAL

Os procedimentos para coleta, análise dos dados e cálculo dos IGRs da obra de edifício comercial são idênticos aos aplicados nos edifícios residenciais e estão descritos respectivamente nos itens 3.3.1.1.1 e 3.3.1.1.2 deste documento.

3.3.2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO COMERCIAL- OBRA 10

O Edifício Comercial (Obra 10)¹⁶, ilustrado na Figura 18, foi construído no sistema convencional, com estrutura em concreto armado, fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos externamente; sendo que grande parte dos fechamentos internos foram executados com gesso cartonado, no sistema *drywall*. Esta obra é composta por dois pisos de subsolo, destinados para garagens, salas comerciais no térreo, primeiro, segundo pavimentos e uma torre de escritórios com vinte e seis andares. O padrão de acabamento é elevado comparativamente ao apresentado nas obras residenciais. Possui área total construída de 33.442,45 m², sendo 32.060,35 m² de área construída coberta e 1.382,10 m² de área construída descoberta, localizado na Rua João Wiclif, 111, Gleba Palhano, Londrina - PR.

Figura 18 – Edifício Comercial – Obra 10.



Fonte: Próprio Autor

¹⁶ A **Ficha Técnica** desta obra, com as principais informações, está anexada em forma de APÊNDICE G

3.3.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO APLICADO NAS ANÁLISES DOS DADOS E RESULTADOS

Nesta investigação utilizou-se a análise estatística descritiva, obtendo-se a média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos. Estes parâmetros estatísticos foram determinados somente para os dados da primeira etapa de pesquisa, ou seja, no levantamento dos dados oficiais referentes à destinação do RCC de obras residenciais e não residenciais, coletados no órgão ambiental municipal. Este procedimento foi efetuado com aplicação do software *BioEstat v5.3*[®], fornecendo uma visão geral do comportamento amostral e sendo útil também para validar os resultados desta etapa.

Na segunda etapa da pesquisa os IGRs foram obtidos pela relação direta entre os volumes gerados e as áreas construídas correspondentes. Sendo que cada grupo de obra estudada tem sua característica e tipologia peculiar, não se fazendo necessário estudos estatísticos comparativos ou para validação dos dados nesta etapa.

A confrontação dos IGRs obtidos na segunda etapa da pesquisa, representados pelos estudos de casos, em particular nas obras de Residências de Interesse Social e Galpões Industriais, com os IGRs obtidos na primeira etapa da pesquisa, se deram em valores absolutos.

3.3.4 CORRELAÇÃO ENTRE A FASE DA OBRA E O VOLUME DE GERAÇÃO DE RCC

Para as obras de edifícios residenciais e edifício comercial, que possuem cronograma físico definido, foram feitas as comparações dos volumes de RCC mensais gerados com algumas fases da obra e atividades executadas correspondentes. Esta comparação foi efetuada através da superposição dos gráficos de geração mensal de RCC e o cronograma físico da obra. Isto é feito na tentativa de verificar qual etapa da obra contribui em maior intensidade na geração de RCC e quais foram os principais fatores determinantes para esta geração de resíduo.

3.3.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS CUSTOS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os custos de transporte e destinação dos resíduos gerados nas obras residenciais e não residenciais foram calculados pela multiplicação dos custos unitários de transporte e destinação dos RCC (R\$.m⁻³) e os volumes de resíduos gerados (m⁻³). Este custo foi atribuído para cada classe de resíduo, de acordo com a Resolução 307/02 do CONAMA, sendo também calculado de maneira global.

- Custos Unitários de Transporte e Destinação dos RCC (R\$.m⁻³)

Os valores dos custos unitários de transporte e destinação foram obtidos em entrevistas e pesquisas com empresas terceirizadas de transporte e destinação atuantes no município. Os custos foram levantados para os principais tipos de resíduos das Classes A, B, C e D, de acordo com a Resolução 307/02 do CONAMA.

A composição dos custos unitários de transporte e destinação de cada classe de resíduo foi efetuada pela média ponderada dos custos de transporte e destinação dos principais tipos de resíduos que compõem esta classe, levando-se em conta os respectivos volumes transportados e destinados.

Os custos de transporte e destinação foram considerados nulos para os resíduos que participaram da política de logística reversa, onde este foi devolvido para o fabricante da matéria prima e também para aqueles que, mesmo com valor agregado, foram doados à cooperativas de reciclagem.

Os custos de transporte e destinação foram comparados aos custos unitários básicos de construção (CUB), calculado pela NBR 12.721/2006, respeitando-se as características de cada obra estudada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA – DADOS DOS ARQUIVOS MUNICIPAIS

Analisando os dados obtidos no levantamento efetuado nos arquivos da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Londrina, inicialmente identifica-se baixa representatividade das obras de reforma e demolição, na ordem de 0,92% e 1,87%, respectivamente. Observa-se também que na distribuição das áreas construídas, tomando-se como base a composição total da amostra, a grande maioria das áreas edificadas (98,47%) estão compreendidas entre 0 e 500 m². Com base nesta constatação, o foco desta primeira etapa de pesquisa foi direcionado para as edificações novas com área construída até 500 m², o que corresponde aos pequenos geradores, segundo o decreto 768 de 23 de setembro de 2009, instituído pelo município de Londrina.

A respeito da utilização das obras, foram identificados dois grandes grupos: as obras de construções novas residenciais e as comerciais ou não residenciais, representando 79,82% e 20,18% respectivamente. Esta constatação está de acordo com os estudos realizados por Franklin Associates (1998) e Cochran (2007), onde, além destes dois grupos, foram identificados mais quatro grupos provenientes da matriz composta pelas obras de demolição, revitalização ou reforma, residenciais e não residenciais.

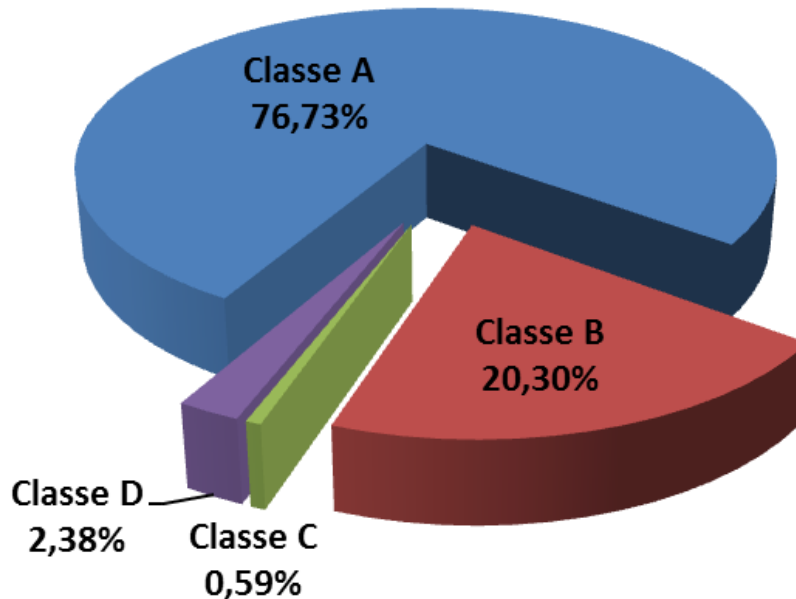
É muito provável que a maioria das obras de reformas e reabilitações sejam executadas na clandestinidade, ou não são declaradas na sua integridade, o que explica a baixa proporção deste tipo de obra na amostra coletada.

A fim de traduzir com maior fidelidade a geração de resíduos de construção deve-se ressaltar também o aspecto da sua composição. Analisando os dados obtidos constata-se que os resíduos considerados inertes, representados pela classe A e classe B da Resolução nº 307 do CONAMA, além de serem a grande maioria do volume gerado (97,03%) – como ilustra o Gráfico 10 – possuem os comprovantes de transporte e destinação¹⁷, o que tornam estes dados mais confiáveis. Já a respeito dos resíduos classe C e classe D não se pode afirmar o mesmo. Esta informação foi apurada em entrevista com técnicos da Secretaria do

¹⁷ Comprovantes: Exemplar de Certificado de Transporte e Destinação dos Resíduos, ANEXO 3

Ambiente da Prefeitura Municipal de Londrina. Os materiais inertes são responsáveis pela maior fração da composição da mistura do RCC, em torno de 45% a 85%, especialmente quando não são computados os solos (COCHRAN,2007); (LAGE,2010); (EUROSTAT,2013).

Gráfico 10 – Composição da Amostra do RCC, de acordo com a Res. 307 do CONAMA



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados SEMA/PML (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

4.1.1 COMPARATIVO DOS VOLUMES ESTIMADOS (PGRCC) X VOLUMES GERADOS (TC)

Considerando a amostra apresentada é possível constatar uma discrepância entre os volumes estimados, ou seja: aqueles coletados através das previsões de cada obra, obtidos pelo PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil¹⁸ – e os volumes efetivamente gerados, obtidos nos TC - Termos de Conferência do PGRCC¹⁹ – para fins de Habite-se. Sendo que este último demonstrou-se aproximadamente **três vezes superior** ao primeiro. Em virtude desta disparidade, os volumes efetivamente gerados, constantes nos TC - Termos de Conferência do PGRCC – foram os valores adotados para análise e atribuição do IGR em detrimento dos volumes estimados, pois estes valores são

¹⁸ Um exemplar encontra-se anexado a este documento na forma de ANEXO 1

¹⁹ Um exemplar encontra-se anexado a este documento na forma de ANEXO 2

detentores de uma maior fiabilidade pelo fato de estarem devidamente comprovados por certificados de transporte e destinação final.

4.1.2 ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS DE CONSTRUÇÃO EM GERAL

O resumo estatístico dos dados gerais coletados está detalhado na Tabela 6. Observa-se que apesar das variáveis se apresentarem com os valores mínimos e máximos bastante discrepantes, comparativamente à média, estas se demonstram representativas e paramétricas, principalmente se analisadas sob o aspecto do coeficiente de variação do conjunto.

Tabela 6 – Resumo Estatístico dos dados gerais coletados na SEMA/PML

	Área Edificada (m ²)	Volume de Resíduos (m ³)
Média	97,1454	18,8154
Desvio padrão	68,6474	18,5559
Coeficiente de Variação	0,7066	0,9862
Valor Mínimo	21,89	2,64
Valor Máximo	492,73	189
Número de Obras (n)	761	761

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3[®]*)

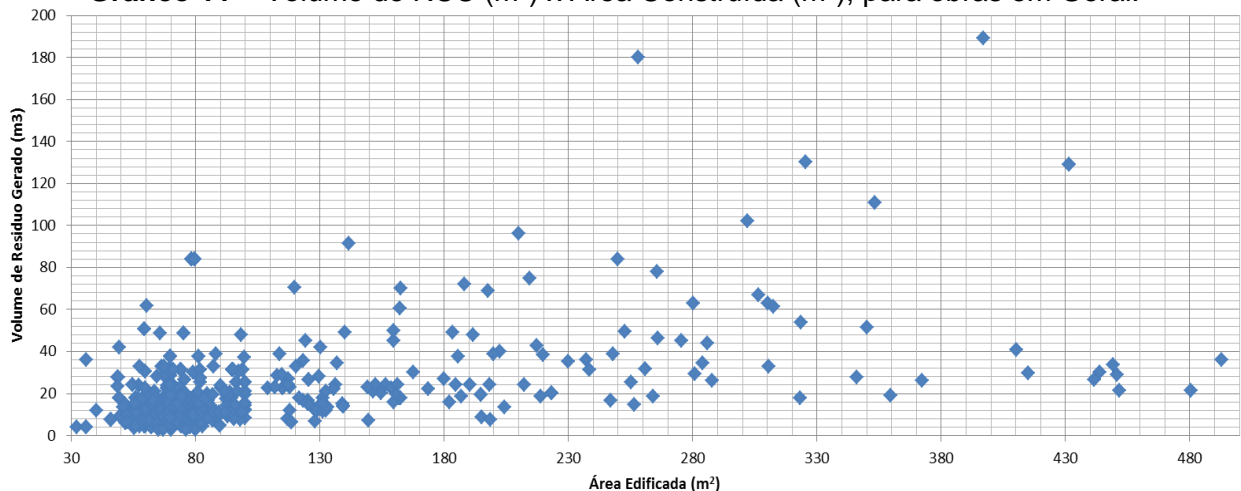
Como forma global, ou seja, sem considerar o tipo e a utilização final das obras estudadas, segundo os critérios previamente estabelecidos, pode-se interpretar o índice de geração de resíduo da construção civil, para as obras de construção em geral, pelo valor de **0,2052 m³.m⁻²**. Este valor, que está demonstrado na Tabela 7, foi obtido para um intervalo de confiança de 95%, segundo a amostra coletada e levou em consideração as quatro classes de resíduos da Resolução 307/02 do CONAMA. Também pode-se calcular os índices para cada classe de resíduo em particular, resultando nos valores de 0,157450m³.m⁻² para a classe A, 0,041656m³.m⁻² para a classe B, 0,001211m³.m⁻² para a classe C e 0,004884m³.m⁻² para a classe D.

Tabela 7 – Índices de Geração de Resíduos para Obras de Construção em Geral ($m^3.m^{-2}$)

Obras Residenciais e Não Residenciais	Intervalos de confiança de 95%			
	n	Limite Inferior	Média	Limite Superior
Área Edificada (m^2)	761	92,26	97,15	102,03
Volume de Resíduos (m^3)	761	17,49	18,82	20,14
Índice de Geração de Resíduos* ($m^3.m^{-2}$)	761	0,1942	0,2052	0,2163

*IGR para as classes A,B,C e D, de acordo com a classificação da Res. 307/02 do CONAMA
Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

Com base nos dados coletados é possível observar que para a amostra coletada os volumes gerados de RCC, comparativamente às áreas edificadas, não apresentam tendência aceitável de extraploção para estimativas futuras. Este fato é melhor visualizado no Gráfico 11, onde constata-se também que a grande maioria das áreas edificadas levantadas concentrarem-se numa faixa entre $60,00 m^2$ e $100,00 m^2$ e tem uma média de área construída representada pelo valor de $97,14m^2$.

Gráfico 11 – Volume de RCC (m^3) x Área Construída (m^2), para obras em Geral.

Fonte: Próprio Autor, com dados coletados SEMA/PML (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

4.1.3 ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS RESIDENCIAIS

Na Tabela 8 estão expressas as médias das áreas edificadas, os volumes de resíduos gerados e os índices de geração de resíduos da construção civil para obras residenciais novas edificadas no município.

Tabela 8 – Índices de Geração de Resíduos para Obras Residenciais ($m^3.m^{-2}$)

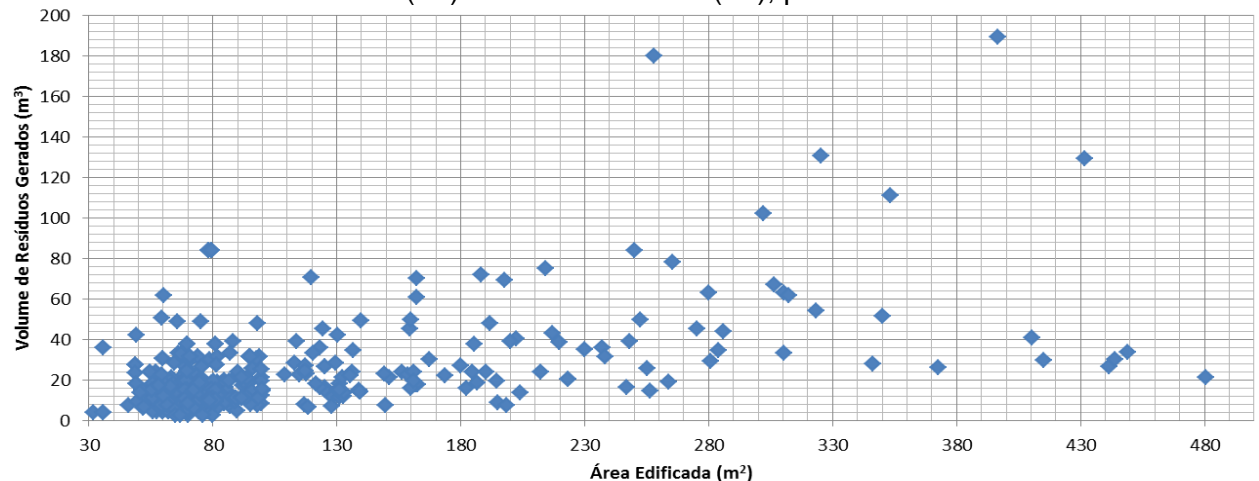
Obras Residenciais	Intervalos de confiança de 95%			
	n	Limite Inferior	Média	Limite Superior
Área Edificada (m^2)	609	94,20	96,89	99,58
Volume de Resíduos (m^3)	609	18,17	18,93	19,69
Índice de Geração de Resíduos ($m^3.m^{-2}$)*	609	0,1931	0,2054	0,2177

*IGR para as classes A,B,C e D, de acordo com a classificação da Res. 307/02 do CONAMA

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

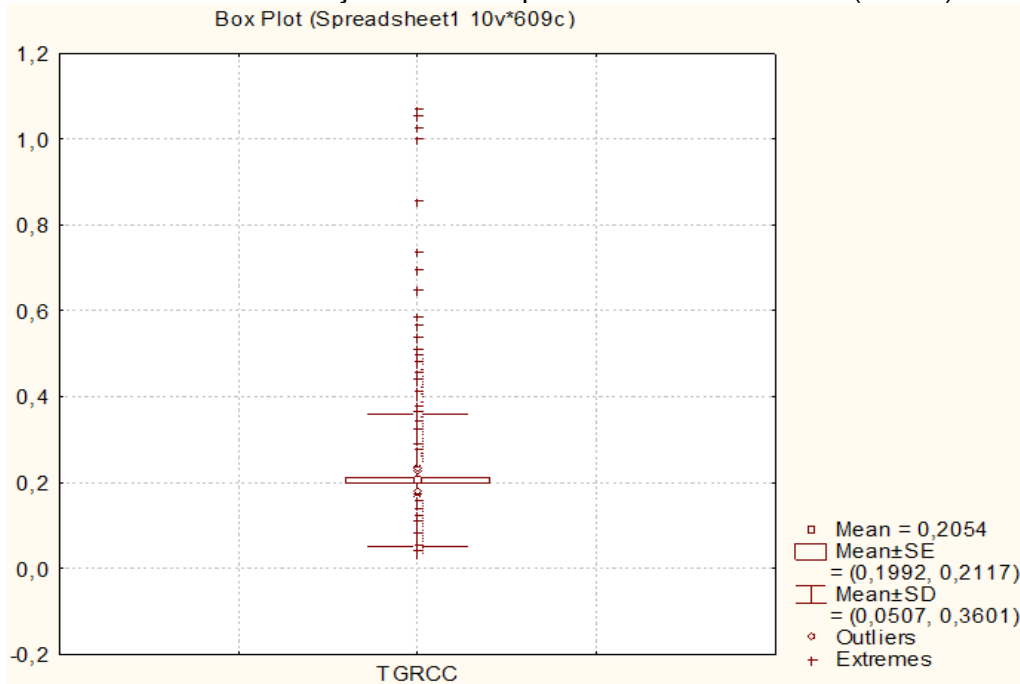
O valor do Índice de geração de resíduos para este tipo de obra, segundo os critérios estabelecidos e levando-se em conta a amostra coletada é de **0,2054** $m^3.m^{-2}$, com nível de significância de 95%.

Nesta categoria, com base nos dados coletados também é possível constatar que os volumes gerados de RCC, comparativamente às áreas edificadas, não seguem regra que possibilite extrapolação para previsão futura. As características são semelhantes as apresentadas pelas obras de maneira genérica. Este fato é observado no Gráfico 12 que relaciona os volumes gerados e as áreas construídas da respectiva categoria.

