

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO CONSORCIADA DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA UNIDADE DE
GERENCIAMENTO DO RIO SÃO JOÃO-MG (MB 13)**

Mariele Corrêa dos Reis Maia

São Carlos
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *EM ENGENHARIA CIVIL*

**PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO CONSORCIADA DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA UNIDADE DE
GERENCIAMENTO DO RIO SÃO JOÃO-MG (MB 13)**

Mariele Corrêa dos Reis Maia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Jose da Costa Marques Neto

São Carlos
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Mariele Correa dos Reis Maia, realizada em 27/05/2019:

Prof. Dr. Jose da Costa Marques Neto
UFSCar

Profa. Dra. Carmenlucia Santos Giordano Penteado
UNICAMP

Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro
UNESP

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho, me dar forças nos momentos mais difíceis de minha vida e sabedoria para realização deste sonho.

Aos meus pais, Aristeu e Claudinei, que não mediram esforços para oferecer educação, incentivo e estímulo às suas filhas. A minha irmã Marielza, parceira em todos os momentos da minha vida, sobretudo neste, sempre me auxiliando e ajudando em todos os projetos.

Ao meu mentor, Prof. Dr. José da Costa Marques Neto, pela orientação, confiança e amizade durante essa longa jornada. Agradeço imensamente por todo apoio e contribuições oferecidas para o desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum de Castro e Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Córdoba, pelas sugestões e correções de grande pertinência ao trabalho.

À Prof. Dra. Carmenlucia Santos Giordano Penteado, pela participação na banca examinadora deste trabalho.

Às Prefeituras Municipais de Bom Jesus da Penha, Nova Resende, Jacuí, São Pedro da União, Fortaleza de Minas, Cássia, Pratápolis, São Sebastião do Paraíso e Passos pela colaboração na coleta de dados, informações e à condução de visita em campo aos municípios.

Ao CNPq pelo período de fomento à pesquisa e ao PPGECiv pela infraestrutura e suporte oferecido aos alunos.

A todos que contribuíram direto ou indiretamente para a conclusão deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

REIS-MAIA, Mariele Corrêa. **Proposta de modelo de gestão consorciada de Resíduos da Construção Civil (RCC) na Unidade de Gerenciamento do Rio São João-MG (MB 13)**. 2019. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos, 2019.

Population growth and unrestrained progress contribute to the generation of construction waste (CDW), which is improperly disposed of, causes environmental liabilities and affects the quality of life of society. In order to establish guidelines for the management of these, the CONAMA Resolution No. 307 was created in 2002, however, the municipalities, mainly small ones and stakeholders involved, encountered difficulties in implementing the system due to the lack of financial resources, staff and supervision. One timely measure to address such impacts is joint actions, where municipalities work together to achieve economic and environmental benefits. Thus, this research aimed to characterize the current management of CDW in 10 small municipalities that make up the management unit of the São João River (MB-13), located in the state of Minas Gerais: Bom Jesus da Penha, Fortaleza de Minas, Itaú de Minas, Jacui, Pratápolis, São Pedro da União, Cássia, Nova Resende, Passos and São Sebastião do Paraíso, in order to propose a model of joint management to facilitate decisions. The Soft System (SSM) methodology established seven stages: documentary, field research, bibliographic review, diagnosis, data compilation and analysis of the actors involved in structuring the intermunicipal consortium. It was verified that in 80% of the municipalities the responsibility of the management of the RCC is of the public power, of which it lacks resources directed to the activity, besides finding them arranged in disorderly ways and places, without distinction of classes and care of the dangerousness. They do not have infrastructures such as ecopoints, ATTs, class A landfills and recycling plants. In the other 20%, the management is directed to companies of bucket, who are responsible for the final destination of the waste and some areas properly licensed. The builders do not present PGCDW and the PMGCDW public administration, it alleges difficulties in meeting the guidelines established by the resolution, do not have collectors and transporters records, legislation, supervision and educational actions. In the unit, class A waste is predominant, with a similar percentage incidence among builders, denoting standardization of the construction processes. In this scenario, the consortium management will have Steps as administrative headquarters of the association and 4 groupings to carry out the activities: Clusters 1 and 2 are composed of 4 municipalities and a landfill each, together they contemplate a mobile recycling plant, which will act in the ecopoints of each municipality for a period of 7 days. Clusters 3 and 4 operate in isolation due to the volume of RCC and territorial area, with the first 4 ecopoints, one ATT, one class A and one recycling plant operating for 30 days, and the second, 5 ecopoints, 2 ATT, 2 class A landfills and a recycling plant operating for 30 days in each ATT. The system will share services, technical and administrative staff, with an estimated cost of implementation of R \$ 2,645,766.75 and can be financed by own resources, state, federal or agreements. Due to its sustainable character, the short-term operational cost is managed by the municipalities' contribution, proportional to the volume of RCC generated and the use of infrastructures and services, and later with financial resources produced by the system itself.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil, Consórcio intermunicipal, Gestão de RCC, Plano de gerenciamento, Entulho.

ABSTRACT

REIS-MAIA, Mariele Corrêa. **Proposal of a model of joint management of Civil Construction Waste (RCC) in the São João River Management Unit (MB 13)**. 2019. 147p. Dissertation (Master in Structure and Civil Construction) - Federal University of São Carlos-UFSCar, São Carlos, 2019.

Population growth and uncontrolled progress contribute to the generation of construction waste (CCR), when inadequately disposed of, cause environmental liabilities and affect the quality of life of society. In order to establish guidelines for the management of these, CONAMA Resolution No. 307 was created in 2002, however, the municipalities, mainly small ones and stakeholders involved, had difficulties in implementing the system due to the lack of financial resources, technical staff and supervision. Timely measures to remedy such impacts are joint actions, where municipalities work together to achieve economic and environmental benefits. Thus, this research aimed to characterize the current management of RCC in the 10 small municipalities that make up the São João River management unit (MB-13): Bom Jesus da Penha, Fortaleza de Minas, Itaú de Minas, Jacuí, Pratápolis, São Pedro da União, Cássia, Nova Resende, Passos and São Sebastião do Paraíso, in order to propose a model of management consortium to provide decisions. The Soft System (SSM) methodology established seven stages: documentary, field research, bibliographic review, diagnosis, data compilation and analysis of the actors involved in structuring the intermunicipal consortium. It was verified that in 80% of the municipalities the responsibility of the management of the RCC is of the public power, of which it lacks resources directed to the activity, besides finding them arranged in disorderly ways and places, without distinction of classes and care of the dangerousness. They do not have infrastructures such as ecopoints, ATTs, class A landfills and recycling plants. In the other 20%, the management is directed to companies of bucket, who are responsible for the final destination of the waste and some areas properly licensed. The builders do not present PGRCC and the PMGRCC public administration, they claim difficulties in complying with the guidelines established by the resolution, do not have collectors and transporters records, legislation, supervision and educational actions. In the unit, class A waste is predominant, with a similar percentage incidence among builders, denoting standardization of the construction processes. In this scenario, the management consortium was structured as Steps for the administrative headquarters of the association and 4 groups for the exercise of activities: Clusters 1 and 2 are composed of 4 municipalities and a landfill each, together comprise a mobile recycling plant, which will act in the ecopoints of each municipality for a period of 7 days. Clusters 3 and 4 operate in isolation due to the volume of RCC and territorial area, with the first 4 ecopoints, one ATT, one class A and one recycling plant operating for 30 days, and the second, 5 ecopoints, 2 ATT, 2 class A landfills and a recycling plant operating for 30 days in each ATT. The system will share services, technical and administrative staff, with an estimated cost of implementation of R \$ 2,645,766.75 financed by own resources, state, federal or agreements. Due to its sustainable character, the short-term operational cost is managed by the municipalities' contribution, proportional to the volume of RCC generated and the use of infrastructures and services, and later with financial resources produced by the system itself.

Keywords: Civil construction waste, Intermunicipal consortium, CDW management, Management plan, Construction debris.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Linha cronológica de marcos regulatórios em relação aos RCC.....	26
Figura 2. Estrutura do Plano Integrado, prevista na Resolução CONAMA n° 448/2012.....	28
Figura 3. Etapas da gestão de RCC.	33
Figura 4. Iniciativas Estruturadas do Sistema de Gestão Sustentável.	34
Figura 5. Gráfico de informação nacional sobre o tipo de processamento entre os 392 municípios com serviço de manejo de RCC.	40
Figura 6. Gráfico do total de RCC coletados no Brasil e regiões (2015-2016-2017) (t/dia)...	40
Figura 7. Participação das Regiões do País no total de RCC Coletado.....	41
Figura 8. Disposição dos RCC, para pequenos geradores.....	43
Figura 9. Disposição dos RCC, para grandes geradores.....	43
Figura 10. Layout de Ecoponto.	45
Figura 11. Estrutura de uma ATT.....	46
Figura 12. Fluxograma do processo de reciclagem de RCC.	48
Figura 13. Percentual de usinas fixas, semimóveis e móveis no Brasil.	49
Figura 14. Esquema ilustrativo de associação horizontal.	52
Figura 15. Esquema ilustrativo de associação vertical.....	52
Figura 16. Processo burocrático de formação do CONSIMARES.	58
Figura 17. Usina recicladora de parceria público-privada CONSIMARES, sede em Hortolândia/SP. (A) vista do britador; (B) correia transportadora após classificação e (C) classificador.....	59
Figura 18. Processo burocrático de formação do CONSAB.	59
Figura 19. Organograma estrutura CONSAB.	60
Figura 20. Equipamento móvel de britagem do CONSAB.	61
Figura 21. Processo burocrático de criação do CISBRA.....	62
Figura 22. Organograma estrutura CISBRA.....	63
Figura 23. Equipamentos móveis: Peneira vibratória e triturador de reciclagem do CISBRA.	64
Figura 24. Pilares da gestão de RCC no NIR.....	65
Figura 25. Delimitações dos municípios da região Norte do Interior e dos sistemas de gestão de resíduos.....	66
Figura 26. Práticas de gestão de RCC adotadas pelas construtoras.	66
Figura 27. Municípios da Câmara de Montemor-o-Novo.	68
Figura 28. Unidade de reciclagem. a) Britagem, b) Separação magnética, c) Crivagem e d) Transporte.	69
Figura 29. Locais de armazenamento temporário de pequenos volumes de RCC.....	70
Figura 30. Recolha de RCC em obras através do sistema municipal.....	70

Figura 31. Delimitação dos municípios da Câmara Municipal de Barreiro.	72
Figura 32. Os 7 estágios da Metodologia Soft System.	73
Figura 33. Fluxograma de metodologia adotada.	74
Figura 34. Fluxograma de pesquisa a base de dados referentes aos RCC no período de 2013 a 2018.	75
Figura 35. Porcentagem por quantidades de referencias quanto ao ano.	75
Figura 36. Estimativa volumétrica por tipo de resíduo em Programa Autocad.	80
Figura 37. Equipamentos e esquema da metodologia.	80
Figura 38. Procedimento de amostragem física NBR 10.007:2004.	81
Figura 39. Delimitação dos municípios na Unidade de Gerenciamento MB-13.	83
Figura 40. Demarcação dos atores envolvidos na gestão dos RCC na MB-13.	84
Figura 41. Coleta e disposição dos RCC.	86
Figura 42. Uso de RCC na manutenção de estradas rurais.	86
Figura 43. Disposição inadequada de RCC nos municípios.	88
Figura 44. Área de disposição final de empresas de caçamba.	89
Figura 45. Projeto da Central de Reciclagem de Passos.	89
Figura 46. Estimativa de geração de RCC nos municípios da MB-13.	91
Figura 47. Gráfico percentual-Incidência de classes de RCC municípios da MB-13.	93
Figura 48. Composição gravimétrica dos RCC nos municípios da MB-13.	95
Figura 49. Fatores que dificultam o gerenciamento de RCC no canteiro de obras.	96
Figura 50. Atividades sequenciais de gestão de RCC.	98
Figura 51. Instalações ao agrupamento 1 da MB-13.	100
Figura 52. Instalações ao agrupamento 2 da MB-13.	100
Figura 53. Instalações ao agrupamento 3 da MB-13.	102
Figura 54. Instalações ao agrupamento 4 da MB-13.	103
Figura 55. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora A.	129
Figura 56. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora B.	133
Figura 57. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora C.	137
Figura 58. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora D.	141
Figura 59. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora E.	145
Figura 60. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora F.	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação de periculosidade dos resíduos em geral.	21
Tabela 2. Composição gravimétrica dos RCC levantado por alguns autores.	23
Tabela 3. Quantidade de RCC gerado por região e no Brasil em 2017.	23
Tabela 4. Destinação do RCC perante a classe.....	25
Tabela 5. Taxas de geração de RCC em algumas localidades.	36
Tabela 6. Volume de geração anual de RCC em alguns países.	37
Tabela 7. Quantidade de RCC coletado pelos municípios brasileiros 2012 a 2016.....	38
Tabela 8. Composição média dos RCC de obras no Brasil (%).	39
Tabela 9. Composição média dos materiais de RCC no Brasil (%).....	39
Tabela 10. Serviços de manejo dos RCC aos municípios de acordo com o porte e densidade populacional (2008).	42
Tabela 11. Definição de instalações para manejo dos RCC em municípios com dimensões típicas.....	56
Tabela 12. Caracterização geral dos municípios CONSIMARES.....	58
Tabela 13. Caracterização geral dos municípios CONSAB.	61
Tabela 14. Caracterização geral dos municípios CISBRA.	63
Tabela 15. Custo operacional mensal do gerenciamento dos RCC – CISBRA.	64
Tabela 16. Receita de valorização mensal de RCC – CISBRA.	65
Tabela 17. Caracterização dos municípios da AMALGA.	71
Tabela 18. Palavras-chave utilizadas para pesquisa na base de dados.	74
Tabela 19. Análise de dados mediante caracterização qualitativa (Imagens).....	79
Tabela 20. Adequação da gestão do RCC dos municípios da MB-13 em relação a Resolução CONAMA nº307.	85
Tabela 21. Índices socioeconômicos dos municípios da MB-13 em relação à geração de RCC.	90
Tabela 22. Atuação das Construtoras nos municípios.	94
Tabela 23. Distância viária entre os municípios da MB-13.	97
Tabela 24. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 1 da MB-13.	101
Tabela 25. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 3 da MB-13.	102
Tabela 26. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 4 da MB-13.	103
Tabela 27. Número de infraestruturas e ferramentas de gestão a cada agrupamento.	104
Tabela 28. Preços médios de aquisição de equipamentos para britagem.	105
Tabela 29. Análise de custo de implantação do sistema de gestão proposto ao consórcio da MB-13.	106
Tabela 30. Preços médios dos produtos comercializados.	107
Tabela 31. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora A.....	130

Tabela 32. Caracterização volumétrica por processamento de imagens - Construtora A.	131
Tabela 33. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora A.	132
Tabela 34. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora B.....	134
Tabela 35. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora B.	135
Tabela 36. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora B.	136
Tabela 37. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora C.....	138
Tabela 38. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora C.	139
Tabela 39. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora C.	140
Tabela 40. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora D.....	142
Tabela 41. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora D.	143
Tabela 42. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora D.	144
Tabela 43. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora E.....	146
Tabela 44. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora E.	147
Tabela 45. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora E.	148
Tabela 46. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora F.....	150
Tabela 47. Caracterização volumétrica por processamento de imagens - Construtora F. ...	151
Tabela 48. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora F.....	152

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos

AGEMCAMP – Agência metropolitana de Campinas

AMALGA – Associação de municípios do Alentejo para gestão ambiental

AMARSUL – Sistemas Multimunicipal de Resíduos

ARC – Agregado reciclado misto e de concreto

ATT – Área de transbordo e triagem

CAIXA – Caixa Econômica Federal

CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

CEE – Comunidade Económica Europeia

CISBRA – Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região dos Circuitos das Águas

CIVAP – Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema

CLT – Consolidação de leis trabalhistas

CMB – Câmara Municipal do Barreiro

CMMN – Câmara Municipal de Montemoro-Novo

CODASP – Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSIMARES – Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos

CONSAB – Consórcio de Saneamento Ambiental

CTR – Controle e transporte de resíduos

CTURCD – Centro de triagem e valorização da fração inerte de RCD

EC – Ecoponto

E-Gar – Guia de acompanhamento de resíduos eletrônicos

FECOP – Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição

GD7 – Unidade de Planejamento dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande

HQE – Haste Qualité Environmental des Batiments

IDH – Índice de desenvolvimento humano

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

MB-13 – Unidade de gerenciamento do Rio São João

MPO – Ministério do Planejamento e Orçamento

NIR – Região do Interior do Norte de Portugal

PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PEV – Ponto de entrega voluntária

PGIRCC – Plano de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil

PMGRCC – Plano municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil

PIB – Produto interno bruto

PMGRCC – Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico

PPA – Plano plurianual

PVC – Polyvinyl chloride (Policloreto de polivinila)

RCC – Resíduos da construção civil

RCD – Resíduos da construção e demolição

RCRA – Resource Conservation and Recovery Act

REAGIR – Reciclagem de entulho no ambiente da gestão integrada de resíduos

RSD – Resíduos sólidos domésticos

RSI – Resíduos sólidos industriais

RSS – Resíduos de serviço de saúde

RU – Resíduos urbanos

SiAC – Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras

SiMaC – Sistema de Qualificação de Materiais Componentes e Sistemas Construtivos

SiQ – Sistemas de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras

SIRAPA – Sistema Integrado de Registro da Agência Portuguesa do Ambiente

SSM – Soft Systems Methodology

SUMA – Serviço Urbano e Meio Ambiente

UPGRH – Unidade de Planejamento dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande

UPRE – Unidade piloto de reciclagem de entulho

URM – Usina de Reciclagem móvel

URPV – Unidade de recebimento de pequenos volumes

UTC – Unidade de triagem e compostagem

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Geral	16
1.1.2 Específicos	16
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 ESTRUTURA	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	19
2.1.1 Definição	19
2.1.2 Classificação	20
2.1.3 Composição e Caracterização do RCC.....	22
2.1.4 Destinação do RCC.....	24
2.2 MARCOS REGULATÓRIOS E NORMALIZAÇÃO.....	25
2.2.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL BRASILEIRA	26
2.2.2 Resolução CONAMA nº 307	27
2.2.3 PBQP-H Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat	29
2.2.4 Normas Técnicas	30
2.2.5 Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.....	31
2.3 GESTÃO DO RCC	32
2.3.1 Panorama dos Resíduos de Construção Civil no Contexto Internacional	35
2.3.2 Panorama dos Resíduos de Construção Civil no Brasil.....	37
2.4 PRINCIPAIS INFRAESTRUTURAS	42
2.4.1 Ecopontos	44
2.4.2 Áreas de Transbordo e Triagem	45
2.4.3 Usinas de Reciclagem de RCC	46
2.4.4 Aterros Classe A	50
2.5 CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS	50
2.5.1 Formas de Associação.....	52
2.5.2 Personalidade Jurídica.....	52
2.5.3 Etapas à Constituição do Consórcio.....	54
2.5.4 Ações ao Porte dos municípios e A consórcios de Gestão dos RCC.....	55
2.5.5 Experiências Nacionais/Internacionais de Gestão Integrada de RCC	57
3. METODOLOGIA	73

3.1 METODOLOGIA SOFT SYSTEMS (SSM).....	73
3.1.1 Revisão Bibliográfica.....	74
3.1.2 Diagnóstico do Atual Sistema de Gestão dos RCC nos Municípios da MB-13.....	76
3.1.3 Caracterização quali-quantitativa dos RCC nos municípios da MB-13	78
3.1.4 Proposta de Modelo Orientativo de Consórcio Intermunicipal de Gestão de RCC para Municípios de Pequeno Porte	81
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	83
4.1 DIAGNÓSTICO DO ATUAL SISTEMA DE GESTÃO DE RCC NA MB-13	83
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS rcc NOS MUNICÍPIOS DA MB-13.....	92
4.3 MODELO ORIENTATIVO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RCC	96
5. CONCLUSÃO.....	108
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	109
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
Anexo A – Parecer Consubstancial do Comitê de Ética–Plataforma Brasil.....	120
Apêndice A – Questionário destinado aos gestores municipais.	123
Apêndice B – Questionário destinado aos construtores.....	126
Apêndice C – Caracterização Qualitativa dos RCC por Imagens Fotográficas no AUTOCAD, Amostras Físicas e Questionário em Construtoras da MB-13.	129
Apêndice D – Mapa Colaborativo de Infraestruturas do Modelo de Consórcio Proposto a MB-13.	153

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o progresso desenfreado têm contribuído para o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, sobretudo a enorme quantidade gerada na construção civil, setor considerado como um dos pilares do desenvolvimento econômico brasileiro, responsável por 9,3% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, referente ao ano de 2016 (CONSTRUBUSINESS, 2016). Com o consumo considerável de materiais em grande escala, diversidade, ocorre conseqüentemente, elevada geração de resíduos, provenientes da inexistência ou ineficiência da gestão dos processos produtivos e de seu descarte irregular.

Os impactos gerados pela indústria da construção civil acabam interferindo na qualidade de vida da população, já que os resíduos da construção e demolição são majoritariamente materiais inertes, que podem causar dispêndios ambientais, econômicos e estéticos durante todo seu ciclo de vida, principalmente caso sua disposição final não seja feita adequadamente, o que agredirá a atmosfera, o solo, o lençol freático e o ecossistema, tendo-se assim a necessidade de um gerenciamento eficiente e de limpeza urbana (LEITE e NETO, 2014).

Os resíduos da construção civil (RCC) são heterogêneos, compostos por diversos materiais, sejam eles constituintes de parte de edifício, infraestrutura, e ainda de perdas na obra (ALMEIDA et al., 2015), ou seja, é todo resíduo oriundo das atividades de construção, reforma, demolição e limpeza de terreno.

Os principais responsáveis pela geração de RCC são as construtoras com obras de grande porte, os executores de reformas, ampliações e demolições, informalizadas sem a expedição de alvará, e profissionais autônomos, que em conjunto raramente possuem gerenciamento dos RCC e das atividades nos canteiros de obras (BRASIL, 2010c). A fim de discipliná-los passou a vigorar em 2002 a Resolução CONAMA nº 307, que foi instituída como primeiro instrumento regulatório da gestão dos resíduos da construção civil, passando por alterações pela CONAMA 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015. Estabelece a implantação de Planos Municipais de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) para subsidiar pequenos geradores, Planos de Gerenciamento (PGRCC) por parte dos geradores de grande porte e a classificação dos RCC em quatro classes.

Dada a problemática do entulho gerado nos municípios, é essencial que se articulem políticas locais de saneamento básico, com foco nos resíduos da construção civil, baseados

em informações técnicas e nas características locais que definam a melhor maneira possível de gerenciar os resíduos, tendo como exemplo os ecopontos, as usinas de reciclagem, os aterros de inertes e a implantação de consórcios intermunicipais, foco desta pesquisa, para o manejo dos RCC, além do controle de produção e de projetos de gerenciamento dos geradores (MARQUES NETO, 2009).

Cerca de 70,11% dos municípios mineiros possui menos de 20.000 habitantes, com gerenciamento inadequado de RCC, de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002). Dentre as dificuldades apresentadas para a implantação dos Planos de Gerenciamento de RCC, Onofre et al.(2014) ressalta a falta de recursos financeiros, a inexistência de corpo técnico especializado e, sobretudo a falta de fiscalização. Os recursos financeiros vêm sendo contornados por meio de planos integrados de gerenciamento - consórcios intermunicipais, envolvendo grupo de municípios geralmente vinculados a bacia hidrográfica, condizentes com a Política Nacional de Resíduos Sólidos aprovada em 2010 – Lei 12.305 (BRASIL, 2010c).

Dado o contexto, esta pesquisa visa propor um modelo de gestão consorciada intermunicipal na Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB-13), composta por 10 distritos, onde cerca de 80% possuem menos de 20.000 habitantes, como uma medida oportuna para subsidiar ações de gestão dos RCC e mitigar tais danos, em virtude de municípios de pequeno porte serem banalizados em pesquisas, infraestruturas e recursos financeiros.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GERAL

Propor um modelo orientativo de consórcio intermunicipal de gestão dos resíduos da construção civil (RCC) em municípios de pequeno porte, constituintes da Unidade de Gerenciamento do Rio São João-MG (MB-13).

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Determinação de caracterização quali-quantitativa dos RCC gerados em obras de municípios de pequeno porte, com vista de efetuar um estudo comparativo com caracterizações realizadas por outros autores;
- Diagnosticar o atual sistema de RCC na gestão pública e privada, identificando as práticas de gerenciamento realizadas pelos diversos atores envolvidos no setor da construção civil em consonância com a Resolução CONAMA nº307;

- Elaborar um mapa colaborativo de infraestruturas necessárias às operações e atividades concebidas pelo modelo de consórcio de gestão intermunicipal de RCC.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crescimento demográfico transcorreu no desenvolvimento habitacional, econômico e social da comunidade, persuadido por diversas atividades da qual repercutem a indústria da construção civil, que se comporta como geradora de diversos impactos ambientais, devido ao consumo de recursos naturais, à modificação da paisagem e à produção de grande volume de resíduos da construção (RCC) (KLEIN e GONÇALVES-DIAS, 2017).

Os processos da construção civil são uma das principais fontes de geração de RCC, pois possui alto índice de perdas nas edificações e conseqüentemente, altas taxas de geração de resíduos por metro quadrado, como verificado por Sáez et al. (2014). Emanase que o gerador tenha dificuldade de gerir os resíduos pelo custo financeiro, falta de capacitação profissional, de transporte, de coleta, de infraestruturas e de subsídio e cultura social.

Assim esses resíduos são dispostos de maneira irregular, em encostas de leitos de cursos d'água, terrenos baldios, vias e logradouros, gerando passivos ambientais como a poluição dos mananciais, a contaminação do solo, a poluição visual, a proliferação de vetores de doenças, obstrução dos sistemas de drenagem e inundações, além da degradação de áreas destinadas a expansão urbana, o que afeta a qualidade de vida da sociedade.

A fim de sanar este problema foi criada em 5 de julho de 2002 a Resolução CONAMA nº 307, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC. O sistema de gestão orientado deve ser aplicado a todos os municípios brasileiros, no entanto observa-se a incapacidade estrutural de elaborar, discutir e aplicar as práticas estabelecidas, principalmente aos de pequeno porte. A MUNIC (2017) levantou que pouco mais da metade dos municípios brasileiros (54,8%) possuem Plano Integrado de Resíduos Sólidos. A presença do plano tende a aumentar na medida em que se avança de faixas menores para maiores de população do município, variando de 49,1% nos municípios de 5 001 a 10 000 habitantes para 83,3% nos com mais de 500 000 habitantes e em recorte estadual a termos de população ressalta-se o Rio de Janeiro (43,5%) e Minas Gerais (43,7%), que situam-se abaixo da média nacional. Inventariando as dificuldades relacionadas aos municípios de pequeno porte, elaborarem o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC), em função de se organizarem,

de falta de infraestrutura, mãos de obra qualificada e de recursos financeiros para exercer a gestão (MARQUES NETO, 2009).

Para alcançar o determinado em legislações, cabe destacar que os Art.16 § 1º, o Art.17 VIII e o Art. 45 da Lei 12.305 da PNRS, direcionam os consórcios públicos a pequenos municípios com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, à prioridade na obtenção de incentivos instituídos pelo Governo Federal (BRASIL, 2010c). Desta maneira, os consórcios públicos podem ser uma forma de equacionar o problema dos municípios à gestão dos resíduos e sua disposição final.

Dado cenários se justifica a propor um modelo de gestão consorciada de RCC a municípios de pequeno porte que compõem a Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB-13), além de situar-se no Sudoeste do estado de Minas gerais e das administrações públicas não possuírem nenhum tipo de manejo adequado ou infraestruturas, acarretando impactos ao meio ambiente.

1.3 ESTRUTURA

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos:

O Capítulo 1 – Composto pela introdução aborda uma visão geral sobre o assunto, a justificativa e os objetivos da dissertação;

O Capítulo 2 – Contempla a revisão bibliográfica com as definições, as legislações, o panorama mundial e brasileiro, e o tratamento de disposição dos RCC.

O Capítulo 3 – Descreve a metodologia empregada, aborda os processos de caracterização dos RCC e a coleta de dados.

O Capítulo 4 – Apresenta os resultados e a análise do modelo de gestão consorciada dos RCC na Unidade de Gerenciamento do Rio São João MB-13;

O Capítulo 5 – Aborda as conclusões e apresenta as sugestões para futuras pesquisas.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na elaboração da pesquisa, seguidas pelos Anexos e Apêndices que colaboraram no desenvolvimento da pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Brasileiro e Matos (2015), a geração de RCC no Brasil varia entre 41% a 70%, o que levou alguns pesquisadores a estudarem as diversas causas dessa geração, dentre os quais a falta de qualidade dos bens e serviços, que ocasionam a perda de materiais (entulhos), o aumento da urbanização acarretando construções, modificações e adaptações desordenadas, estruturas de concreto e outros tipos mal concebidos, redução da vida útil que impõem a manutenções corretivas e os desastres ocasionados pelo homem.

As causas eminentes de geração de resíduos são erros ou exiguidade de planejamento, uso de materiais inadequados ou ineficazes, mudanças repentinas, produtos e serviços efetuados erroneamente, ocasionando perdas (YEHEYIS et al., 2013; SOUZA e PALIARI, 2006).

2.1.1 DEFINIÇÃO

Recentemente vários termos técnicos e populares têm sido empregados para definir os resíduos concebidos das atividades de construção, demolição, reformas e escavações, constituídos por restos ou aparas de materiais em canteiros de obras, placas de concreto, gesso, tinta, entre outros (SINDUSCON, 2013; YEHEYIS et al., 2013). A seguir expõem-se alguns pareceres sobre resíduos da construção civil – RCC.

Marques Neto (2009) define os RCC como o rejeito de material empregado nas diversas etapas de obras das edificações, os quais podem ser provenientes de obras de infraestruturas, construções novas, demolições, reparos, reformas e restaurações.

No Brasil, os resíduos relatados acima são definidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS como: “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010c, art. 13, p.6) e pela Resolução nº307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA como:

“os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e

compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, p.1).”

Esta definição é reafirmada de maneira análoga, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, no conjunto de normas:

ABNT NBR 15.112:2004	ABNT NBR 15.114:2004	ABNT NBR 15.116:2004
ABNT NBR 15.113:2004	ABNT NBR 15.115:2004	

Tais normas estabelecem definições, diretrizes, procedimentos, tecnologias e propriedades específicas para os RCC, bem como manejo e gerenciamento adequado.

Ressalta-se que, há pouco tempo atrás, o termo técnico utilizado para designar tais resíduos no Brasil era a sigla RCD – Resíduos de Construções e Demolições, porém após a publicação da PNRS e das alterações à Resolução CONAMA n° 307, o termo oficial a ser empregado passou a ser RCC – Resíduos da Construção Civil, a difundir-se em resoluções, normalizações, legislação e publicações vigentes em tal contexto, contudo não se considera errado o uso do termo RCD.

Em decorrência ao descrito, Vergara e Tchobanoglous (2012) expôs duas classificações: resíduos de demolição como sendo provenientes de construções e estruturas destruídas e resíduos da construção, apontados como oriundos de construções, remodelagens, reparos residenciais, comerciais e outras edificações. Vale ressaltar que os resíduos provenientes de demolição merecem atenção, pelo fato da negligência dos atores dispô-los misturados a outros tipos de resíduos e/ou efluentes, como os resíduos sólidos industriais (RSI), os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os resíduos de serviço de saúde (RSS), sem cuidados quanto a periculosidade, além de apresentarem diversas origens.

Assim, a critério deste trabalho, utilizou-se a terminologia RCC referente aos resíduos da construção civil, por se demonstrar como termo claro e abrangente, além de estar em consonância com a terminologia brasileira.

2.1.2 CLASSIFICAÇÃO

A primeira classificação dos RCC foi definida pela Resolução CONAMA n° 307, sendo a última atualização realizada pela Resolução CONAMA n° 469:2015, classificando-os como:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados, tais como:

- de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras infraestruturas, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.) argamassa e concreto;
 - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obra.
- Classe B: São resíduos recicláveis para outras destinações. Tais como plásticos, papel/papelão, madeiras, vidros, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso, alterado pela Resolução CONAMA n° 469:2015.
 - Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, complementada pela Resolução CONAMA n°431:2011.
 - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou produtos nocivos à saúde, complementada pela Resolução CONAMA n°348:2004.

A ABNT NBR 10004:2004 classifica os resíduos de maneira geral de acordo com suas características, conforme demonstrado na Tabela 1, baseado na classificação das propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas dos resíduos. A CONAMA n°469:2015 correlaciona aos resíduos de embalagens de tinta, classe B, determinados que estas sejam submetidas ao sistema de logística reversa e contemple a destinação ambientalmente adequada.

Tabela 1. Classificação de periculosidade dos resíduos em geral.

Classe	Descrição	Característica
Classe I	Resíduos perigosos	Toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade E patogenicidade.
Classe II A	Não inertes	Biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe II B	Inertes	Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: Adaptado da NBR 10.004 (ABNT, 2004).

A NBR 15116:2004 estabelece que os agregados recicláveis são os materiais granulares decorrentes de resíduos da construção civil – Classe A, que possuem técnicas de aplicação em obras de edificação, de aterros sanitários, de infraestrutura e obras de engenharia. São comumente definidos como agregado reciclados misto e de concreto (ARC), de fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos a base de materiais cimentícios e rochas.

A importância de se classificar os resíduos se deve ao fato de que quando não são devidamente tratados, eles podem poluir rios e mananciais responsáveis pelo abastecimento de águas dos municípios, favorecer a proliferação de vetores de doenças, provocar poluição do ar e aumentar os impactos socioeconômicos conforme relatado anteriormente. Ressalta-se que a classificação facilita o manejo dos resíduos e corrobora na identificação de solução específica a cada grupo.