Gráfico 12 – Volume de RCC (m^3) x Área Construída (m^2), para Obras Residenciais

Fonte: Próprio Autor, com dados coletados SEMA/PML (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

No Gráfico 13, através do “box plot”, visualiza-se a distribuição de valores correspondente aos índices de geração de resíduo das obras novas residenciais, podendo salientar a alta dispersão dos valores e a conversão destes para a mediana.

Gráfico 13 – Distribuição dos IGRs para Obras Residenciais ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

4.1.4 ÍNDICE DE GERAÇÃO DE RESÍDUO PARA OBRAS NÃO RESIDENCIAIS

O valor do índice de geração de resíduos para esta categoria é de **0,2045** $\text{m}^3.\text{m}^{-2}$. Como está demonstrado na Tabela 9, onde são apresentadas as médias das áreas edificadas, dos volumes de resíduos gerados e dos índices de geração de resíduos obtidos num intervalo de confiança de 95%.

Tabela 9 – Índices de Geração de Resíduos para Obras Não Residenciais ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)

Obras Não Residencial	Intervalos de confiança de 95%			
	n	Limite Inferior	Média	Limite Superior
Área Edificada (m^2)	152	91,91	98,15	104,38
Volume de Resíduos (m^3)	152	16,91	18,33	19,74
Índice de Geração de Resíduos ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)*	152	0,1796	0,2045	0,2294

*IGR para as classes A,B,C e D, de acordo com a classificação da Res. 307/02 do CONAMA

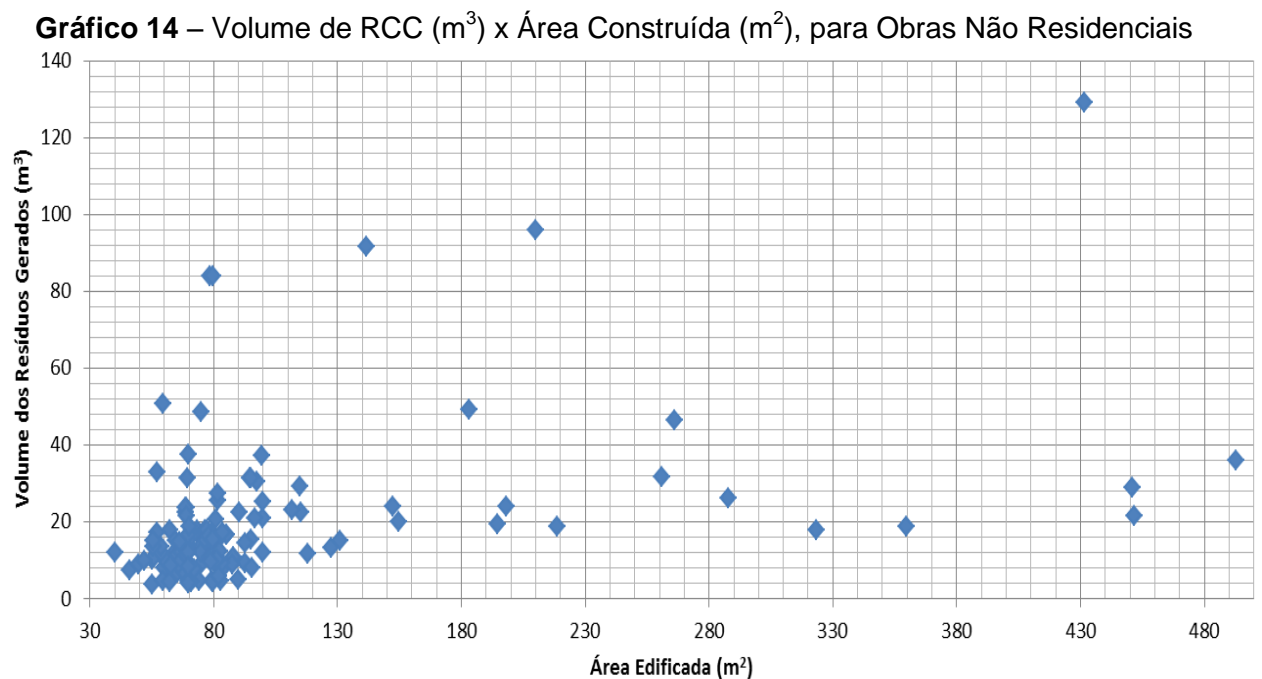
Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

Apesar da coleta de dados ter se desenvolvido de maneira imparcial e completamente aleatória, identificou-se uma quantidade bem inferior de obras para este grupo, representando $\frac{1}{4}$ de todas as obras estudadas.

Para este tipo de obra, no entanto, não se pode afirmar o mesmo que foi relatado para as obras residenciais, ou seja, a existência de uma relação linear entre os volumes de RCC gerados e as áreas edificadas.

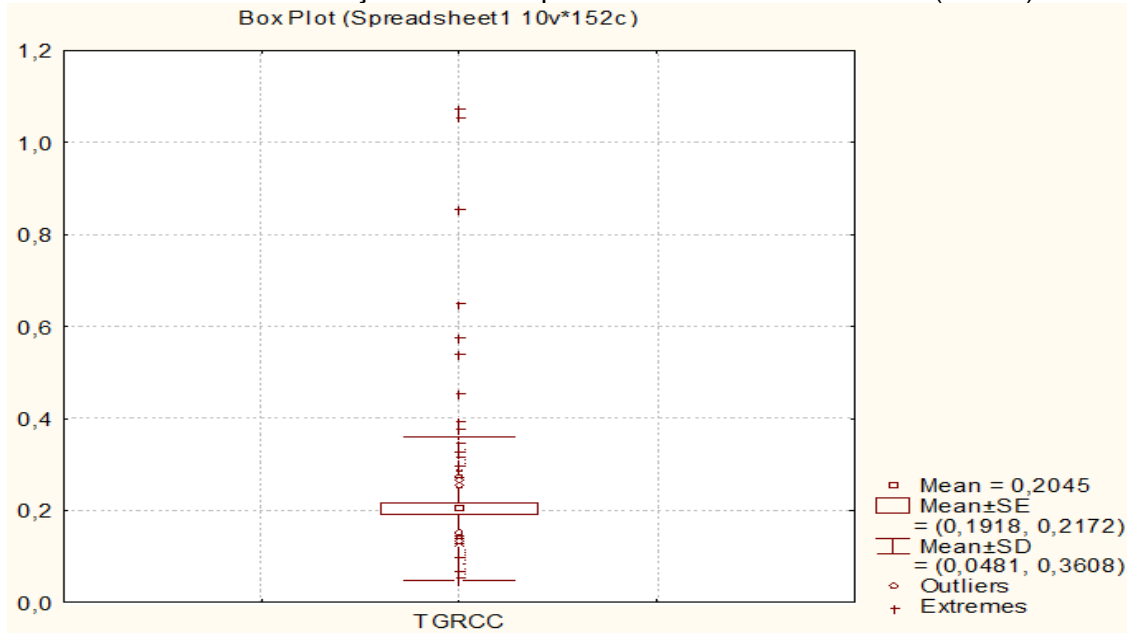
Apontar uma correlação específica entre estes valores, da forma e na quantidade como eles se apresentam, visualizado no Gráfico 14, pode-se incorrer em erros.

Analisando o resumo estatístico da Tabela 9, juntamente com Gráfico 15 (apresentado sob forma de “*box plot*”) observa-se que para as obras comerciais ou não residenciais, existe maior dispersão nos elementos, sendo possível constatar também que o número de “*Outliers*”²⁰ demonstra-se bastante elevado para uma quantidade reduzida de elementos, comparativamente à amostragem das obras residenciais.



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados SEMA/PML (Microsoft EXCEL2010®).

²⁰**Outliers** são observações que apresentam um considerável afastamento das demais da série

Gráfico 15 – Distribuição dos IGRs para Obras Não Residenciais ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

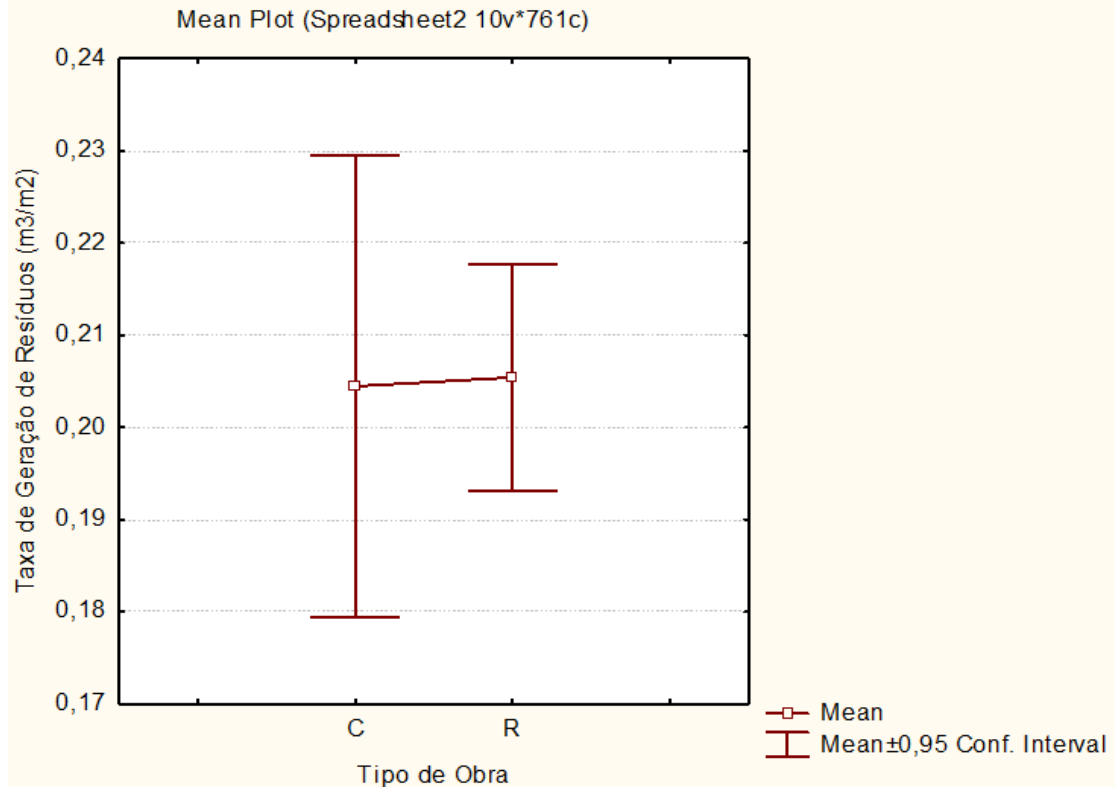
4.1.5 COMPARATIVO IGRs OBRAS RESIDENCIAIS X NÃO RESIDENCIAIS

Ao comparar as médias no Gráfico 16²¹ nota-se que elas não possuem diferença significativa entre si, segundo a amostra apresentada, apesar das obras novas residenciais possuírem uma amplitude de valores menor que as obras novas não residenciais. Esta evidência pode ser justificada pelo fato das áreas edificadas estarem bem próximas da média, ou seja, em torno de $97,14 \text{ m}^2$. A geração de resíduo de construção e demolição depende de vários fatores, dentre eles as políticas econômicas e incentivos governamentais (COCHRAN,2007); (LAGE,2010).

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), lançado pelo Governo Federal Brasileiro, no ano de 2009 e relançado em 2011 (BRASIL 2013), pode ser citado como uma evidência desta influência. Este programa governamental incentiva exatamente as edificações residenciais novas de até $100,00 \text{ m}^2$, o que reflete diretamente nos resultados desta pesquisa, principalmente nas obras novas residenciais.

²¹ Foi efetuado *teste t* de diferença entre duas médias populacionais, para dados não pareados (populações distintas)

Gráfico 16 – Comparativo dos IGRs para Obras Residenciais X Não Residenciais ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)



Fonte: Próprio Autor (Utilização software *BioEstat v5.3*[®])

4.2 RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA – ESTUDOS DE CASO

A seguir estão descritos e comentados os resultados obtidos nos estudos de casos efetuados num grupo de seis obras residenciais e quatro não residenciais.

4.2.1 OBRAS RESIDENCIAIS

Os resultados referentes aos estudos de casos das obras residenciais, representadas por três edifícios residenciais e três conjuntos de duas residências geminadas, denominados residências de interesse social, estão apresentados e discutidos a seguir.

4.2.1.1 IGRS DE OBRAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS – OBRAS 1, 2 E 3

- Obra 1 – Edifício Residencial Multifamiliar.

A evolução mensal dos volumes coletados com os respectivos cálculos dos índices de geração de resíduos estão descritos na Tabela 10. Estes resíduos estão classificados segundo a resolução 307 de 2002 do CONAMA.

Na mesma tabela constata-se as totalizações mensais individualizadas para cada classe de resíduo. Também é possível verificar o valor do IGR global atribuído para a obra, que é resultado da soma aritmética dos IGRs da classe A ($0,161\text{m}^3.\text{m}^{-2}$), classe B ($0,012\text{m}^3.\text{m}^{-2}$), classe C ($0,001\text{m}^3.\text{m}^{-2}$) e classe D ($0,003\text{m}^3.\text{m}^{-2}$), cujo o montante para esta obra é de **$0,177\text{m}^3.\text{m}^{-2}$** , segundo os critérios e métodos adotados.

Superpondo os volumes de RCC, coletados mensalmente, com o cronograma de execução da obra pode-se fazer alguns questionamentos e comentários a respeito das diferentes atividades executadas na obra e suas contribuições na geração de cada tipo de resíduo. Isto fica evidenciado na Figura 20.

Nota-se três picos de geração de resíduos de classe A no decorrer da obra, sendo que o primeiro ocorreu no mês de abril de 2012, com $0,0072\text{ m}^3.\text{m}^{-2}$; o segundo no mês de fevereiro de 2013, com $0,008719\text{ m}^3.\text{m}^{-2}$; e o terceiro nos meses de maio e junho de 2014, com $0,011330\text{ m}^3.\text{m}^{-2}$ e $0,013580\text{ m}^3.\text{m}^{-2}$ respectivamente. Analisando as atividades correspondentes a estes meses na obra observa-se a relação direta destes picos de geração com o serviços de movimentação de solo. Os solos são considerados como resíduos inertes, portanto de classificação “classe A”, segundo a resolução 307 do CONAMA. Muitos autores estão suprimindo esta parcela do cálculo do IGR ou, pelo menos, fazendo menção aos índices obtidos sem computar esta contribuição (SOLÍS-GUZMAN *et al.*, 2009).

No caso da obra estudada, se a contribuição da movimentação do solo for suprimida dos volumes de resíduos gerados de classe A, o IGR global assumirá o valor de **$0,136\text{ m}^3.\text{m}^{-2}$** .

É possível detectar a relação existente entre a atividade de execução de forro e a geração de resíduos classe C, determinado em grande parte pelos resíduos de gesso. Isto fica evidenciado na coluna referente a geração de

resíduos da classe C, da Tabela 10. Nos meses de novembro/2013, com índice de $0,0006707 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$, dezembro/2013 com $0,0003353 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$ e janeiro/2014 com $0,0003353 \text{ m}^3.\text{m}^{-2}$.

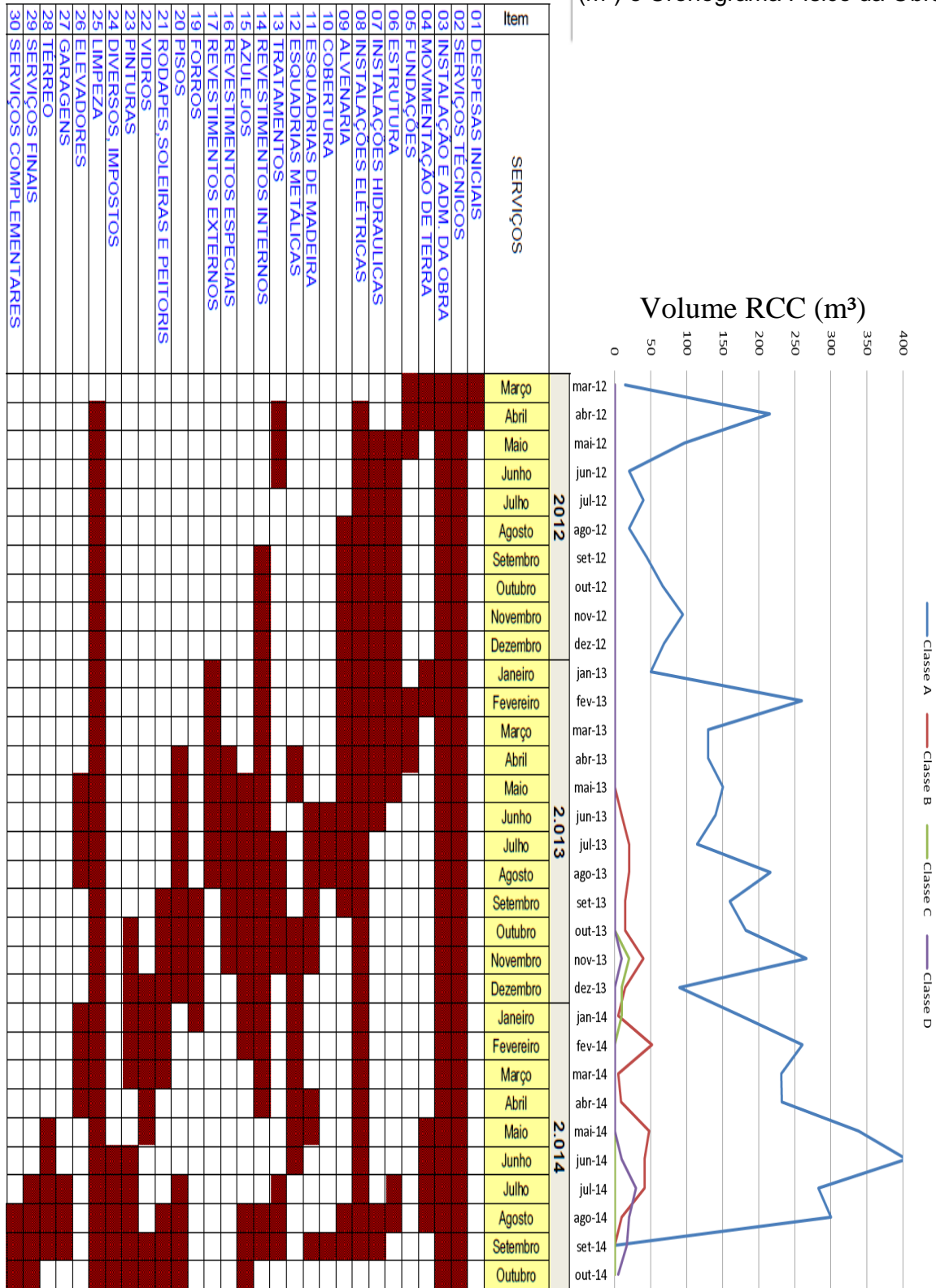
Ainda observando a superposição dos volumes de resíduos gerados com o cronograma físico da obra, na Figura 20, nota-se que a geração de resíduos da classe D têm uma correspondência direta com a atividade de pintura.