2.1.3 COMPOSIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO RCC

A construção civil emprega uma variedade de materiais como: combustíveis e derivados de petróleo, aglomerantes como cal, gesso, cimento, argamassa, agregados de jazidas e os obtidos por meio de extração mineral, como blocos, telhas, tubos (PVC, cobre, aço, etc.), cerâmicas, dentre outros. Além do volume de embalagens referentes a esses materiais como os plásticos, polímeros, papel e metálicos, que apesar de serem de maioria recicláveis, podem ser contaminados o que impede o reaproveitamento.

A geração de resíduos reflete da quantidade de produtos utilizados nas obras, das diversas tecnologias construtivas e as peculiaridades de cada região em relação à cultura de materiais e métodos empregados, bem como o treinamento de mão de obra (SIDUSCON, 2018).

Pesquisadores como Karpinski et al. (2012) alegam que a composição dos RCC diferencia-se em função de cada etapa construtiva, fonte, país ou região, contudo sobressai um componente em razão da diversidade de técnicas utilizadas, onde a caracterização média da composição vinculará a parâmetros de cada região. A fim de estabelecer as porcentagens dos materiais componentes do RCC, diversos estudos têm sido realizados. A Tabela 2 apresenta o levantamento realizado por alguns autores em divergentes cidades brasileiras e fontes de obras, onde se nota a predominância de concreto e argamassa.

Tabela 2. Composição gravimétrica dos RCC levantado por alguns autores.

	Orozco e Frederico (2015)	Costa, Rosado e Penteado (2017)	Kochem, Dutra e Possan (2017)
Concreto, argamassa, pedras e rochas	-	35,93	-
Pedra	4,84	-	-
Concreto	6,80	-	16,50
Argamassa	10,70	-	36,60
Material cerâmico	1,90	2,74	33,30
Solo, areia e finos	9,30	22,83	-
Madeira	1,60	5,94	5,60
Demolição (Diversos)	-	4,05	-
Tijolo	7,80	1,47	-
Papel, Metal e vidros	0,20	3,38	2,80
Ferros e fios	0,30	-	2,40
Gesso	0,30	2,94	-
Embalagens contaminadas	0,70	0,76	1,50
Fibrocimento	0,30	0,21	0,30
Materiais orgânicos	0,30	0,10	-
Outros	-	0,65	1,10
Caliça retirada	34,90	-	-
Caliça Peneirada	20,00	-	-

Fonte: Própria Autora (2019).

Para Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2017), no Brasil coleta-se em média 123.421 ton./dia de RCC, com índice de 0,594 kg/hab.dia, alertando para o fato de que apenas um percentual é mensurado, uma vez que o gerador é responsável pela coleta e destinação desses resíduos e uma porção é manuseada de forma irregular sem registro. A Tabela 3 apresenta a quantidade de RCC gerado nas regiões brasileiras.

Tabela 3. Quantidade de RCC gerado por região e no Brasil em 2017.

Região	População urbana (hab)	RCC coletado (ton/dia)	Índice kg (ton/hab.dia)
Norte	11.833.104	4.727	0,264
Nordeste	39.154.163	24.585	0,429
Centro-Oeste	12.655.100	13.574	0,855
Sudeste	75.252.119	64.063	0,737
Sul	23.424.082	16.472	0,556
Brasil	162.318.568	123.421	0,594

Fonte: ABRELPE (2017).

O desperdício de materiais é um dos ou o principal fator do elevado volume de entulho gerado no Brasil, o qual deve ser estudado, analisado e solucionado tanto pelo setor da construção civil, como pelo Estado, prefeituras e cidadãos, pois tal desperdício resulta no aumento dos custos de edificações até encargos cobrados pelas administrações públicas (KARPINSKI et al., 2012).

2.1.4 DESTINAÇÃO DO RCC

O descarte dos RCC em pequenos volumes é comumente realizado ao longo de vias públicas, terrenos baldios e em cursos d'água, porque não há áreas predestinadas para o recebimento desses resíduos nos municípios, ocasionando com isso danos ambientais e consequentemente altos custos operacionais de limpeza pública. Há basicamente duas formas de disposição final irregular dos RCC, sendo a primeira o descarte em bota-foras clandestinos e a outra em área de deposição irregular (PINTO; GONZÁLES, 2005). Os bota-foras clandestinos surgem da ação desregulada de empresas que coletam grandes volumes, depositam-os em áreas não licenciadas as quais muitas vezes, são de conhecimento das administrações locais.

Áreas de deposição irregular resultam da ação de pequenos geradores, que acabam por dispor seus resíduos em áreas livres como: áreas institucionais, margens de córregos, vias urbanas e áreas verdes degradadas. Contudo, uma pequena parcela de municípios os destina em aterros sanitários, diminuindo sua vida útil, em prol da grande quantidade gerada de RCC. Nos distritos em que se faz uso de lixões também se observa grande disposição dos RCC, o que compromete ambientalmente o local e apresenta inconvenientes a saúde pública.

Os bota-foras são comumente utilizados pelos municípios para destino final dos RCC, em áreas que são oferecidas para aterramento com o interesse de correção de topografias, contudo se esgotam rapidamente por não considerar os fatores ambientais, não proceder a separação dos RCC por classes ou cuidados à periculosidade por estarem misturados com materiais oriundos de outras atividades (SCREMIN; CASTILHO-JUNIOR; ROCHA 2014).

Estas disposições inadequadas poluem o solo, degradam a paisagem, apresentam ameaças à saúde pública, além de atrair resíduos não inertes que, ao acumular água, favorecem a proliferação de animais peçonhentos. Perante tal situação, incube ao poder público atuar com medidas paliativas, realizando serviços de coleta e arcando com os custos de transporte e disposição final. Tais práticas não solucionam o problema de limpeza pública, não alcançam a remoção total dos resíduos e incentivam a disposição irregular desses (PINTO; GONZALES, 2005).

Com intuito de contornar esta situação, a Resolução CONAMA n° 307 (BRASIL, 2002) instituiu que os municípios brasileiros deveriam cessar a disposição dos RCC em aterros sanitários, aterros controlados e áreas de bota-fora a um prazo determinado e contemplar os Plano de Gerenciamento Integrados dos RCC, contudo tal medida ainda não foi cumprida por muitos municípios. A Resolução CONAMA estabelece a maneira correta de

como os geradores devem efetuar a disposição final dos RCC de acordo com as classes, conforme demonstrado na Tabela 4:

Tabela 4. Destinação do RCC perante a classe.

Classe A	Encaminhados a área de aterro de resíduos da construção e demolição Classe A e de resíduos inertes, de forma a propiciar a reciclagem futura dos materiais.
Classe B	Encaminhados à área de armazenamento temporário, de modo a permitir a utilização ou reciclagem futura dos materiais.
Classe C	Armazenados, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas, tendo sua classificação quanto a periculosidade regida pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).
Classe D	Armazenados, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas, tendo sua classificação quanto a periculosidade regida pela NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Fonte: Modificado BRASIL (2002).

Ao não adotar tais medidas estabelecidas pela legislação, as prefeituras assumem a co-responsabilidade pela disposição dos RCC em áreas clandestinas e tendem a dispor veículos oficiais para remoção destes entulhos, realizando a denominada gestão corretiva, que consiste em regularizar as áreas após o descarte clandestino, marcada por ações não preventivas, repetitivas e custosas, que resultam em soluções ineficientes. Tal estratégia é a mais adotada pelas administrações públicas para minimizar o descarte irregular (CABRAL; MOREIRA, 2011).

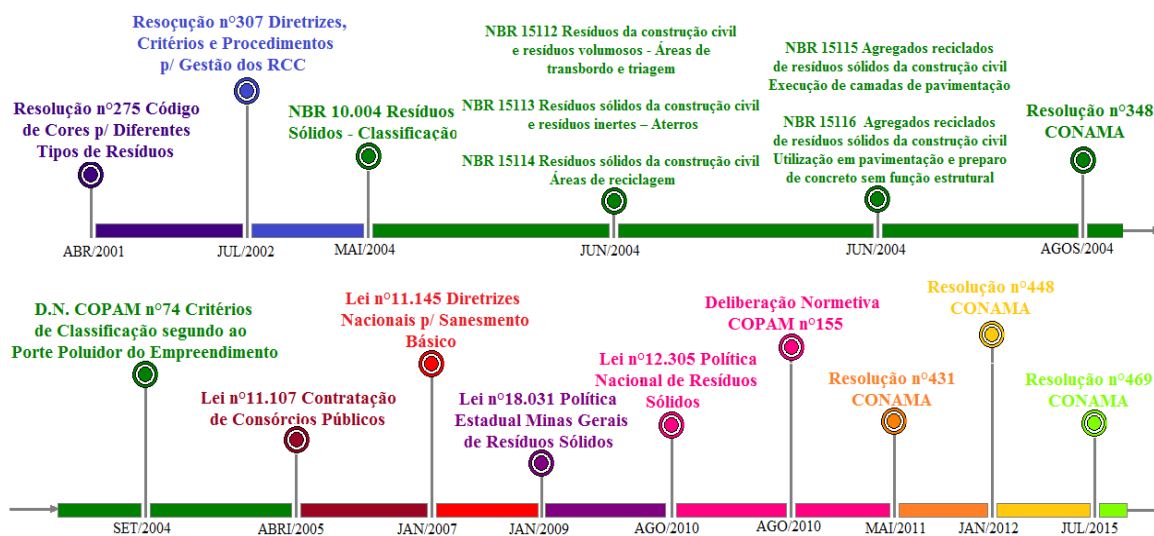
Para Ângulo, Gulo e Quattrone (2015) os municípios não contemplam modelos de gestão preventivos ou políticas que incentivem a fiscalização, por equivocarem com a lógica irracional de que medidas de redução de geração dos RCC e gestão corretiva emergencial atende a demanda, reduz gastos com a limpeza pública e promovem a minimização dos riscos à saúde e danos ambientais, empregando esta estratégia como a mais viável economicamente.

2.2 MARCOS REGULATÓRIOS E NORMALIZAÇÃO

Os resíduos da construção civil estão sujeitos à legislação específica de cada país, e ainda sobre ela desencadeiam diversos quesitos regulatórios como: vigências de algumas legislações federais de resíduos sólidos, legislação específica de âmbito estadual e municipal, normas técnicas, e resoluções, sendo demonstradas em linha cronológica pela Figura 1 algumas relevantes para este estudo.

Dentre esses diversos elementos regulatórios, algumas legislações internacionais e federais como a Resolução CONAMA nº 307, algumas normas técnicas e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat serão descritos a seguir.

Figura 1. Linha cronológica de marcos regulatórios em relação aos RCC.



Fonte: Própria Autora (2019).

2.2.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL BRASILEIRA

A fim de estabelecer diretrizes a respeito dos resíduos sólidos e o meio ambiente, começou a vigorar em 31 de agosto de 1981 a Lei Federal nº 6.938, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, criando o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e instituindo o Cadastro de Defesa Ambiental, determinando que compete ao conselho estabelecer normas, critérios e padrões a qualquer atividade que envolva passivo de poluição ao ambiente.

Associado a esse cenário, Pinto e Gonzáles (2005) assinalam a intitulação da Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1988 - Lei de Crimes Ambientais que admite penalidade aos responsáveis pela inadequada disposição final de resíduos sólidos, e teve reafirmado seu cumprimento a partir da homologação, em 2002, da Resolução CONAMA nº 307. O CONAMA determinou algumas resoluções voltadas à gestão dos resíduos e outras que revisam e alteram algumas diretrizes da Resolução nº307 com a finalidade de melhorar e adequar-se as diretrizes para implantação, tais como:

Resolução CONAMA nº 275/2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos para identificação de coletores e transportadores, bem como para campanhas informativas de coleta seletiva.

Resolução CONAMA nº 307/2002, considerada como marco regulatório dos resíduos da construção civil, e que será abordada mais a frente, dispõe sobre o gerenciamento e a minimização dos impactos causados pelos resíduos provenientes dos canteiros de obras. Ela atribui aos geradores a responsabilidade pelos resíduos gerados e a função de diminuir o consumo de materiais e reduzir a geração de resíduos.

A Resolução CONAMA nº 348/2004 acrescentou à Resolução nº 307 de 2002 o amianto na classe de resíduos perigosos.

A Resolução CONAMA nº 431/2011 altera a classificação dos resíduos proposta pela resolução nº 307/2002, passando o gesso da Classe C para a Classe B.

A Resolução CONAMA nº 448/2012 altera diversos artigos da Resolução 307/2002, define as (ATT) como áreas destinadas ao transbordo e triagem de RCC e resíduos volumosos. De acordo com todas as resoluções, propõe-se o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, com ações a serem desenvolvidas pelos municípios e Distrito Federal em consonância ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos.

A Resolução CONAMA nº 469/2015, altera o art. 3º da Resolução nº 307/2002:

“Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

§ 1º No âmbito dessa resolução, consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.

§ 2º As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequada dos resíduos de tintas presentes nas embalagens” (BRASIL, 2015, p.1).”

Ainda, cita-se associada a este contexto, a Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a dispor princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada ao gerenciamento de resíduos sólidos, os de construção civil e inclusive os perigosos, a responsabilidade para os geradores e ao poder público, como os instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010c).

2.2.2 RESOLUÇÃO CONAMA N° 307

Homologada em 5 de julho de 2002, a Resolução CONAMA nº 307 está em vigor em todo território brasileiro desde janeiro de 2003. No decorrer dos anos, esta é complementada por algumas resoluções adicionais conforme transcrito acima. No âmbito federal, foi considerada como marco regulatório para a gestão dos resíduos da construção

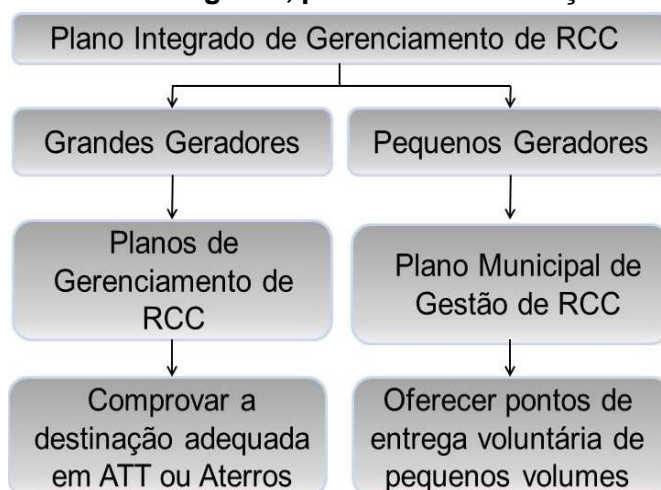
civil e define critérios e procedimentos para gestão adequada a resíduos desta natureza a fim de amenizar ou prevenir os impactos ambientais ocasionados.

Segundo Marques Neto (2009), esta resolução foi elaborada a fim de alavancar a superação de problemas decorrentes do volume gerado de RCC, os impactos ambientais, os sociais e os econômicos, tendo como precípua a mínima geração e de modo secundário a reutilização, reciclagem e disposição final adequada. Filho e Duarte (2015) são ainda mais persuasivos ao afirmar que a resolução atua a coibir a disposição dos RCC em aterros sanitários, áreas de bota-fora, encostas, corpos d'água, lotes vagos e áreas protegidas por lei.

A Lei Federal, em seu Art. 11º, estabelece prazos para os municípios elaborarem e implementarem Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), tendo em seu teor o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os Projetos referentes aos mesmos, consta também diretrizes de coleta, triagem, transporte e destinação final com critérios visando ao reaproveitamento dos RCC (PINTO, 2009), contudo tal prazo findou-se em 2004 e 2005 respectivamente, mas fora estendido para ambos.

A Resolução CONAMA 448:2012 define dois tipos de geradores de resíduos: os geradores de grande porte que devem contemplar os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e os de pequeno porte enquadram ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, conforme elencados na Figura 2.

Figura 2. Estrutura do Plano Integrado, prevista na Resolução CONAMA nº 448/2012.



Fonte: Modificado, CONAMA nº448 (BRASIL, 2012).

Alguns autores apontam algumas falhas, quanto aos critérios de diferenciação de pequenos e grandes geradores, como ausência de limites de processos para estimar o teor máximo de contaminantes incorporados, a distinção das diretrizes para municípios de grande e pequeno porte e também para possibilitar o cumprimento de tais dados, ressalta-

se que ainda não possuem destino final conveniente de RCC, o que impede a divergência de destinação nas quatro classes (CÓRDOBA et al., 2018). Todavia, cabe aos municípios complementar tais lacunas de acordo com sua realidade local para estruturação adequada e eficaz de seus Planos Integrados de Gerenciamento de RCC.

2.2.3 PBQP-H PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT

Em dezembro de 1998, a portaria nº 134 do Ministério do Planejamento e Orçamento MPO estabelece o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) com o objetivo de desenvolver as ferramentas de gestão no setor da construção civil, melhorando a formação dos profissionais, a redução de desperdícios, adequação às normas técnicas, além de acesso a componentes e materiais de melhor qualidade (VIEIRA; NETO, 2019).

O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC) foi instituído ao programa pela portaria nº 118, de 15 de março de 2005 e passou por uma revisão em 2017, com denominação anterior de SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas, Serviços e Obras), tendo como objetivo fazer com que empresas da construção civil incluam procedimentos de atendimento a norma de desempenho ISO 9000, a comprovar a qualidade perante requisitos de segurança (desempenho mecânico, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade, desempenho térmico e acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil) e sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental) (VIEIRA; NETO, 2019).

Para obtenção do PBQP-H, as empresas devem implementar os requisitos da norma SiAC, que se divide em três níveis: Nível de Adesão, Nível B e Nível A. No nível D a empresa faz parte do programa e o nível C é conhecido atualmente como Adesão, onde a empresa declara ao Ministério das Cidades a vontade em participar. A partir da adesão aprovada no portal SiAC a empresa possui um ano para evoluir a nível superior, B ou A. No Nível B deve se implementar os requisitos normativos exigidos pelo sistema, cujo regimento é definido com base na ISO 9001, como: Planejamento da elaboração do projeto, entradas, saídas, análise crítica, verificação e controle de alterações de projeto. Além de outros itens cabendo citar a validação, medição e monitoramento de processos. No nível A todos os serviços executados e materiais utilizados são controlados por procedimentos e respectivas rotinas de inspeção (BRASIL, 2018).

Ressalta-se entre os indicadores estabelecidos pelo PBQP-H, os voltados à sustentabilidade dos canteiros de obras das empresas:

- “a) Indicador de geração de resíduos ao final da obra: volume total de resíduos descartados (excluído solo e demolição de edificações pré-existentes) por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m³ de resíduos descartados / m² de área construída;
- b) Indicador de consumo de água ao final da obra: consumo de água potável no canteiro de obras por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em m³ de água / m² de área construída;
- c) Indicador de consumo de energia ao final da obra: consumo de energia no canteiro de obras por m² de área construída – medido de modo acumulado ao final da obra, em kWh de energia elétrica / m² de área construída” (BRASIL, 2018).

Salienta-se, no entanto, que o Brasil possui poucos selos de certificação ambiental próprio à área de construção civil. Em 2008, surge o primeiro selo brasileiro, denominado Processo Alta Qualidade Ambiental (Aqua), elaborado pela Fundação Vanzolini, baseado no sistema francês HQE, empregado juntamente com alguns modelos internacionais como referência ao almejar um edifício sustentável, tendo como exemplo o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) nos Estados Unidos, o REEAM e ECOHOMES (BRE Environmental Assessment Method) no Reino Unido, o CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) no Japão, o HQE (Haste Qualité Environmental des Batiments) na França e o GREEN STAR na Austrália (CÓRDOBA, 2010) (FILHO et al., 2017).

Assim, fica evidente que esses programas e selos de certificação se associam como ferramenta a gestão dos RCC pela busca da redução e reutilização do entulho nas obras, o planejamento de edificações de qualidade com menor custo de manutenção.

2.2.4 NORMAS TÉCNICAS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2004 um conjunto de normas técnicas em concordância com a Resolução n° 307 do CONAMA para estabelecer diretrizes de manejo dos RCC, como o uso de agregados reciclados em pavimentação e produção de concreto sem função estrutural. Sendo:

- NBR 10004/2004 Resíduos Sólidos – Classificação;
- NBR 15112/2004 Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Trata dos

procedimentos de áreas de transbordo e triagem dos resíduos de diversas classes, incluindo o controle e proteção ambiental;

- NBR 15113/2004 Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Esclarece sobre os procedimentos para preparo de locais à serem dispostos resíduos classe A, incluindo proteção das águas e ambiental, instruindo sobre os planos de controle e monitoramento;
- NBR 15114/2004 Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Estabelece procedimentos para isolamento da área e para o recebimento, triagem e processamento de resíduos classe A;
- NBR 15115/2004 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rege sobre as características dos agregados e das condições para uso e controle na execução de reforço de sub-base, base e revestimentos primários;
- NBR 15116/2004 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Essa rege sobre as características dos agregados, condições de produção e condições para o emprego de agregados em pavimentação e concreto sem função estrutural.

Apesar de todos esses quesitos regulatórios, leis, normas e programas de incentivos, a falta de fiscalização ou exercício ineficiente faz com que os problemas ligados ao gerenciamento dos RCC permaneçam.

2.2.5 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 é o principal instrumento referente a gestão dos Resíduos sólidos no Brasil, que dispõem de diretrizes e normas para a execução do plano de resíduos sólidos, bem como o dos RCC, estando esta associada a Resolução CONAMA nº307, com critérios, procedimentos, responsabilidades e deveres a serem seguidos pelos municípios ao gerenciamento dos resíduos do setor em questão.

Dentre aos diversos critério de que se trata a PNRS, diversos artigos se referem ao tratamento dos RCC e seu processo de gestão, onde ressaltamos alguns pela importância que assumem no gerenciamento dos resíduos à gestão pública e aos canteiros de obras.

No Artigo 7º discorre sobre seus objetivos, como a não geração, a redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição ambientalmente correta, o incentivo a tecnologias e métodos inovadores e limpas, o

estímulo a produtividade e uso dos materiais recicláveis, a minimização de volume de resíduos perigosos e a gestão integrada dos mesmos, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (SILVA et al., 2015).

A PNRS em seu Artigo 18 condiciona a elaboração de Plano Municipal de Gestão de resíduos sólidos como requisito à obtenção de repasses de verbas destinadas aos serviços de limpeza, e prevê que serão privilegiados ao acesso os municípios que optarem conforme descrito no Artigo 16 § 1º, os que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos, ou que se inserirem de forma voluntária aos planos microrregionais (BRASI, 2010).

Ainda, no Artigo 20 da PNRS, indica-se a necessidade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para empreendimentos cujos resíduos gerados, mesmo sendo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não são equiparados aos resíduos domiciliares, como por exemplo, as organizações de construção civil (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada deve ser implementada conforme Artigo 30 de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos e reafirmado no Artigo 31, com a responsabilidade por desenvolver a redução da geração, a reutilização, a incentivar o uso de insumos menos agressivos e estimular o desenvolvimento do mercado dos produtos reciclados (BRASIL, 2010).

A gestão dos RCC ações preventivas e corretivas que podem trazer benefícios, conforme estabelecido na PNRS, como a valorização dos resíduos e sua inserção novamente na cadeia produtiva, com ganhos ambientais pela redução do uso dos recursos naturais, a minimização da poluição, o aumento da vida útil de operação dos locais e da disposição final ambientalmente correta atrelada a geração de empregos e renda (SILVA et al., 2015).

2.3 GESTÃO DO RCC

Os termos *gerenciamento* e *gestão* inúmeras vezes são empregados como sinônimos, porém, em termos técnico apresentam conotações diferentes. Segundo Karpinski et al. (2012) *Gestão* significa planejar, liderar, organizar e controlar os indivíduos que compõem as organizações e realizam as atividades. Para a PNRS (BRASIL 2010) contempla o termo como gestão integrada, definindo-o em seu Artigo 3º. e atualizada pela

Resolução CONAMA n° 448/2012, como conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

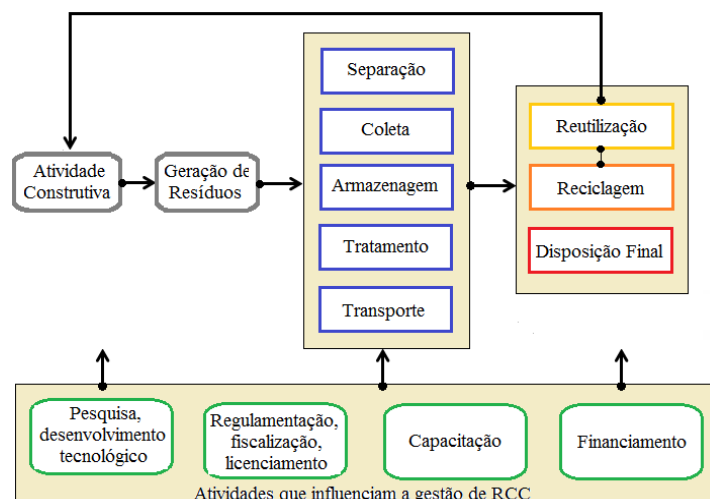
Já o termo *Gerenciamento* é definido pela Resolução CONAMA n° 307 e também atualizado pela Resolução CONAMA n° 448/2012 como:

“conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010;”

A eficiente gestão de RCC viabiliza ao máximo a redução de geração, reutilização e reciclagem dos resíduos, devendo as etapas construtivas apresentadas na Figura 3 por Silva et al. (2015) enquadrar-se nestes aspectos para serem dispostas adequadamente.

Silva et al. (2015) relata que os resíduos passam pelas etapas de separação, coleta, armazenamento, tratamento e transporte após sua geração para serem usados no processo produtivo ou serem segregados, e esta ordem varia de acordo com o modelo de gestão empregado. Assim, o resíduo destinado à reutilização e reciclagem é retornado à atividade construtiva como matéria-prima secundária ou é disposto em local legalmente pré-determinado pelo poder público. Paralelamente a essa manipulação atua a regulamentação, fiscalização, capacitação, desenvolvimento tecnológico, licenças/autorização e o desenvolvimento tecnológico.

Figura 3. Etapas da gestão de RCC.



Fonte: Modificado Silva et al. (2015).

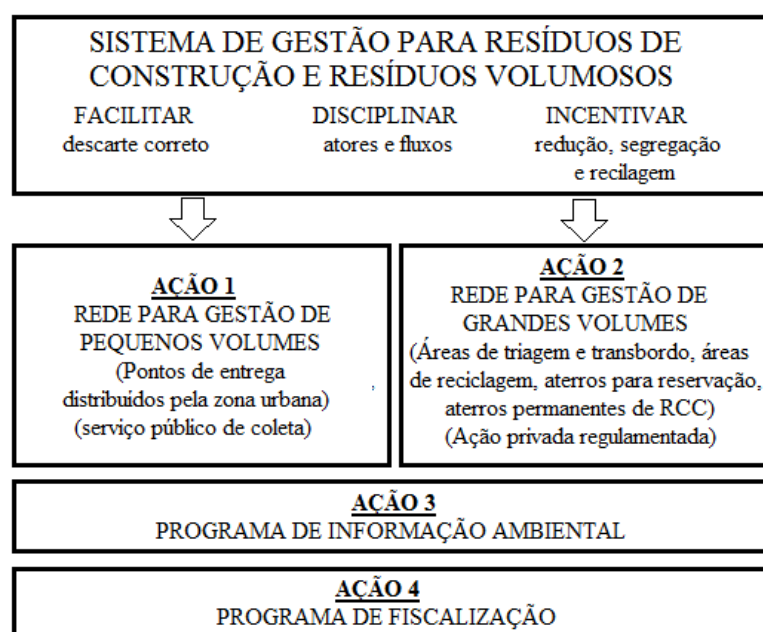
Para eficiência da gestão dos RCC, deve ocorrer concomitantemente a adoção de gestão das empresas nos canteiros e o estabelecimento de Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos da Construção Civil (PGIRCC) pelos municípios, conforme descrito na Resolução CONAMA nº 307/2002. Para firmar tal ação, o uso da educação ambiental é indispensável ao processo, para proporcionar a reflexão, formar e capacitar cada participante corresponsável pela gestão das medidas implantadas.

Dentre essas medidas, destaca-se o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil elaborado pelos municípios, devendo solucionar a disposição de pequenos volumes de RCC, descartados inadequadamente, e a ação dos agentes envolvidos no manejo e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, elaborados pelos geradores de porte maior.

Para Pinto e González (2005), os municípios são responsáveis por solucionar a disposição de pequenos volumes de RCC, usualmente descartados inadequadamente e por disciplinar os agentes envolvidos na gestão desses. A grande maioria dos municípios descartam seus resíduos em “bota-foras”, em áreas públicas ou privadas utilizadas como local de atividade de aterro e sem controle técnico. A maioria das medidas tomadas pelos órgãos públicos são emergenciais, definidas como “Gestão Corretiva”, e englobam atividades não preventivas, repetitivas de alto custo e negligentes à legislação.

Em função das circunstâncias descritas acima, a Figura 4 propõe um sistema de gestão previsto no PIGRCC, baseado em quatro ações para atender à legislação (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Figura 4. Iniciativas Estruturadas do Sistema de Gestão Sustentável.



Fonte: Pinto e Gonzáles (2005).

O dimensionamento dessas ações está em conformidade com cada localidade, volume de geração de resíduos, caracterização, transporte, fluxo e impactos ambientais, econômicos e sociais levantados.

2.3.1 PANORAMA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO INTERNACIONAL

A gestão dos RCC é uma preocupação mundial. Diversos estudos são voltados a esta temática, de maneira a diagnosticar, mensurar, caracterizar e buscar meios de solucionar os impactos causados.

Lu e Yuan (2011) identificaram sete fatores críticos à gestão do RCC na China, sendo:

1. Regulamentação;
2. Sistematização da gestão de resíduos;
3. Conscientização sobre os RCC;
4. Desenvolvimento de tecnologias de construção com baixa geração de RCC;
5. Menores mudanças no design de produtos;
6. Maiores investimentos pesquisa e desenvolvimento;
7. Formação de profissional em gestão de resíduos;

e relatam que dado a China ser um país grande e com diferentes níveis de desenvolvimento econômico é necessário adotar estratégias específicas para cada região. Estas características espaciais e econômicas se assemelham com as observadas ao Brasil, assim tais propostas podem auxiliar à tomada de medidas no Brasil, adaptando a gesto dos RCC perante cada região.

As características espaciais e econômicas da China se assemelham às do Brasil, portanto os fatores acima podem auxiliar na elaboração de estratégias brasileiras na gestão dos RCC. Na Tailândia existem leis específicas para os RCC e um Plano Nacional de Gestão Integrada de Resíduos, com foco na sustentabilidade de recursos naturais, controle de geração e aumento de taxas de triagem de material para favorecer a reciclagem. Incentivam o setor privado em pesquisas e desenvolvimento para prover tecnologias limpas (KOFOWOROLA e GHEEWALA, 2009).

Na Europa, todos os países terão que tomar medidas para certificar que até 2020, 70% dos RCC (exceto solos e rochas de escavações) sejam destinados à reutilização ou à

reciclagem (DAHLBO et al. 2015). Na Espanha, destaca-se o Decreto Nacional nº 105 de 2008, que determina que responsáveis técnicos por obras devam incluir nos seus projetos Estudo de Gerenciamento de Resíduos, onde estima a geração de resíduos no canteiro de obras e sua separação por classes. A partir deste decreto, foi testado na comunidade Los Alcores um modelo de gerenciamento de RCC, que permite resolver problemas como a falta de dotação orçamentária e de informações, onde as construtoras devem pagar uma taxa ao governo definida pela estimativa de resíduos gerados (LLATAS, 2011).

Tal medida incentiva que os construtores depositem seus resíduos em locais licenciados, uma vez que o valor pago é devolvido perante documentos comprobatórios do exercício de disposição adequada dos resíduos. Esta taxação foi proposta na Finlândia por Dahlbo et al. (2015) e na Austrália por Udawatta et al. (2015) cujo taxas são cobradas dos geradores que optam por não reciclar e utilizar agregados naturais ao invés dos reciclados.

A geração dos RCC no canteiro de obras decorre muitas vezes pela falta de compatibilização dos projetos e racionalização do transporte e uso dos materiais. (LLATAS, 2011). Pesquisadores buscam implementar metodologias mais precisas para quantificar a taxa de geração e usar destes dados para formular estratégias ao gerenciamento dos RCC no mundo. Confronta-se na Tabela 5, alguns estudos sobre a taxa de geração dos RCC em diversas regiões e vislumbra que o levantam em função do número de habitantes, ou do metro quadrado e/ou pelo volume ao dia, onde este também se relaciona ao tipo de obra e etapa construtiva que se encontra.

Tabela 5. Taxas de geração de RCC em algumas localidades.

Local	Geração de RCC	Referências
Países da União Europeia	2,07(ton/hab.ano)	(Coronado <i>et al.</i> , 2011)
China	123,29 kg/m ²	Sáez <i>et al.</i> (2014)
Espanha	166,56 kg/m ²	Llatas (2011)
Estados Unidos	458.333 ton/dia	(Yuan <i>et al.</i> , 2012)
Hong Kong	49.359 ton/dia	(Yuan 2013).

Fonte: Própria Autora (2019).

Os RCC demonstram apresentar relevância sobre os resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Oliveira et al. (2011) na Malásia esses resíduos corresponde a 28% do total dos RSU e na Austrália correspondem aproximadamente a 37% do total dos resíduos sólidos do país, já em Hong Kong, no Kuwait e no Reino Unido Cabral (2006) estima que o resíduo responda a 38%, 58% e 60% respectivamente e nos Estados Unidos estima-se o percentual de 10% a 30% do total dos resíduos (COELHO e BRITO, 2011). Em países como a China estima-se que a indústria civil gere cerca de 200 milhões de toneladas de resíduos de concreto são produzidos anualmente (XIAO et al., 2012), dos quais devem ser gerenciados dado a importância do setor da construção civil na economia e pelos impacto

gerados caso não ocorra esta atividade, observando na Tabela 6, o volume de RCC gerado em diversos países.

Tabela 6. Volume de geração anual de RCC em alguns países.

Local	Volume de RCC	Referências
Taiwan	14 milhões de toneladas	(ARAÚJO, 2011)
União Europeia (UE)	850 milhões de toneladas	
Estados Unidos	60 milhões de toneladas	(BRASILEIRO, 2013)
Japão	12 milhões de toneladas	

Fonte: Própria Autora (2019).

Esses volumes representam em torno, de 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelos países desenvolvidos, sendo que nos demais, pode alcançar índices maiores.

A maioria dos impactos ocasionados pelo RCC são em virtude da disposição final inadequada. Coelho e Brito (2013) relatam que em Portugal, 76% dos RCC são destinados aos aterros, 4% incinerado, 11% é reutilizado e 9% é reciclado. Os valores para os reutilizados e reciclados são inferiores ao de países como o Reino Unido com 52%, a Holanda em 92%, a Bélgica com 89%, a Áustria em 48% e a Dinamarca com 81% (COSTA, 2014). A realidade brasileira está muito aquém em relação aos países citados sobre a gestão dos RCC, sobretudo pela Comunidade Européia (CE) que estabelece que, no ano de 2020, pelo menos 70% do RCD deve ser reutilizado/reciclado (COELHO e BRITO, 2013). Nos Estados Unidos recicla até 70% e na Alemanha até 90% dos RCC, cujo processo passa ser viável ao custo de deposição ser inferior ao custo de reciclagem e pelo custo do uso dos agregados primários exceder aos dos agregados reciclados (SABAI et al., 2013)

2.3.2 PANORAMA DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

As atividades no canteiro de obras são responsáveis pela geração de 50% dos RCC e o restante é proveniente das atividades de manutenção e demolição, tal montante representa entre 41% e 70% de todo resíduo sólidos nos municípios brasileiros (BRASILEIRO, MATOS, 2015). O consumo dos materiais da construção civil é pulverizado, onde em média 75% dos resíduos gerados provêm de exercícios informais, caracterizados por pequenas obras de reformas, demolições e construções, em geral dirigidas pelo próprio proprietário (ABRELPE, 2017).

A ABRELPE (2017) apresenta a situação de geração dos resíduos sólidos urbanos, os de construção civil e a porcentagem relativa entre ambos, sendo possível perceber que tanto a massa de resíduos sólidos urbanos como os de construção civil vêm aumentando, havendo a necessidade de implantar sistemas de gestão, leis e normas, além de educar e conscientizar a população da importância de tais instrumentos aos impactos causados pelos resíduos.

Para nortear ou reduzir a geração dos resíduos é fundamental agir da concepção até a fase de implantação, cujo conhecimento do valor de produção dos resíduos é essencial para a definição das estratégias de gestão, para que seja possível estabelecer a quantidade e o volume dos recipientes de coleta, formas de transporte interno e externo, ou seja, a logística do sistema, todavia, depara-se com alguns inconvenientes (NAGALLI, 2014).

Estudo realizado pela ABRELPE (2017) constatou a geração de 45 milhões de toneladas de RCC no Brasil para o ano de 2017, valor relativamente baixo ao comparar com outros países como o Japão, Estados Unidos, Itália e Alemanha. Determinou-se que o índice de geração per capita dos resíduos da construção foi de 0,594 kg/hab/dia, configurando redução de 0,1% em relação ao ano de 2016. Constatou-se, que nos anos anteriores, tais valores apresentaram crescimento, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7. Quantidade de RCC coletado pelos municípios brasileiros 2012 a 2016.

Brasil	RCC Coletado (t/dia)	Índice (kg/hab/dia)
2012	112.248	0,579
2013	117435	0,584
2014	122.262	0,603
2015	123.721	0,605
2016	123.619	0,600
2017	123.421	0,594

Fonte: ABRELPE (2017).

Em linha cronológica, analisando o percentual de RCC coletado, observa-se que em 2013 houve aumento de 4,6%, em 2014 aumento de 4,1 % e em 2015 aumento de 1,2% em relação ao ano posterior. Apenas em 2016 o cenário começa a apresentar um decréscimo no percentual. Constata-se por este histórico de volume de geração, a imprecisão dos dados, decorrente de serem obtidos por questionários direcionados aos gestores públicos, que condicionam a respostas muitas vezes positivas e fora do real para atingir metas ou estabelecer padrões propícios a obtenção de verbas por méritos do qual não se configuram a realidade local.

Diante dos valores, exige-se cautela, pois esse volume é ainda maior. Os resíduos mensurados são aqueles que esporadicamente são recolhidos por estarem dispostos em vias e logradouros ou solicitados pelos proprietários das obras para serem coletados pela administração pública, enquanto os volumes depositados em áreas irregulares, terrenos clandestinos e dispostos em locais sem acesso à gestão, como não são quantificados, tendem a apresentar valores superiores.

Além desses dados quantitativos, é preciso uma análise da composição dos RCC para o diagnóstico da situação local. Na Tabela 8 pode-se observar a caracterização dos resíduos presentes em obras no Brasil realizado pelo estado de São Paulo (2014).

Tabela 8. Composição média dos RCC de obras no Brasil (%).

Componentes	Percentual
Solo	32%
Material cerâmico	30%
Argamassa	25%
Concretos	8%
Outros	5%
Total	100%

Fonte: SÃO PAULO (2014).

Costa et al. (2017) apresentou a composição média dos RCC no Brasil por meio de levantamento bibliográfico com uso de vinte trabalhos relacionados a caracterização dos resíduos, denotando-se a presença dos RCC em 87% aos Classe A, 11% aos Classe B e 2% aos classificados em Classe C e Classe D, elencando de forma sucinta o percentual por material na Tabela 9.

Tabela 9. Composição média dos materiais de RCC no Brasil (%)

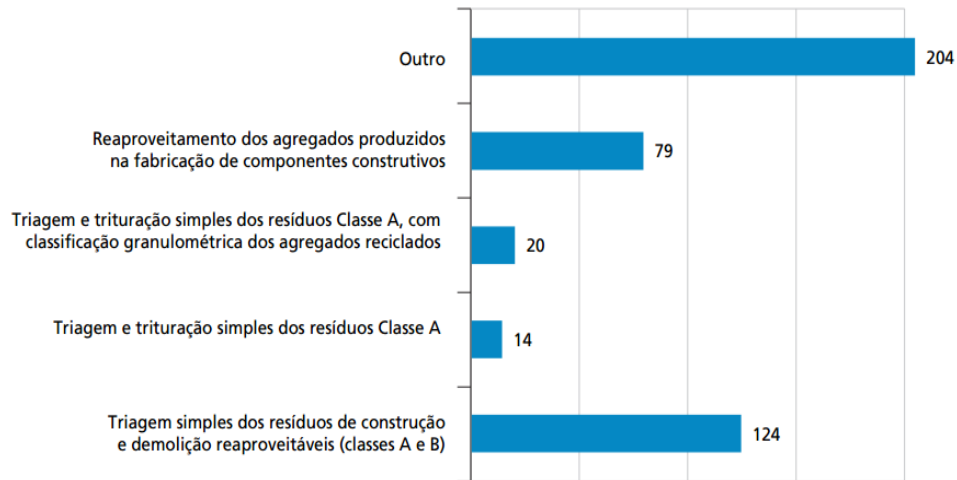
Componentes	Percentual (%)
Concreto, argamassa, pedras e rochas	35,93
Material cerâmico	21,74
Solo, areia e finos	22,83
Madeira	5,94
Demolição (diversos)	4,05
Tijolo	1,47
Papel, plástico, metal, fios, vidro	3,38
Gesso	2,94
Embalagens contaminadas	0,76
Fibrocimento	0,21
Matéria orgânica	0,10
Outros	0,65

Fonte: Costa et al. (2017).

O estudo de quantificação dos RCC ocorre por diferentes fontes (canteiro de obras, reformas, demolição, usinas de reciclagem, aterros e outros), sob influência da cultura construtiva de cada localidade geográfica e o uso do método de caracterização empregada, dada haver atualmente várias técnicas, se justificando a divergência de uma composição para outra.

Dos 5.564 municípios brasileiros, 4031 (72,44%) apresentam algum tipo de serviço de manejo dos RCC e apenas 392 deles (9,7%) possuem alguma forma de processamento, discriminado na Figura 5, o tipo de processo adotado pelos municípios, tendo alguns o exercício de mais de um (IBGE, 2010).

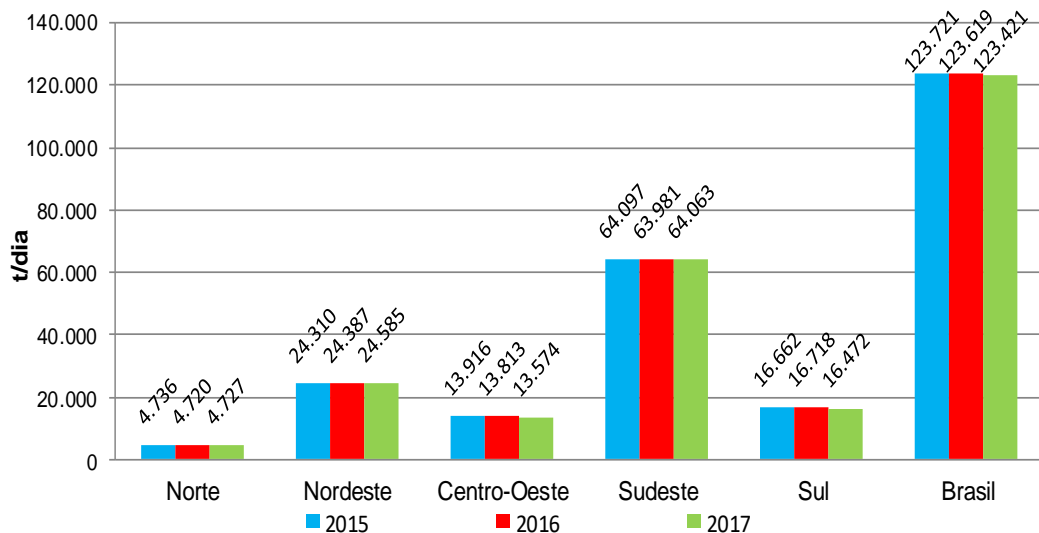
Figura 5. Gráfico de informação nacional sobre o tipo de processamento entre os 392 municípios com serviço de manejo de RCC.



Fonte: PNSB (IBGE, 2010).

Ainda segundo a ABRELPE (2017), na maioria dos municípios contabilizados, a coleta é executada pelo poder público, que após recolher os RCC, os lançam em áreas públicas licenciados ou não. Para este estudo não contabilizou os serviços privados e como sucedem seu manejo. De acordo com a Figura 6, pode-se constatar o volume de RCC coletado pelas regiões do país, com destaque para a região Sudeste, onde se localiza a MB-13, que apresenta maior volume de RCC coletado e aumento percentual de 0,13% em relação ao ano de 2016 para 2017.

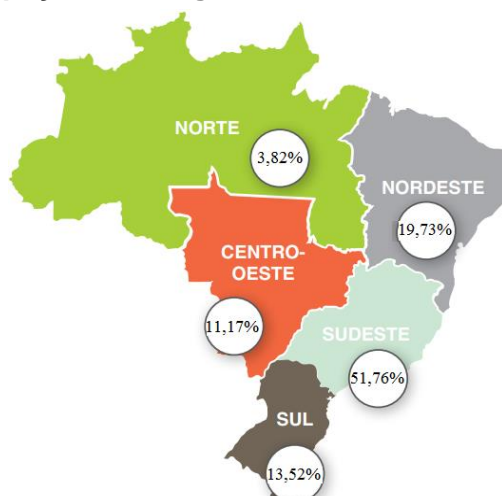
Figura 6. Gráfico do total de RCC coletados no Brasil e regiões (2015-2016-2017) (t/dia).



Fonte: Modificado ABRELPE (2017).

A distribuição percentual total de RCC coletado em 2017 nas diversas regiões do país é apresentada pela Figura 7.

Figura 7. Participação das Regiões do País no total de RCC Coletado.



Fonte: Modificado ABRELPE (2017).

Tal parâmetro se reflete como os municípios, a região e o país gerenciam os resíduos da construção civil. Segundo a ABRELPE (2017), apenas 65% dos municípios registravam alguma iniciativa tocante a coleta seletiva, ressaltando-se a falta de pontos de entrega voluntária ou convênios com catadores, as associações, as diferenças exorbitantes deste manejo por região, a disponibilização de incentivos e por estas ações não abrangerem toda área territorial.

A elaboração de índices de geração dos RCC na rede municipal é determinada a partir de três bases: estimativas de área construída; serviços executados e perdas efetivas da movimentação de cargas por coletores e do monitoramento de descarga nas áreas receptoras, sendo esta a mais difícil (PINTO, 1999). Em obras de reforma, a quantidade de resíduos gerada é proveniente da falta de cultura de reciclagem e reutilização dos materiais (CHAHUD, 2007). No Brasil não havia levantamentos abrangentes em relação à geração de RCC a partir de reformas, o único estudo efetuado era o de Morales, Mendes e Ângulo, que identificaram uma taxa de geração de 0,470 t de RCC por m² (MORALES, MENDES e ÂNGULO, 2006 apud ÂNGULO, GULO e QUATTRONE, 2015).

A PNSB (IBGE, 2010) também revela informações importantes a respeito dos municípios com manejo de RCC conforme os grupos de tamanho dos municípios e a densidade populacional, demonstrados na Tabela 10.

Tabela 10. Serviços de manejo dos RCC aos municípios de acordo com o porte e densidade populacional (2008).

Grupos	Total de municípios	Municípios com serviços de manejo de resíduos	Municípios com serviços de manejo de RCC	
			Absoluto	Porcentagem (%)
Brasil	5.564	5.562	3.985	72
Até 50 mil habitantes e densidade menor que 80 hab/km ²	4.511	4.509	3.338	74
Até 50 mil habitantes e densidade maior que 80 hab/km ²	487	487	328	67,35
Mais de 50 mil e menos de 100 mil habitantes e densidade menor que 80	148	148	101	68,24
Mais de 50 mil e menos de 100 mil habitantes e densidade maior que 80	165	165	77	46,67
Mais de 100 mil e menos de 300 mil habitantes e densidade menor que 80	39	39	20	51,28
Mais de 100 mil e menos de 300 mil habitantes e densidade maior que 80	135	135	69	51,11
Mais de 300 mil e menos de 500 mil habitantes	43	43	21	48,84
Mais de 500 mil e menos de 1 milhão de habitantes	22	22	19	86,36
Mais de 1 milhão de habitantes	14	14	12	85,71

Fonte: PNSB (IBGE, 2010).

Ao observar os dados apresentados na Tabela acima, verifica-se que quanto maior o município, mais práticas de manejo do RCC são adotadas, cerca de 85% dos municípios com mais de 500 mil habitantes. Entretanto tais resultados se opõem aos constatado in loco e ao relatado por outros pesquisadores. Estudos apontam que dos 5564 municípios, apenas 50 implantaram planos de gerenciamento. Levantamento realizado demonstrou que usinas de reciclagem dos RCC operando em capacidade máxima beneficiaram apenas cerca de 4,5% dos RCC gerados (FERNANDES et al., 2014; LARUCCIA, 2014 e ÂNGULO et al. 2011, apud BRASILEIRO et al., 2015).

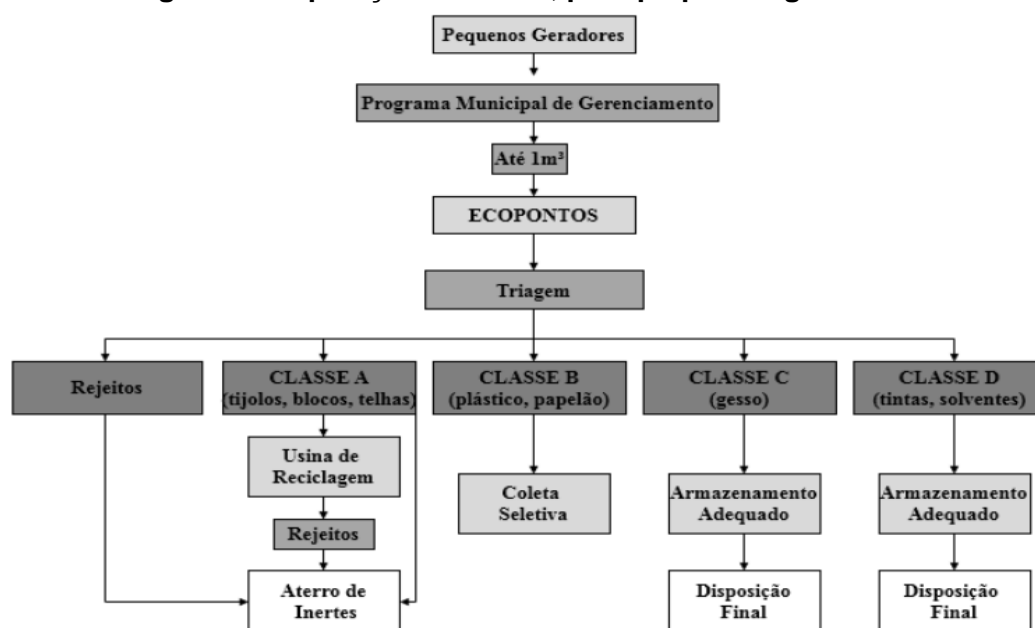
2.4 PRINCIPAIS INFRAESTRUTURAS

Atualmente, há alguns modelos de infraestruturas de gerenciamento de RCC voltados à aplicação em obras a partir das atividades dos geradores até a sua destinação final. As estruturas auxiliam ao gerenciamento dos resíduos, cujo objetivo é o de desencadear a minimização do desperdício de materiais, pela redução, reutilização e reciclagem na fonte. Concomitantemente a efetivação de algumas etapas organizacionais executadas no processo de edificação, como a coleta e o transporte, por meio da coleta seletiva, à disposição deles em áreas licenciadas para o armazenamento e triagem, onde são destinados conforme sua classificação, para serem tratados e direcionados a disposição final específica e os rejeitos aos aterros (SILVA et al., 2015).

No entanto há uma problemática decorrente dessas atividades. Os empreendimentos não tomam as adequadas providências de gerenciamento, gerando grande volume de material descartado, implicando em capital a ser investido para o descarte desses, como indicado pelas legislações. Outro custo ocasionado pela atividade irregular são os descartes clandestinos, em que esta prática ilícita acaba transferindo a responsabilidade aos agentes de limpeza pública do município, que assumirão os gastos com a remoção e destinação dos resíduos.

A Figura 8 apresenta um fluxograma para os pequenos geradores, estabelecendo que a disposição de resíduos contabilizados com total menor ou igual a 1 m³ devem ser direcionados a ecopontos municipais para realização de triagem conforme suas classes e conseqüentemente, dar o tratamento e a destinação final dos rejeitos que não podem ser reaproveitados ou reciclados (SCHALCH, 2010).

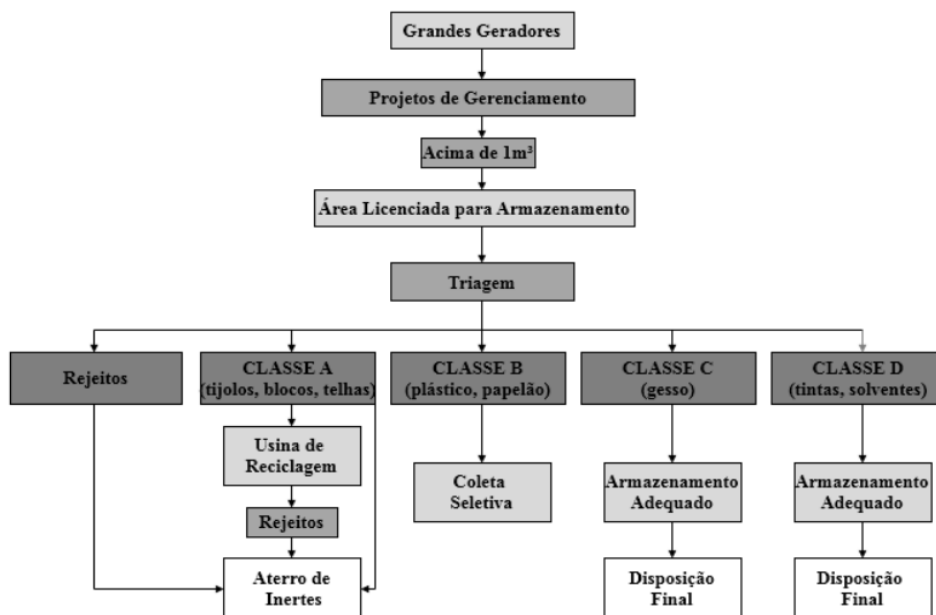
Figura 8. Disposição dos RCC, para pequenos geradores.



Fonte: Schalch (2010).

Os grandes geradores, aqueles com produção acima de 1m³, devem seguir diretrizes de Projetos de Gerenciamento para seus resíduos, e a destinação deve ser áreas licenciadas para armazenamento, efetuando-se a triagem conforme as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA n° 307/2002 e direcionados ao adequado tratamento e disposição final (SCHALCH, 2010), apresentado no fluxograma da Figura 9.

Figura 9. Disposição dos RCC, para grandes geradores.



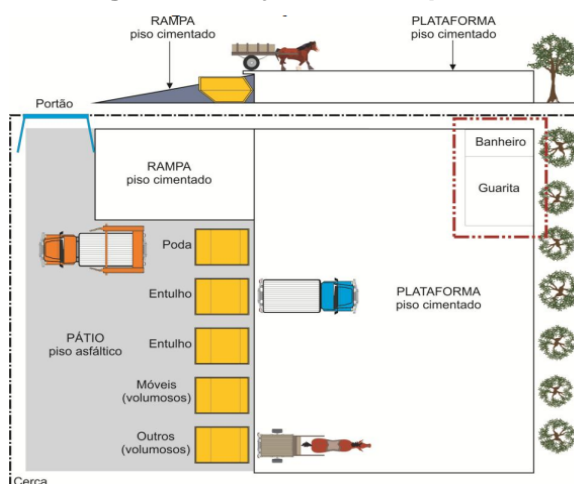
2.4.1 ECOPONTOS

Os Ecopontos, também conhecidos como Pontos de Entrega Voluntária - PEVs e Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV, são viabilizados pela administração pública como local integrante do Programa Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (BARROS, 2012). Essas áreas recebem pequenos volumes de resíduos e são impostas em pontos estratégicos no município a fim de atender aos pequenos geradores, evitando a disposição inadequada dos resíduos em lotes vagos ou fundos de vales que venham a ocasionar passivos ambientais e comprometer a saúde pública.

A principal função dos ecopontos é o recebimento e armazenamento de resíduos para garantir quantidades economicamente viáveis de transporte do material, principalmente para empresas de reciclagem de materiais (BAPTISTAJÚNIOR; ROMANEL, 2013).

Os ecopontos se demonstram propícios para a coleta dos RCC separados por classes, contribuindo significativamente para o retorno do investimento aplicado pelo poder público municipal. Esta infraestrutura deve atender as especificações contidas em normas técnicas brasileiras e legislações específicas. Na Figura 10, consta um layout de um ecoponto, de acordo com a NBR 15112 (ALBERECI, 2017).

Figura 10. Layout de Ecoporto.



Fonte: Barros (2012).

O layout de um ecoporto, apresenta regime de funcionamento estabelecido de acordo com padrões pré-estabelecidos e critérios específicos da administração local, ressaltando-se alguns aspectos operacionais:

- Recebem de 1 m³ a 2m³ de RCC por gerador, por dia;
- Autorização de descarga de apenas uma viagem por veículo, por dia;
- Não possui pagamento sobre os materiais recebidos;
- O usuário deve descartar o material em suas respectivas caçambas conforme tipo de resíduos especificado.

Além dos aspectos operacionais deve-se atentar a estrutura dos ecoportos, sendo essencial que exista uma guarita com sanitário, para atender as necessidades do ecocoletor, pessoa responsável pelo funcionamento que acompanha e orienta os munícipes ao uso correto do espaço, do qual deve apresentar:

- Plantio de cerca viva nos limites da área;
- Diferenciar os espaços de recepção dos resíduos são recolhidos;
- Projetar desníveis para facilitar a descarga direta dos RCC, e garantir espaço adequados para manobras dos veículos que utilizarão a instalação;
- Colocação de placa de identificação, com informações sobre a população do entorno, a finalidade e o local (PINTO e GONZALES, 2005).

2.4.2 ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM

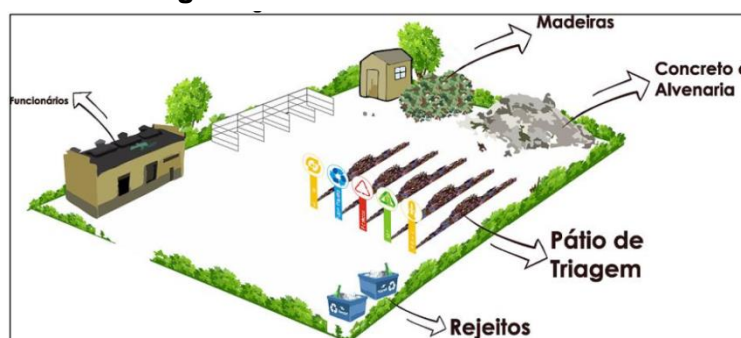
As Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) são definidas pela Resolução CONAMA nº448/2012 como:

“Área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2012, p.1).”

A Figura 11 mostra a estrutura típica de uma ATT. O licenciamento dessas áreas é estabelecido pela Deliberação Normativa COMPAM nº72/2012, que os classifica pelo porte do volume que movimentam:

- Mais de 5.000 m³/mês – classificadas como grande porte;
- Entre 2.000 e 5.000 m³/mês – classificadas de médio porte; e
- Até 2.000 m³/mês – classificadas de pequeno porte.

Figura 11. Estrutura de uma ATT.



Fonte: Alagoas (2015).

As ATTs são estabelecimentos públicos ou privados que recebem os RCC coletados por agentes privados, cujo objetivo é realizar a triagem (separação) dos resíduos recebidos, armazenar temporariamente os materiais segregados, para eventual transformação e posterior remoção para disposição adequada, que não ocasione danos à saúde pública ou ao meio ambiente. O projeto dessa área deve atender à ABNT NBR 15112:2004, para implantação e operação dos resíduos da construção e volumosos, à ABNT NBR 15114:2004 ao incumbir a transformação/beneficiamento da fração mineral e a ligação a um aterro regido pela ABNT NBR 15.113:2004 para exercício das atividades (ALAGOAS, 2015).

2.4.3 USINAS DE RECICLAGEM DE RCC

Com a elevada geração de RCC é inevitável a adesão de políticas de reciclagem desses resíduos. No Brasil a Resolução CONAMA nº307:2002 direciona diretrizes ao assunto e a NBR 15.114:2004 define área de reciclagem como:

“área destinada ao recebimento e transformação de resíduos da construção civil Classe A, já triados, para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004, p.1).”

As usinas de reciclagem de RCD têm se mostrado viáveis técnica e economicamente, dado reduzir custos e energia ao longo da cadeia produtiva e de ser uma alternativa para a geração de emprego e renda, tanto na coleta quanto nas usinas de reciclagem. Cabe salientar a importância da segregação dos resíduos na fonte geradora, por permitir a otimização do processo de reciclagem e influenciar diretamente na qualidade dos produtos (DAHLBO et al., 2015)

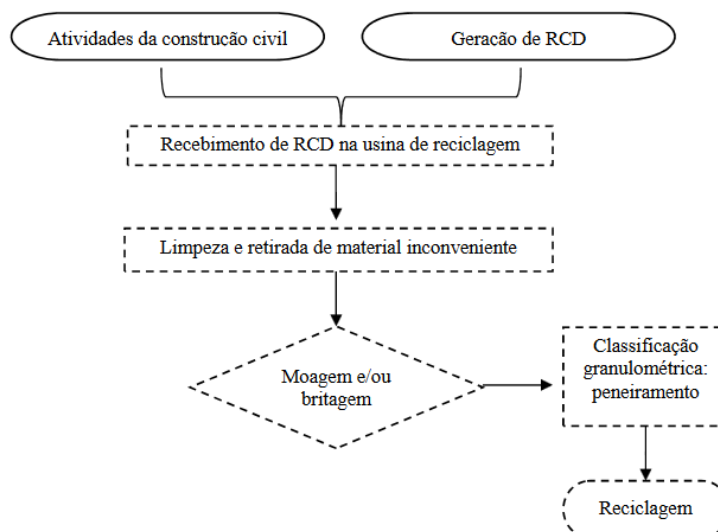
A segregação deve ser efetuada nos canteiros de obras antes de sua contaminação com outros resíduos, a fim de proporcionar maior qualidade do material. Os coletados pelos municípios apresentam composição heterogênea e impurezas do solo ou de outros materiais que influenciam na qualidade do agregado reciclado. Perante este cenário, Marques Neto (2009) afirma que Planos de Gerenciamento municipais devem direcionar a minimização de geração de RCC, incentivar a reutilização e a reciclagem no processo produtivo.

Segundo Schamne, Miranda e Vogt (2016) um dos grandes desafios da reciclagem do RCC no Brasil é aliar a sustentabilidade ao crescimento da construção civil, além de contribuir para o gerenciamento através da implantação de usinas de reciclagem a fim recuperar os resíduos e inseri-los novamente a cadeia produtiva.

Uma usina de reciclagem deve seguir várias etapas para se obter produto de qualidade. Para tal, diversas tecnologias e equipamentos vêm sendo desenvolvidos, em especial aos mecanismos de segregação dos resíduos (SCHAMNE, MIRANDA e VOGT, 2016). O custo referente a estes produtos reciclado é inferior aos agregados naturais. Costa et al.(2007) relata uma economia de 67% em média ao comparar o valor dos reciclados aos naturais.

O processo de reciclagem tem início com a classificação dos resíduos, que deve ser realizada no momento em que o RCC chega à usina, já que ocorre de nem todo o resíduo ser triado ainda na fonte geradora. Após essa etapa, o material pode então ser britado e peneirado, e transformado em ARM de diferentes granulometrias. (BARROS, 2012). De maneira simplificada, esquematiza estas etapas na Figura 12.

Figura 12. Fluxograma do processo de reciclagem de RCC.



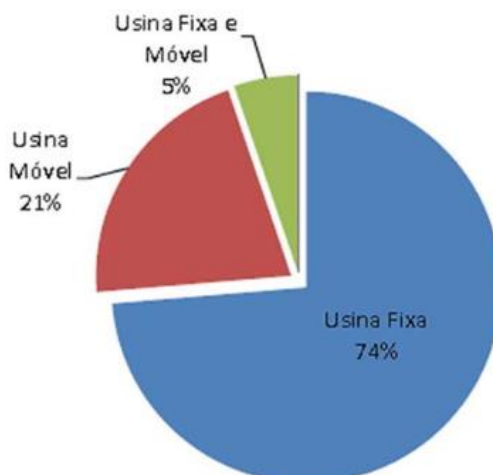
Fonte: Barros (2012).

Para usinas de reciclagem faz necessário à análise do empreendimento às condições locais, dado a demanda de segregação, equipamentos complementares, do uso para o qual os agregados reciclados serão destinados e a capacidade operacional da usina. Jadovski (2005) apresenta alguns fatores a se considerar:

- “Local de instalação da unidade recicladora, devendo ser o mais próximo possível das fontes geradoras e dos locais de uso e o mais distante possível de áreas residenciais e centrais, para não sobrecarregar o tráfego na vizinhança;
- custo de transporte entre o local de geração e a usina, o local de consumo e a usina, o local de geração e o aterro sanitário;
- quantidade e qualidade do RCC possível de ser reciclado e a aplicação que se pretende para o mesmo;
- projeto, layout e eficiência da unidade recicladora;
- mão de obra especializada necessária;
- Custos de equipamentos e despesas gerais (JADOVSKI, 2005, p.56)”.

As usinas de reciclagem de construção civil podem operar em diferentes locais e em plantas com características diferentes, classificadas em fixas, semimóveis e móveis. No Brasil, conforme Figura 13, as usinas fixas são a maioria, mesmo as móveis apresentarem maior flexibilidade e serem transportadas (MIRANDA et al., 2016).

Figura 13. Percentual de usinas fixas, semimóveis e móveis no Brasil.



Fonte: Miranda et al. (2016).

A britagem da reciclagem deve buscar a simplificação do sistema, flexibilidade e segurança. Quanto menor o número de máquinas, maior a vantagem competitiva, além de optar por eventuais alterações como mudança de granulometria para que não ocorra investimentos altos ou parada de produção. Estas instalações também podem ser de características fixas ou móveis.

As **Fixas** – São utilizadas em empreendimentos com localização e atividade definitiva, porém apresentam a desvantagem de alto investimento e de dispor de área maiores que 50.000m² para instalação de seu processamento. As vantagens são para a obtenção de produtos reciclados diversificados, com melhor qualidade, decorrente do uso de equipamentos maiores e mais específicos, com realização de britagem, retirada de impurezas e de peneiramento rápido e preciso, com caráter industrial ao processo de reciclagem (BRUM, 2017).

As **Semimóveis** – Contempla facilidade de instalação, rapidez e economia na montagem, aconselhável para curto e médio prazo, onde ocorra a previsão do tempo máximo de permanência. Geralmente construídas por bases metálicas, a fim de facilitar a montagem e desmontagem (BRUM, 2017).