Tabela 10 – Volume de RCC (m^3) e IGR ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$), Obra 1

Mês-Ano	Volume RCC Classe A (m^3)	IGR Classe A ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe B (m^3)	IGR Classe B ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe C (m^3)	IGR Classe C ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe D (m^3)	IGR Classe D ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)	IGR Classes A,B,C e D ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}$)
mar-12	15	5,030E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,030E-04
abr-12	215	7,210E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,210E-03
mai-12	97	3,253E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,253E-03
jun-12	20	6,707E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,707E-04
jul-12	40	1,341E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,341E-03
ago-12	20	6,707E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,707E-04
set-12	45	1,509E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,509E-03
out-12	67	2,247E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,247E-03
nov-12	95	3,186E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,186E-03
dez-12	69	2,314E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,314E-03
jan-13	50	1,677E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,677E-03
fev-13	260	8,719E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	8,719E-03
mar-13	130	4,359E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,359E-03
abr-13	130	4,359E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,359E-03
mai-13	150	5,030E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,030E-03
jun-13	140	4,695E-03	10	3,353E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,030E-03
jul-13	115	3,856E-03	20	6,707E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,527E-03
ago-13	216	7,243E-03	20	6,707E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,914E-03
set-13	160	5,365E-03	15	5,030E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,868E-03
out-13	182	6,103E-03	15	5,030E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,606E-03
nov-13	266	8,920E-03	40	1,341E-03	20	6,707E-04	10	3,353E-04	1,127E-02
dez-13	90	3,018E-03	15	5,030E-04	10	3,353E-04	0	0,000E+00	3,856E-03
jan-14	175	5,868E-03	5	1,677E-04	10	3,353E-04	0	0,000E+00	6,371E-03
fev-14	261	8,752E-03	52	1,744E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,050E-02
mar-14	231	7,746E-03	5	1,677E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,914E-03
abr-14	232	7,780E-03	9	3,018E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	8,081E-03
mai-14	338	1,133E-02	48	1,610E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,294E-02
jun-14	405	1,358E-02	42	1,408E-03	0	0,000E+00	10	3,353E-04	1,532E-02
jul-14	283	9,490E-03	42	1,408E-03	0	0,000E+00	30	1,006E-03	1,190E-02
ago-14	300	1,006E-02	10	3,353E-04	0	0,000E+00	20	6,707E-04	1,107E-02
set-14	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	17	5,701E-04	5,701E-04
out-14	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5	1,677E-04	1,677E-04
Totais	4797	1,61E-01	348	1,17E-02	40	1,34E-03	92	3,09E-03	1,77E-01

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

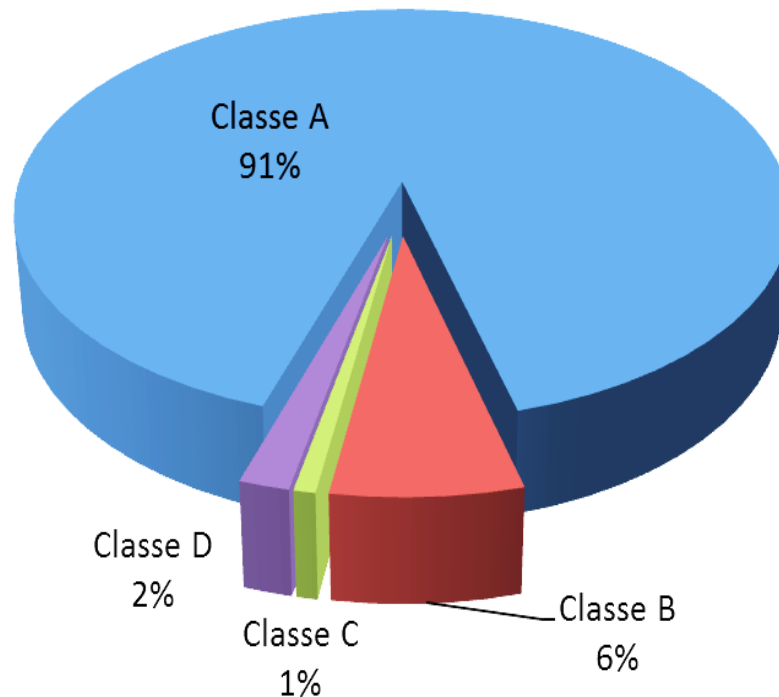
Figura 20 – Superposição do Volume de RCC. (m³) e Cronograma Físico da Obra 1.



Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Esta obra gerou 5.277,00 m³ de RCC na sua totalidade, sendo 4.797,00 m³ da classe A²², 348,00 m³ da classe B, 40,00 m³ da classe C e 92,00 m³ da classe D. Observando os volumes gerados distintamente e analisando o Gráfico 17, nota-se que o volume gerado pelas classes A e B (97% de todo RCC gerado pela obra) são bem superiores aos das classes C e D, como ocorrido na primeira etapa desta investigação.

Gráfico 17 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 1, Res. 307/02 do CONAMA



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados na Obra 1 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

- Obra 2 – Edifício Residencial Multifamiliar.

Os volumes coletados e os índices de geração de resíduos mensais referentes à obra 2 estão expressos na Tabela 11 para cada classe de resíduo.

Também é possível verificar o valor do IGR global da obra, que é de **0,161m³.m⁻²**, resultado do somatório dos IGRs das classes A, B, C e D. Este valor é obtido levando-se em conta a parcela de movimentação de solo e terraplenagem que foi exportada do canteiro de obras.

²² Neste volume de resíduo de classe A está computado a **movimentação de solos** e terraplenagem.

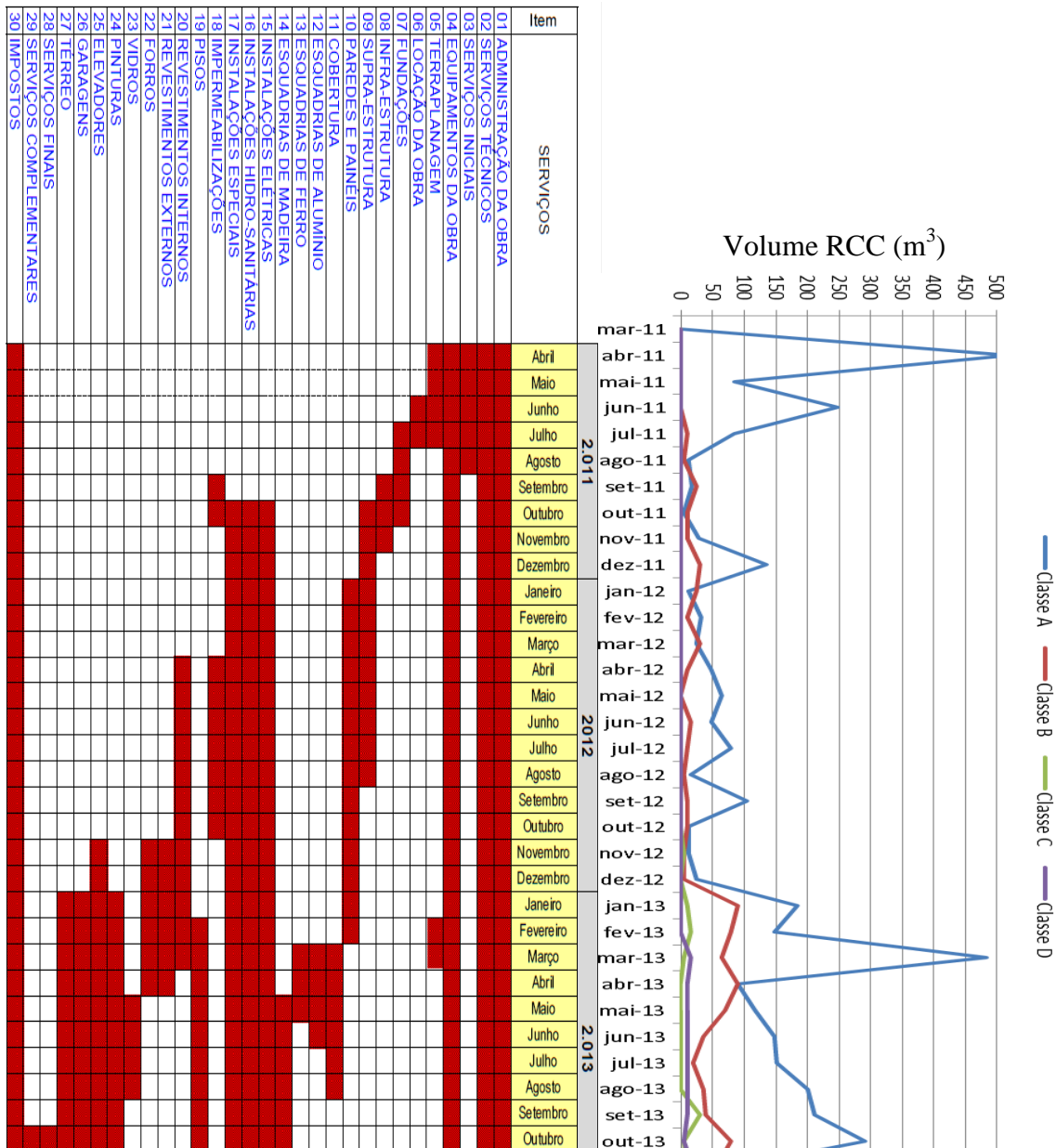
Tabela 11 – Volume de RCC (m³) e IGR (m³.m⁻²), Obra 2

Mês-Ano	Volume RCC Classe A (m ³)	IGR Classe A (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe B (m ³)	IGR Classe B (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe C (m ³)	IGR Classe C (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe D (m ³)	IGR Classe D (m ³ .m ⁻²)	IGR Classe A,B,C e D (m ³ .m ⁻²)
mar-11	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
abr-11	520	1,835E-02	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,835E-02
mai-11	84	2,965E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,965E-03
jun-11	248	8,753E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	8,753E-03
jul-11	84	2,965E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,318E-03
ago-11	12	4,235E-04	5	1,765E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,000E-04
set-11	17	6,000E-04	25	8,823E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,482E-03
out-11	5	1,765E-04	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,294E-04
nov-11	29	1,023E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,376E-03
dez-11	136	4,800E-03	30	1,059E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,859E-03
jan-12	12	4,235E-04	25	8,823E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,306E-03
fev-12	32	1,129E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,482E-03
mar-12	24	8,470E-04	30	1,059E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,906E-03
abr-12	48	1,694E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,047E-03
mai-12	64	2,259E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,259E-03
jun-12	48	1,694E-03	15	5,294E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,223E-03
jul-12	80	2,823E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,176E-03
ago-12	16	5,647E-04	5	1,765E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,411E-04
set-12	104	3,670E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,023E-03
out-12	12	4,235E-04	10	3,529E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,764E-04
nov-12	12	4,235E-04	5	1,765E-04	5	1,765E-04	0	0,000E+00	7,764E-04
dez-12	24	8,470E-04	5	1,765E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,023E-03
jan-13	184	6,494E-03	90	3,176E-03	10	3,529E-04	0	0,000E+00	1,002E-02
fev-13	149	5,259E-03	80	2,823E-03	15	5,294E-04	0	0,000E+00	8,611E-03
mar-13	484	1,708E-02	65	2,294E-03	5	1,765E-04	15	5,294E-04	2,008E-02
abr-13	90	3,176E-03	90	3,176E-03	0	0,000E+00	10	3,529E-04	6,706E-03
mai-13	117	4,129E-03	70	2,470E-03	0	0,000E+00	10	3,529E-04	6,953E-03
jun-13	149	5,259E-03	35	1,235E-03	0	0,000E+00	10	3,529E-04	6,847E-03
jul-13	152	5,364E-03	20	7,059E-04	0	0,000E+00	10	3,529E-04	6,423E-03
ago-13	200	7,059E-03	35	1,235E-03	0	0,000E+00	10	3,529E-04	8,647E-03
set-13	211	7,447E-03	40	1,412E-03	30	1,059E-03	10	3,529E-04	1,027E-02
out-13	292	1,031E-02	80	2,823E-03	5	1,765E-04	5	1,765E-04	1,348E-02
nov-13	75	2,647E-03	55	1,941E-03	10	3,529E-04	20	7,059E-04	5,647E-03
dez-13	196	6,917E-03	70	2,470E-03	10	3,529E-04	16	5,647E-04	1,031E-02
Totais	3390	1,20E-01	955	3,37E-02	90	3,18E-03	116	4,09E-03	1,61E-01

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

Fazendo as mesmas considerações da obra 1, sobre os serviços de terraplenagem, suprimindo-se a contribuição desta parcela dos volume gerados dos meses de abril de 2011 (0,01835 m³.m⁻²) e março de 2013 (0,01708 m³.m⁻²), resulta no IGR global de **0,126**m³.m⁻², sem a contribuição da movimentação de solos.

Figura 21 – Superposição do Volume de RCC (m³) e Cronograma Físico da Obra 2.

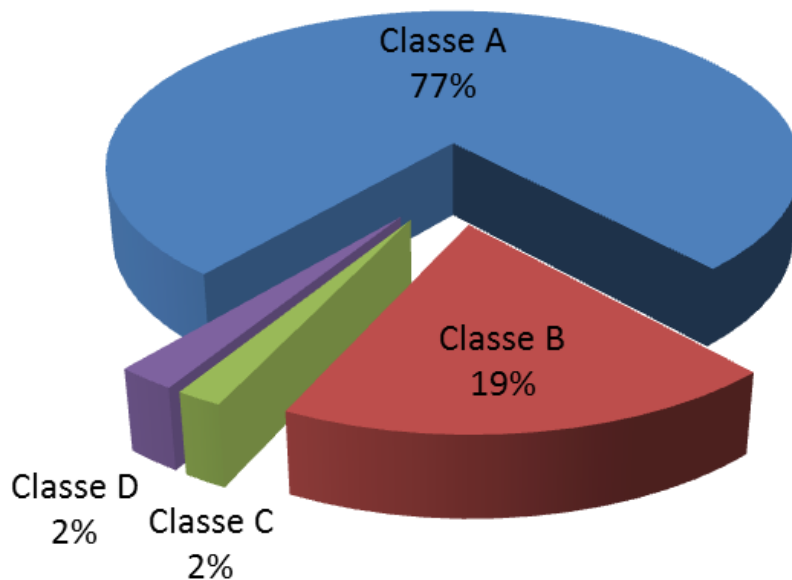


Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Observando o Gráfico 18, analogamente à Obra 1, nota-se que o volume gerado pelas classes A e B (96% de todo RCC gerado) são bem superiores aos das classes C e D, como ocorrido na primeira etapa desta investigação. Para o cálculo do IGR global da obra serão computados os volumes das quatro classes quantificadas, sendo que neste caso em específico a classe A, representada pelos resíduos inertes do tipo: concreto, materiais cerâmicos, argamassas e também **incluindo os solos**, participam com 77% do volume total de RCC gerado que perfaz um montante de 5.071,00 m³.

É possível ainda, analisando a Figura 21, observar algumas correspondências, além do que já foi ressaltado na Obra 1. Neste caso específico, pode-se enfatizar a geração de resíduos da classe B, que teve início no mês de julho/2011, com volume de 10 m³ e manteve esta média até o mês de dezembro de 2012. No mesmo período desenvolveram-se as atividades de instalações e impermeabilizações, caracterizadas por gerar embalagens, resíduos de tubulações e outros recicláveis. Ainda nesta classe de resíduos, observa-se uma alteração nos meses subsequentes, de janeiro a outubro de 2013, elevando esta média para 60 m³ por mês, provavelmente pelo acúmulo de atividades como: revestimentos, esquadrias, pisos, vidros entre outras geradoras de resíduos de mesma classe.

Gráfico 18 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 2, Res. 307 do CONAMA



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados na Obra 2 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

- Obra 3 – Edifício Residencial Multifamiliar.

Os volumes coletados da obra 3, mostrados na Tabela 12, estão acompanhados dos respectivos índices de geração de resíduos mensais para cada classe de resíduo.

Pode-se visualizar também o valor do IGR global da Obra 3 (classes A,B,C e D), que é de **0,215 m³.m⁻²**. Este valor foi obtido com o acréscimo da parcela

de movimentação de solo e terraplenagem, se suprimido esta contribuição, devido à movimentação de solo efetuado no mês de março de 2012, com um IGR de $0,05549 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$, o IGR global assume então o valor de **$0,160 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$** .

Tabela 12 – Volume de RCC (m^3) e IGR ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$), Obra 3

Mês-Ano	Volume RCC Classe A (m^3)	IGR Classe A ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe B (m^3)	IGR Classe B ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe C (m^3)	IGR Classe C ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)	Volume RCC Classe D (m^3)	IGR Classe D ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)	IGR Classe A,B,C e D ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$)
jan-12	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
fev-12	248	1,433E-02	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,433E-02
mar-12	960	5,549E-02	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,549E-02
abr-12	162	9,364E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,364E-03
mai-12	227	1,312E-02	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,312E-02
jun-12	35	2,023E-03	7	4,046E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,428E-03
jul-12	35	2,023E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,023E-03
ago-12	7	4,046E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,046E-04
set-12	17	9,826E-04	3	1,734E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,156E-03
out-12	115	6,647E-03	14	8,092E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	7,456E-03
nov-12	59	3,410E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,410E-03
dez-12	41	2,370E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,370E-03
jan-13	35	2,023E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,023E-03
fev-13	17	9,826E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,826E-04
mar-13	41	2,370E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,370E-03
abr-13	35	2,023E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,023E-03
mai-13	44	2,543E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,543E-03
jun-13	217	1,254E-02	3	1,734E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,272E-02
jul-13	226	1,306E-02	0	0,000E+00	3	1,734E-04	0	0,000E+00	1,324E-02
ago-13	41	2,370E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,370E-03
set-13	62	3,584E-03	3	1,734E-04	31	1,792E-03	0	0,000E+00	5,549E-03
out-13	137	7,919E-03	0	0,000E+00	17	9,826E-04	0	0,000E+00	8,901E-03
nov-13	82	4,740E-03	18	1,040E-03	26	1,503E-03	0	0,000E+00	7,283E-03
dez-13	66	3,815E-03	50	2,890E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,705E-03
jan-14	76	4,393E-03	8	4,624E-04	8	4,624E-04	0	0,000E+00	5,318E-03
fev-14	36	2,081E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,081E-03
mar-14	151	8,728E-03	3	1,734E-04	10	5,780E-04	33	1,907E-03	1,139E-02
abr-14	39	2,254E-03	65	3,757E-03	8	4,624E-04	59	3,410E-03	9,884E-03
mai-14	29	1,676E-03	44	2,543E-03	8	4,624E-04	67	3,873E-03	8,554E-03
Totais	3240	1,87E-01	218	1,26E-02	111	6,42E-03	159	9,19E-03	2,15E-01

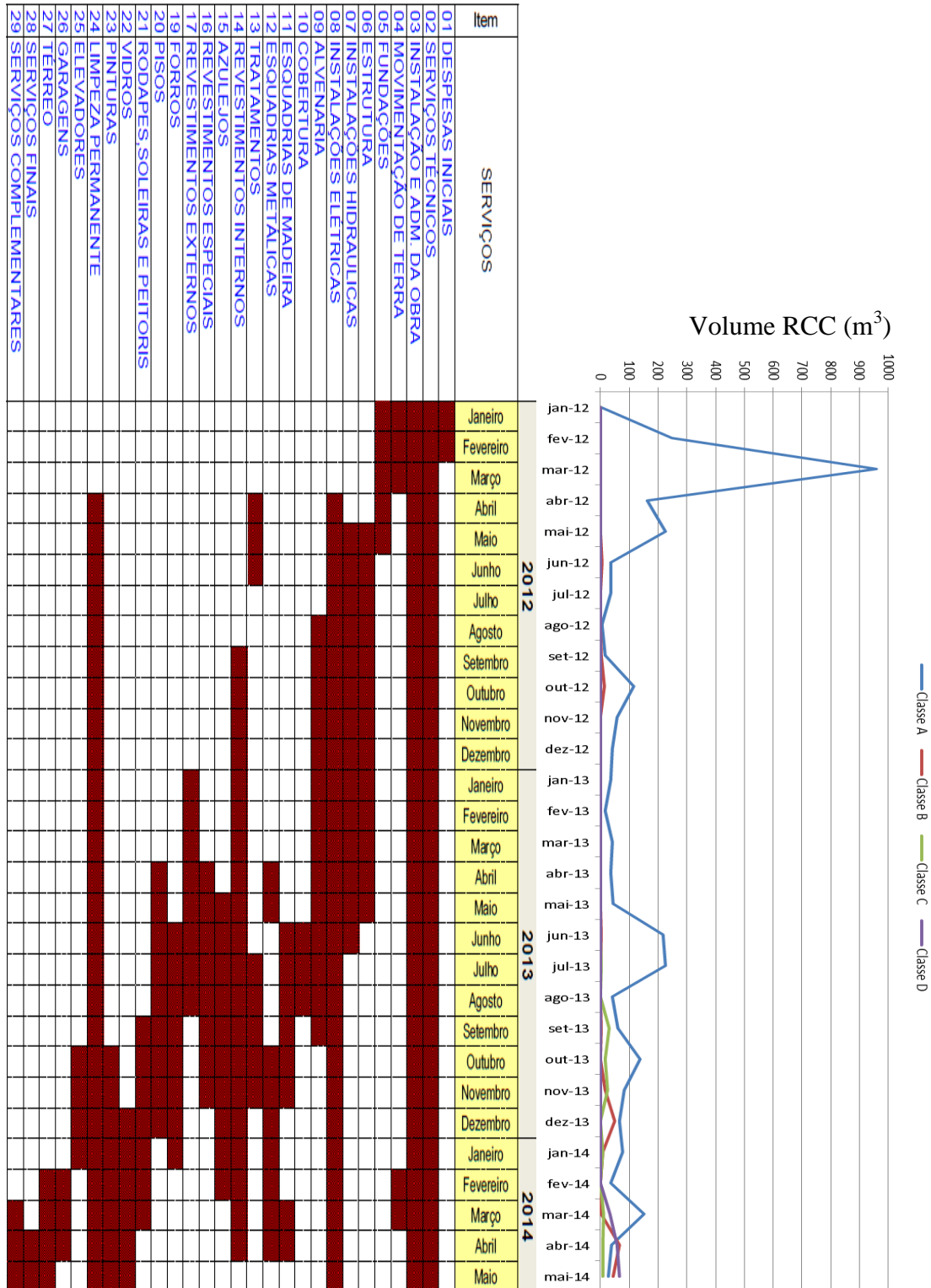
Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

A seguir, na Figura 22, tem-se a mesma superposição de gráficos efetuada para as obras anteriores, onde constata-se os volumes gerados de RCC em contraste com as diferentes atividades relatadas no cronograma físico da obra.

É possível verificar que no mês de maio de 2012 ocorre o mesmo fenômeno de pico no volume de RCC coletado, este fato é um forte indício da

ligação com os serviços de terraplenagem e movimentação de solo, ocorrido no mesmo mês e nos meses antecedentes.

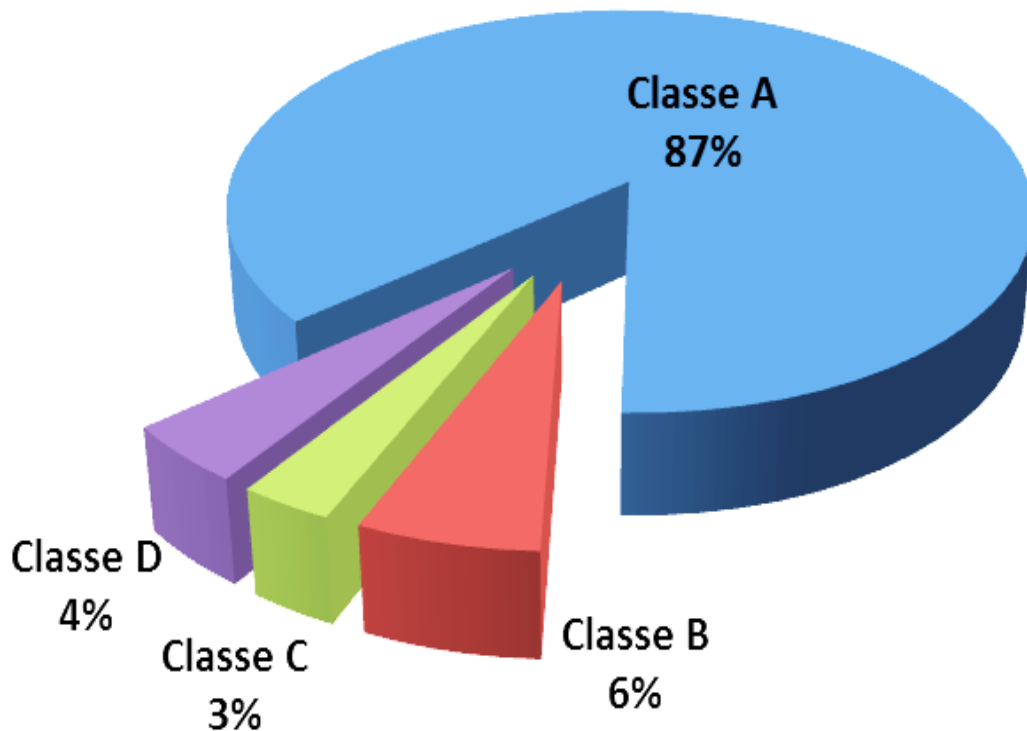
Figura 22 – Superposição do Volume de RCC (m³) e Cronograma Físico da Obra 3.



Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Como demonstrado no Gráfico 19, os volumes coletados de resíduos classes A²³ e B também demonstram-se representativamente superiores aos da Classe C e D, representando 93% do total de 3.728,00 m³ de RCC gerado no decurso da obra. A classe A, representada pelos resíduos inertes do tipo: concreto, materiais cerâmicos, argamassas e também incluindo os solos, participam com 87% deste volume. Observando a Figura 22 é possível visualizar uma distribuição mais uniforme deste resíduo durante o transcorrer da obra, excetuando o mês de março de 2012, pelas razões já descritas e os meses de junho e julho de 2013, cuja geração acumulou 600 m³ de resíduos classe A. Este volume pode ser explicado devido ao término das atividades de estrutura e fechamento com o início das atividades de acabamento, um período que naturalmente se intensificam as atividades de limpeza na obra.

Gráfico 19 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 3, Res. 307 do CONAMA



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados na Obra 3 (*Microsoft EXCEL2010*[®]).

²³ Neste volume de resíduo de classe A está computado a **movimentação de solos** e terraplenagem.

4.2.1.2 IGRS DE OBRAS DE RESIDENCIAS DE INTERESSE SOCIAL – OBRAS 4, 5 E 6

- Massa Unitária dos Resíduos Classe A.

O cálculo das massas unitárias dos RCCs de classe A das obras de residências de interesse social está apresentado na Tabela 13. Este valor foi obtido para aferição dos volumes coletados, como detalhado na metodologia.

Tabela 13 – Valor da Massa Unitária (Kg.m^{-3}), Obra 4, 5 e 6

Amostra	Peso Bruto (kg)	Peso Líquido (kg)	Volume do Recipiente (m^3)	Massas Unitárias (Kg.m^{-3})	Massa Unitária Média (Kg.m^{-3})	Estatística Descritiva dos Resultados 95%		
OBRA 04	1	52,50	37,16	4,05E-02	9,175E+02	1,145E+03	Média	1144,6914
	2	75,50	60,16	4,05E-02	1,485E+03		Erro padrão	110,4424
	3	64,80	49,46	4,05E-02	1,221E+03		Mediana	1211,3580
	4	64,40	49,06	4,05E-02	1,211E+03		Desvio padrão	246,9568
	5	51,30	35,96	4,05E-02	8,879E+02		Variância da amostra	60987,6543
OBRA 05	6	66,20	50,86	4,05E-02	1,256E+03	1,192E+03	Mínimo	887,9012
	7	61,90	46,56	4,05E-02	1,150E+03		Máximo	1485,4321
	8	57,30	41,96	4,05E-02	1,036E+03		Média	1192,09877
	9	61,50	46,16	4,05E-02	1,140E+03		Erro padrão	58,3019381
	10	71,20	55,86	4,05E-02	1,379E+03		Mediana	1149,62963
OBRA 06	11	68,20	52,86	4,05E-02	1,305E+03	1,279E+03	Desvio padrão	130,367097
	12	59,45	44,11	4,05E-02	1,089E+03		Variância da amostra	16995,5799
	13	60,80	45,46	4,05E-02	1,122E+03		Mínimo	1036,04938
	14	69,50	54,16	4,05E-02	1,337E+03		Máximo	1379,25926
	15	77,80	62,46	4,05E-02	1,542E+03		Média	1279,25926
						Erro padrão	81,8286655	
						Mediana	1305,18519	
						Desvio padrão	182,974459	
						Variância da amostra	33479,6525	
						Mínimo	1089,1358	
						Máximo	1542,22222	

Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Portanto, segundo os dados amostrais, os valores das médias obtidas, representam as massas unitárias de cada obra, num intervalo de confiança de 95%.

- Conferência dos volumes de RCC (classe A) coletados.

Para checagem dos volumes de resíduos classe A, coletados nas obras de residências de interesse social, utilizou-se das massas unitárias obtidas para cada obra, efetuando a pesagem dos caminhões caçambas antes e após as

descargas dos resíduos, na CTR – Central de Tratamento de Resíduos²⁴.

Na Tabela 14 está demonstrado o cálculo e o ajuste destes volumes, através do resultado da pesagem inicialmente do Caminhão+Caçamba+Entulho, resultando no peso total bruto (PTB). E depois somente do Caminhão+Caçamba, que dá o peso da tara. Portanto, subtraindo-se a tara do peso total bruto (PTB) obtém-se o peso líquido do resíduo, que dividido pela massa unitária da respectiva obra resulta no volume exato do resíduo.

Tabela 14 – Ajuste dos Volumes de RCC (m³), pela Massa Unitária (Kg.m⁻³) - Obras 4,5 e 6.

	Data da Coleta e Pesagem	Volume da Caçamba (m ³)	PTB Peso Total Bruto (kg)	Peso da TARA (kg)	Peso Líquido do Resíduo (kg)	Massa Unitária (Kg.m ⁻³)	Volume Ajustado de Resíduo (m ³)	Volume Total de Resíduo Coletado (m ³)
OBRA 04	19/09/2014	5,00	10250,16	4893,00	5357,16	1144,69	4,68	14,35
	22/10/2014	5,00	10307,98	5237,00	5070,98	1144,69	4,43	
	25/11/2014	5,00	9124,93	4798,00	4326,93	1144,69	3,78	
	18/12/2014	5,00	6857,25	5186,00	1671,25	1144,69	1,46	
OBRA 05	19/09/2014	5,00	10836,73	4912,00	5924,73	1192,10	4,97	16,40
	22/10/2014	5,00	9694,29	5212,00	4482,29	1192,10	3,76	
	25/11/2014	5,00	10351,26	4808,00	5543,26	1192,10	4,65	
	18/12/2014	5,00	8798,14	5198,00	3600,14	1192,10	3,02	
OBRA 06	19/09/2014	5,00	10429,40	4903,00	5526,40	1279,26	4,32	15,35
	22/10/2014	5,00	9722,01	4912,00	4810,01	1279,26	3,76	
	25/11/2014	5,00	11016,20	4799,00	6217,20	1279,26	4,86	
	18/12/2014	5,00	8319,01	5236,00	3083,01	1279,26	2,41	

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

- Cálculo dos IGRs para as Obras 4, 5 e 6.

Os volumes coletados com os respectivos cálculos dos índices de geração de resíduos, seguindo a classificação indicada pela resolução 307 de 2002 do CONAMA, está explícito na Tabela 15; sendo que é possível verificar o valor do IGR global atribuído para a obra, em particular, que é resultado da soma aritmética dos IGRs das classes A e B. Ainda na mesma tabela é possível notar a discrepância entre os valores dos volumes coletados das diferentes classes de resíduo, segundo a resolução 307 do CONAMA. As classes A e B representam, em média, 96,66% de

²⁴ Encontra-se um exemplar da **ficha de controle de pesagem** utilizada, na forma de APÊNDICE C

todo resíduo coletado nas três obras, sendo que a participação do resíduo classe A é ainda mais expressiva (86,07%), isto justifica a adoção de somente estas duas primeiras classes no cálculo dos IGRs das obras de residências de interesse social, similantemente ao ocorrido com as obras de edifícios residenciais.

O resíduo de classe D, representado aqui pelos restos de materiais de pintura, materiais de impermeabilização e embalagens contaminadas, participaram de uma política de logística reversa, sendo devolvidos na sua integralidade ao fabricante.

Tabela 15 – Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$), Obras 4,5 e 6

Obra	Volume	IGR	Volume	IGR	Volume	IGR	Volume	IGR	IGR
	RCC Classe A (m^3)	Classe A ($m^3.m^{-2}$)	RCC Classe B (m^3)	Classe B ($m^3.m^{-2}$)	RCC Classe C (m^3)	Classe C ($m^3.m^{-2}$)	RCC Classe D (m^3)	Classe D ($m^3.m^{-2}$)	Classe A,B,C e D ($m^3.m^{-2}$)
Obra 04	14,35	1,186E-01	2,09	1,727E-02	0,00	0,00E+00	0,57	4,709E-03	1,405E-01
Obra 05	16,40	1,355E-01	1,69	1,396E-02	0,00	0,00E+00	0,54	4,461E-03	1,539E-01
Obra 06	15,35	1,268E-01	1,89	1,561E-02	0,00	0,00E+00	0,68	5,618E-03	1,481E-01

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

Os valores dos IGRs são de **0,1405** $m^3.m^{-2}$, **0,1539** $m^3.m^{-2}$ e **0,1481** $m^3.m^{-2}$, para as obras 4, 5 e 6 respectivamente.

4.2.2 OBRAS NÃO RESIDENCIAIS

Os resultados referentes aos estudos de casos das obras não residenciais, representadas por três galpões industriais e um edifício comercial de escritórios, estão apresentados e discutidos a seguir.

4.2.2.1 IGR DE OBRAS DE GALPÕES INDUSTRIAIS– OBRAS 7, 8 E 9

A Tabela 16 mostra os volumes coletados com os respectivos cálculos dos índices de geração de resíduos dos galpões industriais, estes valores seguem a classificação indicada pela resolução 307 de 2002 do CONAMA.

Tabela 16 – Volume de RCC (m^3) e IGR ($m^3.m^{-2}$), Obras 7,8 e 9

Obra	Volume RCC Classe A (m^3)	IGR Classe A ($m^3.m^{-2}$)	Volume RCC Classe B (m^3)	IGR Classe B ($m^3.m^{-2}$)	Volume RCC Classe C (m^3)	IGR Classe C ($m^3.m^{-2}$)	Volume RCC Classe D (m^3)	IGR Classe D ($m^3.m^{-2}$)	IGR Classe A,B,C e D ($m^3.m^{-2}$)
Obra 07	20,00	2,083E-02	3,00	3,125E-03	0,00	0,00E+00	0,00	0,000E+00	2,396E-02
Obra 08	15,00	1,563E-02	4,00	4,167E-03	0,00	0,00E+00	0,00	0,000E+00	1,979E-02
Obra 09	0,50	5,208E-04	0,25	2,604E-04	0,00	0,00E+00	0,00	0,000E+00	7,813E-04

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

Os valores dos IGRs são de **0,02396** $m^3.m^{-2}$, **0,01979** $m^3.m^{-2}$ e **0,00078** $m^3.m^{-2}$, para as obras 7, 8 e 9 respectivamente.

No Gráfico 20 tem-se os volumes totais de resíduos coletados durante a execução das obras 7 e 8 e estão expressos em metros cúbicos. Como nas outras obras aqui estudadas, é possível observar uma diferença significativa entre os valores dos volumes de resíduos coletados nas classes A e B, comparativamente as classes C e D; estes valores representam em média 98,06% de todo resíduo coletado. Portanto, pelos mesmos motivos enfatizados anteriormente, os cálculos dos IGRs para as obras 7 e 8 serão feitos levando-se em conta somente os volumes da classe A e B.

Gráfico 20 – Volume gerado de RCC (m^3) - Obra 7 e 8 - Res. 307 do CONAMA

Fonte: Próprio Autor, com dados coletados nas Obras 4, 5 e 6 (*Microsoft EXCEL2010*®).

4.2.2.2 IGR DE OBRAS DE EDIFÍCIO COMERCIAL– OBRA 10

Os volumes coletados e os índices de geração de resíduos mensais referentes à obra 10 estão expressos na Tabela 17, sendo que estes valores estão individualizados para cada classe de resíduo.

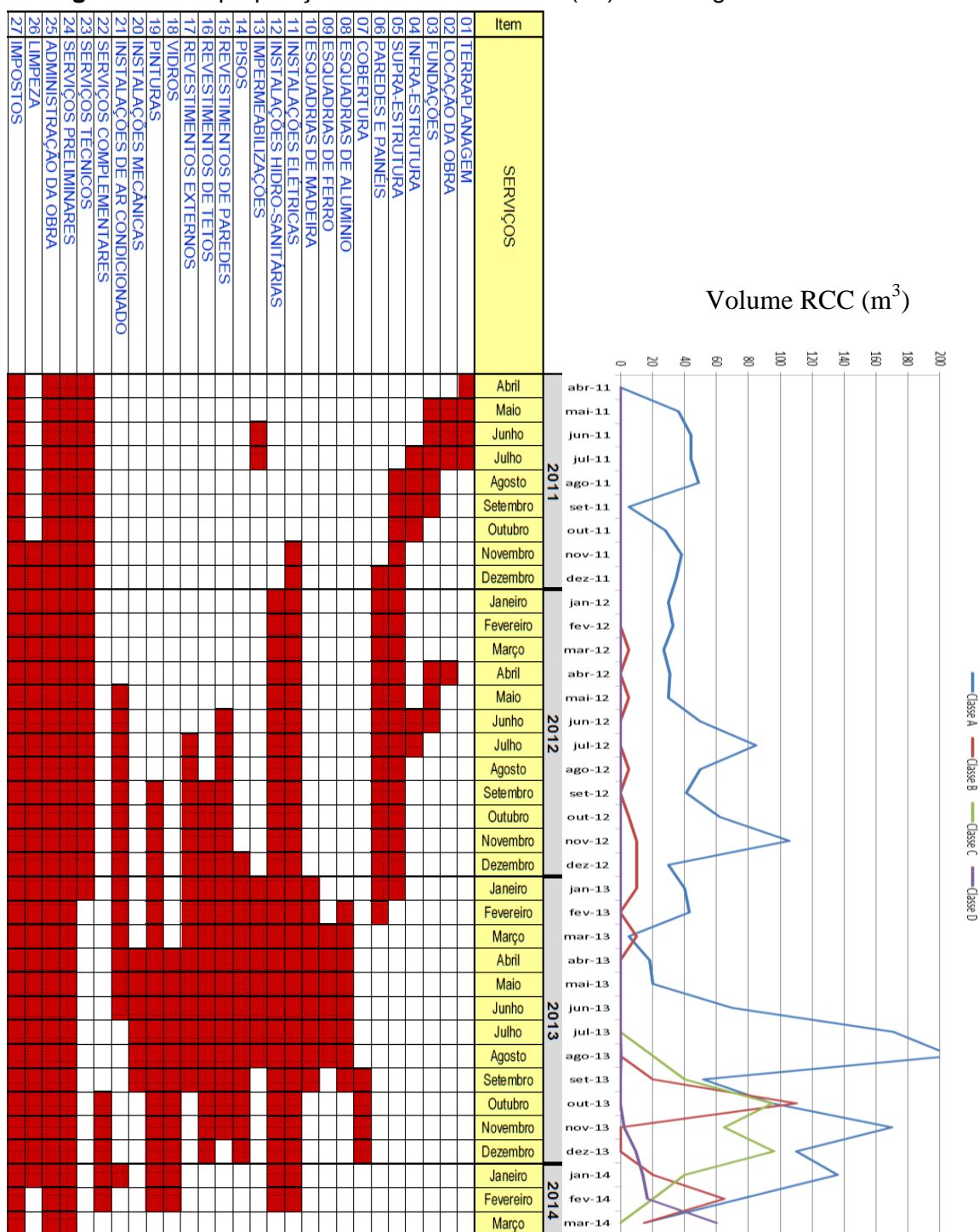
Tabela 17 – Volume de RCC (m³) e IGR (m³.m⁻²), Obra 10.