As **Móveis** – são utilizadas segundo Brum (2017) quando requerem mobilização constante e tempo mínimo de montagem, empregadas em processos de curta duração dada maior facilidade, realocando-a em outro ponto de maneira rápida e eficiente. São montadas sobre bases móveis que permitem o transporte através de reboque. E o produto reciclado produzido nesta usina apresenta qualidade inferior ao das usinas fixas, além de menor variedade de agregados.

2.4.4 ATERROS CLASSE A

Os aterros de resíduos da construção civil e resíduos inertes são classificados pela Resolução CONAMA nº 448/2012 como:

“área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;” (BRASIL, 2012, p.1).

A NBR 15113:2004 ainda estabelece o termo “reservação de resíduos” como processo de disposição segregada de resíduos triados para reutilização ou reciclagem futura. Também consta de requisitos para projeto, implantação e operação dos aterros de resíduos classe A e da construção civil. O procedimento dos aterros inclui o espalhamento e a compactação dos resíduos descarregados, efetuados em taludes com inclinação estabelecida. Usando assim no mínimo um trator esteira para dispor os resíduos, efetuar o adensamento e acomodação de maneira adequada. Além desses critérios é necessário que se obtenha a licença ambiental de operação junto ao órgão competente pela região em função de seu porte do empreendimento e volume de processo.

2.5 CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS

A sociedade pode contribuir de maneira efetiva em relação às questões ambientais, não apenas em produzir menos resíduos, mas também gerenciar melhor o crescente volume gerado pelo processo de desenvolvimento e urbanização. Segundo Agamuthu, Khidzir e Fausiah (2009), a gestão eficiente deve contemplar o combate do desperdício, incentivar a minimização dos recursos naturais, prestar serviços de coleta, bem como formular a cadeia produtiva de logística reversa.

Nas administrações públicas predomina-se o uso de lixões influenciados pela falta de planejamento de ações, insuficiência de capacidade de gestão municipal, baixo recurso financeiro a investimentos, pouco ou inexistentes métodos de reciclagem empregados, ausência de incentivos dos poderes estaduais e municipais ao fomento do processo de gestão associada aos serviços públicos (BID, 2011).

Vários municípios, em especial aos de pequeno porte não possuem serviços de coleta seletiva, triagem e compostagem, exercem apenas o simples aterramento dos resíduos, pois alegam que tais atividades implicam em capital de investimento, além de não terem controle de custos e escala de produção (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO; BRANCO, 2011). Municípios maiores e regiões metropolitanas apresentam resultados melhores ao manejo e destinação final de seus resíduos, na atuação conjunta e colaborativa para operações de consórcios integrados entre municípios (MARTINS e BUZANELLO MARTINS, 2015).

Assim, aplica-se a Lei 11.107/2005 dos Consórcios Públicos e a Lei Federal 11.445/2007 de Saneamento Básico, fomentando o desenvolvimento desses instrumentos e induz os entes federados, os municípios a se consorciarem no intuito de melhor desempenhar o papel constitucional.

Para melhor compreensão sobre o funcionamento de consórcios públicos intermunicipais, deve-se verificar sua construção legal e social, os fundamentos jurídicos, técnicos e análise interpretativa realizada por alguns autores. O dicionário Aurélio delimita a palavra consórcio do latim “consortiu”, à associação, ligação união; reunião de empresas e interesse. Estabelece que consorciar significa unir, associar, combinar-se, diferenciando o consórcio de convênio quanto aos entes que os firmam (FERREIRA, 2011).

Nos termos do art. 2º do Decreto 6.017/07 o consórcio público pode ser descrito da seguinte maneira:

“Art. 2º. Para os fins deste Decreto, consideram-se:

I-consórcio público: pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma da Lei no 11.107, de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos”(BRASIL, 2007, p.1).

A constituição de 1988 fora considerada como marco na história do Brasil ao fundamentar-se nos direitos de cidadania e possibilitou dignidade à população, garantindo direitos fundamentais como o acesso a saúde. Desse modo, os municípios assumiram papel de destaque no ambiente social, passando a subsidiar ações que antes eram vinculadas a outras esferas de governo. Essa nova responsabilidade prevista em legislação fez com que em muitas regiões, os municípios se consorciassem em busca de soluções a impasses em comum, através da interação entre eles (CUNHA et al., 2013).

A proliferação de consórcios públicos acarretou, em 1998, na aprovação do Congresso Federal da Emenda Constitucional nº 19, a qual autoriza a gestão associativa e a cooperação entre os entes federados, disciplinando a constituição dos serviços impostos aos consorciados. Apresentando um instrumento de cooperação intergovernamental, rompendo a dependência e subordinação dos pequenos municípios em relação aos de grande porte (CUNHA et al., 2013).

2.5.1 FORMAS DE ASSOCIAÇÃO

Segundo CEARÁ (2010) os entes federados ao consórcio podem associar-se de duas formas:

- Horizontal: Constituídos por entes da mesma esfera de governo (Figura 14).

Figura 14. Esquema ilustrativo de associação horizontal.



Fonte: CEARÁ (2010).

- Vertical: Constituídos por entes de diferentes esferas de governo (Figura 15).

Figura 15. Esquema ilustrativo de associação vertical.



Fonte: CEARÁ (2010).

2.5.2 PERSONALIDADE JURÍDICA

Com o advento da Lei 11.107, passou-se a disciplinar a formação dos consórcios públicos, entre entes federativos em prol de um bem em comum. Associações de finalidades amplas ou específicas, com consorciados de várias espécies, ou seja, estados, municípios, e filiação até à União (BRASIL, 2005).

A cooperação possibilita diversas vantagens, entre elas o uso de recursos existentes, criação de vínculos regionais, promoção do desenvolvimento local e atendimento às necessidades da população, que antes não era possível pela falta de recursos (MEDAUAR, 2006).

A Lei 11.107/2005 estabelece a constituição de um Consórcio Público com a criação de uma pessoa jurídica para assumir os direitos e as obrigações, prevendo duas modalidades jurídicas: as associações públicas ou a pessoa jurídica de direito privado. As associações públicas integram a administração indireta ao lado das autarquias, fundações públicas e empresas estatais como as sociedades de economia mista, que possuem personalidades jurídicas de direito público e carecem de lei para existir legalmente, além de possuir algumas prerrogativas definidas por Carvalho Filho (2015):

a) imunidade tributária: o art. 150, § 2º, da CF, veda a instituição de impostos sobre o patrimônio, a renda e os serviços das autarquias, desde que vinculados a suas finalidades essenciais ou às que delas decorram. Significa dizer que se algum bem tiver destinação diversa das finalidades da entidade autárquica ou um serviço for prestado também dessa forma, incidirão normalmente, sobre o patrimônio e os serviços, os respectivos impostos. Podemos, assim, dizer que a imunidade para as autarquias tem natureza condicionada;

b) impenhorabilidade de seus bens e de suas rendas: não pode ser usado o instrumento coercitivo da penhora como garantia do credor. A garantia se estabelece, como regra, pelo sistema de precatórios judiciais, e a execução obedece a regras próprias da legislação processual;

c) imprescritibilidade de seus bens: caracterizando-se como bens públicos, não podem eles ser adquiridos por terceiros através de usucapião. Em relação aos bens imóveis, a vigente Constituição é peremptória nesse sentido. Mas não são só os imóveis. Quaisquer bens públicos, seja qual for a sua natureza, são imprescritíveis. Essa orientação, aliás, está consagrada na Súmula do Supremo Tribunal Federal;

d) prescrição quinquenal: dívidas e direitos em favor de terceiros contra autarquias prescrevem em cinco anos. Significa que, se alguém tem crédito contra autarquia, deve promover a cobrança nesse prazo, sob pena de prescrever seu direito de acioná-la com tal objetivo;

e) créditos sujeitos à execução fiscal: os créditos autárquicos são inscritos como dívida ativa e podem ser cobrados pelo processo

especial das execuções fiscais, tal como os créditos da União, Estados e Municípios;” (CARVALHO FILHO, 2015, p.508).

O Art. 6º, inciso IV, da Lei 11.107/2005 apresenta outra modelagem de lei a consórcio público como pessoa jurídica de direito privado:

“de direito privado, mediante o atendimento dos requisitos da legislação civil” (BRASIL, 2005, art., 6º, inciso II)

“No caso de se revestir de personalidade jurídica de direito privado, o consórcio público observará as normas de direito público no que concerne à realização de licitação, celebração de contratos, prestação de contas e admissão de pessoal, que será regido pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT” (BRASIL, 2005, art. 6º, §2º).

O consórcio de direito privado integra-se à administração indireta, tido como uma pessoa política instituindo uma pessoa jurídica administrativa como uma iniciativa privada, uma vez que todos os entes criados pelo poder público desempenham funções administrativas do Estado e integram a administração pública direta e indireta.

Em geral, os consórcios agilizam a execução de projetos, atendem direta ou indiretamente a demanda da população e minimizam os custos, pois são ferramentas de descentralização de recursos técnicos e financeiros, propiciam a transparência das ações, racionalizam e aperfeiçoam a aplicação de recursos públicos, além de permitirem alianças de regiões com interesses em comum (CEARÁ, 2010).

A sobrevivência administrativa do consórcio se fará pela constituição de objetivos em comum e contribuição de parcelas correntes oriundas do contrato de rateio por seus entes. Medauar (2006) ainda relata que os consórcios poderão destinar receitas provenientes de convênios com entes não consorciados. Deve-se ressaltar também o maior controle de recursos públicos, dado a fiscalização efetuada pelo Tribunal de Contas de sua jurisdição, e as normas de entrada e saída de entes, proporcionando maior segurança jurídica a gestão consorciada.

2.5.3 ETAPAS À CONSTITUIÇÃO DO CONSÓRCIO

A constituição de um consórcio deve seguir etapas bem definidas, a oferecer segurança jurídica e funcionamento articulado, para isso, é necessário cumprir algumas etapas estabelecidas pela legislação. A primeira delas é o Protocolo de Intenções, a segunda Ratificação do Protocolo de Intenções pelo legislativo, o Estatuto e Regimento

Interno, a formalização de um Contrato de Rateio e por fim, o Contrato de Programa (SILVA, 2013).

O Protocolo de Intenções é um dos principais documentos, subscrito pelo Poder Executivo de cada um dos consorciados, onde se estabelece as condições de funcionamento, o conteúdo mínimo obedecendo ao previsto na Lei 11.107/2005. Resumidamente, deve constar no Protocolo a identificação do consórcio, como denominação, objetivo, duração e local sede. A área de abrangência, os entes consorciados, atribuições e competências. Natureza jurídica, direitos e deveres. Estrutura organizacional, administrativa e recursos humanos. Provimento do Consórcio, remuneração, casos de contratação por tempo determinado a necessidade ocorrida e condições para celebração de contrato de gestão ou acordo com entes terceirizados ou não consorciados (CEARÁ, 2010).

A Ratificação do Protocolo de Intenções é feita por lei e aprovada pelo legislativo de cada ente. O protocolo após ratificado passa a ser designado como Contrato de Consórcio Público – CPP. Em seguida, deve convocar uma Assembleia Geral, que formulará o Estatuto, a fim de dispor sobre a organização, a estrutura administrativa, os cargos, funções, atribuições, forma de eleição e demais regras para funcionalidade, para assim ser publicado na imprensa oficial.

Silva (2013) relata que o instrumento jurídico que delimita as responsabilidades econômicas de cada consorciado é o Contrato de Rateio, formalizado anualmente para cada exercício financeiro, onde a programação orçamentária de cada ente deve estar de acordo com os Planos Plurianuais – PPA e os Contratos de Programa. O Contrato de Programa possibilita ao consórcio executar diversas ações e serviços públicos demandados pela população, estabelece as obrigações de prestação de serviços baseada na funcionalidade e necessidades reais de cada região.

Os servidores do consórcio podem ter vínculo efetivo cedido pelos entes consorciados ou pessoal contratado temporariamente. A remuneração e o pagamento de gratificações devem estar previstos no Protocolo de Intenções, e os cargos de Direção e de assessoria devem ser preenchidos por profissionais de nível superior, critérios técnicos de competência e experiência comprovada (SILVA, 2013).

2.5.4 AÇÕES AO PORTE DOS MUNICÍPIOS E A CONSÓRCIOS DE GESTÃO DOS RCC

O manejo e o planejamento da gestão dos RCC variam de acordo com os portes dos municípios. Com base nessa premissa, o Ministério do Meio Ambiente e das Cidades

(BRASIL, 2010b) definiram instalações para o manejo dos RCC de acordo com as dimensões típicas dos municípios, conforme Tabela 11.

Tabela 11. Definição de instalações para manejo dos RCC em municípios com dimensões típicas.

População aprox.(hab)	Resíduos com entrega voluntária em quantidades >1m ³	Resíduos oriundos de limpeza corretiva	Resíduos oriundos de limpezas públicas	Destinação final - RCC Classe A	Nº Inst.	Normas Técnicas
200 mil	PEVs		ATTs	Aterro RCC	8 - PEVs	NBR 15.112
					2 - ATTs	NBR 15.112
					2 -Aterros	NBR 15.113
100 mil	PEVs		ATT	Aterro RCC	4 - PEVs	NBR 15.112
					1 - ATTs	NBR 15.112
					1 -Aterro	NBR 15.113
75 mil	PEVs		ATT	Aterro RCC	3 - PEVs	NBR 15.112
					1 - ATTs	NBR 15.112
					1 -Aterro	NBR 15.113
50 mil a 25 mil	PEV Central	PEV Central Simplificado		Aterro RCC	1 - PEV Central	NBR 15.112
					1 - PEV Simp.	NBR 15.112
					1 - Aterro	NBR 15.113
Abaixo de 25 mil		PEV Central		Aterro RCC	1 - PEV Central	NBR 15.112
					1 - Aterro	NBR 15.113

Fonte: BRASIL (2010b).

O MMAC (2010b) trata que municípios menores e isolados terão uma única instalação de PEV e ATT conforme necessidade, onde o PEV Central não necessitará recorrer à operação de caçambas estacionárias em função da inexistência desse tipo de equipamento. Aos municípios entre 25 e 50 mil habitantes é aconselhável à introdução de mais um PEV simplificado. A diferença neles consiste na presença de áreas destinadas a compostagem de orgânicos e a triagem de resíduos secos na Central.

A gestão associada pelos consórcios possibilita o investimento de equipamentos móveis de reciclagem, para atividade significativa aos municípios consorciados, mesmo que nenhum deles possua escala para este tipo de iniciativa. Deve-se estabelecer logísticas de triagem, acumulação e reciclagem em cada município por tempo de permanência e operações locais de acordo com o potencial gerador (BRASIL, 2010b).

Para o bom funcionamento, as ATTs devem ser preparadas para que o pátio de trabalho permita as operações dos equipamentos e a transformação de pilhas de resíduos classe A triados, em pilhas de produtos por peneiramento ou trituração com granulometria uniforme.

Para a eficiência do sistema, empregam-se algumas ações como o Programa de Educação Ambiental capaz de mobilizar os diversos agentes envolvidos e o Programa de fiscalização rigoroso, para coordenar a migração ordenada ao sistema, garantindo o funcionamento e evitando que supostas medidas venham a degradar o meio ambiente, como a concorrência de coletores clandestinos em relação às empresas e coletores licenciados e comprometidos pela regulamentação (BRASIL, 2010b).

O Ministério do Meio Ambiente e das Cidades (2010b) estabelece algumas medidas de fiscalização, contudo não relata como são exercidas:

- “Fiscalizar a adequação de todos os agentes coletores às normas do novo sistema de gestão, inclusive seu cadastro nos órgãos municipais competentes;
- Fiscalizar a ação dos geradores, inclusive quanto ao correto uso dos equipamentos de coleta, de forma que eles não repassem aos coletores responsabilidades que não lhes competem;
- Fiscalizar a existência e cumprimento dos Planos de Gerenciamento de Resíduos (Projetos de Gerenciamento de Resíduos, previstos na Resolução CONAMA nº307) para as obras de maior porte;
- Coibir a continuidade de operação de antigos bota-foras e o surgimento de outras áreas para a deposição de RCC não licenciadas e incompatíveis com o novo sistema de gestão;
- Estabelecer instrumentos de registro sistemático das ações de fiscalização e controle empreendidas de maneira a tornar possível a avaliação periódica da sua eficácia e aperfeiçoamento” (BRASIL, 2010b, p.27).

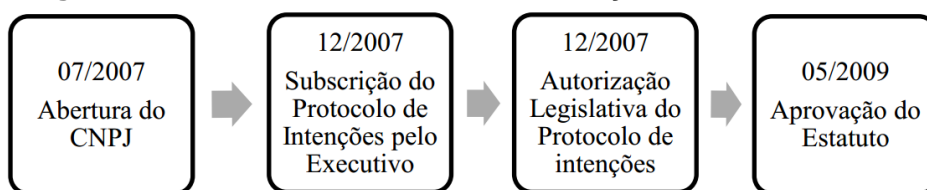
2.5.5 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS/INTERNACIONAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RCC

Este contexto apresenta experiências de gestão integrada de RCC desenvolvidos no Brasil e em Portugal pela semelhança das características do setor. No Brasil este sistema é definido como consórcios intermunicipais, já em Portugal por gestão multimunicipal ou regional, estabelecida em associações de municípios ou em câmaras municipais, muitas vezes entrelaçadas a um projeto de incentivo a atuação da gestão dos RCC aos atores envolvidos.

2.5.5.1 CONSIMARES

A iniciativa de formação do Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos (CONSIMARES), esquematizado na Figura 16, refere-se às Prefeituras de Americana e Sumaré com o incentivo da Agência Metropolitana de Campinas (AGEMCAMP) em 2007, sede em Nova Odessa, porém, foi definitivamente fundado em 2009, na forma de pessoa jurídica de direito público, em associação pública integrando a administração de todos os municípios, com vigência de 35 anos prorrogável por igual e sucessivo período (SANTOS, 2016).

Figura 16. Processo burocrático de formação do CONSIMARES.



Fonte: Santos (2016).

Os municípios integrantes são Americana, Hortolândia, Monte Mor, Nova Odessa, Santa Bárbara D'Oeste e Sumaré, com inclusão de Capivari e Elias Fausto em 2010, podendo estes serem divididos em dois grupos dados a divergência do porte populacional, quatro de maior porte e quatro de menor porte, conforme Tabela 12.

Tabela 12. Caracterização geral dos municípios CONSIMARES.

Municípios	Distância da Sede	População (2015) (hab)
Americana	10 km	229.322
Capivari	45 km	53.152
Elias Fausto	39 km	17.085
Hortolândia	15 km	215.819
Monte Mor	23 km	55.409
Nova Odessa	-	56.764
Santa Bárbara D'Oeste	17 km	190.139
Sumaré	6 km	265.955

Fonte: Modificado CONSIMARES (2013).

Em conjunto, os municípios em parceria público-privada se beneficiaram da Usina de reciclagem em Hortolândia/SP, que recebe os RCC de geradores particulares transportados por empresas da região e dos agentes municipais participantes do Consimares. Na usina o processo visual de triagem é realizado por cooperativa de catadores, sequencialmente o conteúdo das caçambas passa por uma análise da condição do entulho perante sua composição: argamassa e concreto ou misto, para assim encaminhá-lo a área de transbordo

a fim de obter material misto e de concreto em fases distintas operando com britador de martelo (Figura 17)(PETITTO, 2017).

Figura 17. Usina recicladora de parceria público-privada CONSIMARES, sede em Hortolândia/SP. (A) vista do britador; (B) correia transportadora após classificação e (C) classificador.

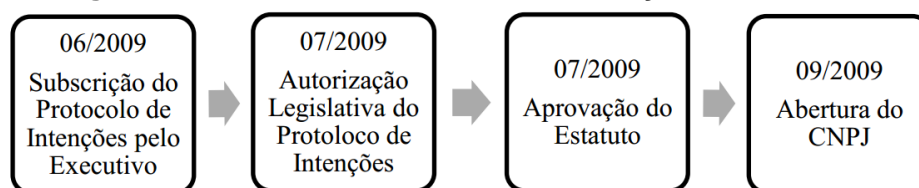


Fonte: Petitto (2017).

2.5.5.2 CONSAB

O Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental (CONSAB) foi fundado em julho de 2009 sob forma de associação civil de direito privado, com sede em Cosmópolis, conforme processo esquematizado na Figura 18 (SANTOS, 2016).

Figura 18. Processo burocrático de formação do CONSAB.

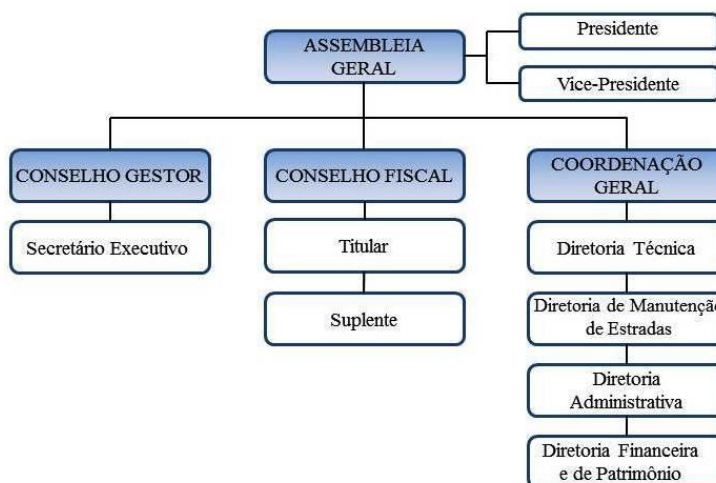


Fonte: Santos (2016).

O consórcio constituiu-se em arranjo simplificado, dado que os prefeitos da região mantinham boa relação e vislumbravam a resolução dos problemas de maneira coletiva. Inicialmente constituído pelos municípios de Conchal, Engenheiro Coelho, Artur Nogueira, Cosmópolis e Santo Antônio de Posse. Contudo sofreu algumas alterações: a entrada de Holambra ainda em 2009, a admissão de Mogi Mirim em 2011, 2013 saída de Santo Antônio e Mogi Mirim e inclusão de Jaguariúna, e por fim em 2014 a entrada de Cordeirópolis, constando sete municípios (CONSAB, 2017).

A Figura 19 ilustra a estrutura do consórcio, sendo a Assembleia Geral composta pelos prefeitos consorciados em mandato de dois anos. O Conselho Gestor respondendo pelo órgão diretivo e de supervisão geral da área do meio ambiente com mandato também de dois anos e o Conselho Fiscal constituído por membros de cada município do Meio Ambiente do Plano Diretor ou órgão equivalente. Além da estrutura estabelecida no Estatuto, contemplam a Coordenação Geral, com instâncias ocupadas por pessoas definidas pela Assembleia Geral (SANTOS, 2016).

Figura 19. Organograma estrutura CONSAB.



Fonte: Modificado Santos (2016).

O consórcio apresenta diversos objetivos, dentre eles a destinação final dos resíduos, esbarram a indisponibilidade do local, que com o esgotamento dos aterros sanitários da região, foi ímpio ao debate acerca da construção de um novo arranjo intermunicipal. No presente momento, utilizam um aterro de iniciativa particular em Paulínia para a coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, por um valor de R\$239,00/tonelada RSU. Possuem planos de uma usina de tratamento de resíduos, contudo sem previsão (SANTOS, 2016).

O serviço de destaque pela CONSAB é o beneficiamento de resíduos da construção civil. A gestão integrada intermunicipal permitiu que os municípios se organizassem e elaborassem em 2011 o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, onde pelo financiamento do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição (FECOP) adquiriram a primeira britadeira móvel (Figura 20) no valor de R\$600.000,00, que por meio de rodízio, atende os sete municípios consorciados, caracterizados na Tabela 13. Este trabalha de forma itinerante, permanecendo temporariamente em cada município, com intuito de beneficiar o entulho gerado. Os municípios possuem local de transbordo para acúmulo de material até que o equipamento seja locado para início das atividades.

Tabela 13. Caracterização geral dos municípios CONSAB.

Municípios	Distância da Sede	População (2015) (hab)
Arthur Nogueira	12 km	50.246
Conchal	40 km	27.132
Cordeirópolis	44 km	23.234
Cosmópolis	-	66.807
Engenheiro Coelho	25 km	18.611
Holambra	22 km	13.375
Jaguariúna	37 km	51.907

Fonte: Modificado CONSAB (2017).

Figura 20. Equipamento móvel de britagem do CONSAB.

Fonte: CONSAB (2017).

A britadeira móvel propiciou a diminuição dos resíduos, economia à destinação destes e à compra de insumos para os setores de obras municipais. O consórcio também contou com a parceria da Universidade de Rostock, na Alemanha, onde realizaram estudos e confecção de projeto de gestão de resíduos sólidos com o reaproveitamento, além dos municípios participantes da pesquisa alegar não ter parcerias e financiamentos anteriores ao consórcio, classificando-o como adequados no indicador Relacionamento Interinstitucionais. O arranjo intermunicipal presta seus serviços uniformemente em cada localidade consorciada, não havendo concentração de atividades em um município sede (CONSAB, 2017).

Além destas atividades, atuam na destinação final de resíduos dos serviços de saúde por meio de licitação conjunta operacionalizada pelo consórcio, campanhas de coleta de materiais sujeitos a logística reversa (pneus, materiais eletrônicos e lâmpadas fluorescentes).

O uso do britador móvel teve sucesso, assim o consórcio aderiu a mais dois equipamentos, sendo estes locados da CODASP – Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo, permanecendo cada um em média de 45 a 90 dias em cada município. O material britado em 2017 totalizou 23.820m³ e em 2018 do período de março a

julho foi de 16.630m³ de agregado reciclado, considerando o custo de mercado da pedra 3 britada em R\$36,00/ton economizou-se em 2017 R\$857.520,00 (CONSAB, 2017).

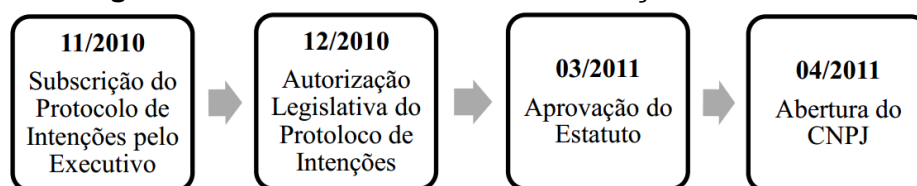
Cada equipe é composta por 3 integrantes: um operador e um ajudante responsável pelo manuseio da britagem e um operador de pá-carregadeira a cargo de alimentar com RCC o equipamento, capacitados pelo fornecedores das respectivas unidades móveis e supervisionados por um Supervisor Técnico, o qual elabora o quantitativo dos resíduos britados e informações relevantes ao Diretor de Manutenção responsável pelos relatórios, fiscalização de equipes, gestão do cronograma e operação itinerante das unidades.

A segregação dos resíduos ocorre logo após a geração dos RCC nas obras, a fim de potencializar sua reutilização, reciclagem e contribuir ao canteiro de obras na organização e segurança. Estes resíduos são acondicionados para serem aproveitados no próprio canteiro de obras ou fora dele, evitando condições que o inviabilize e sequencialmente encaminham-no a áreas de transbordo e triagem (ATT) para a triagem, britagem, transformação e posterior destinação. Os produtos obtidos pelo beneficiamento são empregados a pavimentação de estradas rurais, construção de calçadas, passeios públicos, bloquetes e guias (PETITTO, 2017).

2.5.5.3 CISBRA

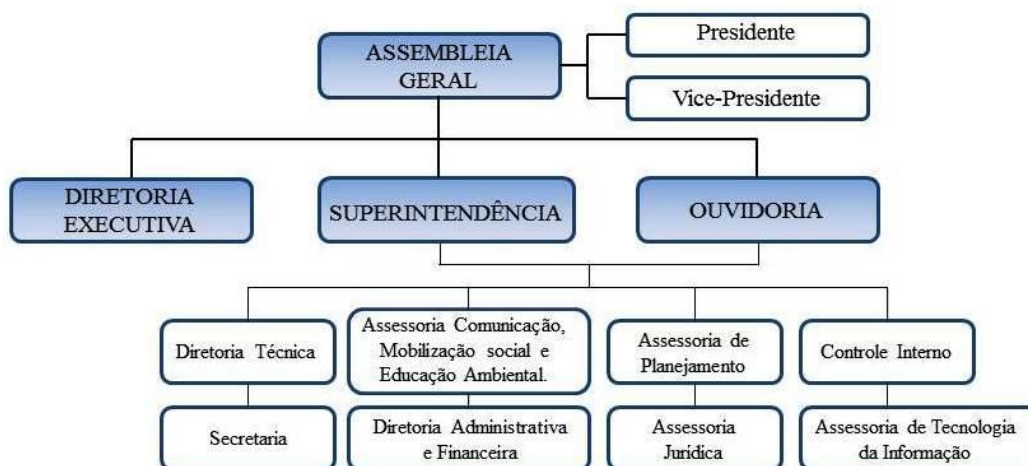
O Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região do Circuito das Águas (CISBRA) está inserido na Região Administrativa de Campinas com sede Amparo, foi constituído em 2010 pelo Protocolo de Intenções dos 12 municípios participantes (CISBRA, 2013), esquematizado na Figura 21.

Figura 21. Processo burocrático de criação do CISBRA.



Fonte: Santos (2016).

A estrutura administrativa comporta Assembleia Geral, Diretoria Executiva e Superintendência, assim como os demais consórcios, esquematizada na Figura 22. Os setores subordinados à Superintendência e a Ouvidoria são compostos por servidores contratados ou por concursos públicos (SANTOS, 2016).

Figura 22. Organograma estrutura CISBRA.

Fonte: Santos (2016).

Atualmente o consórcio atende mais de 300 mil habitantes, conforme Tabela 14, com o objetivo de atender as demandas dos consorciados, dentre as quais se destaca o item VIII:

“VIII – sem prejuízo da responsabilidade dos geradores, transportadores e processadores, exercer o planejamento, a regulação, a fiscalização da gestão dos resíduos da construção civil e dos resíduos volumosos, implantar e operar rede de pontos de entrega e instalações e equipamentos de transbordo e triagem, reciclagem e armazenamento de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos. Além disso, destinação final e comercialização;” (CISBRA, 2014).

Tabela 14. Caracterização geral dos municípios CISBRA.

Municípios	Distância da Sede	População (2015) (hab)
Águas de Lindoia	40 km	18.313
Amparo	-	70.280
Itapira	37 km	72.967
Lindoia	33 km	7.485
Monte Alegre do Sul	14 km	7.736
Morungaba	26 km	12.934
Pedra Bela	52 km	6.044
Pinhalzinho	32 km	14.423
Toledo	65,9 km	5.761
Serra Negra	18 km	28.321
Socorro	43 km	39.565
Tuiuti	20 km	6.533

Fonte: CISBRA (2014).

Segundo CISBRA (2014), a geração total dos RCC é de 12.374 toneladas/mês e de resíduos volumosos 829 toneladas/mês. Para condicionar a recuperação e

reaproveitamento desses se instalou uma rede de Ecopontos e Áreas de Triagem e Transbordo (ATT), de responsabilidade em parceria público-privada, prestando serviço a transportadores e construtores a preço público. A composição dos RCC baseia-se em 60% de trituráveis, 20% de solo, 10% de madeiras, 5% de recicláveis secos, 4,5% de classe B e 0,5% de classe C e D, pelos quais se estima triar 7.922 toneladas de RCC.

A fim de evitar deslocamentos utilizaram de dois equipamentos itinerantes (Figura 23): uma peneira vibratória e um triturador, que são alocados no Ecoparque CISBRA e deslocados para as ATT dos municípios conforme demanda.

Figura 23. Equipamentos móveis: Peneira vibratória e triturador de reciclagem do CISBRA.



Fonte: CISBRA (2014).

A peneira realiza a separação do material fino contido nos resíduos trituráveis, quando a parcela grossa atingir quantidade que Justifique o deslocamento do triturador, se faz o processo de beneficiamento de finos na própria ATT. O percentual de resíduos restantes é encaminhado para o tratamento no Ecoparque CISBRA, as madeiras são transformadas em cavacos para uso como biomassa e posterior valorização energética, serem valorizados como fonte de energia no mercado regional e os não aproveitáveis dispostos em aterros sanitários (SANTOS, 2016).

O custo operacional estimado do gerenciamento dos RCC relativos aos Ecopontos, transporte, triagem, classificação em peneira e trituração conduzidas nas ATT, é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15. Custo operacional mensal do gerenciamento dos RCC – CISBRA.

Descrição	Quantidade Mensal	Custo Unitário (R\$/Unid.)	Custos Mensais (R\$)
Operacional Ecoponto	42	R\$ 6.552,38	R\$ 275.200,00
Transporte Ecoponto-ATT (t)	2.113 t	R\$ 3,79	R\$ 7.999,00
Triagem de resíduos (m³)	5.449 m³	R\$ 10,56	R\$ 57.543,00
Peneiração trituráveis RCC (m³)	3.712 m³	R\$ 1,00	R\$ 3.712,00
Trituração RCC (m³)	1.856 m³	R\$ 18,50	R\$ 34.338,00
Transporte ATT-Ecoparque (t)	869 t	R\$ 19,62	R\$ 17.046,00
Trituração madeira (m³)	1.551 m³	R\$ 6,83	R\$ 10.596,00
TOTAL			R\$ 451.869,00

Fonte: Modificado CISBRA (2014).

O manejo dos RCC proporcionou a valorização dos resíduos, até então não aproveitados, como é o caso dos peneirados e trituráveis, utilizados em obras municipais e a madeira transformada em cavaco. Na estimativa demonstrada na Tabela 16, não se computou o preço público da recepção dos resíduos de grandes geradores, obtendo a valorização do beneficiamento em R\$ 389.223,00.

Tabela 16. Receita de valorização mensal de RCC – CISBRA.

Descrição	Quantidade Mensal	Valorização (R\$/Unid.)	Valorização Mensal (R\$)
Madeira (m ³)	1.551	R\$ 24,00	R\$ 37.234,00
Trituráveis (m ³)	3.712	R\$ 64,50	R\$ 239.440,00
RCC secos (t)	209	R\$ 285,60	R\$ 59.737,00
Recepção de RCC grandes geradores (m ³)	5.281	R\$ 10,00	R\$ 52.813,00
TOTAL			R\$ 389.223,00

Fonte: Modificado CISBRA (2014).

Observou-se pelas tabelas acima, que o saldo entre o custo operacional e de valorização resultou em contribuição mensal de R\$62.646,00, tendo um custo médio per capita de R\$ 0,20/hab. distribuído aos municípios consorciados.

2.5.5.4 NIR - Região do Interior do Norte de Portugal

Em Portugal o Decreto-Lei nº 46/2008 estabelece as operações de gestão dos RCC como transporte, armazenamento, tratamento, recuperação e eliminação, além da responsabilidade de gerenciá-los ser do gerador (proprietário, se o gerador não é identificável) e demais partes envolvidas. Somente o RCC de obras privadas com isenção de licença são geridos por sistemas de gestão, correspondendo às associações dos municípios com gerenciamento compartilhado, já os proprietários de empresas podem transferir a atividade aos gestores privados (MAOTDR, 2008).

O NIR possui 15.027km², com 1.100.000 habitantes e inclui 48 municípios (INE, 2012). A gestão dos RCD é dividida em 3 pilares, conforme Figura 24.

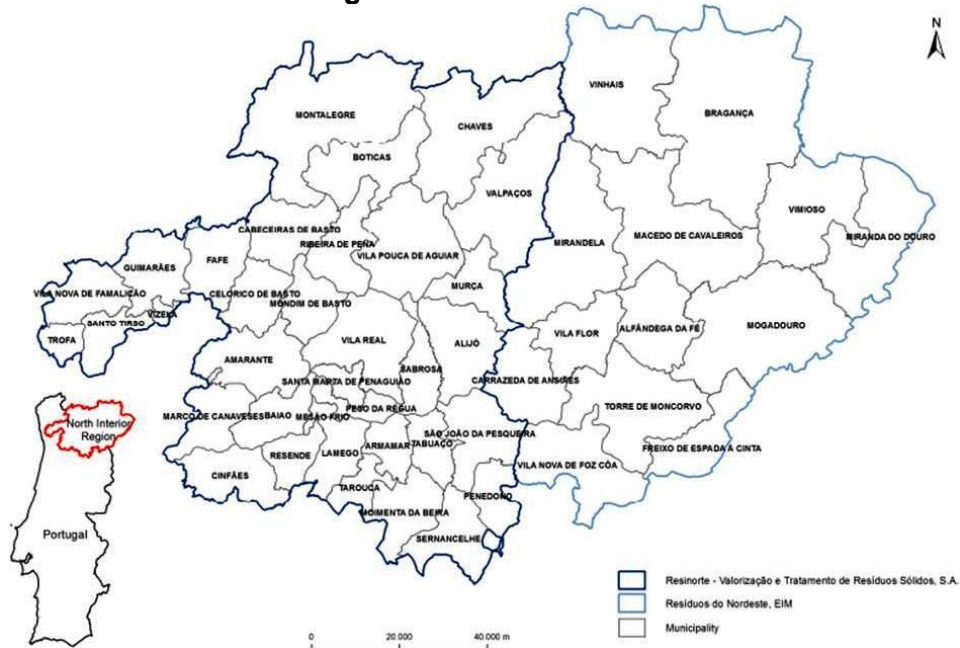
Figura 24. Pilares da gestão de RCC no NIR.



Fonte: Própria Autora (2019).

A região NIR é agrupada em dois sistemas multimunicipais de gestão de resíduos, o Resinorte com 35 municípios, e os Resíduos do Nordeste, com 13 municípios, apresentados na Figura 25. Os municípios de ambas as associações são de pequeno porte e pouco informados pelas mudanças da legislação e suas responsabilidades (RAMOS et al., 2014).

Figura 25. Delimitações dos municípios da região Norte do Interior e dos sistemas de gestão de resíduos.



Fonte: Ramos et al.(2014).

As empresas desenvolvem no canteiro de obras a prevenção e planos de gestão, obrigatórios a obras públicas e fiscaliza os métodos de construção a facilitar a demolição e a coleta seletiva, ressaltando nos contratos de sub-construtores a triagem dos resíduos nos canteiros de obras. Dentre as atividades relatadas alguma medida ou ação sempre tem sido tomada, conforme Figura 26. Os gestores privados são um grupo onde a legislação é mais ativa, pelo gerenciamento efetuado de outros tipos de resíduos e registrado no SIRAPA, com práticas e protocolos, porém verificou-se nos últimos anos diminuição de recepção dos RCD em virtude da desaceleração econômica de Portugal e da atividade do setor (RAMOS et al., 2014).

Figura 26. Práticas de gestão de RCC adotadas pelas construtoras.



Fonte: Ramos et al. (2014).

Segundo Ramos et al. (2014), o NIR contempla um aterro de resíduos inertes, com capacidades estimada de 800t/ano até 2020 e cinco pedreiras licenciadas, conduzindo em torno de 200.000 a 220.000 t/ano até 2020 para gerir o RCC, em que solos e rochas devem ser viável a reutilização, embora tenha-se registrado como descarte.

Os Resíduos do Nordeste dispõem de 14 centros de reciclagem (um para cada município, onde um possui dois), 1 aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos, ressaltando que se falta infraestrutura e equipamentos para promover a triagem e recuperação dos resíduos inerte. A Resinorte por sua vez, possui número maior de municípios, sendo difícil uniformizar as práticas de gerenciamento, contemplam 12 centros de reciclagem e 4 aterros sanitários. Não há estrutura de classificação do RCC, no entanto é realizado triagem de materiais recicláveis, como o de embalagens (RAMOS et al, 2014).

O custo com o manejo dos RCC varia de acordo com a entidade, para municípios é de 30€ a 34€/t, ao qual é adicionado o imposto sobre o aterro; para empresa privada varia de 42€ a 58€/t sendo adicionado o imposto de aterro. Os valores de transporte, serviço de aluguel e contêineres varia de acordo com o serviço fornecido. O sistema apresenta algumas contrariedades como a falta de um registro confiável, a falta de mensurar o volume de RCC e registrar a fonte e o tipo, o hábito em classificar os resíduos em mistos, e a discordância entre o montante de resíduo regado e gerido nas obras de construção licenciadas (RAMOS et al., 2014).

Os municípios lidam com a população e obras isentas de licença, possuem um regulamento em como lidar com os RCC, do qual devem entregar os resíduos a sistemas de gestão para serem tratados com penalidades perante práticas incorretas e deposição ilegal, contudo, encontra-se municípios ausente de regulamentação e medidas de triagem, reutilização e reciclagem. Apenas quatro afirmam possuir o transporte ao centro de reciclagem e um alega fornecer armazenamento temporário precedente ao envio do centro de reciclagem.

As atividades sucedem à entrega dos RCC pelo produtor/proprietário até o centro de reciclagem pelo contato ao departamento municipal, por e-mail ou telefone de maneira gratuita. Para o caso de infrações há penalidade: para pessoa física esse valor varia de 40€ até 4.000€; para empresa é de 70€ até 4.000€. Para deposição ilegal, registra-se o caso e quando possível identificar o responsável aplica-se a penalidade e exige-se a limpeza do local (RAMOS et al., 2014).

2.5.5.5 Câmara de Montemor-o-Novo e o Projeto REAGIR

Em Portugal, nos municípios da Câmara Municipal de Montemor-o-Novo (CMMN) sucedia-se a proliferação de depósitos ilegais de RCC, com danos à saúde pública, ao meio ambiente e a deterioração da imagem do setor da construção civil. Diante a problemática de gestão implementou-se o Projeto REAGIR-Reciclagem de Entulho no Âmbito da Gestão Integrada de Resíduos, no objetivo de implementar soluções de gestão inovadoras a promover o recolhimento, a reciclagem e a valorização dos RCC produzidos na área de Montemor-o-Novo (Figura 27), além de sensibilizar os produtores dos resíduos e envolvidos na necessidade do destino adequado dos mesmos (LIPOR, 2013).

Figura 27. Municípios da Câmara de Montemor-o-Novo.



Fonte: Lipor (2013).

O Projeto REAGIR foi promovido em parceria com a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo, o Instituto Superior Técnico, o Instituto dos Resíduos e a RTS – Pré-fabricados de betão, cofinanciado pelo Programa LIFE da Comissão Europeia e decorreu durante 3,5 anos, de Janeiro de 2004 a Julho de 2007. Instituiu-se para a Câmara o serviço municipal de coleta/recepção seletiva da fração inerte dos RCC, com uma entidade autorizada no distrito de Évora. A recolha dos resíduos desenvolveu-se da síntese de informações disponíveis, até a aquisição de meios necessários, como o caminhão, contentores metálicos e big bags (ALGARVIO, 2009).

O projeto atende os resíduos da fração inerte, os demais devem ser separados na origem, cabendo ao produtor a responsabilidade pelo seu caminho e destino adequado. O Projeto operou gratuitamente durante toda a sua duração e revelou-se inovador no país por abranger tanto os pequenos como os grandes produtores. Pelos resultados positivos, a

Câmara de Montemor-o-Novo decidiu manter o sistema após o período do Projeto, a título gratuito, a considerar no futuro a aplicação de taxas a fim de suportar os custos.

A Unidade Piloto de Reciclagem de Entulho (UPRE), Figura 28, foi construída na Zona Industrial de Montemor-o-Novo. Os produtores asseguram a coleta e o transporte dos RCC até a unidade, acompanhada da Guia de Transporte de Resíduos, somente da fração inerte devidamente separada, com prévio preenchimento do pedido de recepção, com dados do produtor e obra. O funcionário caso verifique resíduos misturados à carga o rejeita e cabe ao detentor garantir o destino adequado do mesmo, e ao final da obra a CMMN poderá emitir um Certificado de Recepção/Recolha de RCC inertes (ALGARVIO, 2009).

Figura 28. Unidade de reciclagem. a) Britagem, b) Separação magnética, c) Crivagem e d) Transporte.



Fonte: Modificado Algarvio (2009).

Nos municípios são disponibilizados contentores para a recepção de RCC, acompanhado por funcionário que preenche a ficha de recepção e condições dos resíduos, para envio à CMMN. Como na UPRE o detentor deve respeitar a conformidade dos RCC em caso de inadequações suspender-se-á a recepção. As freguesias de Cortiçadas de Lavre, São Cristóvão e Foros de Vale Figueira possuem estas infraestruturas, vedadas com arame a altura de 2 metros e pavimentadas com agregados reciclados, ilustrada na Figura 29 (CABRAL, MOREIRA, 2006).

Figura 29. Locais de armazenamento temporário de pequenos volumes de RCC.



Fonte: Modificado CMMN (2007).

Ocorre a distribuição de equipamentos para deposição de RCC nas obras, que são recolhidos e transportados pela Câmara Municipal para o destino adequado. Serviço este, destinado a qualquer gerador dos municípios e que pretenda cumprir com as condições definidas pela CMMN. A disponibilização do equipamento é precedida de prévio pedido e preenchimento da “Declaração de Gestão de RCC”, após a Câmara Municipal entra em contato no prazo máximo de 5 dias, de forma a fornecer o equipamento, a disponibilizar big bags em número a definir para deposição da fração inerte de RCC e contentores para obras de maior produção ou em maiores dimensões. Quando o equipamento está quase cheio o interessado notifica a CMMN, dando prioridade a ordem de entrada dos pedidos e dimensão das obras efetua-se o recolhimento (Figura 30). Ao final da obra emite-se certificado de mérito pela destinação adequada dos resíduos (CABRAL, MOREIRA, 2006).

Figura 30. Recolha de RCC em obras através do sistema municipal.



Fonte: Modificado CMMN (2007).

2.5.5.6 AMALGA

No ano de 2005 a AMALGA – Associação de Municípios Alentejanos para a Gestão do Ambiente, em conjunto com o município de Beja e a empresa Urbereciclar, lançaram o Projeto CONVERTER, com o objetivo de instalar um Centro de Triagem e Valorização da fração inerte dos Resíduos da Construção e demolição (CTVRCD) e de aferir a viabilidade da expansão deste projeto aos demais municípios. Composta por 8 municípios, totaliza 101.658 habitantes, com estimativa de geração de 43.890,70 ton/ano de RCC, conforme distribuídos na Tabela 17 (MIRANDA, 2009).

Tabela 17. Caracterização dos municípios da AMALGA.

Municípios	Densidade Populacional (hab./km ²)	Capitação (kg/hab.ano)	Produção RCD (ton.)
Almodôvar	10,2	325,0	2.564,70
Barrancos	11,1	481,0	896,60
Beja	30,2	481,0	16.666,10
Castro Verde	12,9	481,0	3.543,20
Mértola	6,5	325,0	2.743,30
Moura	16,8	481,0	7.731,40
Ourique	9,0	325,0	1.952,00
Serpa	14,6	481,0	7.793,40
TOTAL	13,9	422,5	43.890,70

Fonte: Miranda (2009).

O Centro de Triagem de Brissos ficou operacional em 2 de janeiro de 2007, com investimento inicial para o projeto-piloto em torno de 15.000 euros, instalada em um terreno junto ao parque de máquinas e materiais da autarquia, onde os construtores de Beja usualmente depositam os resíduos. Estimava-se que o CTVRCD recebesse toneladas e resíduos por ano, decorrendo em terras selecionadas (jardins, agricultura e cobertura), materiais ferrosos (reciclagem) e o Tout-venant (agregados reciclados aplicados a estradas, projetos de saneamento, etc.). Entretanto, os empresários de construção civil não cumpriram com o combinado, por contestarem a entrada de uma empresa privada de fora da região, alegando a disponibilidade de empresas locais e pelo preço a exercer (9 €/t) mesmo reconhecendo o valor da iniciativa. Em Junho de 2008 a unidade de gestão ainda não está em funcionamento e o arranque estava previsto para 2009 (MIRANDA, 2009).

2.5.5.7 Câmara Municipal de Barreiro/AMARSUL

A Câmara Municipal de Barreiro (CMB) adotou o sistema multimunicipal de recolha de RCC para pequenas obras (manutenção, remodelação, renovação) com volume máximo de 6m³, oferecendo aos interessados sacos, denominados big bags com capacidade de 1 m³. Estes sacos são marcados e entregues mediante apresentação de uma guia

pagamento. No final da obra a Entidade Gestora (CMB), através da empresa SUMA (Serviços Urbanos e Meio Ambiente) presta o serviço de coleta a pedido dos detentores das obras. Os sacos devem ser dispostos em locais indicados, de forma a facilitar o acesso a recolha decorrido o período de oito dias, para proceder à remoção (COSTA, 2014).

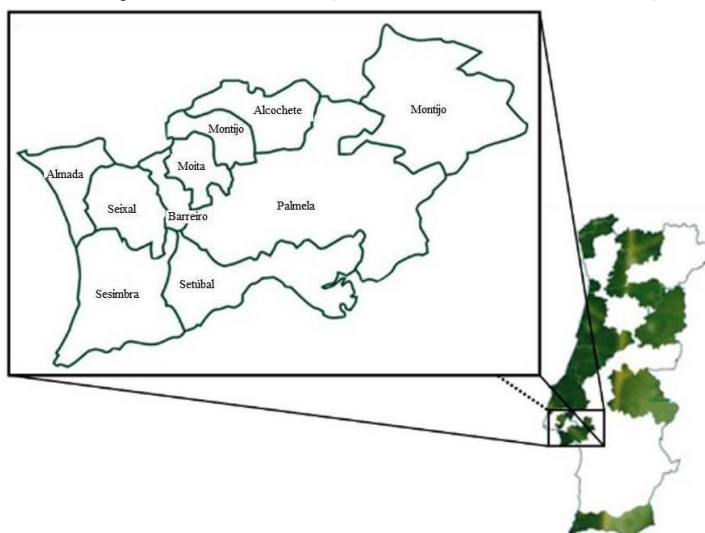
O destino destes recipientes é o aterro sanitário da AMARSUL, S.A., onde os inertes são utilizados para a camada de base do aterro e os solos como cobertura. Contudo, desde a sua origem até seu destino final, os RCC não passam por triagem ou tratamento. Segundo dados da CMB, em 2008 recolheram-se 1.075 sacos, que corresponde a 5.305 toneladas de resíduos (CMB, 2016).

A CMB dispõe de quatro viaturas para a coleta destes resíduos, uma para pedidos de coleta agendados e outras três para circuitos semanalmente definidos:

- Barreiro, Lavradio e Verderena;
- Santo António e Coina;
- Alto do Seixalinho, Santo André e Palhais;

Criado pelo Decreto-Lei nº.53/1997, o Sistema Multimunicipal de Valorização e Tratamento dos resíduos Sólidos Urbanos da Margem do Sul do Tejo responsabiliza pela gestão dos resíduos urbanos (RU), comportando 9 municípios, demonstrados na Figura 31, com área total de 1.625,30 km² e população total em torno de 779.000 habitantes (CMB, 2016).

Figura 31. Delimitação dos municípios da Câmara Municipal de Barreiro.



Fonte: CMB (2016).

A CMB (2016) retrata no Art. 22º e Art. 23º do Regulamento Municipal – Resíduos Urbanos e Higiene Urbana sobre as responsabilidades em como deve ocorrer à coleta dos resíduos da construção e demolição, ressaltando sobre as responsabilidades dos geradores.

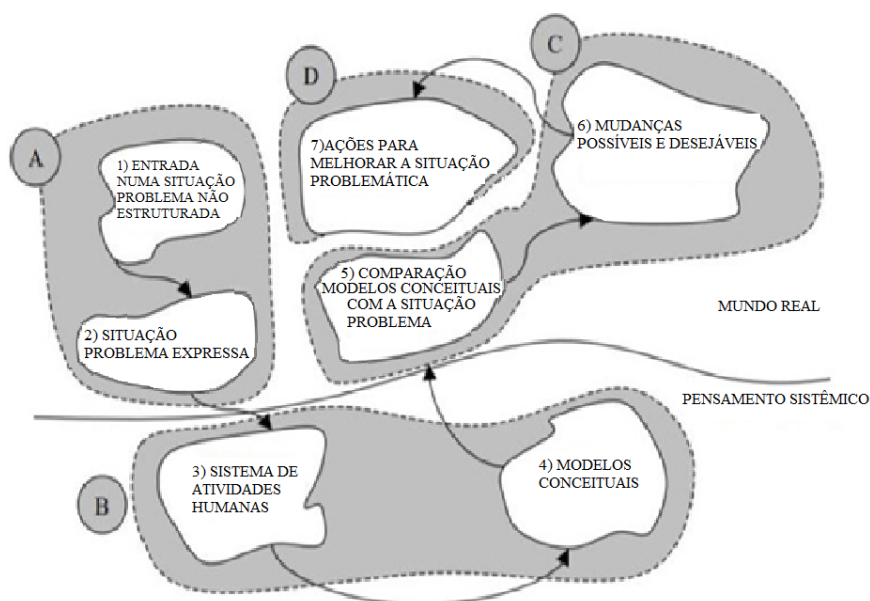
3. METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos para o desenvolvimento da pesquisa. Preliminarmente foi necessária uma revisão sistêmica de pesquisas exploratórias acompanhando estudos relacionados ao tema.

3.1 METODOLOGIA SOFT SYSTEMS (SSM)

A SSM dispõe de sete estágios, conforme Figura 32, não obrigatoriamente sequencial ou circular, que visa promover a partir de debates entre os atores a situação estudada para apreciação dos aspectos em questão, que mesmo conflitantes atinjam melhoria e assimilação de um ponto de vista em comum para a construção de um modelo orientativo (COSTA, 2012).

Figura 32. Os 7 estágios da Metodologia Soft System.



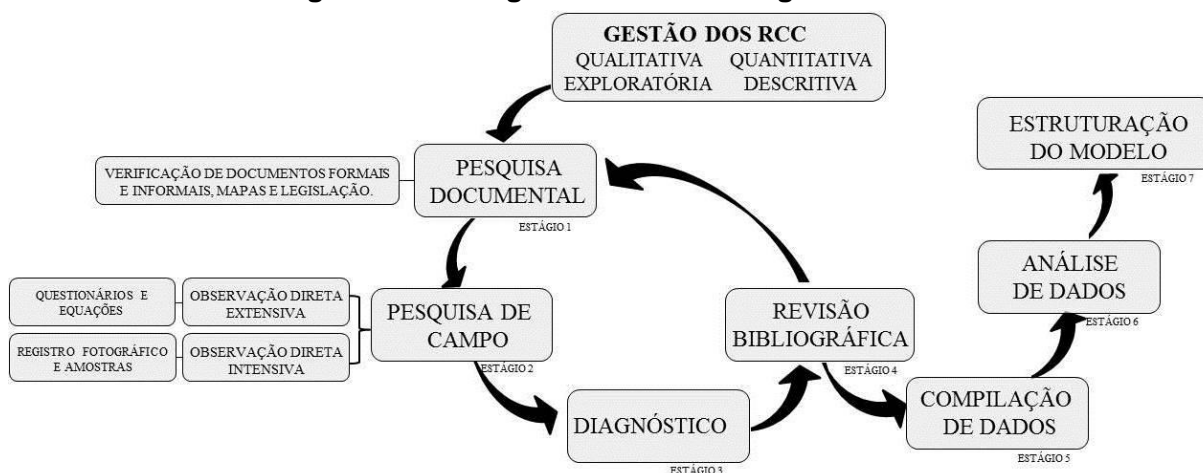
Fonte: Checkland (1981).

Delineou-se sobre estes 7 estágios, a formulação da pesquisa com algumas adaptações: O *estágio 1* - Investigação do problema, pela análise de dados socioeconômicos dos municípios em relação a geração dos RCC. O *estágio 2* - Contextualização do problema, e pelo diagnóstico atual dos sistemas de gestão adotados nos municípios, juntamente com o *estágio 3* - Sistemas de atividades, com o levantamento do alinhamento dos atores envolvidos na problemática em questão perante a legislação, por meio de entrevistas e ideias sugeridas a temática. O *estágio 4* – Modelos existentes

procedeu-se no exercício da revisão bibliográfica de experiências de consórcios e gestão intermunicipal direcionados a gestão dos RCC, bem como o entendimento do funcionamento dos sistemas e das infraestruturas, tendo no *estágio 5* - Comparação dos modelos, a análise dos pontos fortes e fracos dos modelos, sua organização e conjuntura favorável à aplicação e por fim, no *estágio 6* – define as Mudanças possíveis e desejáveis para que no *estágio 7* – Ações, estabeleça o modelo orientativo de consórcio intermunicipal de gestão de RCC para a Unidade de Gerenciamento MB-13.

A Figura 33 demonstra a metodologia relatada para a pesquisa. Trata-se de uma metodologia *qualitativa-exploratória* para interação entre os fatos, ambiente e técnicas de fontes secundárias; e *quantitativo-descritiva* com a finalidade de analisar as características, dados e técnicas de entrevistas, questionários e procedimentos a serem realizados.

Figura 33. Fluxograma de metodologia adotada.



Fonte: Própria Autora (2019).

3.1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O embasamento teórico teve como referência o utilizado por Marques Neto (2009) em sua tese. Desenvolvida a partir das declarações PRISMA (Itens de Relatórios Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises), utilizando métodos de busca explícitos e sistemáticos (MOHER et al., 2009), utilizando as palavras-chave descritas na Tabela 18.

Tabela 18. Palavras-chave utilizadas para pesquisa na base de dados.

Palavras-Chave

("resíduo da construção civil" OR "resíduo da construção e demolição" OR "RCC" OR "RCD") AND ("gerenciamento" OR "gestão integrada") AND ("consórcios" OR "consórcios intermunicipais")

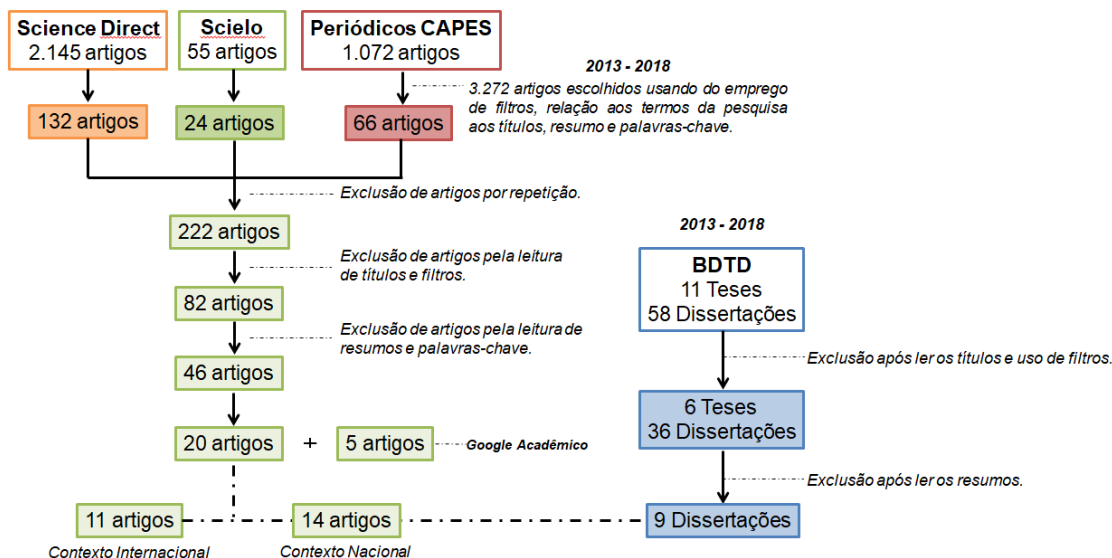
"construction and demolition waste" AND "integrated management" AND "consortiums" OR "intermunicipal consortiums"

Fonte: Própria Autora (2019).

A Figura 34 apresenta os resultados do levantamento bibliográfico de 2013 a 2018, com a seleção dos trabalhos por meio dos filtros disponibilizados pelas bases de dados

SciELO, Science Direct, Portal de periódicos da CAPES, da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e do Google Acadêmicos.

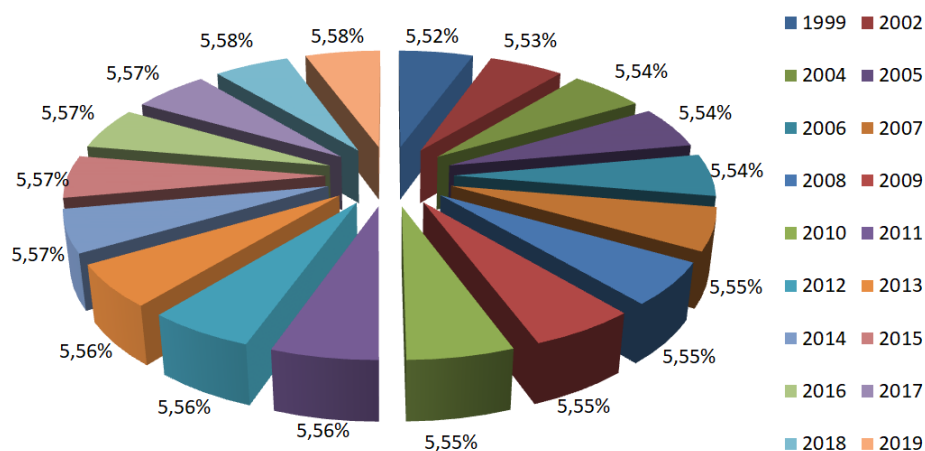
Figura 34. Fluxograma de pesquisa a base de dados referentes aos RCC no período de 2013 a 2018.



Fonte: Modificado (ROSADO, 2019).

Os trabalhos abordados ao trabalho datam de 1981 a 2018, cujo conjunto de informações e dados utilizados estão apresentado na revisão bibliográfica, metodologia e resultados e discussões respectivamente. A Figura 35 demonstra o esboço das referências empregadas, agrupadas percentualmente pelo ano de publicação. As datadas de 1981 e 1999 se justificam pelo trabalho renomado como o de Pinto, cujas informações são pertinentes ao assunto, ao intervalo de 2001 a 2008 pelo caráter de instituição de marcos regulatórios e as demais, de 2009 a 2018 pelos trabalhos voltados a gestão dos RCC e pesquisas atuais.

Figura 35. Porcentagem por quantidades de referências quanto ao ano.



Fonte: Própria Autora (2019).

3.1.2 DIAGNÓSTICO DO ATUAL SISTEMA DE GESTÃO DOS RCC NOS MUNICÍPIOS DA MB-13

O diagnóstico dos sistemas de gestão dos RCC é de extrema relevância em municípios de pequeno porte, uma vez que a responsabilidade por tal atividade recai a administração pública, por muitas vezes não possuírem empresas de coleta, executando a remoção de pequenos e grandes volumes de resíduos.

Os volumes de resíduos muitas vezes está atrelada aos indicadores socioeconômicos, que merecem breve análise para correlaciona-los no seu manejo e gestão, as características construtivas, a tipologia dos resíduos dos municípios, para assim, dispor a estrutura organizacional do consórcio.

Determinou-se o volume de RCC nos principais geradores por meio de pesquisa de campo. Inicialmente a Administração pública, com aplicação de Questionário 1 (Apêndice A) abordando os seguintes tópicos:

- Existência de coleta e transporte de entulho de RCC;
- Existência de catadores de entulho e de caçambas;
- Tipo de veículos e recipientes utilizados;
- Número de caçambas ou veículos/ dias de retirada da obra;
- Número de carroceiros em atividade no município/ quantidade volume transportada;
- Legislação municipal referente ao RCC;
- Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil;
- Existência de Unidades de Reciclagem de entulho bem como programas de educação ambiental direcionada a tal assunto;
- Existência de consórcio intermunicipal, baseado na Lei 11.445/2007 sobre o saneamento básico e 11.107/2005 sobre consórcios públicos.

Estas questões são modificadas do trabalho de Marques Neto (2010), pela relevância dos temas abordados, como o volume total estimado de RCC transportado por dia no município. O questionário foi semiestruturado e voltado aos responsáveis pelo setor da engenharia, limpeza urbana, meio ambiente e construtores dos municípios. Apresenta caráter impessoal, respeitando os princípios éticos, assegurando a liberdade de recusa a pesquisa e acesso aos dados em qualquer etapa do estudo, tendo consentimento do Comitê de Ética em Pesquisas, conforme demonstrado no Anexo 1 os pareceres consubstancial. Concomitantemente tem-se o levantamento fotográfico, caracterizando a pesquisa

qualitativa, pela compreensão do fenômeno complexo do RCC, além do enquadramento em quantitativa pela coleta de dados abordados.

A pesquisa direciona-se também aos construtores, onde segundo Pinto e Gonzáles (2005), são os principais geradores, sendo os executores de reformas, ampliações e demolições, que raramente são formalizados, os construtores de edificações informais e as construções residenciais ou comerciais autoconstruídas. Para apurar a porção desses, pretende-se realizar observações diretas e o uso da metodologia de Pinto (1999).

Pinto (1999) estima o volume de RCC a partir das atividades construtivas licenciadas, ressaltando que tal dado referencial deve ser em períodos de tempo que permitam suprir defasagens típicas da execução de obras, ocorrências sazonais e conjuntura econômica. Os indicadores de referências se baseiam em:

- Massa estipulada para edificações executadas predominantemente por processos convencionais – 1.200 kg/m².
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obras = 25%
- Percentual da perda de materiais, removidos como entulho durante o transcorrer da obra = 50%

Resultando em taxa de geração de RCC na faixa de 137 kg/m² a 150 kg/m² construídos, valor pelo qual será utilizado o de **150 kg/m²**.

Por meio do questionário direcionado a administração pública, quantifica-se o número e a somatória de áreas licenciadas por tipo de construção no período do ano de 2017 em construções novas, ao desconsiderar-se o quesito reformas, ampliações e demolições pela falta de registros, e aplica-se a fórmula:

$$Eg = Al * Tg \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

Eg = Estimativa de geração (t/ano);

Al = Total de áreas licenciadas (m²/ano);

Tg = Taxa de geração (0,15 t/m²).

Esses métodos foram aplicados em todos os municípios, para definir os fatores de geração da construção civil, por meio de média aritmética considerando o desvio padrão dos valores obtidos e estima-se o valor global da Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB-13).

Por fim, o levantamento de áreas de destinação final dos RCC, como os ecopontos, as áreas de transbordo e triagem – ATT, a coleta seletiva e/ou usinas de reciclagem. Contudo, denota-se que os municípios de pequeno porte, muitas vezes não possuem nem mesmo o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares (RSD), havendo necessidade de verificar superficialmente os sistemas de manejo.

Com base nestes dados, traçou-se um esboço da dimensão do manejo dos RCC na Unidade de Gerenciamento do Rio São João MB-13, a fim de analisar se a estratégia do consórcio intermunicipal é viável.

3.1.3 CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RCC NOS MUNICÍPIOS DA MB-13

A gestão dos RCC em municípios de pequeno porte vai além das obrigações da administração pública, envolve todos os atores envolvidos no setor da construção civil. Assim, propôs o estudo do alinhamento das práticas de gestão concebidas em canteiros de obras e demais ramos com a legislação.

Os atores envolve a atuação dos gestores públicos, os geradores de resíduos, os transportadores, os trabalhadores da construção civil e a população em geral. Para os gestores analisou-se as ações em exercício, a disposição de infraestruturas e o sistema organizacional; os geradores de resíduos foram analisados concomitantemente: empresas construtoras, os transportadores e os trabalhadores, dado sua ligação direta com o volume de resíduos. Para levantamento das informações empregou-se três métodos:

- Estimativa percentual dos volumes por tipo de resíduos no Questionário 02 (Apêndice B) pelo responsável das construtoras ou profissionais;
- Metodologia de Córdoba (2010), seguindo pela caracterização fotográfica, com realização de algumas alterações;
- Amostragem física da pilha de RCC conforme recomendações da NBR 10.007 (ABNT, 2004).