Mês-Ano	Volume RCC Classe A (m ³)	IGR Classe A (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe B (m ³)	IGR Classe B (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe C (m ³)	IGR Classe C (m ³ .m ⁻²)	Volume RCC Classe D (m ³)	IGR Classe D (m ³ .m ⁻²)	IGR Classe A,B,C e D (m ³ .m ⁻²)
abr-11	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
mai-11	36	1,087E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,087E-03
jun-11	44	1,329E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,329E-03
jul-11	44	1,329E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,329E-03
ago-11	49	1,480E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,480E-03
set-11	5	1,510E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,510E-04
out-11	28	8,456E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	8,456E-04
nov-11	38	1,148E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,148E-03
dez-11	35	1,057E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,057E-03
jan-12	30	9,061E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,061E-04
fev-12	33	9,967E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,967E-04
mar-12	27	8,154E-04	5	1,510E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,665E-04
abr-12	31	9,363E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	9,363E-04
mai-12	30	9,061E-04	5	1,510E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,057E-03
jun-12	50	1,510E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,510E-03
jul-12	85	2,567E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,567E-03
ago-12	50	1,510E-03	5	1,510E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,661E-03
set-12	41	1,238E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,238E-03
out-12	62	1,873E-03	5	1,510E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,024E-03
nov-12	106	3,201E-03	10	3,020E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	3,503E-03
dez-12	30	9,061E-04	10	3,020E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,208E-03
jan-13	40	1,208E-03	10	3,020E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,510E-03
fev-13	43	1,299E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	1,299E-03
mar-13	5	1,510E-04	10	3,020E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	4,530E-04
abr-13	18	5,436E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,436E-04
mai-13	20	6,040E-04	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	6,040E-04
jun-13	70	2,114E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	2,114E-03
jul-13	171	5,164E-03	0	0,000E+00	0	0,000E+00	0	0,000E+00	5,164E-03
ago-13	208	6,282E-03	0	0,000E+00	20	6,040E-04	0	9,923E-06	6,896E-03
set-13	52	1,570E-03	20	6,040E-04	40	1,208E-03	0	0,000E+00	3,383E-03
out-13	95	2,869E-03	110	3,322E-03	95	2,869E-03	0	0,000E+00	9,061E-03
nov-13	170	5,134E-03	0	0,000E+00	65	1,963E-03	2	6,083E-05	7,158E-03
dez-13	110	3,322E-03	0	0,000E+00	96	2,899E-03	9	2,830E-04	6,505E-03
jan-14	136	4,107E-03	20	6,040E-04	40	1,208E-03	14	4,166E-04	6,336E-03
fev-14	75	2,265E-03	65	1,963E-03	20	6,040E-04	17	5,113E-04	5,344E-03
mar-14	15	4,530E-04	15	4,530E-04	0	0,000E+00	60	1,812E-03	2,718E-03
Totais	2082	5,91E-02	290	8,76E-03	376	1,14E-02	102	3,09E-03	8,23E-02

Fonte: Próprio Autor (Utilização software *Microsoft EXCEL2010*®).

Verifica-se que o IGR global da obra é de **0,0823m³.m⁻²**, resultado do somatório dos IGRs das classes A, B, C e D. Este valor foi obtido sem a parcela de movimentação de solo e terraplenagem, que neste caso não foi computada no levantamento efetuado.

Figura 23 – Superposição do Volume de RCC (m³) e Cronograma Físico da Obra 10.



Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL 2010®).

Na Figura 23 observa-se a mesma comparação efetuada para as obras de edifícios residenciais. Os volumes gerados de RCC superpostos as diferentes atividades do cronograma físico da obra demonstra que a distribuição dos volumes de resíduos classe A é homogênia durante todo o período de execução da obra, exceto pelo fato de haver um pico de geração nos meses de julho e agosto de 2013, com IGR de $0,005134 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ e $0,006282 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ respectivamente. Há indícios de que este aumento na geração de resíduos da classe A esteja mais ligado ao fato de que nestes meses houveram vários serviços sendo executados simultaneamente, causando assim geração recorde para a obra.

Como demonstrado no Gráfico 21, os volumes coletados de resíduos classes A e B não representam a maioria dos resíduos coletados na obra. Neste caso a parcela de contribuição do resíduo classe C é bem representativa, chegando a superar a da classe B. Para esta obra em particular faz sentido computar no cálculo do IGR global, além dos resíduos de classe D, os volumes das classes A, B e C, que neste caso representam 96% do total de $2.850,43 \text{ m}^3$ de RCC gerado em todo decurso da obra.

A expressiva geração de resíduo classe C (376 m^3) pode ser explicada pela natureza comercial da obra, principalmente pelo fato de que todo o fechamento interno foi executado em Drywall²⁵.

Uma contribuição importante nos volumes de resíduos gerados foi o resíduo proveniente da **lã de vidro**. Este material é classificado como classe C, de acordo com a Resolução 307/02 do CONAMA, pois ainda não possui tecnologia de reciclagem economicamente viável que justifique sua reutilização. A lã de vidro foi amplamente utilizada na obra como isolante acústico, principalmente nas paredes divisórias das salas comerciais (drywall).

A classe A²⁶, no entanto, ainda continua sendo a maior contribuição no volume total de resíduo gerado na obra. Esta classe é representada principalmente pelos resíduos inertes do tipo: concreto, materiais cerâmicos e argamassas, cuja a participação se dá em 73% do volume total medido. Acompanhando a evolução dos volumes de geração desta classe, na Figura 23,

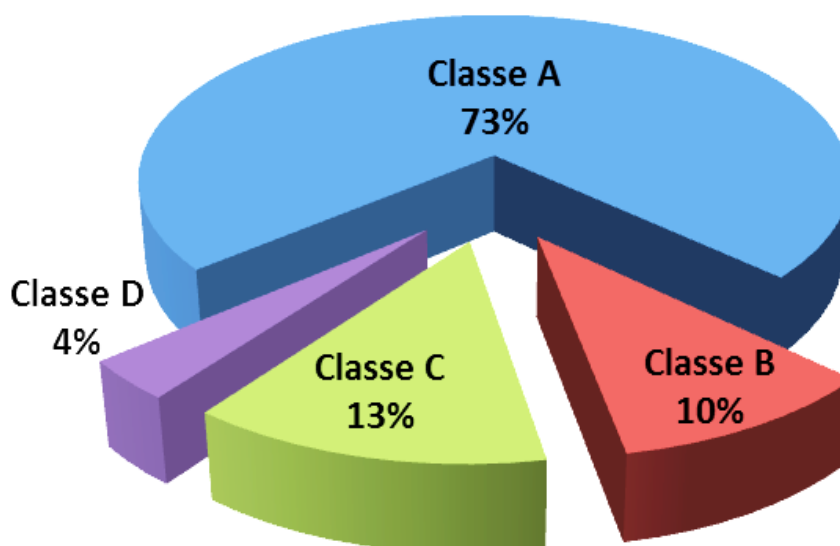
²⁵ A palavra **Drywall** significa “parede seca”, isto porque dispensa os métodos convencionais de execução da alvenaria, esta parede é composta basicamente por estrutura em perfil de aço galvanizado com fechamento em placas de gesso cartonado.

²⁶ Neste volume de resíduo de classe A está computado a **movimentação de solos** e terraplenagem.

observa-se que no período compreendido entre o início da obra (abril/2011) e o mês de março de 2013, apesar das oscilações, é possível identificar uma média mensal de 45 m³. No entanto, após este período, os volumes de geração de resíduos classe A atingem patamares da ordem de 200 m³ mensais, que podem estar relacionados ao fato da utilização de argamassa projetada no revestimento das paredes de alvenaria cerâmica. Esta tecnologia imprimiu velocidade à obra, todavia demonstrou um alto índice de desperdício, evidenciado pelos certificados de destinação emitidos neste período, cuja a identificação no controle de destinação e por consequência na planilha de coleta de informações, consta: concreto/argamassa/cerâmica ou somente entulho limpo²⁷.

Outra peculiaridade nas informações coletadas nesta obra, consiste no fato de que os solos resultantes da movimentação efetuada no canteiro de obra não foram computados como volumes de resíduo gerados na obra. Portanto os volumes de resíduos classe A aqui demonstrados são somente referentes a resíduos de concreto, argamassa, cerâmicas e outros inertes componente desta classificação.

Gráfico 21 – Composição da Amostra do RCC para a Obra 10, Res. 307 do CONAMA



Fonte: Próprio Autor, com dados coletados na Obra 10 (Microsoft EXCEL2010®).

²⁷**Entulho limpo** é a identificação utilizada na destinação da CTR para identificar a caçamba que contém somente resíduos de classe A, sem mistura de solo ou outros componentes.

4.3 RESUMO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS.

No Quadro 3 apresenta-se, resumidamente, todos os IGRs obtidos nesta investigação, na unidade de volume de resíduo gerado por área construída.

Quadro 3 – Resumo dos Resultados Obtidos, IGRs ($m^3.m^{-2}$)

Obras Estudadas		IGR	IGR	IGR	IGR	IGR	IGR	
		CLASSE A ($m^3.m^{-2}$)	CLASSE B ($m^3.m^{-2}$)	CLASSE C ($m^3.m^{-2}$)	CLASSE D ($m^3.m^{-2}$)	A,B,C e D ($m^3.m^{-2}$)	[-SOLO] ($m^3.m^{-2}$)	
Primeira Etapa	Obras em Geral	0,15745	0,04166	0,00121	0,00488	0,20520	0,20520	
	Obras Residenciais	0,15760	0,04170	0,00121	0,00489	0,20540	0,20540	
	Obras Não Residenciais	0,15691	0,04151	0,00121	0,00487	0,20450	0,20450	
Segunda Etapa	Residenciais	Edifícios Residenciais						
		Obra 1 - Ed. Resid. Multifamiliar	0,16086	0,01167	0,00134	0,00309	0,17695	0,13611
		Obra 2 - Ed. Resid. Multifamiliar	0,11964	0,03370	0,00318	0,00409	0,16062	0,12518
		Obra 3 - Ed. Resid. Multifamiliar	0,18727	0,01260	0,00642	0,00919	0,21548	0,15999
		Residências de Interesse Social						
		Obra 4 - Residências Int. Social	0,11856	0,01727	0,00000	0,00471	0,14053	0,14053
	Obra 5 - Residências Int. Social	0,13549	0,01396	0,00000	0,00446	0,15392	0,15392	
	Obra 6 - Residências Int. Social	0,12682	0,01561	0,00000	0,00562	0,14805	0,14805	
	Não Residenciais	Galpões Industriais						
		Obra 7 - Galpão Industrial	0,02083	0,00313	0,00000	0,00000	0,02396	0,02396
		Obra 8 - Galpão Industrial	0,01563	0,00417	0,00000	0,00000	0,01979	0,01979
		Obra 9 - Galpão Industrial (Pré-Fab.)	0,00052	0,00026	0,00000	0,00000	0,00078	0,00078
		Edifício Não Residencial						
Obra 10 - Edifício Comercial	0,05913	0,00876	0,01136	0,00309	0,08234	0,08234		

Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Na primeira etapa da pesquisa os índices de geração de resíduos demonstram valores bem próximos para construções novas residenciais e não residenciais, inclusive para as obras em geral (Residenciais + Não Residenciais). Isto fica evidenciado quando comparadas as médias obtidas para os respectivos tipos de obras. Portanto, o valor de 0,20 metros cúbicos de resíduo gerado para cada metro quadrado de obra edificada é representativo para obras residenciais e não residenciais, de acordo com os resultados obtidos nessa etapa da investigação.

Na segunda etapa, comparando-se inicialmente os valores obtidos nas obras residenciais, nota-se que entre os índices apurados para os edifícios residenciais multifamiliares (Obras 1, 2 e 3) não existem diferenças significativas entre as duas primeiras obras, obtendo o valor de $0,169 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ como média do índice de geração de resíduos. No caso da Obra 3, verifica-se um aumento de 28% comparativamente a média do IGR que possui a contribuição da movimentação de solos, mas se suprimida esta parcela, os índices são praticamente iguais. Esse fato pode ser justificado pela existência de dois subsolos na Obra 3, gerando um volume considerável de resíduos classe A nos meses correspondentes a esta atividade

Nas obras de residências de interesse social (Obras 4, 5 e 6) é possível estabelecer a média de $0,148 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para os índices de geração de resíduos, pois analisando os valores individuais não constata-se diferenças entre eles. Se esta comparação for estendida para as seis obras residenciais estudadas, expurgada a parcela de movimentação do solo da Obra 3, a diferença verificada entre as médias de geração é somente 5%. Essa diferença possibilita afirmar que mesmo com as limitações do estudo realizado o índice médio de $0,16 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$, é representativo e traduz a geração de resíduos das obras residenciais pesquisadas nesta etapa.

No entanto, para as obras não residenciais, essa possibilidade não é verificada. No caso das obras de galpões industriais (Obras 7, 8 e 9) constata-se uma diferença expressiva entre os índices de geração apurados. O valor obtido na Obra 9 (Galpão Industrial Pré-fabricado) é inferior (3 ~ 4%) se comparado à geração das Obras 7 e 8 (Galpões Industriais Alvenaria Estrutural). Esta constatação pode ser explicada pela diferença de tecnologia construtiva empregada, uma vez que as demais condições de projeto e topografia mantiveram-se constantes.

Na obra de edifício comercial (Obra 10), a opção pelo fechamento interno executado em paredes de Drywall, com isolamento acústico executado com lã de vidro, aumentou consideravelmente o índice de geração de resíduos classe C nos meses correspondentes à execução dessas atividades. Nesta situação identifica-se uma sequência de fatores ligados a decisões de projeto, escolha de materiais e tecnologia empregada, que somados, alteraram a evolução dos volumes de resíduos específicos gerados nesta obra.

Ainda analisando as obras não residenciais, o índice de geração de resíduo calculado para o edifício comercial (Obra 10) é inferior à metade²⁸ da média da geração obtida nos edifícios residenciais multifamiliares (Obras 1 e 2). Essa comprovação pode ser explicada pela diferença da utilização final das obras (Residenciais e Não Residenciais), pois as demais características como áreas construídas, localização, topografia, tecnologia construtiva e período analisado, são bem semelhantes.

Quando os índices da primeira etapa da pesquisa são confrontados com os resultados obtidos na segunda etapa nota-se que os valores obtidos nos estudos de caso das obras residências de interesse social (Obras 4, 5 e 6) representam 70% dos índices obtidos nas obras residenciais da primeira etapa. Para construções não residenciais esta diferença é ainda mais acentuada, atingindo 40% no caso da obra de edifício comercial (Obra 10), 10% para obras de galpões industriais construídos com alvenaria estrutural (Obras 7 e 8) e 0,38% quando o índice de geração obtido na obra de galpão industrial pré-fabricado (Obra 9) é comparado aos índices obtidos nas obras não residenciais estudadas na primeira etapa da pesquisa.

A utilização da projeção de argamassa industrializada nas atividades de revestimento argamassado da Obra 10 alterou consideravelmente o volume de resíduo classe A, nos meses correspondente a execução deste serviço. Neste caso, a escolha do material empregado, juntamente com a tecnologia empregada na execução deste serviço, impactou diretamente o índice de geração de uma classe específica de resíduo.

O preparo dos agentes envolvidos demonstrou ser outro fator preponderante na gestão dos diversos tipos de resíduos. Constatou-se que quanto maior o treinamento e a conscientização da importância do tema, menor os índices de geração de resíduos. É inerente ao ser humano a desmotivação quando se trabalha com resíduos. Portanto, a demonstração do real valor, tanto econômico, quanto ambiental dos resíduos é peça fundamental no engajamento da mão de obra laborativa e por consequência a obtenção de melhores resultados.

²⁸ O IGR da Obra 10 é **48,79%** do IGR médio das Obras 1 e 2

4.4. ANÁLISE PRELIMINAR DOS CUSTOS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS.

Os custos envolvidos no Sistema de Gerenciamento de Resíduos (SGR) da construção civil são complexos. O custo global pode ser analisado sob diversos aspectos e desdobramentos. Não é objetivo desta investigação fazer análises aprofundadas sobre o tema, mas com os dados coletados nos estudos de casos (Volumes de Resíduos) e os custos unitários é possível calcular as despesas efetivas de transporte e destinação das diversas classes de resíduos gerados nas obras. Esse custo representa uma parcela significativa na composição do custo global de gerenciamento de resíduo da construção civil.

Nas obras que possuem um SGR implantado e em funcionamento, de maneira simplificada, o custo do sistema é composto pelo somatório do valor de aquisição da fração da matéria prima que se transformará em resíduo; custo do processamento dessa parcela; custo da gestão e manuseio do resíduo no canteiro de obras (recolhimento, movimentação e segregação) e por fim com as despesas de transporte e destinação.

Os custos associados ao gerenciamento de resíduos em canteiros de obras são importantes indicativos para avaliar quanto as empresas estão perdendo ou deixando de ganhar por não alcançarem qualidade em seus processos produtivos. Os custos, quando transformados em índices, servem para identificar as possíveis falhas existentes no sistema de produção da construção.

Observa-se na Tabela 18 a composição simplificada, dos custos unitários de transporte e destinação das quatro classes de resíduos, de acordo com a classificação da resolução 307/02 do CONAMA. Estes custos foram levantados com empresas terceirizadas prestadoras de serviços de transporte e destinação de resíduos sólidos no município. Os valores médios obtidos para as classes são proporcionais aos volumes transportados e destinados de cada tipo de resíduos.

Os custos dos resíduos que constam na Tabela 18, com valores nulos, foram retornados ao fabricante (política de logística reversa) ou foram doados para cooperativas socias de reciclagem.

Não foram computados, no custo médio das classes de resíduos, os resíduos que possuem valor agregado, como a sucata de cobre, sucata de alumínio, sucata de ferro ou aço, entre outros.