As construtoras atuam em vários municípios, assim os métodos foram aplicados em 6 delas, denominando-as em Construtora A; Construtora B; Construtora C; Construtora D, Construtora E e Construtora F para preservar suas identidades.

O Questionário 2 (Apêndice B) direcionou-se as empresas construtoras por serem as maiores geradoras de volume de RCC. Quando o município não possuía tais empresas, o mesmo direcionou aos encarregados de obras, pedreiros ou responsável pelo processo de edificação. Verificou-se:

- A tipologia construtiva;
- As dificuldades do gerenciamento;

- O nível de conhecimento; e
- Disposição e segregação dos resíduos nos canteiros;

Córdoba (2010) ressalta que em caracterizações volumétricas visuais e registros fotográficos podem ocorrer distorções em uma amostra pela análise de cada pesquisador. Assim padronizou que as imagens fossem importadas ao programa AUTOCAD para delimitar as áreas em comuns dos materiais em diferentes pontos de vistas, para posteriormente, realizar a compilação de dados pela Tabela 19, para estimar a porcentagem volumétrica de cada material.

Tabela 19. Análise de dados mediante caracterização qualitativa (Imagens).

Caracterização Volumétrica dos RCC Mediante Processamento de Imagens											
Origem:		Descrição do resíduos predominante:									
Amostra:		Volume amostrado:						Estimativa Material Final		Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual						Composição Volumétrica		Massa (%)	Volume (m³)
		Base	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Topo	Média (%)	(m³)		
Classe A	Concreto										
	Areis/solo										
	Argamassa										
	Componentes cerâmicos										
	Pedra										
	Asfalto										
Classe B	Plástico										
	Papel/Papelão										
	Metais										
	Vidro										
	Madeira										
	Gesso										
Classe C	Manta asfáltica										
Classe D	Tintas										
	Solventes										
	Óleos										
	Fibrocimento (c/amianto)										

Fonte: Modificado de Córdoba (2010).

Neste método, para cada construtora foram coletadas 3 amostras, seguindo os procedimentos:

- Determinação do volume de RCC coletado na obra por meio de caçambas de 3, 4, e 5 m³ e/ou por caminhões com capacidade de 6m³;
- Registro fotográfico da área superior, denominado *Base* da pilha;
- Descarregamento, com registro fotográfico das quatro partes *Laterais* da pilha;
- Espalhamento da pilha, encerrando o registro fotográfico, denominado *Topo*.

Tais imagens foram importadas ao Programa AUTOCAD, para balizar as áreas comuns por tipologia de resíduos, demonstrados na Figura 36, pela ferramenta polígono e determinou-se a área percentual volumétrica em função do todo. Em seguida os dados foram compilados em tabela e por meio de média aritmética e desvio padrão estimou-se o valor global.

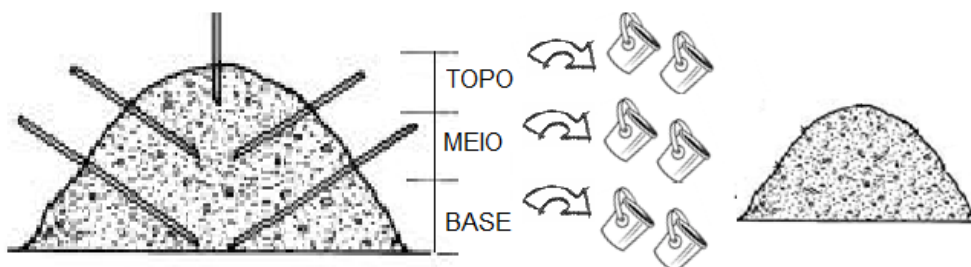
Figura 36. Estimativa volumétrica por tipo de resíduo em Programa Autocad.



Fonte: Própria Autora (2019).

Aspirando a eficiência da metodologia de caracterização volumétrica, utilizou-se em paralelo o método quantitativo de amostragem física à pilha de resíduos pela ABNT NBR 10.007:2004. O processo consistiu na coleta de 6 amostras de 20L da pilha de resíduo, em 3 seções: 2 amostras do topo, 2 amostras do meio e 2 amostras da base, totalizando 120L, conforme ilustrado na Figura 37.

Figura 37. Equipamentos e esquema da metodologia.



A cada amostra mensurou-se sua massa pela balança UR 10.000 Light Urano, seguida da segregação dos materiais por separação manual os de granulometria maior, e os de menores, solo/areia pela peneira de malha 4,8mm. Após esta atividade quantificou-se a massa e o volume de cada tipologia, conforme ilustra a Figura 38.

Figura 38. Procedimento de amostragem física NBR 10.007:2004.



Fonte: Própria Autora (2019).

Dada heterogeneidade dos materiais e diversidade granulométrica não foi conveniente o uso de amostrador, tendo procedido ao desmonte da pilha. Por meio da amostragem física, calculou-se a massa específica aparente contemplando os vazios existentes na amostra de entulho, as medidas no recipiente graduado, não ocorrendo acomodação ou compactação do material. A massa específica é obtida pela razão da massa total dos seis recipientes amostrados e do volume total coletado. A equação abaixo expressa o procedimento:

$$\rho_{calculado} = \frac{M_{total}}{V_{total}} \quad (\text{Equação 2})$$

$\rho_{calculado}$ (kg/L) = massa específica aparente calculada;

M (kg) = massa total da amostra coletada pelos seis recipientes;

V (L) = Volume total dos seis recipientes (120L).

A partir destes procedimentos foi possível estabelecer a característica da pilha e do manejo dos RCC nos canteiros de obras, e o sistema de gestão das construtoras em cotejo à legislação.

3.1.4 PROPOSTA DE MODELO ORIENTATIVO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RCC PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Para propor os consórcios intermunicipais de gestão de RCC entre os municípios de pequeno porte da MB [13] com uma usina móvel de reciclagem, abordaram-se alguns aspectos de planejamento, estabelecidos por Suzuki e Gomes (2009), onde ressaltam que devem ser atendidos de acordo ao que se estabelece na Resolução CONAMA nº 307 para ideal funcionalidade:

- A distância viária entre os municípios até a sede urbana, localizado o aterro intermunicipal estabelece-se raio de 50 km, cogitando uma hora de tempo gasto pelo caminhão coletor para transportar os resíduos em determinada velocidade média;
- O aterro regional deve proporcionar a redução do número de aterros a serem implantados no grupo de municípios e de áreas irregulares de descarte;
- Municípios integrantes de consórcios intermunicipais devem estar localizados em regiões próximas e possuírem características em comum em função da georreferenciação político - administrativa;
- A localização do aterro regional deve ser determinada decorrente da interligação viária com demais municípios e menor trajeto e condições de vias com melhor trafegabilidade.

Contudo, Silveira (2016) alega que além dos quesitos ressaltados acima deve-se elaborar uma proposta de lei municipal e conjunta, para estabelecer parâmetros de ordem, ou seja, um modelo de operação conveniente a todos para coleta, transporte, tratamento e disposição dos RCC, bem como programas de educação ambiental para incentivar e conscientizar a população a interagir com o sistema de gestão proposto.

Dentre os quesitos relatados acima, a centralização da destinação final dos RCC é de maior interesse aos gestores públicos e a pesquisa, pois acredita-se que possibilite o favorecimento em escala operacional, economia e proteção ambiental. Contudo, busca-se verificar se tal hipótese é afirmativa legítima quando direcionada a municípios de pequeno porte.

Na implantação do modelo de consórcio intermunicipal, considerou-se a Unidade de Gerenciamento do Rio São João por apresentar em sua maioria municípios de pequeno porte, do qual perante informações explanadas, elaborou-se o modelo do consórcio de gestão dos RCC, por meio de mapa colaborativo especializando a estrutura organizacional proposta, as infraestruturas utilizadas e o período de atuação em cada município.

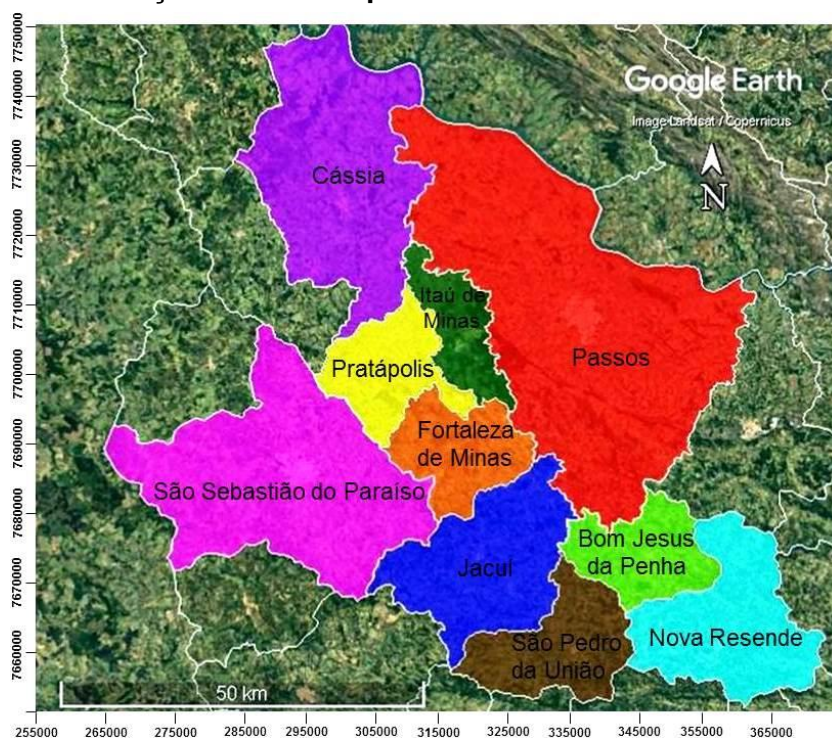
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados, analisados e discutidos os resultados acerca da pesquisa. Estes são comparados com outros trabalhos e integrados entre si.

4.1 DIAGNÓSTICO DO ATUAL SISTEMA DE GESTÃO DE RCC NA MB-13

A Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB-13) insere-se na Unidade de Planejamento dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande (UPGRH-GD7) que, juntamente com mais sete unidades, constituem a Bacia Hidrográfica Federal. Situa-se no Sudoeste de Minas Gerais e abrange 10 municípios, em que seis estão totalmente inseridos: Bom Jesus da Penha, Fortaleza de Minas, Itaú de Minas, Jacuí, Pratápolis e São Pedro da União, e os outros quatro parcialmente: Cássia, Nova Resende, Passos e São Sebastião do Paraíso, conforme ilustra a Figura 39.

Figura 39. Delimitação dos municípios na Unidade de Gerenciamento MB-13.



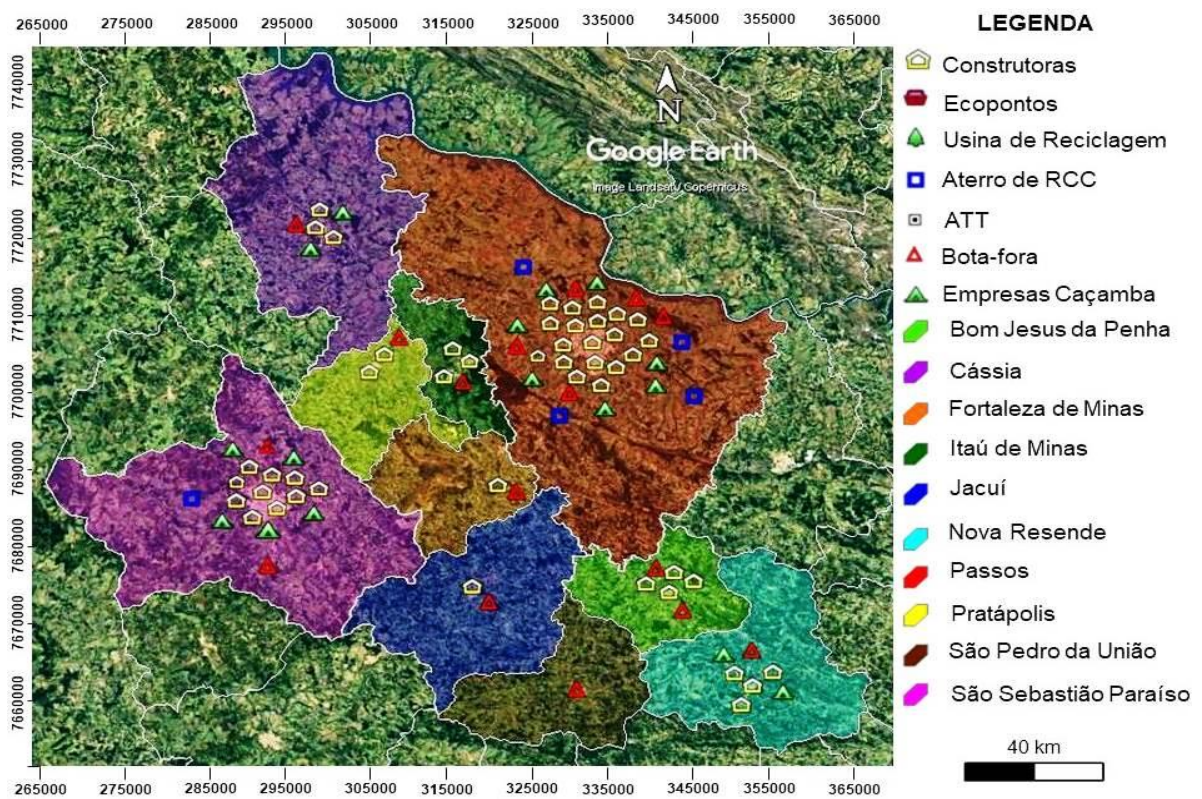
Fonte: Própria Autora (2019).

A indústria da construção civil na região, em processo de desenvolvimento, influencia no número de empregos, impulsiona construções, associada à demanda por moradias. Os exercícios de programas sociais destinados à aquisição de residências impulsionaram principalmente em municípios de pequeno porte a aquisição de edificações residenciais,

sendo a maioria autoconstruídas, sem capacitação profissional acarretando perdas de materiais e alavancando a geração de RCC.

A responsabilidade pela gestão dos RCC recai a todos os atores que atuam na cadeia do gerenciamento → geração, coleta, transporte, destinação e disposição final. Delinear um panorama das práticas adotadas por esses atores visa os pontos fortes e fracos do sistema, todavia padece-se de informações como: as fontes geradoras, a natureza dos resíduos, as práticas construtivas, métodos de separação/segregação e a diversidade de materiais. Assim, a Figura 40 esboça os atores que atuam na gestão dos RCC na MB-13 e discorre sobre as práticas concebidas e sua adequação perante o marco legal.

Figura 40. Demarcação dos atores envolvidos na gestão dos RCC na MB-13.



A Resolução CONAMA n°307 (BRASIL, 2002) estabelece que os municípios desenvolvam políticas e estruturas a partir de cada realidade local, assumindo o Plano de Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil e caráter disciplinador aos agentes. Porém, municípios de pequeno porte, como é o caso dos da MB-13 não estão estruturados ou possuem conhecimento oportuno à atender tais diretrizes conforme apresentado na Tabela 20.

Tabela 20. Adequação da gestão do RCC dos municípios da MB-13 em relação a Resolução CONAMA nº307.

Demanda - Resolução CONAMA nº307	Municípios MB-13
Elaboração do Plano Municipal de Gestão dos Resíduos da Construção Civil - PMGRCC.	Os municípios não apresentam possuir ou elaborar o PMGRCC, com exceção de Passos que apresenta um projeto preliminar de uma central de reciclagem.
Exigência de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil-PGRCC a ser elaborados pelos grandes geradores.	Nenhum dos municípios exige dos grandes geradores PGRCC ou projetos de acondicionamento. Passos e São Sebastião do Paraíso a coleta e o transporte fica a cargo dos geradores, Nova Resende e Cássia em pequenas obras a cargo da administração pública e nas de grande porte pelos geradores, nos demais municípios é exclusivamente da administração pública.
Cadastramento de áreas públicas ou privadas aptas a recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes.	Os municípios não possuem nenhum tipo de registro de áreas destinadas a recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes.
Licenciamento de áreas de disposição final de rejeitos	O único licenciamento de áreas de disposição final licenciadas é de algumas empresas de caçambas situadas em Passos e São Sebastião do Paraíso.
Proibição de disposição de RCC em áreas não licenciadas.	Os municípios não possuem nenhuma normativa que proíba ou puna a disposição inadequada dos RCC.
Incentivo ao uso de resíduos reutilizáveis ou reciclados.	Não há incentivos ao uso de materiais provenientes da reciclagem de RCC.
Cadastramento dos coletores e transportadores.	As administrações públicas de Passos e São Sebastião do Paraíso possuem cadastramento apenas das empresas de caçamba, os demais não possuem registros ou empresas do ramo.
Orientação, fiscalização e controle dos atores.	Não possuem.
Ações educativas.	Os municípios possuem apenas ações educativas em relação aos RSD, quanto aos RCC é pouco explanado.

Fonte: Própria Autora (2019).

Os gestores públicos alegam que possuem conhecimento sobre as diretrizes dos RCC, sua importância, porém enfatizam que a falta de repasses financeiros, infraestruturas e a atuação inadequada da sociedade e dos construtores inviabilizam a tomada de medidas.

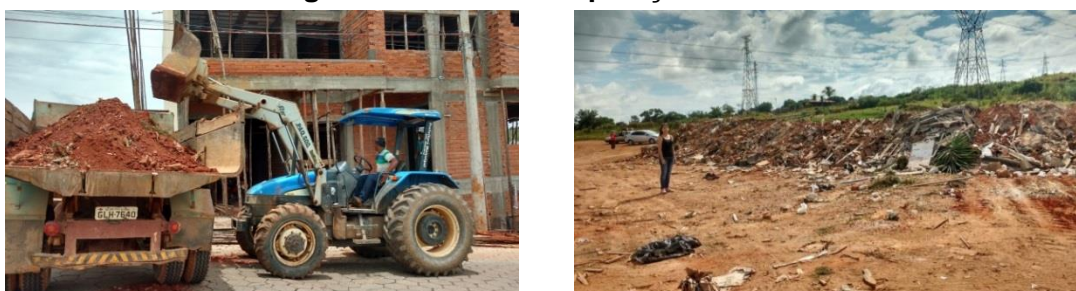
Já para os construtores, a gestão do RCC se resume no acondicionamento dos entulhos em pilhas nas calçadas, baias e caçambas, queima das embalagens e manter o canteiro de obras limpo e organizado. Os trabalhadores possuem hábito de separar uma porção de material classe A, solos e resíduos de menor granulometria para reutilizar em compactação de áreas de aterro. Os de classe B são em maioria queimados no próprio local e os de classe C e D manuseados sem cuidado algum.

A coleta e o transporte dos RCC para MB-13 é de responsabilidade das Prefeituras em 50% dos municípios, que não possuem equipe direcionada a organizar a atuação desses trabalhos ou dos registros dos volumes. Em 30% deles a atividade é mista, pelo exercício de empresas de caçamba concomitantemente com a administração pública,

entretanto, estas empresas não estão devidamente legalizadas, ou possuem aterro de resíduos classe A licenciados para a disposição final. Nos demais 20% dos distritos, a coleta e o transporte ocorre apenas por serviços terceirizados às empresas de caçamba, ficando a cargo delas a prestação deste tipo de serviço e disposição final dos mesmos.

Nas coletas realizadas pela administração pública, o serviço é requerido pelo proprietário quando conveniente. Os RCC dos canteiros de obras são dispostos em ruas e calçadas de maneira desordenada, não há separação por classes e nem mesmo cuidados quanto à periculosidade. As prefeituras executam a coleta e o transporte em dois dias da semana, com número de funcionários variando de 2 à 6, e portam os seguintes equipamentos: trator com concha, carreta de 3 m³ (Figura 41a), caminhão basculante de 6 m³ e retroescavadeira. Não há atuação de carroceiros, empresas de caçamba, terraplenagem ou caminhoneiros destinados à atividade. Esses resíduos não passam por triagem ou segregação de classes e são direcionados a áreas de bota-foras do município ou em valas para contenção de erosões. Observa-se também nesses locais a atuação das empresas de caçamba que não estão devidamente legalizadas dispendo seu material coletado (Figura 41b).

Figura 41. Coleta e disposição dos RCC.



Fonte: Própria Autora (2019).

Nestes distritos as porções de solo coletado são dispostas em pilhas separadas para ser reutilizada em compactação de obras e a porção de inertes quando possível utilizado na contenção de erosões rurais, manutenção de estradas (Figura 42) e empregam-no também para a regularização de aterros de valas. Destaca-se que o município de Jacuí utiliza pedrisco para manutenção de pavimentação.

Figura 42. Uso de RCC na manutenção de estradas rurais.



*a-b) Bom Jesus da Penha c) Jacuí

Fonte: Própria Autora (2019).

Os gestores públicos e administradores de empresas de caçamba, não possuem registro ou dados sobre a origem dos resíduos, não contabilizam ser fonte de construções novas, demolição, reformas, limpezas de terrenos ou outras atividades. As composições desses montantes também apresentam situação crítica, dado não ocorrer à separação de classes de resíduos nos canteiros de obras. Entretanto nos municípios em que as empresas de caçamba são responsáveis pela coleta, realizam breve segregação do material coletado para quando possível ser reutilizados. A porção dos de classe B (embalagens) não contaminados são direcionados ao beneficiamento de usinas de reciclagem, os gesso dispostos à parte, para tratamento específico e os de classe C e D ainda não possuem procedimento estabelecido e nem coerente.

Nos distritos em que a gestão é mista a coleta e o transporte é realizado pela prefeitura aos resíduos: solo e vegetação, em hierarquia a data de solicitação feita pelo proprietário, e pelas empresas de caçamba as demais tipologias, mediante taxa de pagamento.

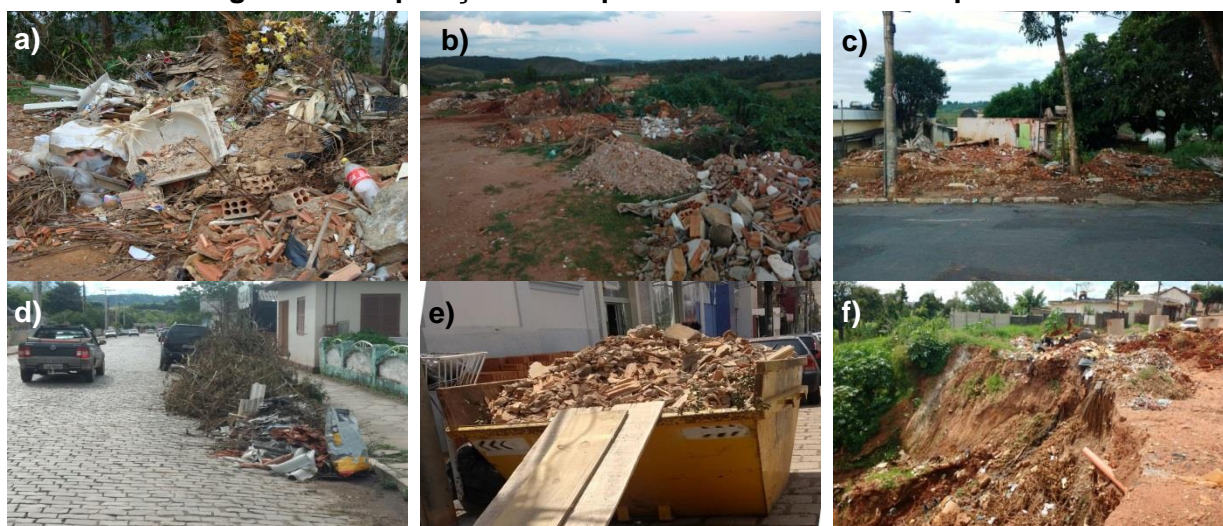
Nos municípios de Passos e São Sebastião do Paraíso, a atividade de coleta e transporte do RCC é exercida exclusivamente pelas empresas de caçamba, onde segundo os empresários, a administração pública não oferece áreas de disposição adequadas às atividades ou subsídios a eles para que o processo seja realizado adequadamente. Ocorre o exercício dos carroceiros, porém não estão presentes nas áreas de disposição final dos RCC. Por não contar com registro do número em exercício, inviabiliza-se a organização de associações, investimentos a programas de geração de renda, ou ações de educação ambiental. A prefeitura municipal não realiza ou consta de registros do volume de coleta de RCC, e somente realiza esta ação, caso solicitado por famílias carentes que não possuam recursos financeiros.

Nas localidades em que atua coleta por caçambas estacionárias, estas são concedidas por uma tarifa, conforme suas dimensões (3 m³ a 5 m³) ou volume de entulho recolhido. Na MB-13 atuam um total de 16 empresas de caçamba, porém somente 6 estão legalizadas em todos os aspectos ambientais. As caçambas variam o volume de 3m³ a 5 m³, onde são dispostas nas obras por período máximo de 3 à 5 dias. A tarifa média pelo serviço varia de R\$ 80,00 à R\$120,00 de acordo com o volume, ou seja, R\$26,66/m³ à R\$30,00/m³. Tais valores são compatíveis aos relatados por outros pesquisadores, como Oliveira et al. (2011) em Fortaleza, a preços em média de R\$16,28/m³ a R\$17,40/m³, já para cidades do interior do Estado de São Paulo, como Vitória, Mirassol, São José do Rio Preto e Catanduva, variando de R\$13,30/m³ a R\$26,67/m³ (MARQUES NETO, 2009).

Convém ressaltar que os valores são praticados pela coleta de resíduos classe A, com intuito a dar correta disposição, entretanto a situação praticada é divergente, tendo deposição de embalagens, gesso, metais e plástico nestes recipientes. O manejo dos RCC por estas empresas consiste na breve segregação dos materiais, os de classe B direcionam em parte a carroceiros que encaminham para reciclagem, o gesso sempre que possível acondicionam separadamente para destinação final e os demais são aterrados. Nestas empresas a destinação final é em *aterros* legalizados ou em *bota-foras*, do qual acabam por gerir os RCC do município. Uma das empresas de caçamba localizada em Passos adquiriu em novembro de 2018 um britador móvel para reciclagem dos resíduos classe A, a fim de realizar o beneficiamento do material que até então era enterrados. Esta situação se agrava, devido a nenhum dos municípios possuírem as infraestruturas de gestão, como os *ecopontos* de entrega de pequenos volumes de resíduos, as *ATT* para realização de triagem e acondicionamento para proceder ao destino final, às *usinas de reciclagem* para o beneficiamento dos de classe A e os aterros legalizados a este fim.

Os gestores municipais alegam que a situação se agrava por não possuírem áreas licenciadas para o manejo e a disposição final dos entulhos. Nenhum dos municípios da MB-13 possui infraestruturas como os *ecopontos*, as *ATT*, os aterros classe A ou Usinas de reciclagem da fração dos materiais inertes. Os montantes são dispostos em áreas inapropriadas, muitas vezes próximos à disposição dos RSD (Figura 43-a) ou próximos dos distritos (Figura 43 b-c-d).

Figura 43. Disposição inadequada de RCC nos municípios.



*a) Fortaleza de Minas b) Bom Jesus da Penha c) São Pedro da União d) Pratápolis e) São Sebastião do Paraíso f) Passos.
Fonte: Própria Autora (2019).

Até nos municípios que possuem a atuação das caçambas, existem irregularidades. Em Passos há disposição de RCC e RSD em uma rua, que favoreceu a abertura de uma cratera, dado aos impactos de assoreamento, erosão do solo e a obstrução dos sistemas de

drenagem, como demonstra a Figura 43-f. Segundo o empresário da maior empresa de caçamba do município, as únicas áreas licenciadas para a disposição dos RCC são as das empresas, Figura 44, que buscam separar o entulho de acordo com as classes, porém alegam dificuldades por recolherem misturados nos canteiros de obras, realizando breve triagem da porção de concreto e argamassa, materiais cerâmicos, gesso e material orgânico. Esta situação se assemelha à de São Sebastião do Paraíso.

Figura 44. Área de disposição final de empresas de caçamba.



*Passos e São Sebastião do Paraíso.

Fonte: Própria Autora (2019).

Nenhum dos municípios da MB-13 apresenta Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) ou leis municipais que abordem mais especificamente o assunto, apenas Passos alega estar buscando medidas inovadoras para a implantação do plano, tendo elaborado um croqui de uma central de reciclagem (Figura 45), porém todos os municípios ressaltam que a falta de impasse financeiro dificultam a tomada de ações.

Figura 45. Projeto da Central de Reciclagem de Passos.



Fonte: Própria Autora (2019).

A Tabela 21 retrata que 80% dos municípios apresentam população inferior a 20.000 habitantes, e que apenas 20% contemplam população e área territorial mais abrangente. O índice de desenvolvimento humano – IDH em média para a MB-13 é de 0,715 considerado em desenvolvimento, contudo, o valor é inferior para Nova Resende, Jacuí, e Fortaleza de Minas, abaixo de 0,700. Esta medida baseia-se nos níveis de educação, expectativa de

vida, desenvolvimento e PIB. À medida que tal índice se sobressai, aumenta-se a geração de resíduos da construção civil.

Tabela 21. Índices socioeconômicos dos municípios da MB-13 em relação à geração de RCC.

Municípios	Área Territorial	População		IDH	Geração de RCC		Índice de Geração (kg/hab.dia)*
		Urbana	Rural		Administração Pública	Metodologia de Pinto (1999)	
Bom Jesus da Penha	208,35 km ²	4190 hab. 3.045	1.145	0,735	1.335,9t/ano	1.255,71t/ano	1,182 kg/hab.dia
Cássia	665,80 km ²	17.739 14.488	3.251	0,704	4.392,5t/ano	4.281,24t/ano	0,831 kg/hab.dia
Nova Resende	390,15 km ²	16.610 9.570	7.040	0,671	2.964,0t/ano	3.352,62t/ano	0,917 kg/hab.dia
Jacuí	409,23 km ²	7.681 4.679	3.002	0,668	2.592,0t/ano	2.331,32t/ano	1,461 kg/hab.dia
São Pedro da União	260,83 km ²	4.709 2.598	2.111	0,674	697,83t/ano	679,04 t/ano	0,736 kg/hab.dia
Passos	1338,07km ²	113.998 108.155	5.843	0,756	31.280,5t/ano	26.098,08t/ano	0,737 kg/hab.dia
São Sebastião do Paraíso	814,93 km ²	70.450 64.967	5.483	0,722	21.768,4t/ano	18.515,60t/ano	0,849 kg/hab.dia
Fortaleza de Minas	218,79 km ²	4.387 3.158	1.229	0,670	475,12 t/ano	119,21 t/ano	0,261 kg/hab.dia
Itaú de Minas	153,42 km ²	16.014 15.604	410	0,772	1.524,23t/ano	1.068,97 t/ano	0,228 kg/hab.dia
Pratápolis	215,52 km ²	8.642 7.647	995	0,729	972,0 t/ano	842,27 t/ano	0,329 kg/hab.dia

*Geração per capita estipulada em função da população urbana.

Fonte: Própria Autora, (2019).

O valor de geração per capita apresentado na Tabela 21 foi estipulado pela média da metodologia de Pinto (1999) e dos valores apresentados pelos gestores públicos no Questionário 1, sendo este distribuídos apenas para a população urbana, pois quase não há a realização de gestão ou coleta de RCC para a zona rural e o volume quando gerado é pequeno e exclusivo. Quanto aos valores de geração per capita obtidos, destacam-se os de Pratápolis, Itaú de Minas e Fortaleza de Minas, inferiores ou igual a 0,329 kg/hab.dia, bem abaixo ao valor relatado pela ABREPE (2017) para Minas Gerais em 1,831kg/hab/dia e por pesquisadores a municípios do estado:

Viçosa 1,57 kg/hab/dia (BUSELLI, 2012);

Belo Horizonte 0,78 a 1,37 kg/hab/dia (RMBH, 2016);

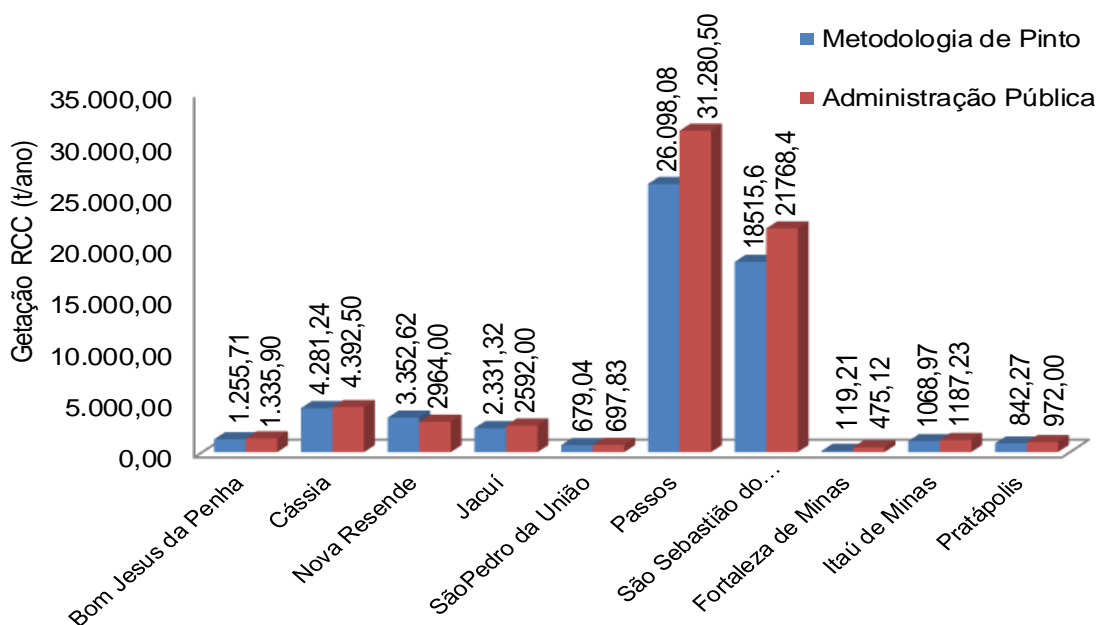
Criciúma 0,62 e 1,46 kg/hab*dia (CARDOSO; GALATTO; GUADAGNIN, 2014).