Tabela 18 - Custos Unitários de Transporte e Destinação dos RCC (R\$.m⁻³)

Classe	Tipo de Resíduo	Custo de Transp. e Destinação (R\$.m ⁻³)	Custo de Transp. e Dest. p/ Classe** (R\$.m ⁻³)
A	Concreto/Argamassa/Cerâmica (Entulho Limpo)	38,00	35,00 / 38,00***
	Solos (Sem Contaminação)	27,00	
B	Isopor (EPS)	70,00	60,00
	EPI (Não Contaminado)	55,00	
	Madeira (Formas, Caixaria e Palets)	0,00*	
	Vidro	120,00	
	Eletrodutos Plásticos (Mang. Corrugada)	0,00*	
	PVC Branco, PVC Preto, Sacarias, Plásticos, Mangueiras, Lonas e Papelão	0,00*	
C	Sucatas Metálicas	0,00*	115,00
	Resíduos de Gesso	120,00	
D	Lã de Vidro, Lã de Rocha	80,00	180,00
	Cartuchos e Gás de Finca Pino e Embalagens de Espuma Expansiva (Poliuretano)	125,00	
	Manta Asfáltica Contaminada	152,00	
	Embalagens Contaminadas SoloContaminado	0,00*	
	Cimento Amianto	225,00	
	Tintas, Solventes, Água Rás (Líquido)	230,00	
	Embalagens em geral não recicláveis, Restos de Rejunte, borrachas e derivados, lixas, estopas e material contaminado	130,00	
	Lâmpadas fluorescentes e incandescentes	225,00	
	Baterias e pilhas	0,00*	
	Óleos e Graxas Lubrificantes	0,00*	

* Logística Reversa ou Doação para Cooperativas Sociais de Reciclagem.

** Custo médio ponderado, leva em conta o volume de destinação de cada tipo de resíduo.

*** 35,00 R\$.m⁻³ para obras com movimentação de solo e 38,00 R\$.m⁻³ sem movimentação.

Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Tabela 19 - Custos de Transporte e Destinação dos RCC (R\$) e (R\$.m⁻²)

Obra	Custo	Custo	Custo	Custo	Custo	Área** Construída (m ²)	Custo
	Trans./Dest. Classe A (R\$)	Trans./Dest. Classe B (R\$)	Trans./Dest. Classe C (R\$)	Trans./Dest. Classe D (R\$)	Trans./Dest. Total* (R\$)		Trans./Dest. Total*** (R\$.m ⁻²)
Obra 01	167895,00	20880,00	4600,00	16560,00	209935,00	29821,26	7,04
Obra 02	128820,00	57300,00	10350,00	20880,00	217350,00	28334,46	7,67
Obra 03	123120,00	13080,00	12765,00	14310,00	163275,00	17300,98	9,44
Obra 04	545,30	125,40	0,00	102,60	773,30	121,04	6,39
Obra 05	623,20	101,40	0,00	97,20	821,80	121,04	6,79
Obra 06	583,30	113,40	0,00	122,40	819,10	121,04	6,77
Obra 07	760,00	180,00	0,00	0,00	940,00	960,00	0,98
Obra 08	570,00	240,00	0,00	0,00	810,00	960,00	0,84
Obra 09	19,00	15,00	0,00	0,00	34,00	960,00	0,04
Obra 10	72870,00	17400,00	43240,00	18438,43	151948,43	33110,75	4,59

* Custo Total de Transporte e Destinação Resíduos (Classe A,B,C e D) por volume gerado.

** Área Total Equivalente de Construção (NBR 12.721/06).

***Custo Total de Transp. e Dest. Resíduos (Classe A,B,C e D) por m² de área construída.

Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Na Tabela 19 estão expressos os custos de geração de resíduos, individualizados por obra e por classes. Observa-se que estes custos, tanto em valores absolutos (R\$), quanto em valores obtidos por unidade de área edificada ($\text{R}\$.m^{-2}$), seguem as mesmas tendências mostradas anteriormente para os índices de gerações de resíduos. Assim possibilitando traçar as mesmas análises e constatações, principalmente quanto a influência da parcela de solo nos custos dos resíduos classe A e tecnologia construtiva empregada na execução da obra.

Na Tabela 20 visualiza-se a participação dos custos de transporte e destinação dos RCCs comparativamente ao CUB – Custo Unitário Básico de construção²⁹ (SINDUSCON-PR,2015).

Tabela 20 – Participação dos Custos de Transporte e Destinação dos RCC no CUB Custo Unitário Básico de Construção (%)

Obra	Tipo da Obra	CUB* (R\$.m ⁻²)	Custo Médio	
			Trans./Dest. por Tipo de Obra (R\$.m ⁻²)	%
Residenciais	Edifícios Residenciais Multifamiliares (Obras 1, 2 e 3)	1.170,05	8,05	0,69%
	Residências de Interesse Social (Obras 4, 5 e 6)	1.217,08	6,65	0,55%
Não Residenciais	Galpões Industriais (Alvenaria) (Obras 7 e 8)	665,05	0,91	0,14%
	Galpão Industrial (Pré-fabricado) (Obra 9)	665,05	0,04	0,01%
	Edifício Comercial (Obra 10)	1592,91	4,59	0,29%

*CUB calculado pela (NBR 12.721:2006 - CUB 2006) - Janeiro/2015, CUB/R16 (Padrão Médio) = $1.170,05\text{R}\$.m^{-2}$, CUB/R1 (Padrão Baixo) = $1.217,08\text{R}\$.m^{-2}$, CUB/GI = $665,05\text{R}\$.m^{-2}$ e CUB/CSL = $1.592,91\text{R}\$.m^{-2}$.

Fonte: Próprio Autor (utilização do software Microsoft EXCEL2010®).

Quando os valores são observados na forma de porcentagem do CUB (0,01~0,69%), induz-se à percepção de serem irrelevantes. No entanto, se analisados pelo ponto de vista do montante gasto, constata-se que estes valores representam parcelas expressivas no custo das obras.

²⁹ **CUB Custo Unitário Básico** de construção é o custo calculado mensalmente, de acordo com a NBR 12721/06, por meio comparativo a um projeto padrão equivalente ao tipo de obra. Este custo é utilizado como referencial na maioria dos documentos oficiais que envolvem custos da construção civil.

Como exemplo, tomando-se as obras de edifícios residenciais multifamiliares, onde as unidades habitacionais possuem área média equivalente de construção de, aproximadamente, $142,00 \text{ m}^2$, aplicando-se a esta área o CUB/R16 (Padrão Médio) de $1.170,05 \text{ R}\$.\text{m}^{-2}$, obtém-se o custo de $\text{R}\$ 166.147,10^{30}$ para uma unidade habitacional das obras estudadas. Portanto, o custo de transporte e destinação dos resíduos da construção civil, observados na Tabela 19, são praticamente iguais ou **superiores ao custo médio de uma unidade habitacional** (1,26 vezes, no caso da Obra 1; 1,30 vezes, para a Obra 2 e 0,98 vezes, para a Obra 3). Este custo pode ser ainda maior, lembrando-se que os custos analisados foram somente os de transporte e destinação do resíduos.

³⁰ Este custo é uma **previsão grosseira** somente para efeitos comparativos. Para obter um custo mais preciso seria necessário ter acesso aos arquivos de composições de custos da construtora, que por questões de sigilo comercial não foi disponibilizado.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desta pesquisa foi direcionado ao esclarecimento da questão apresentada no item 1.1.4: “Quais Índices de Geração de Resíduos da Construção Civil (IGR) representam, de maneira mais precisa, a quantidade efetiva de RCC gerada em obras novas residenciais e não residenciais na cidade de Londrina?”. Esta questão orientou o desenvolvimento da revisão bibliográfica e motivou os estudos efetuados nas duas etapas desta pesquisa.

Nas condições em que este trabalho foi realizado, pode-se concluir que :

- O índice de geração de resíduo obtido na primeira etapa desta pesquisa, com a utilização dos dados arquivados na SEMA/PML, apresentou um valor único de $0,20 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para as obras residenciais e não residenciais. O que identificou a necessidade de se fazer uma investigação mais próxima ao canteiro de obras, onde os resíduos são gerados de fato, com acompanhamento do processo de geração dos resíduos “*in locu*”; quantificando e caracterizando este resíduo de maneira mais criteriosa e principalmente identificando as evidências que contribuem para responder a questão de pesquisa proposta.

- Os volumes da previsão de geração resíduos obtidos na primeira etapa desta pesquisa, com a utilização dos dados informados nos PGRCCs arquivados na SEMA/PML, demonstraram ser três vezes superiores aos volumes efetivamente gerados.

- Os índices de geração de resíduos obtidos pelos estudos de casos desenvolvidos na segunda etapa da pesquisa foram: $0,17 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para edifícios residenciais de multipavimentos; $0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para residências de interesse social; $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para edifícios comerciais de multipavimentos; $0,022 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$ para obras de galpões industriais em alvenaria e praticamente nulo; ($0,0008 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$) para de galpões industriais pré-fabricados.

- Nas obras de edifícios residenciais, dentre o volume total destinado de resíduos classificados como “Classe A”, de acordo com a Resolução 307 do CONAMA, o solo representou parcela significativa. O solo não contaminado deveria ter outro enfoque na classificação do RCC, pois pode ser reutilizado diretamente em outros canteiros de obras ou depositados em áreas de transbordo

temporárias (ATT), devidamente licenciadas.

- A segregação dos resíduos, feita no canteiro de obras, demonstrou-se primordial para uma classificação adequada e quantificação mais precisa dos volumes gerados.

- A tecnologia construtiva impactou diretamente nos índices calculados para as obras não residenciais, especificamente para o galpão pré-moldado, comparado aos índices obtidos pelos galpões industriais executados em alvenaria estrutural. Quanto maior o nível de industrialização da obra menor a geração de resíduos nos canteiros de obra.

- A implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos da construção civil (SGR) mais eficaz demonstrou-se primordial no aprimoramento dos dados, e por consequência, no fornecimento de índices de geração de resíduos confiáveis.

- O planejamento e a gestão da obra também exerceram grande influência nos volumes de resíduos gerados. Evidenciado principalmente nas comparações das atividades programadas (Cronograma Físico) e os volumes de resíduos gerados correspondentes.

- Nos estudos de casos realizados ficou evidenciado a influência das características de cada obra na obtenção dos índices de geração de resíduos, como: existência de solos, escolha dos materiais empregados na obra e utilização da obra.

- Os Custos de transporte e destinação do RCC variam de 0,01 a 0,69% do CUB, assumindo valores superiores ao custo de uma unidade habitacional, nos casos de edifícios residenciais de multipavimentos.

Portanto, diante da complexidade constatada e da influência exercida pelos vários fatores intervenientes no processo de geração de resíduos, não se demonstrou possível estabelecer um **índice único** compatível com a realidade dos canteiros de obras residenciais e não residenciais no município de Londrina, sem se especificar minimamente a tecnologia de construção utilizada e as características básicas de cada projeto.

6 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Como sugestões para estudos futuros e continuidade da pesquisa, apontam-se, a seguir, algumas lacunas a serem exploradas:

- Avaliação do impacto das principais tecnologias construtivas nos índices de geração de resíduos de obras residenciais e não residenciais.
- Diagnóstico dos principais fatores impactantes na geração de resíduos de uma obra de construção civil.
- Influência da utilização de determinados materiais e procedimentos executivos na geração de resíduos em obras de construção civil.
- Estudos específicos relacionados ao custo de geração do resíduo de construção civil em obras, quantificando e valorando a geração de resíduo, sob os vários aspectos (legal, matéria prima, gestão, transporte e disposição final).

REFERÊNCIAS

- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2011. São Paulo: Abrelpe, 2012.
- ALARCÓN, L. F. Training Field personnel to identify waste and improvement opportunities in construction. In: **Lean Construction**, ed. L. Alarcón. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, p. 391-402, jun. 1997.
- ANDRADE, A. C. *et al.* **Estimativa da Quantidade de Entulho Produzido em Obras de Construção de Edifícios**. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL; MATERIAIS RECICLADOS E SUAS APLICAÇÕES, 4., São Paulo, 2001. Anais... São Paulo, 2001.
- ÂNGULO, S. C. *et al.* Resíduos de Construção e Demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011.
- ÂNGULO, S. C. **Produção de concretos de agregados reciclados**. Londrina. Monografia – Universidade Estadual de Londrina. UEL, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**. Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio - Procedimento. Novembro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**. Resíduos sólidos da construção civil: Área de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD. Junho, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Junho, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Junho, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Agosto, 2004.
- ATHAYDE JÚNIOR, G. B. *et al.* **Reciclagem de Entulhos em Governador Valadares: uma alternativa viável**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Florianópolis, 2004. Anais... Florianópolis, 2004.

BERNARDES, A. *et al.* Quantificação e Classificação dos Resíduos de Construção e Demolição Coletados no Município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./set. 2008.

BOSSINK, B. A. G.; BROUWERS, H. G. H. Construction waste: quantification and source evaluation. **Journal of Construction, Engineering and Management**, Vol. 122, n.1, p.55-60, March 1996.

BRASIL - MC – Ministério das Cidades. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Brasil**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2005. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 8 nov. 2013.

BRASIL, **Lei n. 12.305** de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 de setembro de 2012.

BRASIL, MTE - Ministério do Trabalho e Emprego, **Estatísticas do Trabalho**, Disponível em:<<http://www.mte.gov.br>>; Acesso em: 21 janeiro 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 307**, de 5 de julho de 2002: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. CONAMA, 2002.

CARNEIRO, A. P. *et al.* **Reciclagem de Entulho da Região Metropolitana de Salvador Para a Produção de Materiais de Construção de Baixo Custo**. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9., Porto Seguro, 2000. Anais... Porto Seguro: ABES, 2000.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e Ações da Atual Situação dos Resíduos de Construção e Demolição na Cidade do Recife**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Escola de Engenharia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p. 131, 2005.

CDRA – Construction & Demolition Recycling Association; **C&D Recycling Industry**, Disponível em: <<http://www.cdrecycling.org/cdra-accomplishments>>. Acesso em: 2 fevereiro 2014.

CMTU. Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização Municipal de Londrina. **Central de Moagem de Entulhos**. Disponível em: <<http://www.cmtuld.com.br/>>. Acesso em: 2 outubro 2013.

COCHRAN, K. *et al.* Estimation of Regional Building-Related C&D Debris Generation and Composition: case study for Florida, US. **Journal of Waste Management**, v. 27, n. 7, p. 921-931, 2007.

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: **Characterization of building: Related construction and demolition debris in the United States**. Report n. EPA 530-R-98-010. 2010. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epawaste/index.htm>>. Acesso em: 17 out. 2013.

EUROSTAT, ENVIRONMENT AND ENERGY. **Generation and Treatment of Waste**. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/>>. Acesso em: 25 out. 2013.

FORMOSO, C. T.; HIROTA, E. H.; ISATTO, E. L. Method for waste control in the building industry. **IGLC 7. University of California**, Berkeley, CA USA, p. 135-334, 1999.

FORMOSO, C.T *et al.* Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention, **Journal of Construction, Engineering and Management ASCE**, Vol. 128 No. 4, p. 316-325. Set. 2002.

FORSTHE, P., MARSDEN, P.K. **Modeling construction waste performance – an arising procurement issue**. In: Ogunlana, S.O., Profitable Partnering in Construction Procurement, CIB TG23, Joint Symposium. Spon, London, pp. 679–688, ago. 1999.

FRANKLIN ASSOCIATES. **Characterization of Building-related Construction and Demolition Debris in the United States**. US Environmental Protection Agency, Municipal and Industrial Solid Waste Division, Office of Solid Waste. Report No. EPA530-R-98-010, Prairie Village, Kansas, United States of America, Mai. 1998.

Gil AC. **Como elaborar projetos e pesquisa**. 3a ed. SãoPaulo: Atlas; 1995:58.

GONZÁLEZ, M.A.S.; RAMIRES, M.V.V. 2005. **Análise da Gestão de Resíduos Gerados dentro dos Canteiros de Obras**. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC), Porto Alegre,2005. Anais... Porto Alegre, ANTAC, 2005, 1:1-9.

HARDER, M.K.; FREEMAN, L.A. **Analysis of the volume and composition of construction waste arriving at landfill**. In: SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT. Paris, anais. p.595-602., 1997.

HARRINGTON, H. J. KNIGHT, A. **A implementação da ISO 14000: como atualizar o SGA com eficácia**. Tradução Fernanda Góes Barroso e Jerusa Gonçalves de Araújo. São Paulo, Ed. Atlas, 2001.

HENDRICKS, CH. F.; PIETERSEN, H. S., - **Sustainable raw materials: construction and demolition waste, State-of-the-art**, report of RILEM TC 165-SRM, Cachan, Report 22, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, v.1. p.112, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**,. Rio de Janeiro, v.21. p.98, set. 2011.

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

JOHN, V. M., Research & development methodology for recycling residues as building materials – a proposal, **Waste Management**, Vol. 2. Issue e, p. 213 – 219, June 2001.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Expoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, p. 296, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LAGE, I. M. *et al.* Estimation of the Annual Production and Composition of C&D Debris in Galicia (Spain). **Journal of Waste Management**, v. 30, n. 4, p. 636-645, 2010.

LIN, D. H. *et al.* Recycling of construction and demolition waste via mechanical sorting process. **Journal of Resources, Conservation and Recycling**, v. 37, n. 1, p. 23-37, December 2002.

LLATAS, C. A. A model For Quantifying Construction Waste in Projects According to the European Waste List. **Waste Management**, Madrid, v. 31, n. 6, p. 1261-1276, June 2011.

NUNES, K. R. A. *et al.* Relato e Benchmarking em Sustentabilidade Empresarial: Comparação entre a Indústria Automobilística no Brasil e na Alemanha. **Tecnologia & Cultura** (CEFET/RJ), v. 9, p. 58-67, 2009.

OLIVEIRA, M. T. E. *et al.* **Resíduos de concreto: classe III versus Classe II**. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2001, São Paulo. Anais. São Paulo: IBRACON/IPEN, p.87-96, 2001.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p., 1999.

PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Vol. 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 194p., 2005.

POON, C. S; YU, ANN. T. W.; NG, L. H. On sorting of construction and demolition waste in hongkong. **Resources, Conservation and Recycling**, Hong Kong, Vol. 32, l. 2, 19,p. 157-172, jun. 2001.

SCHNEIDER, D. M; PHILIPPI A. Jr. 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.

SHINGO, Shigeo. **Study of TOYOTA Production System, from Industrial Engineering View Point**, Japan Management Association, ,Shiha-Park Minatu-Hu, Tokyo, Japan, v.3, p.1-22, 1981.

SILVEIRA, G.T.R. **Metodologia de caracterização dos resíduos sólidos como base para uma gestão ambiental. Estudo de caso: entulhos da construção civil em Campinas/SP**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, Campinas, p. 196, 1993.

SINDUSCON/PR. Tabela do CUB – **Custo Unitário Básico de Construção**, Disponível em: <<http://www.sindusconpr.com.br/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2015.

SKOYLES, E.R., 1976. Materials wastage – a misuse of resources. **Building Research and Practice**, v. 31, n. 6, p 232–243, August 1976.

SÓLIS-GUZMÁN, J. *et al.* A Spanish Model for Quantification and Management of Construction Waste. **Journal of Integrated Waste Management**, Spain, v. 29, n. 9, p. 2542-2548, 2009.

SOUZA, V. B. **Avaliação da Geração de Entulho em Conjunto Habitacional Popular: estudo de caso. Uberlândia, 2005**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 251, 2005.

SWANA – Solid Waste Association of North America: **Source-Separation and Mixed Waste Recycling Systems: A Comparative Analysis, 2013**. Disponível em: <<https://swana.org/Products/ProductDetail.aspx?pc=ARF13SSMWRS>>. Acesso em: 27 jun. 2013.

TAM, V.W.Y. *et al.*, Towards adoption of pre fabrication in construction. **Building and Environment Research**, Hong Kong, v. 42, n.10, p.3642-3654, set. 2007.

TRELOAR, G.J. *et al.*. Ananalysis of factors influencing waste minimization and use of recycled materials for the construction of residential buildings. **Management of Environmental Quality: An International Journal U.S.**, v.14, n.1, p. 134–145, jun. 2003.