Dentre os municípios em estudo, os que apresentam maiores valores de geração per capita são Jacuí com 1,461 kg/hab.dia, Bom Jesus da Penha com 1,182 kg/hab.dia e Nova Resende com 0,917 kg/hab.dia, índices próximo aos relatados acima. Em média de

geração, para os 10 municípios da unidade de gerenciamento da MB-13, obtém-se o valor de 0,742 kg/hab.dia, propínquo ao índice de Belo Horizonte e Criciúma.

A estimativa de geração do RCC foi obtida com base em dados disponibilizados pela administração pública dos municípios e de administradores de empresas de caçamba, que possuem registros da coleta do entulho. Pelo gráfico da Figura 46 atenta-se para o valor de RCC gerenciado pelo município, sendo superior ao estimado pela metodologia de Pinto (1999), indicando que muitas construções são executadas erroneamente pela supremacia das perdas, sem os devidos registros legais ou que o índice de geração de resíduos nas obras é maior do que o estabelecido até o momento por Pinto e Gonzáles (2005), Marques Neto (2009) e outros autores, além de relatar que tal cenário dificulta a fiscalização e o controle dos processos construtivos.

Figura 46. Estimativa de geração de RCC nos municípios da MB-13..



Fonte: Própria Autora (2019).

O sistema de gestão dos RCC abrange aspectos relevantes ao cotidiano da sociedade, do qual perante o cenário apresentado denota-se a importância de sua implantação. Assim, os consórcios intermunicipais configuram-se como solução oportuna para contornar os obstáculos e propiciar as ações de manejo dos resíduos, conforme apresentado no Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica. Contudo, os gestores municipais demonstraram não possuir conhecimento sobre tal medida, tendo presenciado esta prática apenas aos referentes a saúde pública.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RCC NOS MUNICÍPIOS DA MB-13

Ainda, se tratando de gestão dos RCC além de conhecer a estrutura administrativa, para remediar o modelo do sistema implantado, deve-se conhecer as características dos resíduos da construção gerado para assim, direcionar qual a melhor infraestrutura a ser implantada na região. Em nenhum dos municípios estudados os gestores ou construtores possuem controle do volume de cada classe de resíduo. Pelo método da ABNT NBR10.007:2004 diagnosticou-se em cada município a incidência percentual de volume de cada tipologia de RCC em:

Classe A - concreto, argamassa e materiais cerâmicos;

Classe A – solos e rochas;

Classe B – Madeira e derivados em geral;

Classe B - Aço, plástico, papel/papelão, vidros, madeira e outros;

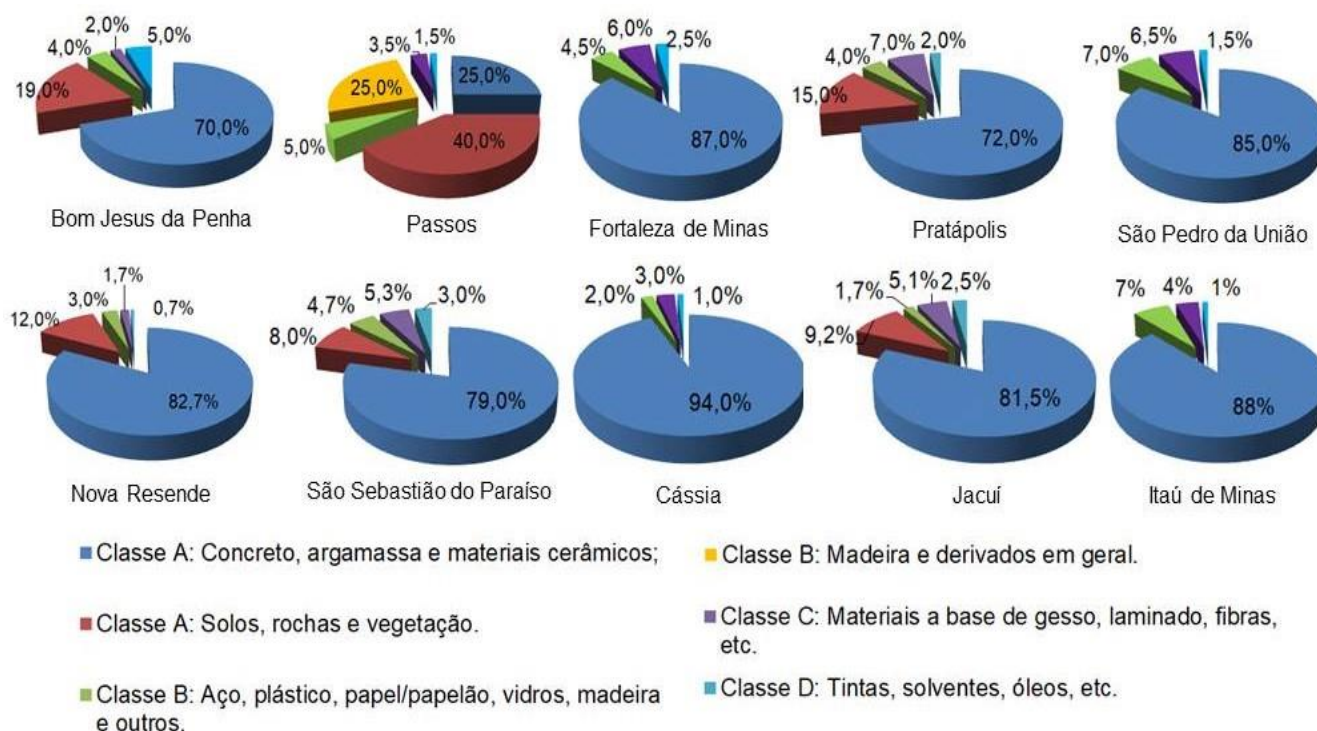
Classe C - materiais a base de gesso, laminados, fibras, etc; e

Classe D - tintas, solventes, óleos, etc.

Subdividiu-se as classes A e B devido na região haver uma predominância desses resíduos por sub-grupos, além de facilitar o trabalho de reutilização, tendo como exemplo o solo, cujo volume gerado na região é alto e pode ser direcionado em uso de demais obras.

A Figura 47 apresenta a composição gravimétrica das médias das amostras coletadas em cada município e a classificação em consonância com a Resolução CONAMA nº307:2002, o que demonstra serem heterogêneos. Denota-se que em todas as amostras, os resíduos classe A se sobressaem em relação aos demais, todavia este material não apresenta grandes impactos ambientais, pois é propício a reutilização (solo) desde que sejam bem acondicionados e desprovidos de contaminações, e o volume de vegetação não é representativo dado sua decomposição. A outra porção, correspondente ao concreto, argamassa e materiais cerâmicos são materiais inertes exequíveis a reciclagem como agregado para produção de peças não estruturais como meio-fio, bloquetes, bancos e outros, bem como para utilização em pavimentação e manutenção de estradas rurais.

Figura 47. Gráfico percentual-Incidência de classes de RCC municípios da MB-13.



Fonte: Própria Autora (2019).

Os resíduos da classe B apresentam percentual relevante, na maioria das vezes pela atuação negligente dos funcionários no canteiro de obras, em dispor as embalagens juntamente com os resíduos inertes. Esta classificação também é favorável à reciclagem, porém ao não tomar os cuidados de periculosidade se tornam impertinentes. Nesta classe também se sucedeu a subclassificação, por constatar o aumento do volume de resíduos de madeira no decorrer dos anos, onde em Passos tal percentual é expressivo, em 25%.

Pela composição gravimétrica a classe A possui participação em 86,74% do montante, resultado inferior ao apresentado por Lima e Cabral (2013) em estudo realizado na cidade de Fortaleza (CE), com 93,4%, mas similares em possuir maior incidência de argamassa. Os de classe B atingiram média de 7,02%, valor próximo ao relatado por Lima e Cabral (2013) de 6,4% para Fortaleza e ao de Ramos et al. (2014) para Vitória com índice de 1,8% a 13,0%. Os de classe C e D mesmo com percentuais mais baixos merecem atenção pelo alto potencial de riscos ao meio ambiente e a saúde pública, além da necessidade de critérios específicos a destinação a resíduos perigosos.

Uma das principais fontes geradoras do problema são os canteiros de obras geridos pelas construtoras, do qual devem ser analisadas em virtude de serem responsáveis pela segregação na fonte e acondicionamento. No entanto, os métodos adotados para o levantamento dos dados apresentam alguns empecilhos: o questionário conta com a imprecisão dos dados, devido desconhecer a fonte de informação por não possuírem

registro formal e estas serem por estimativa. A amostragem física apresenta aspectos negativos para os resíduos de maior granulometria, pela impossibilidade de armazená-los no recipiente de 20L, muitas vezes pela forma que possui, e por fim, a análise de imagens em diversos pontos da pilha favorece o levantamento de todo material, contudo, deixa a desejar quanto aos vazios e aos materiais que estejam cobertos. No intuito de suprir tal defasagem e obter resultados verídicos, realizou-se a compilação de resultados entre os métodos para abduzir as conclusões. As construtoras analisadas atuam em vários municípios, demonstrado na Tabela 22. Nenhuma delas possui funcionário para realizar a triagem dos resíduos nas obras ou efetuar planejamento antecedente, além de não possuírem conhecimento prévio a respeito da Resolução CONAMA nº307 de 2002 e desconhecer a importância do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC.

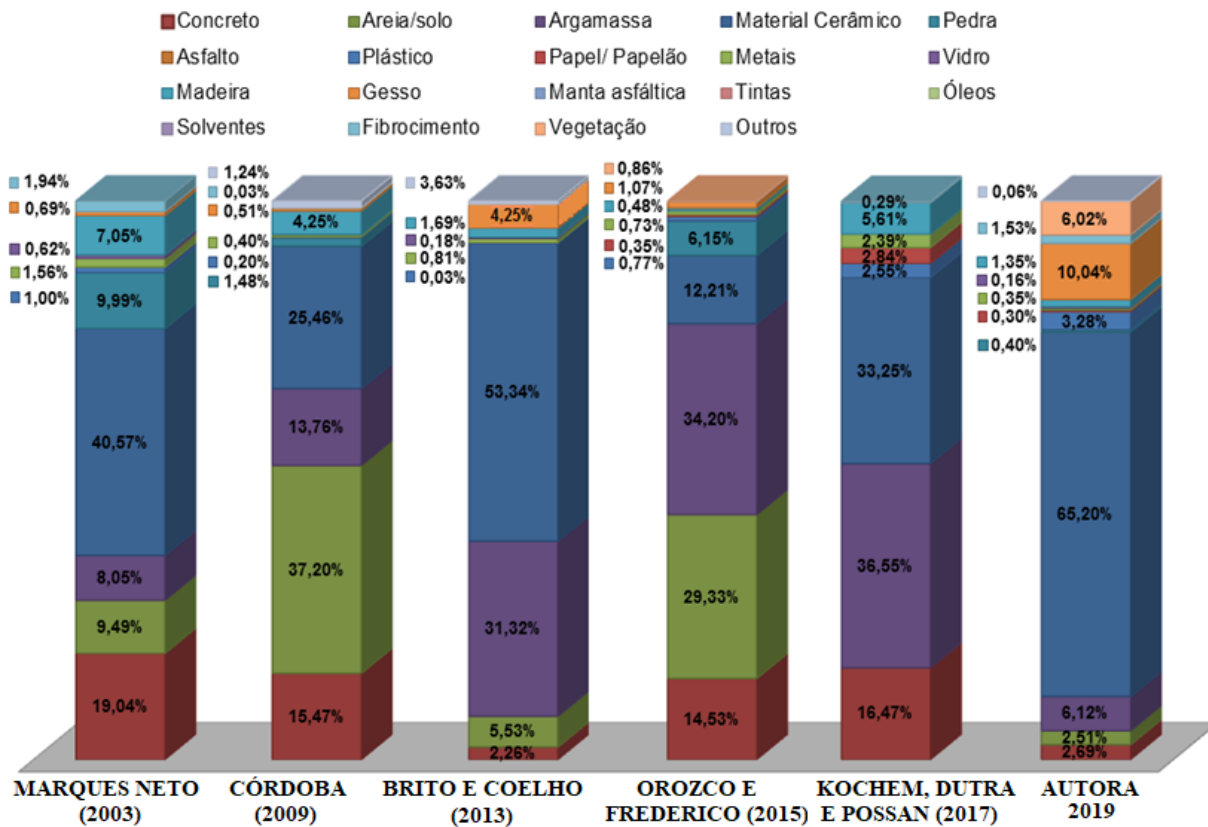
Tabela 22. Atuação das Construtoras nos municípios.

Construtora A	Bom Jesus da Penha – Nova Resende – São Pedro da União
Construtora B	Passos – Itaú de Minas - Pratápolis
Construtora C	Passos – Fortaleza de Minas - Jacuí
Construtora D	Cássia - Pratápolis
Construtora E	São Sebastião do Paraíso – Pratápolis - Jacuí
Construtora F	Nova Resende – Passos – Bom Jesus da Penha

Fonte: Própria Autora (2019).

O comparativo da metodologia de Córdoba, de amostra por imagens e dos dados do questionário, apresentados no Apêndice C confirma a predominância em 65,20% de material cerâmico. Verifica-se pela Figura 48, o comparecimento deste resíduo ao longo dos anos, a diversos autores retratar a composição de diferentes localidades e etapas construtivas. Observa-se que em 2003 o percentual era de 40,57%, em 2009 de 25,46%, em 2012 de 53,34%, e 2017 de 32,25%, valores inferiores ao obtido no estudo, que demonstra cultura construtiva de municípios de pequeno porte, como sendo mistas em alvenaria convencional e estruturas de concreto, consecutivo de maior incidência de argamassa, gesso e vegetação, em função da maioria das perdas ocorrerem na fase de emboço/reboco e acabamentos.

Figura 48. Composição gravimétrica dos RCC nos municípios da MB-13.



Fonte: Própria Autora (2019).

A vegetação, esplanada na pesquisa decorrente do volume presente junto aos RCC, apresenta percentual elevado ao comparado com os demais autores, pelos municípios de pequeno porte, a prefeitura realizar limpeza de lotes e pela negligência da população em depositá-los em locais inadequados, muitas vezes pela falta de conhecimento sobre a gestão dos RCC.

Segundo os empresários das construtoras o gerenciamento dos resíduos nos canteiros de obras é dificultado por diversos fatores, dado Figura 49, como a burocracia excessiva dos órgãos ambientais, a falta de incentivo da administração pública, de recursos financeiros, de infraestruturas para destinação final e aos proprietários considerarem dispendioso o processo. O cenário crítico decorre também do lapso de parâmetros de fiscalização para que possam assumir seus direitos e deveres igualmente.

Figura 49. Fatores que dificultam o gerenciamento de RCC no canteiro de obras.



Fonte: Própria Autora (2019).

Outro fator determinante é o uso dos produtos oriundos do beneficiamento do processo de reciclagem dos RCC, que são conhecidos pelas construtoras, contudo a incerteza perante a qualidade dos materiais gerados, o dispêndio financeiro à aquisição do britador móvel e a incerteza do retorno financeiro com a comercialização se torna uma barreira para tomada de medidas sustentáveis.

4.3 MODELO ORIENTATIVO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RCC

Considerando a caracterização de geração de resíduos, o diagnóstico do atual sistema de gestão, a análise de adequação das práticas de manejo dos RCC pelos atores envolvidos, a diversidade de características e busca de solução que atenda a todos, propõem-se um modelo de consórcio intermunicipal. Com o intuito de suplantar a falta de recursos financeiros, a defasagem dos serviços de coleta e locais de destinação final, visando a melhoria nos serviços já prestados e ao atendimento às diretrizes da Resolução CONAMA nº307/2002.

Conforme apontado esses municípios são desprovidos de recursos e destinam os RCC a céu aberto pela falta de condições para implantar infraestruturas voltadas a seu beneficiamento ou serviço terceirizado. Outro fator instigante é que apenas 20% dos municípios da área de estudo possuem empresas de caçamba, repercutindo responsabilidade aos municípios. Ao se associarem ocorrerá convergência de interesses locais e diminuição de gastos, a fim de propor melhorias à região.

A administração do consórcio, contudo necessita de um local adequado para sediar a tomada de decisões, de área apropriada para destinação final dos rejeitos e para proceder

ao beneficiamento, atendendo as exigências legais e quesitos geográficos, para que o valor economizado com a formulação do consórcio não se reverta em despesas de transportes, além de optar por um modelo de infraestrutura de gestão que possibilite autonomia a cada município e ganhos econômicos.

Diante destas premissas, e dos dados elencados na Tabela 23 sobre a distância viária entre os municípios constituintes da MB-13, estabeleceu-se que os 10 municípios ao se associarem compartilharão de equipe técnica especializada, de equipamentos, de estruturação das leis, de erradicação dos bota-foras irregulares e de fiscalização para vigorar as diretrizes prescritas. Assim, procede-se desta associação 4 rearranjos em função de distâncias, características e demandas em comum, sendo:

Agrupamento 1: Bom Jesus da Penha, Nova Resende, Jacuí e São Pedro da União;

Agrupamento 2: Fortaleza de Minas, Itaú de Minas, Pratápolis e Cássia;

Agrupamento 3: São Sebastião do Paraíso;

Agrupamento 4: Passos.

Tabela 23. Distância viária entre os municípios da MB-13.

MUNICÍPIOS	Bom Jesus da Penha	Fortaleza de Minas	Itaú de Minas	Jacuí	Pratápolis	São Pedro da União	Cássia	Nova Resende	Passos	São Sebastião do Paraíso
Bom Jesus da Penha	X	28,5 km	37,7 km	22,9 km	46,6 km	15,7 km	89,5 km	17,2 km	34,1 km	49,8 km
Fortaleza de Minas	28,5 km	X	9,8 km	19,4 km	18,2 km	33,8 km	55,0 km	45,6 km	17,9 km	29,1 km
Itaú de Minas	37,7 km	9,8 km	X	28,2 km	10,9 km	43,6 km	25,3 km	80,5 km	16,4 km	29,6 km
Jacuí	22,9 km	19,4 km	28,2 km	X	32,5 km	18,2 km	83,7 km	36,6 km	35,5 km	27,9 km
Pratápolis	46,6 km	18,2 km	10,9 km	32,5 km	X	49,8 km	25,9 km	96,6 km	26,7 km	23,3 km
São Pedro da União	15,7 km	33,8 km	43,6 km	18,2 km	49,8 km	X	107,2 km	20,8 km	45,3 km	45,5 km
Cássia	89,5 km	55,0 km	25,3 km	83,7 km	25,9 km	107,2 km	X	110,7 km	35,7 km	37,0 km
Nova Resende	17,2 km	4,6 km	80,5 km	36,6 km	96,6 km	20,8 km	110,7 km	X	65,2 km	85,0 km
Passos	34,1 km	17,9 km	16,4 km	35,5 km	26,7 km	45,3 km	35,7 km	65,2 km	X	45,3 km
São Sebastião do Paraíso	49,8 km	29,1 km	29,6 km	27,9 km	23,3 km	45,5 km	37,0 km	85,0 km	45,3 km	X

Fonte: <https://www.cidade-brasil.com.br> (2019).

Adotou-se o município de Passos como a sede da Administração Central, por possuir maior área territorial, população, número de empresas atuantes e apresentar em região central, com distância inferior a 50 km em relação aos demais municípios, com exceção de Nova Resende, com 65,2 km. Já para o exercício das atividades de gerenciamento dos RCC, como a coleta, a triagem, a trituração, a granulagem e o beneficiamento em matéria-

prima secundária, direcionou-se aos agrupamentos, visando efetividade das atividades, minimização de deslocamentos e custo-benefício.

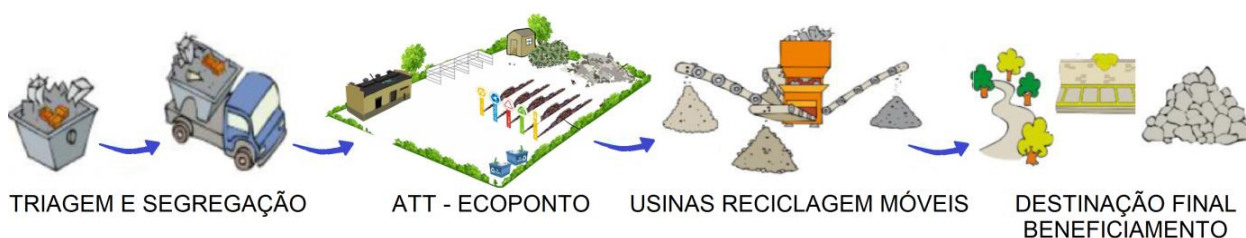
No agrupamento 1, a responsabilidade pela coleta de RCC é exclusivamente da administração pública, não há presença de empresas ou caminhoneiros terceirizados para exercer tal atividade possuem valores próximos ao índice de desenvolvimento e demonstram percentual por incidência de resíduos majoritariamente na classe A, se sobrepondo o concreto, a argamassa e o material cerâmico, seguido do solos, rochas e vegetação, já que a prefeitura presta o serviço de limpeza de terrenos. Estes distritos compreendem apenas um bota-fora ativo e irregular, um número pequeno de construtoras e não possuem ou estão elaborando o PMGRCC.

O agrupamento 2 por sua vez, possui algumas empresas de caçamba que prestam o serviço de coleta, contudo a prefeitura ainda é a principal responsável pela atividade, o índice de geração de RCC é menor comparado com ao agrupamento 1 e possui incidência percentual maior de concreto, argamassa e materiais cerâmico de classe A, também não possuem PMGRCC.

Os Agrupamentos 3 e 4 ficam isolados por possuírem alta taxa de geração de resíduos, maior número de construtoras de grande porte e pela maior demanda na utilização de equipamentos de gerenciamento. Perante premissas acima, elencou-se as infraestruturas e as ferramentas de gestão de RCC abordadas, de acordo com as características locais, configuração de eficiência do sistema e precaveu tempo ocioso aos agrupamentos.

A usina de reciclagem móvel demonstrou-se viável a unidade de gerenciamento MB-13, uma vez que apresenta mobilidade e produtividade, transformando o resíduo em produto final no próprio local de geração, reduz o transporte e destinação desses, diminui custos de construção de bases, capacidade de adaptação geográfica e alta capacidade de processamento, contudo, o impecílio está no transporte destes equipamentos, o que justifica optar-se por 3 usinas de reciclagem móvel (URM) e demais infraestruturas, com as atividades sequenciais para gerir os RCC, ilustrado na Figura 50:

Figura 50. Atividades sequenciais de gestão de RCC.



Fonte: Própria Autora (2019).

A triagem deve ser realizada preferencialmente na fonte geradora em pilhas ou em áreas de destinação licenciadas a esta finalidade, respeitada as classes para posterior acondicionamento, a fim de assegurar a qualidade do resíduo para reciclagem, e organização no canteiro de obras. Após segregados, podem ser reutilizados ou encaminhados aos ecopontos ou áreas de transbordo e triagem (ATT).

Os ecopontos e ATT são destinados ao recebimento de pequenos e grandes volumes respectivamente, para segregação do material recebido, onde os rejeitos devem ser encaminhados para os aterros sanitários obrigatoriamente licenciados, e resíduos passíveis de reciclagem a comercialização. Tais infraestruturas podem também realizar a transformação/beneficiamento dos classe A, contudo, para correta operacionalização do equipamento é apropriado dispor de uma área de 1.000m², preferencialmente localizada na zona rural, distante do perímetro urbano devido ao ruído ocasionado pelo funcionamento do britador.

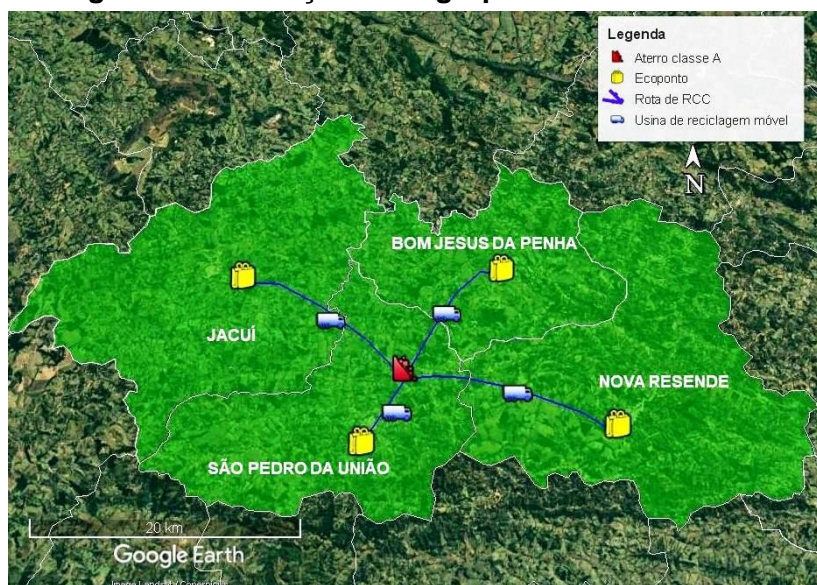
Hamassaki, Oliveira e Ângulo (2014) reforçam que o uso de reciclagem móvel está disseminado na Itália e na Alemanha, pois requerem uma área de execução pequena e apresenta baixo custo de implantação, podendo chegar a 50% da usina de reciclagem fixa. Requerem também que estes locais apresentem permeabilidade do solo para evitar riscos de contaminação e que o empreendimento obtenha licença ambiental municipal e junto a Companhia Ambiental.

A URM é composta basicamente por um caminhão, uma britadeira e uma peneira rotatória móvel atracada como reboque no caminhão, o que possibilita a realização do serviço em diversas regiões, deste que atenda à área requerida para a locação do equipamento, podendo este ser implantado aos ecopontos e as ATT, durante o período de funcionamento do equipamento em cada município, sugere-se que a administração pública conceda a operação de uma pá carregadeira para alimentá-lo com RCC. Além destes critérios deve possuir uma equipe com no mínimo 3 pessoas, sendo o operador de britagem, um ajudante geral e um supervisor técnico, para elaborar os relatórios das atividades ocorridas e caso seja viável, o uso de um caminhão pipa para umidificar os resíduos de maneira a atenuar a geração de poeira durante a britagem. Este processo resultará em agregados reciclados que podem ser aplicados a pavimentação de estradas rurais, vicinais e fabricação de elementos não estruturais, minimizando custos às prefeituras e a sua comercialização.

Diante dos processos descritos, procede-se o cronograma físico das atividades. Para o agrupamento 1, demonstrado na Tabela 24 e Figura 51, aconselha-se a implantação de um ecoponto em cada município, sendo idealizado espaço para acomodar a usina de

reciclagem móvel e um aterro de RCC, que alvitra-se ser sediado em São Pedro da União, por estar em condições benéficas de trafegabilidade e onde a quilometragem feita por todas as rotas dos resíduos totalizam em 54,70 km.

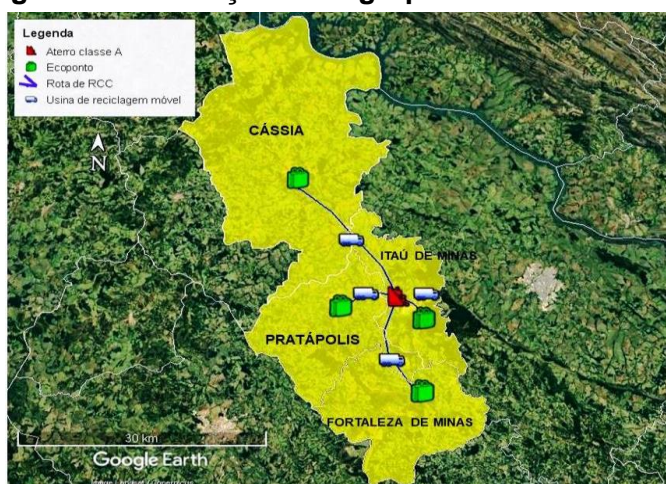
Figura 51. Instalações ao agrupamento 1 da MB-13.



Fonte: Própria Autora (2019).

O agrupamento 2 enquadra-se na mesma estruturação, demonstrados na Tabela 24 e Figura 52, com um ecopontos em cada município para recebimento dos resíduos segregados no canteiro de obras e com condições de espaço físico adequadas para acomodar a URM. Os RCC não possíveis de beneficiamento serão destinados ao aterro situado em Itaú de Minas, com rotas para o transporte até o destino final totalizando 46,0 km.

Figura 52. Instalações ao agrupamento 2 da MB-13.



Fonte: Própria Autora (2019).

Como ambos os arranjos atuam de forma semelhantes e possuem volume de geração relativamente pequeno, estes irão utilizar em conjunto à usina de reciclagem móvel.

No decorrer de 56 dias pretende-se concluir o ciclo de beneficiamento dos resíduos pela URM, ficando esta em atividade de beneficiamento por 7 dias em cada distrito, nos demais 49 dias suceder-se-á na destinação dos resíduos brevemente segregados no canteiro de obras ao ecoponto. Os resíduos impossíveis de serem reutilizados ou reciclados terão a destinação final específica ou ao aterro de resíduos da construção civil.

Tabela 24. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 1 da MB-13.

		CRONOGRAMA				
		7 dias	7 dias	7 dias	7 dias	
AGRUPAMENTO 1	Municípios					
	Bom Jesus da Penha	URM	EC	EC	EC	
	Nova Resende	EC	URM	EC	EC	
	São Pedro da União	EC	EC	URM	EC	Aterro de RCC
	Jacuí	EC	EC	EC	URM	
		CRONOGRAMA				
AGRUPAMENTO 2	Municípios					
	Cássia	URM	EC	EC	EC	
	Itaú de Minas	EC	URM	EC	EC	Aterro de RCC
	Pratápolis	EC	EC	URM	EC	
	Fortaleza de Minas	EC	EC	EC	URM	

URM – Usina de reciclagem móvel EC – Ecoponto

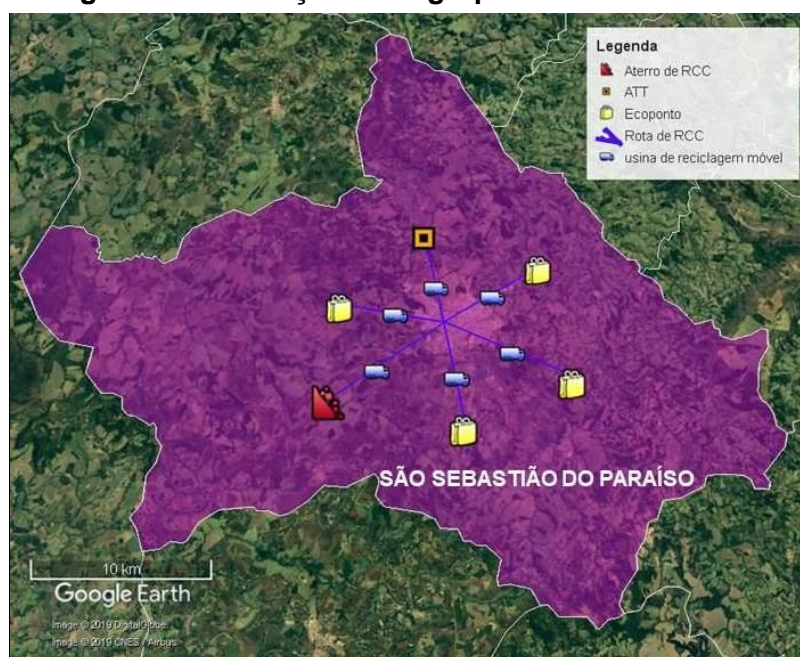
Fonte: Própria Autora (2019).

Cássia pode implantar o ecoponto de forma exclusivamente pública ou em parceria publico-privado com as empresas de caçamba, pois estas já apresentam áreas apropriadas e também se beneficiariam com o funcionamento do sistema, além de consumir em custos menores à instalação.

O agrupamento 3 e 4 refere-se a São Sebastião do Paraíso, com uma geração aproximada de 1.814,05 t/mês e a Passos com geração de aproximadamente à 2.606,71 t/mês de RCC respectivamente. Devido ao montante é inviável realizar o transporte deste material a outro município para o beneficiamento ou receber os resíduos advindo dos demais, pois o volume seria exorbitante demandando maior número de mão-de-obra, porte de infraestruturas e pessoal capacitado, além destes contar com maior atuação de construtoras e de empresas de caçamba.

As infraestruturas se estruturaram em 4 ecopontos, a de São Sebastião do Paraíso atrelados a uma ATT, uma usina de reciclagem móvel e um aterro de resíduos da construção, elencados na Figura 53 e demonstrado no cronograma de atuação na Tabela 25.

Figura 53. Instalações ao agrupamento 3 da MB-13.



Fonte: Própria Autora (2019).