WEISLEDER, S.; NASSERI, D. **Construction and Demolition Waste Management in Germany**. 2006. Disponível em: <<http://www.cowam-project.org/cms/>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

YIN, R. K. Estudo de Caso: **Planejamento e Métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho Como Agregado na Confecção do Concreto. Campinas, 1997**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 140 p., 1997.


APÊNDICE A

Exemplar da Planilha Utilizada para Levantamento de Dados SEMA/PML

Geração de Resíduos da Construção Civil - SEMA - Londrina-PR																				
ORDEM	Prot. SEMA PGRCC	Mês - Ano	USO DA EDIFIC. (R-C-I-O)	Área Edificada/Demolida (m2)				Previsão Volume de Resíduo PGRCC (m3)						Volume de Resíduo Gerado Efetivo Termo de Conferência (m3)					DIFEREN. PREVISÃO E EFETIVO	
				Constr.	Reforma	Demol.	Total	Classe A	Reuso A	Classe B	Reuso B	Classe C	Classe D	Total	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D		Total
1	6.831	fev-11	C	78,93	0,00	0,00	78,93	4,00	0,00	5,00	0,00	0,00	1,00	10,00	7,00	3,00	0,00	0,60	10,60	-0,60
2	10.404	fev-11	C	161,50	0,00	0,00	161,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	1,13	0,00	0,00	2,04	-2,04
3	10.410	fev-11	C	161,50	0,00	0,00	161,50	2,99	2,77	0,61	0,20	0,00	0,06	0,69	1,73	0,41	0,00	0,04	2,18	-1,49
4	10.985	fev-11	C	125,10	0,00	0,00	125,10	2,40	2,50	4,00	0,00	0,00	0,50	4,40	1,50	4,00	0,50	0,00	6,00	-1,60
5	18.019	fev-11	C	68,09	0,00	0,00	68,09	0,18	0,00	0,26	0,25	0,00	0,45	0,64	0,18	0,35	0,00	0,45	0,98	-0,34
6	20.230	mar-11	C	92,17	0,00	0,00	92,17	4,50	2,00	3,50	3,50	0,00	0,50	3,00	2,30	3,50	0,00	0,50	6,30	-3,30
7	20.386	fev-11	C	141,00	0,00	0,00	141,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,30	0,00	1,30	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30
8	20.619	fev-11	C	141,60	0,00	0,00	141,60	13,00	0,00	17,50	0,00	0,00	0,13	30,63	13,00	17,50	0,00	0,13	30,63	0,00
9	20.861	fev-11	C	162,22	0,00	0,00	162,22	2,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,20	3,80	2,00	0,20	0,00	0,00	2,20	1,60
10	25.996	fev-11	C	266,00	0,00	0,00	266,00	5,50	5,50	10,00	10,00	0,00	1,80	1,80	5,50	10,00	0,00	1,80	17,30	-15,50
11	26.195	mar-11	C	167,36	0,00	0,00	167,36	0,00	0,00	0,40	0,40	0,50	0,00	0,50	0,00	0,40	0,50	0,00	0,90	-0,40
12	26.334	fev-11	C	87,02	0,00	0,00	87,02	2,35	1,47	2,27	0,76	0,00	0,18	2,57	0,88	1,51	0,00	0,18	2,57	0,00
13	26.339	mar-11	C	82,07	0,00	0,00	82,07	2,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,20	7,20	3,50	0,00	0,00	0,20	3,70	3,50
14	26.510	fev-11	C	127,44	0,00	0,00	127,44	3,50	2,50	3,40	3,40	0,00	0,50	1,50	1,00	3,40	0,00	0,50	4,90	-3,40
15	26.972	fev-11	C	131,03	0,00	0,00	131,03	2,00	2,00	4,00	0,20	0,00	0,02	3,82	0,00	6,00	0,00	0,02	6,02	-2,20
16	27.961	fev-11	C	156,38	0,00	0,00	156,38	6,00	0,00	2,00	0,00	0,05	0,10	8,15	6,00	2,00	0,05	0,10	8,15	0,00
17	28.723	jan-11	C	64,11	0,00	0,00	64,11	1,10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	2,30	1,10	1,00	0,20	0,00	2,30	0,00
18	28.724	jan-11	C	64,11	0,00	0,00	64,11	1,10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	2,30	1,10	1,00	0,00	0,20	2,30	0,00
19	29.218	mar-11	C	92,74	0,00	0,00	92,74	1,67	1,26	0,34	0,23	0,00	0,02	0,54	0,41	0,23	0,00	0,02	0,66	-0,12
20	29.220	mar-11	C	92,74	0,00	0,00	92,74	3,71	2,34	2,56	0,85	0,00	0,19	3,27	1,37	1,71	0,00	0,00	3,08	0,19
21	29.614	fev-11	C	99,72	0,00	0,00	99,72	1,68	1,01	0,87	1,74	0,00	0,20	0,00	1,01	1,74	0,00	0,20	2,95	-2,95
22	30.800	fev-11	C	116,80	0,00	0,00	116,80	3,50	2,50	3,40	1,80	0,00	0,50	3,10	1,00	1,60	0,00	0,50	3,10	0,00
23	32.236	mar-11	C	209,97	0,00	0,00	209,97	29,00	0,00	5,50	2,50	0,00	0,10	32,10	29,00	3,00	0,01	0,00	32,01	0,09
24	34.257	fev-11	C	63,43	0,00	0,00	63,43	3,50	2,00	3,50	1,00	0,00	0,50	4,50	3,50	3,50	0,00	0,05	7,05	-2,55
25	43.848	mar-11	C	212,21	0,00	0,00	212,21	3,50	0,00	4,50	0,00	0,00	0,50	8,50	3,50	4,50	0,00	0,50	8,50	0,00
26	44.528	fev-11	C	139,07	0,00	0,00	139,07	5,00	5,00	2,50	2,50	0,00	0,73	0,73	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	-4,27
27	46.206	fev-11	C	74,81	0,00	0,00	74,81	1,50	0,00	1,60	0,00	0,00	0,20	3,30	1,50	1,50	0,00	0,00	3,00	0,30
28	46.208	fev-11	C	74,36	0,00	0,00	74,36	1,50	0,00	1,60	0,00	0,00	0,20	3,30	1,50	1,50	0,00	0,00	3,00	0,30
29	46.210	fev-11	C	76,47	0,00	0,00	76,47	1,50	0,00	1,60	0,00	0,00	0,20	3,30	1,50	1,50	0,00	0,00	3,00	0,30
30	47.034	jan-11	C	145,91	0,00	0,00	145,91	3,00	1,75	2,00	2,00	0,00	0,25	1,50	1,25	0,00	0,00	0,25	1,50	0,00
31	49.147	mar-11	C	69,21	0,00	0,00	69,21	2,77	1,75	1,91	0,64	0,00	0,14	2,43	1,02	1,27	0,00	0,00	2,29	0,14
32	49.148	mar-11	C	69,21	0,00	0,00	69,21	2,25	1,75	1,91	0,64	0,00	0,14	1,91	1,01	1,27	0,00	0,00	2,28	-0,37

APÊNDICE B

Exemplar da Planilha Utilizada para Levantamento de Dados Estudos de Casos, Obras 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10.

 CONTROLE DE TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS Obra 3: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL									
ATUALIZADO EM:							TOTAL ACUMULADO: 2172 m ³		
CLASSE	TIPO DE RESÍDUO	Data Retirada	Data Entrega	Nº controle CTR	Empresa Transportadora	Nº Transport	Empresa destinação Final	Nº Destinação Final	Quantidade (m ³)
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	14/10/13	14/10/13	11136	ÁGUIA CAÇAMBAS	3469	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	400825	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	15/10/13	15/10/13	11138	ÁGUIA CAÇAMBAS	3476	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401052	5
C	Gesso	15/10/13	15/10/13	11139	ÁGUIA CAÇAMBAS	3477	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401079	5
C	Gesso	07/10/13	16/10/13	11132	ÁGUIA CAÇAMBAS	3683	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401335	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	17/10/13	18/10/13	11145	ÁGUIA CAÇAMBAS	3491	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401576	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	15/10/13	19/10/13	11142	ÁGUIA CAÇAMBAS	3483	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401749	5
C	Gesso	19/10/13	19/10/13	11149	ÁGUIA CAÇAMBAS	3637	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401758	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	17/10/13	22/10/13	11144	ÁGUIA CAÇAMBAS	3531	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402087	5
C	Gesso	22/10/13	22/10/13	11146	ÁGUIA CAÇAMBAS	3546	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	401929	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21904	RICO TERRA	2543	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402003	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21905	RICO TERRA	2456	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402025	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21906	RICO TERRA	2457	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402040	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21907	RICO TERRA	2458	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402071	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	22/10/13	22/10/13	21908	RICO TERRA	2460	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402130	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	23/10/13	23/10/13	11149	ÁGUIA CAÇAMBAS	3701	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	21909	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	19/10/13	24/10/13	11150	ÁGUIA CAÇAMBAS	3546	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402409	5
C	Gesso	21/10/13	25/10/13	11152	ÁGUIA CAÇAMBAS	3541	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402755	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	18/10/13	28/10/13	11146	ÁGUIA CAÇAMBAS	3493	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402465	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	19/10/13	28/10/13	11148	ÁGUIA CAÇAMBAS	3495	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	403070	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	23/10/13	28/10/13	21913	ÁGUIA CAÇAMBAS	3653	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	402930	5
C	Gesso	29/10/13	29/10/13	11173	ÁGUIA CAÇAMBAS	3725	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	4033051	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	31/10/13	31/10/13	21916	ÁGUIA CAÇAMBAS	3723	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	404030	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	28/10/13	01/11/13	11186	ÁGUIA CAÇAMBAS	3724	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	404299	5
A	Concreto/Argam./Cerâmicos	31/10/13	04/11/13	11189	ÁGUIA CAÇAMBAS	3581	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	404424	5
C	Gesso	04/11/13	04/11/13	21917	ÁGUIA CAÇAMBAS	3597	KURICA SELETA AMBIENTAL S/A	21917	5

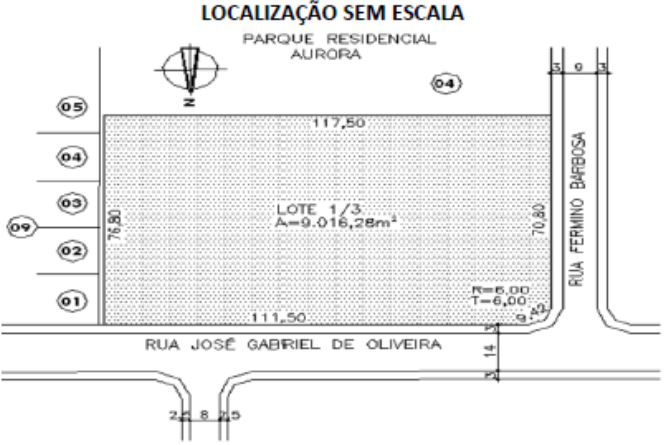
APÊNDICE D

Ficha Técnica - Obra 1

INFORMAÇÕES DA OBRA 01 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR																																								
DADOS DO EMPREENDIMENTO																																								
USO DA EDIFICAÇÃO EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ALVENARIA DE TIJOLOS E ESTRUTURA DE CONCRETO	ZONEAMENTO ZC3	COEF. DE APROVEITAMENTO 1,78																																						
LOCAL DA OBRA DATA N° 12/13-27/30, DA QUADRA N° 01, SITUADA NO LOTEAMENTO TERRA BONITA, RESULTANTE DA ANEXAÇÃO DAS DATAS N°s 12 E 13, DA QUADRA N° 01, SITUADAS NO LOTEAMENTO TERRA BONITA, E LOTES N°s 27, 28, 29 E 30, DA QUADRA N° 03, SITUADOS NO LOTEAMENTO TERRAS DE DAVID, MUNICÍPIO E COMARCA DE LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ.	DATA DO PROJETO 01/06/11	TAXA DE OCUPAÇÃO 43,95 (PAV. TÉRREO)																																						
LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA 	COMPOSIÇÃO DAS ÁREAS CONSTRUÍDAS QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m2) <table border="1"> <tbody> <tr> <td>TERRENO</td> <td>9.340,00m2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONSTRUÇÃO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-PAV. TÉRREO:</td> <td>-COBERTO: 5.103,5846m2 -DESCOBERTO: 2.655,6465m2</td> <td>7.759,2311m2</td> </tr> <tr> <td>-ESTAC. SUPERIOR:</td> <td>-COBERTO: 1.459,2564m2 -DESCOBERTO: 1.131,332m2</td> <td>2.600,5884m2</td> </tr> <tr> <td>-PAV. TIPO (519,4778m2x19 TIPOSx2 TORRES)</td> <td></td> <td>19.740,1564m2</td> </tr> <tr> <td>-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)</td> <td></td> <td>149,5698m2</td> </tr> <tr> <td>-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)</td> <td></td> <td>139,7734m2</td> </tr> <tr> <td>TOTAL COBERTO</td> <td></td> <td>26.602,3406m2</td> </tr> <tr> <td>TOTAL DESCOBERTO</td> <td></td> <td>3.788,9785m2</td> </tr> <tr> <td>TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO</td> <td></td> <td>30.389,3191m2</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA DE GRAMA</td> <td>1.230,5009m2 (13,17%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO</td> <td>637,50m2 (6,83%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA PERMEÁVEL</td> <td>1.868,0009m2 (20,0%)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	TERRENO	9.340,00m2		CONSTRUÇÃO			-PAV. TÉRREO:	-COBERTO: 5.103,5846m2 -DESCOBERTO: 2.655,6465m2	7.759,2311m2	-ESTAC. SUPERIOR:	-COBERTO: 1.459,2564m2 -DESCOBERTO: 1.131,332m2	2.600,5884m2	-PAV. TIPO (519,4778m2x19 TIPOSx2 TORRES)		19.740,1564m2	-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)		149,5698m2	-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)		139,7734m2	TOTAL COBERTO		26.602,3406m2	TOTAL DESCOBERTO		3.788,9785m2	TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO		30.389,3191m2	TOTAL ÁREA DE GRAMA	1.230,5009m2 (13,17%)		TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	637,50m2 (6,83%)		TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	1.868,0009m2 (20,0%)	
TERRENO	9.340,00m2																																							
CONSTRUÇÃO																																								
-PAV. TÉRREO:	-COBERTO: 5.103,5846m2 -DESCOBERTO: 2.655,6465m2	7.759,2311m2																																						
-ESTAC. SUPERIOR:	-COBERTO: 1.459,2564m2 -DESCOBERTO: 1.131,332m2	2.600,5884m2																																						
-PAV. TIPO (519,4778m2x19 TIPOSx2 TORRES)		19.740,1564m2																																						
-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)		149,5698m2																																						
-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)		139,7734m2																																						
TOTAL COBERTO		26.602,3406m2																																						
TOTAL DESCOBERTO		3.788,9785m2																																						
TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO		30.389,3191m2																																						
TOTAL ÁREA DE GRAMA	1.230,5009m2 (13,17%)																																							
TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	637,50m2 (6,83%)																																							
TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	1.868,0009m2 (20,0%)																																							
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES																																								
<p>O edifício possui duas torres com dezenove pavimentos, cada, sendo oito apartamentos por andar, com duas opções de plantas: com dois ou três dormitórios. Ao todo são 304 apartamentos, sendo 152 de dois quartos com 97m² de área total e 63m² de área privativa e 152 de três quartos. Os apartamentos possuem suíte (para a planta de 3 quartos), banheiro social, sala conjugada de jantar e TV, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira. A área de lazer, localizada no térreo, com Espaço Gourmet, Deck Gourmet, Salão de Festas, Lavanderia, Game Space, Brinquedoteca, Espaço Mulher, Playground, Churrasqueira, Espaço Zen, Redário, Fitness, Piscina adulto e infantil e Quadra poliesportiva.</p>																																								

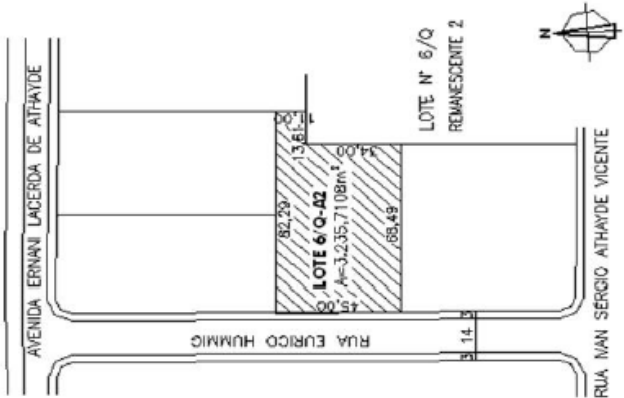
APÊNDICE E

Ficha Técnica - Obra 2

INFORMAÇÕES DA OBRA 02 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR																																		
DADOS DO EMPREENDIMENTO																																		
USO DA EDIFICAÇÃO EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ALVENARIA DE TIJOLOS E ESTRUTURA DE CONCRETO	ZONEAMENTO ZR4	COEF. DE APROVEITAMENTO 1,85																																
LOCAL DA OBRA LOTE 1/3 RESULTANTE DA ANEXAÇÃO DOS LOTES 1, 2 E 3 DO PARQUE RESIDENCIAL AURORA, RIBEIRÃO CAMBÉ. LONDRINA-PR	DATA DO PROJETO 28/07/2010	TAXA DE OCUPAÇÃO 45,58 (PAV. TERREO)																																
LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA 	COMPOSIÇÃO DAS ÁREAS CONSTRUÍDAS QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m ²) <table border="1"> <tbody> <tr> <td>TERRENO</td> <td>9.016,28m²</td> </tr> <tr> <td>CONSTRUÇÃO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-PAV. TERREO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td> -COBERTO: 3.569,6121m²</td> <td rowspan="2">} 5.716,6419m²</td> </tr> <tr> <td> -DESCOBERTO: 2.147,0298m²</td> </tr> <tr> <td>-PAV. SUPERIOR:</td> <td></td> </tr> <tr> <td> -COBERTO: 2.218,516m²</td> <td rowspan="2">} 3.517,5859m²</td> </tr> <tr> <td> -DESCOBERTO: 1.299,0699m²</td> </tr> <tr> <td>-PAV. TIPO (518,6021m²x19 TIPOSx2 TORRES)</td> <td>19.706,8798m²</td> </tr> <tr> <td>-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)</td> <td>149,5698m²</td> </tr> <tr> <td>-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)</td> <td>139,7734m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL COBERTO</td> <td>25.784,3511m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL DESCOBERTO</td> <td>3.446,0997m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO</td> <td>29.230,4508m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA DE GRAMA</td> <td>1.323,7728m² (14,68%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO</td> <td>479,4832m² (5,32%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA PERMEÁVEL</td> <td>1.803,256m² (20,0%)</td> </tr> </tbody> </table>		TERRENO	9.016,28m ²	CONSTRUÇÃO		-PAV. TERREO:		-COBERTO: 3.569,6121m ²	} 5.716,6419m ²	-DESCOBERTO: 2.147,0298m ²	-PAV. SUPERIOR:		-COBERTO: 2.218,516m ²	} 3.517,5859m ²	-DESCOBERTO: 1.299,0699m ²	-PAV. TIPO (518,6021m ² x19 TIPOSx2 TORRES)	19.706,8798m ²	-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)	149,5698m ²	-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)	139,7734m ²	TOTAL COBERTO	25.784,3511m²	TOTAL DESCOBERTO	3.446,0997m²	TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	29.230,4508m²	TOTAL ÁREA DE GRAMA	1.323,7728m ² (14,68%)	TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	479,4832m ² (5,32%)	TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	1.803,256m ² (20,0%)
TERRENO	9.016,28m ²																																	
CONSTRUÇÃO																																		
-PAV. TERREO:																																		
-COBERTO: 3.569,6121m ²	} 5.716,6419m ²																																	
-DESCOBERTO: 2.147,0298m ²																																		
-PAV. SUPERIOR:																																		
-COBERTO: 2.218,516m ²	} 3.517,5859m ²																																	
-DESCOBERTO: 1.299,0699m ²																																		
-PAV. TIPO (518,6021m ² x19 TIPOSx2 TORRES)	19.706,8798m ²																																	
-CASA DE MÁQUINAS (74,7849 x 2 TORRES)	149,5698m ²																																	
-CAIXA D'ÁGUA/BARRILETE (69,8867 x 2 TORRES)	139,7734m ²																																	
TOTAL COBERTO	25.784,3511m²																																	
TOTAL DESCOBERTO	3.446,0997m²																																	
TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	29.230,4508m²																																	
TOTAL ÁREA DE GRAMA	1.323,7728m ² (14,68%)																																	
TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	479,4832m ² (5,32%)																																	
TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	1.803,256m ² (20,0%)																																	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES																																		
<p>O edifício possui duas torres com dezenove pavimentos, cada, sendo oito apartamentos por andar, com duas opções de plantas: com dois ou três dormitórios. Ao todo são 304 apartamentos, sendo 152 de dois quartos com e 152 de três quartos. Os apartamentos possuem suíte (para a planta de 3 quartos), banheiro social, sala conjugada de jantar e TV, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira. A área de lazer, localizada no térreo, com Espaço Gourmet, Deck Gourmet, Salão de Festas, Lavanderia, Game Space, Brinquedoteca, Espaço Mulher, Playground, Churrasqueira, Espaço Zen, Redário, Fitness, Piscina adulto e infantil e Quadra poliesportiva.</p>																																		


APÊNDICE F

Ficha Técnica - Obra 3

INFORMAÇÕES DA OBRA 03 – EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR																																	
DADOS DO EMPREENDIMENTO																																	
USO DA EDIFICAÇÃO EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM ALVENARIA DE TIJOLOS E ESTRUTURA DE CONCRETO	ZONEAMENTO ZC3	COEF. DE APROVEITAMENTO 2,56																															
LOCAL DA OBRA LOTE 6/Q-A2, GLEBA N° 05, DA FAZENDA PALHANO LONDRINA-PR	DATA DO PROJETO 14/04/2011	TAXA DE OCUPAÇÃO 18,97% (PAV. TÉRREO)																															
<p>LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA</p> 	<p>COMPOSIÇÃO DAS ÁREAS CONSTRUÍDAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERRENO</td> <td>3.235,7108m²</td> </tr> <tr> <td>CONSTRUÇÃO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-PAV. SUBSOLO 2:</td> <td>2.591,6528m²</td> </tr> <tr> <td>-PAV. SUBSOLO 1: -COBERTO: 2.425,2904m²</td> <td rowspan="2">} 2.746,4386m²</td> </tr> <tr> <td>-DESCOBERTO: 321,1482m²</td> </tr> <tr> <td>-PAV. TÉRREO: -COBERTO: 613,7869m²</td> <td rowspan="2">} 1.401,5030m²</td> </tr> <tr> <td>-DESCOBERTO: 787,7161m²</td> </tr> <tr> <td>-PAV. TIPO (553,1967m² x19 TIPOS)</td> <td>10.510,7373m²</td> </tr> <tr> <td>-CASA DE MÁQUINAS</td> <td>69,5196m²</td> </tr> <tr> <td>-BARRILETE / CAIXA D'ÁGUA</td> <td>69,8478m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL COBERTO</td> <td>16.280,8346m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL DESCOBERTO</td> <td>1.108,8643m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO</td> <td>17.389,6989m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA DE GRAMA</td> <td>342,2434m² (10,58%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO</td> <td>306,0000m² (09,46%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA PERMEÁVEL</td> <td>648,2434m² (20,04%)</td> </tr> </tbody> </table>	QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m ²)		TERRENO	3.235,7108m ²	CONSTRUÇÃO		-PAV. SUBSOLO 2:	2.591,6528m ²	-PAV. SUBSOLO 1: -COBERTO: 2.425,2904m ²	} 2.746,4386m ²	-DESCOBERTO: 321,1482m ²	-PAV. TÉRREO: -COBERTO: 613,7869m ²	} 1.401,5030m ²	-DESCOBERTO: 787,7161m ²	-PAV. TIPO (553,1967m ² x19 TIPOS)	10.510,7373m ²	-CASA DE MÁQUINAS	69,5196m ²	-BARRILETE / CAIXA D'ÁGUA	69,8478m ²	TOTAL COBERTO	16.280,8346m ²	TOTAL DESCOBERTO	1.108,8643m ²	TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	17.389,6989m ²	TOTAL ÁREA DE GRAMA	342,2434m ² (10,58%)	TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	306,0000m ² (09,46%)	TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	648,2434m ² (20,04%)
QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m ²)																																	
TERRENO	3.235,7108m ²																																
CONSTRUÇÃO																																	
-PAV. SUBSOLO 2:	2.591,6528m ²																																
-PAV. SUBSOLO 1: -COBERTO: 2.425,2904m ²	} 2.746,4386m ²																																
-DESCOBERTO: 321,1482m ²																																	
-PAV. TÉRREO: -COBERTO: 613,7869m ²	} 1.401,5030m ²																																
-DESCOBERTO: 787,7161m ²																																	
-PAV. TIPO (553,1967m ² x19 TIPOS)	10.510,7373m ²																																
-CASA DE MÁQUINAS	69,5196m ²																																
-BARRILETE / CAIXA D'ÁGUA	69,8478m ²																																
TOTAL COBERTO	16.280,8346m ²																																
TOTAL DESCOBERTO	1.108,8643m ²																																
TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	17.389,6989m ²																																
TOTAL ÁREA DE GRAMA	342,2434m ² (10,58%)																																
TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	306,0000m ² (09,46%)																																
TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	648,2434m ² (20,04%)																																
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES																																	
<p>O edifício tem dois subsolos, pavimento térreo e uma torre com 19 andares e 114 apartamentos de três dormitórios, sendo uma suíte, além de varanda com churrasqueira. Os apartamentos, seis por andar, têm 80 metros quadrados de área privativa e 142 metros quadrados de área total, com duas vagas de garagem. A área de lazer, em um terreno de 3,2 mil metros quadrados, é composta por salão de festas com copa, espaço gourmet, varanda gourmet, fitness, brinquedoteca, play space, piscina com raia, miniquadra, espaço zen e playground.</p>																																	

APÊNDICE G

Ficha Técnica - Obra 10

INFORMAÇÕES DA OBRA 10 – EDIFÍCIO COMERCIAL																																																		
DADOS DO EMPREENDIMENTO																																																		
USO DA EDIFICAÇÃO EDIFÍCIO COMERCIAL EM ALVENARIA DE TIJOLOS E ESTRUTURA DE CONCRETO	ZONEAMENTO ZC3	COEF. DE APROVEITAMENTO 3,25																																																
LOCAL DA OBRA LOTE N° 7–B2, DA GLEBA N° 05, DA FAZENDA PALHANO MUNICÍPIO E COMARCA DE LONDRINA, ESTADO DO PARANÁ.	DATA DO PROJETO 08/09/2010	TAXA DE OCUPAÇÃO 83,29% (PAV. TÉRREO)																																																
<div style="text-align: center;">LOCALIZAÇÃO SEM ESCALA</div> 	<div style="text-align: center;">COMPOSIÇÃO DAS ÁREAS CONSTRUÍDAS</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m²)</th> <th style="text-align: right;">ÁREA (m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERRENO</td> <td style="text-align: right;">4.168,03m²</td> </tr> <tr> <td>CONSTRUÇÃO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>–PAV. SUBSLO 2:</td> <td style="text-align: right;">2.897,3440m²</td> </tr> <tr> <td>–PAV. SUBSLO 1:</td> <td style="text-align: right;">2.858,2740m²</td> </tr> <tr> <td>–PAV. TERREO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–COBERTO: 3.458,8644m²</td> <td style="text-align: right;">3.642,9409m²</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–DESCOBERTO: 184,0765m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>–1° PAVIMENTO:</td> <td style="text-align: right;">2.799,1126m²</td> </tr> <tr> <td>–2° PAVIMENTO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–COBERTO: 1.974,8631m²</td> <td style="text-align: right;">2.562,9715m²</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–DESCOBERTO: 588,1084m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>–3° PAVIMENTO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–COBERTO: 734,9260m²</td> <td style="text-align: right;">1.344,8470m²</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">–DESCOBERTO: 609,9210m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>–PAV. TIPO (656,0284m² x 26 TIPOS)</td> <td style="text-align: right;">17.056,7384m²</td> </tr> <tr> <td>–CASA DE MÁQUINAS</td> <td style="text-align: right;">154,2678m²</td> </tr> <tr> <td>–BARRILETE / CX. D'ÁGUA</td> <td style="text-align: right;">125,9561m²</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">TOTAL COBERTO</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">32.060,3462m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL DESCOBERTO</td> <td style="text-align: right;">1.382,1059m²</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO</td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">33.442,4521m²</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA DE GRAMA</td> <td style="text-align: right;">488,7014m² (11,25%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO</td> <td style="text-align: right;">384,9026m² (8,75%)</td> </tr> <tr> <td>TOTAL ÁREA PERMEÁVEL</td> <td style="text-align: right;">833,6053m² (20%)</td> </tr> </tbody> </table>		QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m²)	ÁREA (m²)	TERRENO	4.168,03m²	CONSTRUÇÃO		–PAV. SUBSLO 2:	2.897,3440m²	–PAV. SUBSLO 1:	2.858,2740m²	–PAV. TERREO:		–COBERTO: 3.458,8644m²	3.642,9409m²	–DESCOBERTO: 184,0765m²		–1° PAVIMENTO:	2.799,1126m²	–2° PAVIMENTO:		–COBERTO: 1.974,8631m²	2.562,9715m²	–DESCOBERTO: 588,1084m²		–3° PAVIMENTO:		–COBERTO: 734,9260m²	1.344,8470m²	–DESCOBERTO: 609,9210m²		–PAV. TIPO (656,0284m² x 26 TIPOS)	17.056,7384m²	–CASA DE MÁQUINAS	154,2678m²	–BARRILETE / CX. D'ÁGUA	125,9561m²	TOTAL COBERTO	32.060,3462m²	TOTAL DESCOBERTO	1.382,1059m²	TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	33.442,4521m²	TOTAL ÁREA DE GRAMA	488,7014m² (11,25%)	TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	384,9026m² (8,75%)	TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	833,6053m² (20%)
QUADRO RESUMO DE ÁREAS (m²)	ÁREA (m²)																																																	
TERRENO	4.168,03m²																																																	
CONSTRUÇÃO																																																		
–PAV. SUBSLO 2:	2.897,3440m²																																																	
–PAV. SUBSLO 1:	2.858,2740m²																																																	
–PAV. TERREO:																																																		
–COBERTO: 3.458,8644m²	3.642,9409m²																																																	
–DESCOBERTO: 184,0765m²																																																		
–1° PAVIMENTO:	2.799,1126m²																																																	
–2° PAVIMENTO:																																																		
–COBERTO: 1.974,8631m²	2.562,9715m²																																																	
–DESCOBERTO: 588,1084m²																																																		
–3° PAVIMENTO:																																																		
–COBERTO: 734,9260m²	1.344,8470m²																																																	
–DESCOBERTO: 609,9210m²																																																		
–PAV. TIPO (656,0284m² x 26 TIPOS)	17.056,7384m²																																																	
–CASA DE MÁQUINAS	154,2678m²																																																	
–BARRILETE / CX. D'ÁGUA	125,9561m²																																																	
TOTAL COBERTO	32.060,3462m²																																																	
TOTAL DESCOBERTO	1.382,1059m²																																																	
TOTAL GERAL DA CONSTRUÇÃO	33.442,4521m²																																																	
TOTAL ÁREA DE GRAMA	488,7014m² (11,25%)																																																	
TOTAL ÁREA POÇO DE ABSORÇÃO	384,9026m² (8,75%)																																																	
TOTAL ÁREA PERMEÁVEL	833,6053m² (20%)																																																	
<div style="text-align: center;">INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</div> <p>O edifício é composto por 312 salas comerciais, distribuídas em 26 pavimentos, com 12 salas por pavimento tipo, no pavimento térreo, Lobby de entrada, Sala de espera, Controle de acesso, Catracas eletrônicas, Hall de elevadores, 6 elevadores sociais, Elevador de serviço, 4 lojas comerciais, Entrada de veículos, Garagens, Espaço conforto e corporativo, Auditório para 100 pessoas, Sala de Reunião, Sala de Conferência, Foyer, Espaço Gourmet, Fitness, Vestiários, Praça e Lounge Externo.</p>																																																		

ANEXOS

ANEXO 1

Exemplar do PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduo da Construção Civil – LONDRINA-PR (Folha 1)

Decr. Munic. 768/2009
Res. CONAMA 307/2002

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
Memorial Descritivo para Obras Acima de 30 m² - Modelo 2014

Deverá ser entregue em duas vias

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO E DO EMPREENDIMENTO					
PROPRIETÁRIO OU RAZÃO SOCIAL			CPF/CNPJ		
ENDEREÇO					
RESPONS. LEGAL PELA EMPRESA			CPF Resp. Legal		CEP
ENDEREÇO COMPLETO DA OBRA				QUADRA	LOTE
USO DA EDIFICAÇÃO				INSCRIÇÃO DE IPTU	
CONSTRUÇÃO (área em m ²)		REFORMA (área em m ²)		DEMOLIÇÃO (área em m ²)	
					ÁREA TOTAL (área em m ²) 0
2. IDENTIFICAÇÃO DO (A) RESPONSÁVEL TÉCNICO (A)					
NOME					
TELEFONE		Celular		Endereço	
A.R.T./R.R.T		E-mail Resp. Téc.		Registro Conselho	
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)		Acondicionamento
			Processo / Aplicação	QTDE (m ²)	
A	Solos (terra) - volume solto				
	Componentes cerâmicos				
	Pré-moldados em concreto				
	Argamassa				
	Material asfáltico				
	Outros (especificar)				
TOTAL Classe A		0		0	
B	Plásticos				
	Papel/papelão				
	Metais				
	Vidros				
	Madeiras				
	Gesso				
Outros (especificar)					
TOTAL Classe B		0		0	
C	Outros (especificar) - lixa, pincel, etc.				
	TOTAL Classe C	0		0	
D	Tintas				
	Solventes				
	Oleos				
	Materiais que contenham amianto				
	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 m² 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.

ANEXO 1

Exemplar do PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduo da Construção Civil – LONDRINA-PR (Folha 2)

Decr. Munic. 768/2009
Res. CONAMA 307/2002

Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
Memorial Descritivo para Obras Acima de 30 m² - Modelo 2014

Deverá ser entregue em duas vias

4. TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL											
TRANSPORTE											
CLASSE/ RESÍDUO	Empresa responsável pelo transporte				Nº da licença ambiental		Quantidade estimada de transporte - m ³				
A							0				
B							0				
C							0				
D							0				
DESTINAÇÃO FINAL											
CLASSE / RESÍDUO	Empresa Receptora	Endereço				Município		Nº Lic. Ambiental		Órgão Expedidor	
A											
B											
C											
D											
5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PGRCC											
ETAPAS	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO	MÊS/ANO
Elaboração											
Aprovação											
Treinamento											
Implantação											
Monitoramento											
Habite-se											
6. CAPACITAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO											
O empreendedor deverá realizar ações de sensibilização e educação ambiental para os trabalhadores da construção, visando ao cumprimento das etapas previstas neste projeto.											
Número de funcionários envolvidos na execução da obra: <input type="text"/>											
Declaro estar ciente do conteúdo da Resolução Conama 307 de 2002, e do Decreto Municipal 768/2009.											
(OBS.: Os Comprovaantes de Transporte e Destinação Final deverão ser guardados, pois serão exigidos para emissão de Habite-Se. Deverão ser entregues na SEMA, juntamente com o formulário											
						Uso exclusivo da SEMA					
						Prefeitura do Município de Londrina Secretaria Municipal do Ambiente APROVADO Processo nº _____ Data / /					
Assinatura do Proprietário				Assinatura do Responsável Técnico				(Carimbo de Aprovação)			

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.

ANEXO 2

Exemplar do Termo de Conferência do PGRCC – LONDRINA-PR


PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA
Secretaria Municipal do Ambiente
FORMULARIO DE TERMO DE CONFERENCIA DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE
RESIDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL - PGRCC¹
PARA FINS DE HABITE-SE
Dados da obra:

Processo SEMA nº: _____ Ano 201 ____ → Este processo é o do PGRCC já aprovado.

Quadra:	Lote:	Bairro:	Área:
Logradouro:			

CLASSE/ RESIDUO	Empresas responsáveis	Quantidade de resíduos (m ³)
A	Empresa responsável pelo transporte:	
	Empresa responsável pelo destino final:	
B	Empresa responsável pelo transporte:	
	Empresa responsável pelo destino final:	
C	Empresa responsável pelo transporte:	
	Empresa responsável pelo destino final:	
D	Empresa responsável pelo transporte:	
	Empresa responsável pelo destino final:	

Obs.: Anexar cópias de comprovantes de transporte e de destinação final, capacitação e treinamento, alvará de licença da obra e carimbo do projeto aprovado, acompanhadas do original para conferência.

Londrina, ____ / ____ / ____.	Uso Exclusivo da SEMA:
	Prefeitura do Município de Londrina Secretaria Municipal do Ambiente APROVADO Processo nº _____ Data ____ / ____ / ____
Assinatura	
Nome do Responsável Técnico	
CPF nº _____	

ANEXO 3

Exemplar de Certificado de Transporte e Destinação de RCC (Classe A)



CERTIFICADO DE DESTINAÇÃO

N. 6.545 / 11/09/2014 Página 1 de 1

Londrina, 11 de setembro de 2014

A KURICA SELETA AMBIENTAL S/A, inscrita no CNPJ nº 07706588/0002-23, Inscr. Estadual nº 90405425-98 e Inscr. Municipal nº 160175-0, situada na Rod. Celso Garcia Cid, nº 12633, PR-445 km 367, Gleba Cafezal CEP 86044-290, Londrina – PR, CERTIFICA, para os devidos fins que foram destinados à nosso CTR (Central de Tratamento de Resíduos) a fim de classificação, tratamento e destinação os resíduos gerados por:

GERADOR: PEDRO ALCIR URNAU CPF:080.282.739-04

ENDEREÇO DE ORIGEM DOS RESÍDUOS: RUA JOSE VENTURA PINTO, QD.XII DATA, 11 - LONDRINA/PR.

TRANSPORTADOR: M S HIGASHI E CIA LTDA

CNPJ: 07.507.210/0001-10

OS	Emissão	Produto	Volumo	UN	LO
452272	09/09/2014	ENTULHO CACAMBA,5M²,DEST,FINAL,CLASSE A	5,00	M3	15039
Qtde Total : ENTULHO,CACAMBA,5M²,DEST,FINAL,CLASSE A			5,00	M3	

José Roberto Tórfano Júnior

José Roberto Tórfano Júnior
Tecnólogo Ambiental
CRQ-09202746



KURICA SELETA AMBIENTAL S/A

As informações quanto a origem e descrição dos resíduos são de inteira responsabilidade do gerador e do transportador.

Este certificado não tem validade sem a anuência do transportador.

[Handwritten Signature]

CNPJ: 07.507.210/0001-10
NOME: M S HIGASHI E CIA LTDA