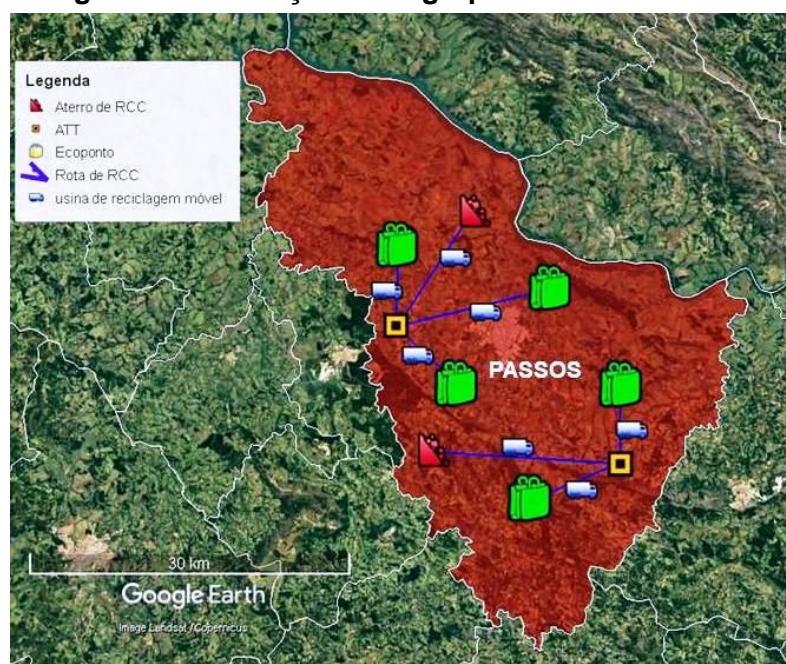
Os ecopontos foram elencados a fim de buscar atender todas as regiões urbanas e as ATT para receber os RCC coletados por agentes privado, efetuar o segregamento, para eventual transformação, ocorrendo no próprio local desde que pertinente a NBR 15.114:2004 e atendendo a área necessária requerida aos trabalhos da usina móvel. Estas unidades podem ser de direito público, privado ou em parceria público-privado. A ATT deve atender todo município, onde o britador móvel permanece pelo período de 30 dias e sequencialmente os rejeitos são direcionados ao aterro, cuja rota de transporte total dos ecopontos até ele, inferior a 20 km, apresenta-se relativamente próximo.

Tabela 25. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 3 da MB-13.

AGRUPAMENTO 3	CRONOGRAMA		Aterro de RCC
	São Sebastião do Paraíso	30 dias	
Ecoponto 1			
Ecoponto 2	ATT-1	URM	
Ecoponto 3			
Ecoponto 4			

Fonte: Própria Autora (2019).

Passos apresenta geração percentual de 50,45% referente à geração total dos entes consorciados e a atuação de diversas empresas de caçamba, porém somente algumas estão devidamente legalizadas dentro das diretrizes exigidas pelos órgãos ambientais. Sugere-se a implantação de 5 ecopontos e 2 ATT podendo estas ser em parceria com alguns empresários de caçamba que demonstram interesse em introduzir o processo e 2 aterros de RCC conforme apresenta a Figura 54.

Figura 54. Instalações ao agrupamento 4 da MB-13.

Fonte: Própria Autora (2019).

Neste arranjo incube as ATT realizarem o beneficiamento dos resíduos, com área conveniente a locação do britador móvel, que atuará em cada uma pelo período de 30 dias em um ciclo contínuo, elencado na Tabela 26. A ATT-1 atenderá a zona norte do município e a ATT-2 a zona sul e serão conveniadas aos aterros localizados em áreas centrais para favorecimento do transporte, onde os resíduos não passíveis de beneficiamento serão destinados.

Tabela 26. Cronograma de atuação de infraestruturas para o Grupo 4 da MB-13.

		Passos	30 dias	30 dias	
GRUPO 4	Ecoponto 1				
	Ecoponto 2	ATT-1	URM	-	ATERRO 1
	Ecoponto 3				
	Ecoponto 4				
	Ecoponto 5	ATT-2	-	URM	ATERRO 2
	Ecoponto 6				

Fonte: Própria Autora (2019).

Estima-se que o ciclo do sistema dure por 60 dias. 30 dias permanece recebendo os resíduos em ecopontos e destes são encaminhados para as ATT, com prática da segregação dos materiais e nos outros 30 dias a atividade de britagem, obtendo agregado reciclado após o fracionamento do material, para direcionar a usufruto da administração pública ou comercialização.

O consórcio da MB-13 abrangerá conforme Tabela 27, um total de 3 britadores móveis, 3 ATT e 17 ecopontos, do qual são explanados esquematicamente no Apêndice D.

O modelo proposto é compatível a demanda dos municípios de pequeno porte, auxilia na disseminação de tecnologias e práticas de controle de qualidade dos materiais secundários obtidos. O britador foi apreciado para ser transportada por caminhões, possuindo transportadores de correia retráteis com largura em torno de 60 cm, com controle de velocidade para facilitar no processo de descontaminação e capacidade de produção estimada de 30 t/h.

Tabela 27. Número de infraestruturas e ferramentas de gestão a cada agrupamento.

Agrupamento	Ecopontos	Áreas de transbordo e triagem	Usinas de reciclagem móvel	Aterros Classe A
1	04	00		01
2	04	00	01	01
3	04	01	01	01
4	05	02	01	02

Fonte: Própria Autora (2019).

Ao se propor tal modelo, deve-se o custo de implantação do investimento a longo prazo, dado o início ocorrer em baixa produtividade com aceitação do mercado aos produtos reciclados, além da infraestrutura, equipamentos móveis e construções civis a serem adquiridos. Baseado no trabalho de Jadovski (2005), a equação abaixo configura por estimativa a exequibilidade do empreendimento:

$$C_{imp} = C_e + C_{mvp} + C_{ie} + C_t + C_{oc} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

C_{imp} : custo de implantação do empreendimento;

C_e : custo de aquisição de equipamentos, tais como britados, esteiras, peneiras e outros;

C_{mvp} : custo de aquisição de máquinas e veículos próprios;

C_{ie} : custo de instalação de equipamentos;

C_t : custo de aquisição do terreno;

C_{oc} : custo de obras civis, como terraplenagem, construção civil, barreira vegetal e obras de contenção.

O custo médio dos equipamentos é apresentado na Tabela 28. Para a unidade de gerenciamento da MB-13, considerou-se a unidade móvel contemplada com a estrutura proposta por Silva (2016) com único chassi, constituído de alimentador, britador e rebitador de mandíbula e peneiras vibratórias horizontais com dois ou três decks e correias, totalizando o valor de R\$ 358.400,00.

Os custos referentes as máquinas e veículos próprios para auxiliar na reciclagem são a pá-carregadeira e o caminhão basculante, que não serão contabilizados nos cálculos, pois conforme pesquisa realizada levantou-se que as administrações públicas já os possuem. Já os custos referentes as instalações mecânicas e elétricas, segundo Jadovski (2005), representa de 5% a 10% sobre os custos de aquisição dos equipamentos, já Chaves (2015)

relata a incidência de 20%, entretanto como nossas instalações são menores do que as relatadas pelos pesquisadores, adotaremos o menor percentual, 5%, obtendo-se R\$ 17.920,00.

Tabela 28. Preços médios de aquisição de equipamentos para britagem.

Capacidade de produção ton/h	Alimentador vibratório	Calha vibratória	Grelha vibratória	Britador de mandíbula	Rebritador de mandíbula	Moinho de martelo	Britador de impacto	Peneiras	Correias	
									Bica corrida	Areia e brita
Preço do Equipamento R\$										
20	31.000	5.000	-	98.000	60.000	30.000	85.000	28.000	23.250	62.000
30	40.000	8.000	-	136.000	73.800	37.000	95.000	35.000	27.900	73.600
40	53.000	9.300	-	160.000	80.000	50.000	107.000	43.000	31.000	85.250
50	62.000	15.000	2.000	183.000	100.000	75.000	125.000	60.500	37.200	115.200
75	75.000	16.000	32.000	238.000	120.000	100.000	185.000	78.000	48.000	135.750
100	90.000	18.000	32.000	293.000	120.000	100.000	245.000	95.500	56.000	151.500

Fonte: Jadovski, 2005 apud Cunha, Miceli, (2013).

Os custos referentes as máquinas e veículos próprios para auxiliar na reciclagem são a pá-carregadeira e o caminhão basculante, que não serão contabilizados nos cálculos, pois conforme pesquisa realizada levantou-se que as administrações públicas já os possuem. Já os custos referentes as instalações mecânicas e elétricas, segundo Jadovski (2005), representam de 5% a 10% sobre os custos de aquisição dos equipamentos, já Chaves (2015) relata a incidência de 20%, entretanto como nossas instalações são menores do que as relatadas pelos pesquisadores, adotaremos o menor percentual, 5%, obtendo-se R\$ 17.920,00.

A área requerida para a implantação do sistema se baseou no levantamento dos dados referentes a geração dos RCC nos municípios da MB-13 e com base no Consórcio CONSAB, que executa um processo semelhante, com demanda em torno de 1.000m², e seu custo unitário de acordo com o Setor de Avaliação da Caixa Econômica Federal, considerando por interpolação o valor de R\$20,00/m².

Pela análise dos critérios descritos acima, configurou-se que o investimento de um britador móvel resulta próximo a R\$576.320,00 e de acordo com BRASIL (2010b) o custo da implantação do ecoponto para a região sudeste é em torno de R\$ 40.819,53; o de uma ATT contíguo a R\$ 45.514,63 e de um aterro de RCC em R\$ 17.266,17; descritos na Tabela 29 o número de infraestruturas por agrupamento e contexto geral.

Tabela 29. Análise de custo de implantação do sistema de gestão proposto ao consórcio da MB-13.

	Ecoponto R\$40.819,53	ATT R\$45.514,63	Aterro de RCC R\$17.266,17	Usina de reciclagem móvel R\$576.320,00	TOTAL R\$
Agrup. 1	4unid. R\$163.278,12	0unid.	1unid. R\$17.266,17	1unid. R\$576.320,00	R\$468.704,29
Agrup. 2	4unid. R\$163.278,12	0unid.	1unid. R\$17.266,17		R\$468.704,29
Agrup. 3	4unid. R\$163.278,12	1 unid. R\$45.514,63	1unid. R\$17.266,17	1unid. R\$576.320,00	R\$802.378,92
Agrup. 4	5unid. R\$204.097,65	2 unid. R\$91.029,26	2unid. R\$34.532,34	1unid. R\$576.320,00	R\$905.979,25
Consórcio da MB-13	R\$693.932,01	R\$136.543,89	R\$86330,85	R\$1.728.960,00	R\$2.645.766,75

Fonte: Própria Autora (2019).

Tal empreendimento passa a ser financiado pelo consórcio, que pode ocorrer pela contribuição dos municípios, de recursos dos governos estaduais e federais. Segundo Santos, Castro e Lorenzo (2016) os valores da contribuição municipal apresentam-se de várias maneiras: valor fixo, proporcional à população, proporcional a utilização dos serviços, combinação entre população e a demanda pelo serviço e pela participação percentual aos valores recebidos com impostos. Para esta estruturação define-se que a cada distrito contribuirá em função do volume de geração de RCC e uso de infraestruturas.

O valor obtido é próximo ao relatado por outros consórcios. O Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema (CIVAP) por meio de solicitação também ao Fundo Estadual de Prevenção e Controle de Poluição (FECOP) adquiriu verba para aquisição de equipamento britador móvel, assim como o CONSAB que dispôs de R\$600.000,00 para a aquisição de um britador móvel também financiado pelo FECOP (SANTOS, 2016) e o Pro-Sinos apresenta usina de reciclagem móvel com sede em São Leopoldo, que por meio de recursos fornecidos pela Fundação Banco do Brasil, BNDES, Pró-Sinos e Prefeitura de São Leopoldo, contemplam um britador móvel que é transportado para outros municípios, cujo custo de implantação foi de R\$ 2.000.000,00 sendo inaugurado em 2012 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

O modelo proposto apresenta caráter sustentável, com investimento financeiro público em curto prazo (5 anos), decorrendo as próximas atividades com recursos financeiros produzidos pelo próprio sistema, através de benefícios fiscais, a participação efetiva de empresas privadas e sobretudo da comercialização e uso de materiais reciclados/reutilizáveis, denotando abaixo os preços médios aplicados.

Tabela 30. Preços médios dos produtos comercializados.

Produtos Agregados reciclados	São Bernardo do Campo⁽¹⁾	Jundiaí⁽¹⁾	Araraquara⁽¹⁾	Bauru⁽¹⁾	Piracicaba⁽²⁾	São Paulo⁽³⁾
Areia reciclada (R\$/m ³)	32,00	42,00	26,00		12,50	29,33
Brita corrida (R\$/m ³)	32,00	30,00	-	17,44	11,00	38,00
Ranchão (R\$/m ³)	35,00	40,00	20,00		16,00	29,00
Brita reciclada (R\$/m ³)	-	40,00	20,00		14,00	29,00

Fonte: 1) Chaves (2015); 2) Jadovski (2005); 3) Piris, Filho e Torres (2013).

Considerando a geração anual de RCC na unidade de gerenciamento da MB-13 e estipulando que destes 70% seja beneficiado, com preço médio dos agregados reciclados na Tabela 30 em R\$ 24,76 o consórcio obteria receita anual em torno de R\$ 821.740,35. Ressalta-se que este valor é uma estimativa considerando o volume de rejeitos e perdas, do qual incube estudos de viabilidade econômica para assegurar esta afirmação.

Para efetivar o sistema proposto, Benvenuto e Suzuki (2009) alegam que além das ações estruturais, as não estruturais são cruciais e devem ser implantadas concomitantemente a:

- Legitimação do consórcio intermunicipal e projeto de lei do PMIGRCC;
- Educação ambiental para orientar e propagar a conscientização da importância da gestão dos RCC, podendo desenvolvê-las em parcerias com universidades, escolar e ONG's;
- Cadastramento dos Pequenos e grandes transportadores de RCC;
- Controle de transporte de resíduos (CTR) com dados das atividades de geração, transporte, destinação e geradores responsáveis;
- Fiscalização; e Incentivo à comercialização de agregados recicláveis.

5. CONCLUSÃO

Dado os resultados apresentados neste estudo, pode-se concluir:

- Os municípios constituintes da MB-13 não possuem PMGRCC e nem exigem que os grandes geradores disponham de PGRCC ou projetos de acondicionamento. As áreas em que são efetuadas a disposição final dos entulhos não apresentam nenhum tipo de registro ou regulamento destes locais, os únicos espaços devidamente legalizados junto aos órgãos ambientais são os de algumas empresas de caçamba com sede em Passos e São Sebastião do Paraíso. Na região, as administrações públicas não possuem de cadastro dos coletores e transportadores em exercício, de legislação voltada ao assunto, de fiscalização do descarte irregular e incentivo ao uso de resíduos reciclados.
- Para os construtores a gestão do RCC se resume em manter o canteiro de obra limpo e organizado. Alegam dificuldades em implantar o sistema proposto pela resolução CONAMA nº307/2002, dentre as quais destaca-se a falta de incentivos do poder público, de infraestruturas, da burocracia excessiva, da incerteza sobre a qualidade dos agregados reciclados e, sobretudo de mão de obra qualificada.
- Pelos métodos de caracterização empregados, observou-se que os resíduos gerados são predominantes à classe A, com destaque para o material cerâmico presente em 65,20%, sucedido do concreto e da argamassa, todos passíveis de reutilização e beneficiamento em materiais secundários na construção civil. Também se configurou maior incidência de solo, em razão do setor público atuar no auxílio de limpezas de terreno e desaterro, para estimular o crescimento urbanístico. Tal material já é reutilizado pelos municípios em compactação de obras e manutenção de estradas.
- Na MB-13, das 16 empresas de caçamba em exercício, apenas 6 estão devidamente legalizadas, trabalham com volume comercial e apresentam tarifa de serviços compatíveis às apresentadas por Oliveira et al. (2011) e Marques Neto (2009). O manejo realizado pelas empresas consiste em breve segregação dos resíduos por classes, onde os classe B são direcionados aos carroceiros, o gesso depositado separadamente para destino específico e os não passíveis de reutilização são destinados a aterros legalizados pelas empresas.
- A gestão dos RCC na MB-13 estruturou-se em Passos como sede administrativa central e 4 agrupamentos com seguintes infraestruturas: o Agrupamento 1 e o Agrupamento 2, são compostos por 4 municípios cada, fazem uso da mesma usina de reciclagem em processo cíclico, possuindo cada distrito um ecoponto e cada agrupamento um aterro. Já o

Agrupamento 3 contempla quatro ecopontos, uma ATT, um aterro e uma usina de reciclagem fixado a ATT podendo esta se direcionar caso necessário aos ecopontos, e o Agrupamento 4 contempla cinco ecopontos, duas ATT, dois aterros e uma usina de reciclagem locada as ATT, ambos com único município em virtude do porte de geração.

- O modelo de consórcio proposto conta com três britadores móveis, três ATT e dezessete ecopontos, compatível a demanda dos municípios de pequeno porte com uso em conjunto à disseminação de tecnologias, práticas de controle de geração e qualidade dos materiais secundários obtidos. Tal empreendimento configura-se em valor estimado de R\$2.645.766,75 que passa ser financiado pelo consórcio pela contribuição dos municípios proporcional ao volume de geração de RCC e de uso às infraestruturas, de recursos disponibilizados pelos governos estaduais e federais.

Conclui-se que esta implantação e operação são custosas, contudo tal modelo apresenta caráter sustentável com custo de investimento financeiro a curto prazo (5 anos), onde as próximas atividades serão de recursos oriundos do próprio sistema pelo comércio dos materiais reciclados, pela participação efetiva de empresas privadas e benefícios fiscais. Nesse trabalho contatou-se a notoriedade em implantar o modelo de gestão consorciada, do qual o poder público deve considera-lo como medida acessível ao tratamento do RCC ao auferir qualidade e sustentabilidade à indústria da construção civil nos municípios de pequeno porte.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se:

- Estudo aprofundado da logística do sistema, bem como sua viabilidade econômica de implantação;
- Análise administrativa da estrutura organizacional do Consórcio proposto, contemplando legislação municipal, convênios, parcerias público-privada, ao rateio financeiro e fiscal do sistema;
- Instituir sistema de monitoramento em área de recebimento de grandes e pequenos volumes de RCC, por meio do incentivo ao uso do controle de documentos como o CTR – Controle de transporte de resíduos, ou de formulação de plataforma on-line interligada aos municípios da MB-13, a fim de quantificar com maior acurácia o volume gerenciado para controle da relação custo-benefício;

- Estudo sobre um gerenciamento simplificado do canteiro de obras de pequenas construções, dado que em municípios de pequeno porte este volume é reduzido com predominância de materiais Classe A.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. 2017. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. ABRELPE. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2017.pdf>>, Acesso em : 14 de fevereiro de 2018.

AGAMUTHU, P.; KHIDZIR, K.M.; FAUSIAH, S.H. Drivers of sustainable waste management in Asia. **Waste Management and Research**, n. 27, p. 625-633, 2009.

ALAGOAS, **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH-AL)**. 2015. Disponível em: <<http://residuossolidos.al.gov.br/sistemas/att>>, Acesso em: 08 de dezembro de 2017.

ALBERECI, D. F. **Rota sustentável dos resíduos de construção e demolição oriundos das obras de pequenos geradores: uma proposta para o município de São Carlos-SC**. 179 p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2017.

ALGARVIO, D. A. N. **Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: contribuição para controle do processo**. 145 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada e Valorização de Resíduos) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

ALMEIDA, R. R. P.; SILVA, M. A.; SILVA, A. D. C. G.; FORMIGA, W A.; CRISPIM, D. L.; CAJÁ, D. F.; BULHÕES, A. A.; SILVA, F. T. Identificação e análise dos impactos ambientais gerados na indústria da construção civil. ISSN 2317-305X. **Intesa**, Pombal, PB, Brasil, v. 9, n. 1, p. 39-46, 2015.

ÂNGULO, S. C.; GULO, T.; QUATTRONE, M.. Building Design and Construction Process Influence in Construction Waste Generation. **Key Engineering Materials (Online)**, v. 668, p. 297-303, 2015.

ARAUJO, T. R. **Aspectos qualitativos e quantitativos dos resíduos de construção e demolição (RCD) na cidade de campina grande**. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004** - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

_____. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 21p.

_____. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 7p.

_____. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 16p.

_____. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 11p.

_____. **NBR 15115:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004. 14p.

_____. **NBR 15116:** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutura - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004. 12p.

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n2/a04v5n2>>. Acesso em: 16 de novembro de 2018.

BARROS, R. T. V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte, MG, Tessitura, 424p. 2012.

BARTHOLOMEU, D. B; BRANCO, J. E. H.; CAIXETA FILHO, J. V. **A Logística de transporte de resíduos sólidos domiciliares (RSD)**. São Paulo: Atlas. p. 16-43, 2011.

BENVENUTO, C.; SUZUKI, F. K. S. Plano integrado de gerenciamento regional de resíduos de construção civil e volumosos – Ferraz de Vasconcelos, Poá e Suzano. **Revista Limpeza Pública**. n. 71, p.6 – 13, 2009.

BID. Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Apoio à Estruturação de Consórcios Públicos para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. Brasília: BID, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 275**, de 25 de Abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, seção I, p. 553, 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, seção I, p. 95 - 96, 2002.

_____. **Resolução CONAMA nº 348**, de 17 de agosto de 2004. Altera Resolução CONAMA nº307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, seção I, nº. 158, 2004.

_____. **Lei nº 11.107** de 6 de Abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11107.htm >, Acesso em: 8 de novembro de 2017.

_____. MMAC – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E DAS CIDADES. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil (BRA/OEA/08/001). Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2010b. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/4_manual_implantao_sistema_ges_to_resduos_construo_civil_cp_125.pdf >, Acesso em: 15 de novembro de 2017.

_____. PNRS. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera Lei nº 9.605, de 12 de

Fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DOU, 02 agosto. 21 p. 2010c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>, Acesso em: 15 de janeiro de 2017.

_____. **Resolução CONAMA nº 431**, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, nº. 99, p. 123, 2011.

_____. **Resolução CONAMA nº 448**, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002. Brasília, DOU, 19 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>, Acesso em: 15 de junho de 2017.

_____. **Resolução CONAMA nº 469**, de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA nº307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Brasília, Diário Oficial da União, seção I, nº. 144, p. 109 a 110, 2015.

_____. **PBQP-Habitat**: Sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras da construção civil – SiAC. (2018). Ministérios das Cidades, Brasília, 126p. Disponível em: <http://www.pbqp-h.com.br/arquivos/download/regimento_siac_completo.pdf/>, Acesso em: 22 de outubro de 2018.

BRASILEIRO, L. L. **Utilização de Agregados Reciclados Provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural no Concreto Asfáltico**. 118p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Piauí, PI, 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica 61**. p.178-189. 2015.

BRUM, E. M. **Aspectos econômicos, social e ambiental da sustentabilidade de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil**. 111p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2017.

BUSELLI, A. A. P. T. **Proposta de gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Viçosa, MG**. 153p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. D. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. SINDUSCON CE, 2011.

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. D. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Câmara Municipal de Montemor-o-Novo** (2006). *Projeto REAGIR-Reciclagem de Entulho no Âmbito da Gestão Integrada de Resíduos*. Disponível em: <<http://www.cmmontemornovo.pt/reagir/seminario%20final/cmmn.pdf>>, Acesso em: 09 de Março de 2018.

CABRAL, A.; MOLIN, D. C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; SCHALCH, V. Mechanical properties modeling of recycled aggregate concrete. **Construction & Building Materials**, v.24, p.421-430, 2010.

Câmara Municipal do Barreiro (2016). **Sistema de recolha de RCD**. Disponível em: <<http://www.cm-barreiro.pt/pt/conteudos/municipio/Ambiente/>>, Acesso em: 10 de outubro de 2018.

CARDOSO, A. C. F.; GALATTO, S. L.; GUADAGNIN, M. R. Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, nº.31, 2014.

CARVALHO FILHO, J. S. **Manual de direito administrativo**. 28 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

CEARÁ. **Manual de Consórcios Públicos**. Org. Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará, 2010. Disponível em: <<http://www.gestaodoservidor.ce.gov.br/servidor/images/stories/manuais/bt18.pdf>>, Acesso em: 10 de setembro de 2017.

CHAHUD, E. **Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil**. 456 p. Belo Horizonte, Fumec/FEA, 2007.

CHAVES, A. C. Z. **Viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em Araçatuba, SP**. 77 p. Dissertação (Especialista em Economia e Meio Ambiente), Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CHECKLAND, P. *System Thinking, System Practice*. Chichester: John Wiley & Sons, 1981.

CMMN. Câmara Municipal de Montemor-o-Novo. **Tarefa WP2 – Dimensionamento, implementação e operação de sistema municipal de recolha selectiva de RCD**. *Relatório Técnico Final da Tarefa 2*. Montemor-o-Novo – Alentejo. Outubro, 2007.

COELHO, A., BRITO, J.D. Generation of construction and demolition waste in Portugal. **Waste Management & Resource**, v.29, p.739-750, 2011.

COELHO, A., BRITO, J. Economic Viability Analysis of a Construction and Demolition Waste Recycling Plant in Portugal Part I: location, materials, technology and economic analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.39, p.338–352.jan 2013.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DA REGIÃO DO CIRCUITO DAS ÁGUAS – CISBRA. **Relatório de atividades executadas no ano de 2014 pelo Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região do Circuito das Águas**. 2014. Disponível em: < http://www.cisbra.eco.br/system/files/publicacoes/Alteracao_Estatutaria_2-2014.pdf >, Acesso em: 15 de outubro de 2018.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL NA ÁREA DE SANEAMENTO AMBINETAL – CONSAB. **Relatório de atividades executadas no ano de 2017 pelo Consórcio Intermunicipal na área de Saneamento Ambiental**. 2017. Disponível em: < <https://www.consabambiental.com.br/consab/diretoria-tecnica/atividades-realizadas/>>, Acesso em: 02 de novembro de 2018.

CONSTRUBUSINESS 2016. **12º Construbusiness**: Congresso Brasileiro da Construção : investir com responsabilidade / Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, FIESP/CIESP. Ed.12 – São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://sitefiespstorage.blob.core.windows.net/uploads/2017/03/deconcic-construbusiness-2016.pdf> > Acesso em: 15 de maio de 2018.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos**. 372 p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CÓRDOBA, R. E.; MARQUES NETO, J. C.; SANTIAGO, C. D. ; PUGLIESI, E. ; SCHALCH, V. Alternative Construction and Demolition (C&D) Waste Characterization Method Proposal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2018.

CORONADO M.; DOSAL, E.; COZ, A.; VIGURI, J. R.; ANDRÉS, A. Estimation of construction and demolition waste (C&DW) generation and multicriteria analysis of C&DW management alternatives: A case study in Spain. **Waste Biomass Valor**, v. 2, n. 2, p. 209-225, 2011.

COSTA, B. V.; ROSADO, L. P.; PENTEADO, C. S. G. Geração e caracterização dos resíduos da construção civil no Brasil – Análise do estado da arte. **V Simpósio sobre Resíduos Sólidos (SIRS)**. Escola de Engenharia de São Carlos- USP. São Carlos, 2017.

COSTA, I. A. C. **Resíduos de Construção e Demolição: fatores determinantes para a sua gestão integrada e sustentável**. 70p. Dissertação (Mestrado) Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2014.

COSTA, N.; COSTA JÚNIOR, N.; LUNA, M.; SELIG, P.; ROCHA, J. Planejamento de programas de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: uma análise multivariada. **Eng. Sanit. Ambient.** v.12, n°.4, p.446-456, 2007.

COSTA, S. M. S. Metodologia de Sistemas Flexíveis aplicada a estudos em Ciência da Informação: uma experiência pedagógica. **Transinformação** - ISSN 2318-0889, v. 15, n. 2, 2012.

CUNHA, G. N. M.; MICELI, V. M. **Análise da viabilidade econômica de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil a partir de sistemas dinâmicos**. 77 p. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CUNHA, L. Q.; OLIVEIRA, I. A.; SANTOS, I.; AMORIM, B. M. A função social dos consórcios públicos no âmbito do poder municipal. **Revista Jurídica**, v. 1, n. 1, Paripiranga, Bahia, Brasil, jan./jun. 2018.

DAHLBO, H.; BACHER, J.; LÄHTINEN, K.; JOUTTIJÄRVI, T.; SUOHEIMO, P.; MATTILA, T.; SIRONEN, S.; MYLLYMAA, T.; SARAMÄKI, K. Construction and demolition waste management – a holistic evaluation of environmental performance. **Journal of Cleaner Production**, v.107, p. 333-341, 2015.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 29 ed. Rio de Janeiro: editora Nova Fronteira, 2011.

FILHO, J. A. P.; BEZERRA, P. R. L.; OLIVEIRA, L. R. G. J.; FARIA, A. C. Gerenciamento de resíduos de construção civil em edifícios residenciais no município de São Paulo. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, v. 11, n. 1, p. 73-89, São Paulo, 2017.

FILHO, J. A. P.; DUARTE, E. B. L. Caracterização e destinação dos resíduos de construção gerados durante a construção de um edifício comercial localizado na cidade de São Paulo. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, p.223 – 246, Florianópolis, 2015.

HAMASSAKI, L. T.; OLIVEIRA, S. R.; ÂNGULO, S. C. Reciclagem de RCD. **Revista Notícias da Construção**. p.50, 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INE. *Empresas em Portugal 2012*. Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: <<http://www.ine.pt/>>, Acesso em: 18 de janeiro de 2019.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 182p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, 2005.

KARPINSKI, L. A.; PANDOLFO, A.; REINEHR, R.; ROJAS, J. W. J. . Gestão diferenciada de resíduos de construção e demolição: uma visão abrangente no município de Passo Fundo-RS. **Revista Internacional Construlink**, v. 10, p. 5-12, 2012.

KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. v. 40, p. 483-506, 2017.

KOCHEM, K.; DUTRA, M. L.; POSSAN, E. Caracterização do resíduo da construção civil da cidade de Cascavel, PR. **8º Fórum internacional de Resíduos Sólidos**. Resíduos sólidos e recursos hídricos – As grandes consequências de cada atitude. Curitiba, 2017.

KOFOWOROLA, O. F.; GHEEWALA, S. H. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. **Waste Management**, v.29, p. 731-738, 2009.

LEITE, J. C. P. S.; NETO, M. T. R. Meio ambiente e os embates da construção civil. **Construindo**, v.6, n.2, Belo Horizonte, 2014.

LIMA, A. S.; CABRAL, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Eng Sanit Ambient**, v.18, n.2, p.169-176, 2013.

LIPOR. Sistema de Tratamento de RCD. Entidade gestora de resíduos produzidos na área Metropolitana do Porto. 2013. Disponível em: <<http://www.lipor.pt/pt/galerias/reagir/>>, Acesso em: 02 de setembro de 2018.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. **Waste Management**, p.1261-1276, 2011.

LU, W.; CHEN, X.; HO, D.C.W.; WANG, H. Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: the public and private sectors compared using big data. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 521-531, 2016.

MAOTDR. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. (2008). *PERSU II – Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (2007-2016)*. Lisboa. 2008.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do turvo grande (UGRHI-15)**. 669p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARQUES NETO, J.C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlo-SP**. 155p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.

MARTINS, R.; BUZANELLO MARTINS, C. V. Modalidade da gestão das dimensões de resíduos sólidos urbanos em consórcios intermunicipais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.11, n.2, p.192-215, Taubaté/SP, Brasil, 2015.

MEDAUAR, O. Consórcios Públicos: comentários à Lei 11.107/2005. São Paulo: editora **Revista dos tribunais**, 2006.

MIRANDA, C. A. **Modelo para a Gestão de Resíduos de Construção e Demolição uma solução para as empresas de construção civil (Ilha de São Miguel – Açores)**. 135p. Dissertação (Mestrado) Universidade dos Açores. Açores, 2009.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 176p, 2014.

OLIVEIRA, M.E.D.; SALES, R.J.M.; OLIVEIRA, L.A.S.; CABRAL, A.E.B. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 16, n. 13, p. 219-224, 2011.

OLIVEIRA, M.E.D.; SALES, R.J.M.; OLIVEIRA, L.A.S.; CABRAL, A.E.B. (2011) Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/ CE. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 16, n. 13, p. 219-224. 2011.

ONOFRE, Y. S.; PEREIRA, M. P.; RUPHAEL, N. K.; SILVA, K. S.; OLIVEIRA, M. A. Adequação dos municípios de pequeno porte à lei da Política Nacional de resíduos Sólidos (PNRS): um estudo em cinco municípios Mineiros (Barbacena, Antonio Carlos, Ibertioga, Juiz de Fora e Santos Dumont). In: **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, v.5, Belo Horizonte, nov. 2014.

OROZCO, M. M. D.; FREDERICO, F. H. Composição gravimétrica, classificação e potencial de reciclagem dos resíduos de construção civil produzidos em Ji/Paraná/RO. **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre/RS, 2015.

PETITTO, R. M. **Análise da viabilidade de aplicação de resíduos de construção civil da Região Metropolitana de Campinas em argamassa de uso geral por método multicritérios**. 170p. Dissertação (mestrado). Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pós-graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas-PUC. Campinas, 2017.

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 189p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P. **Resíduos da construção civil – Nova legislação permite rápido avanço para normas técnicas e novas soluções**. 2009. Disponível em: <
http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/RCD_Nova_Legislacao.pdf>,
Acesso em: 15 de agosto de 2017.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R., (Coord.) **Manejo e gestão de resíduos da construção civil. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão da construção civil nos municípios**. Parceria Técnica entre o Ministério das Cidades do Meio Ambiente e Caixa Econômica Federal. Brasília: CAIXA, 2005.

RAMOS, M.; MARTINHO, G.; PIRES, A.; SANTOS, P.; GOMES, A.; MOURA, E. Construction and demolition waste in Portugal: actual situation and future perspectives. Solid Waste World Congress, São Paulo, Brasil, 2014.

RMBH. Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2016. **Plano metropolitano de gestão integrada de resíduos com foco em Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV) - Diagnóstico**, 81p. Belo Horizonte, 2016.

Sabai, M. M., Cox, M. G. D. M., Mato, R. R., Egmond, E. L. C., Lichtenberg, J. J. N. Concrete block production from construction and demolition waste in Tanzania. **Resources, Conservation and Recycling**, v.72, p.9-19, 2013

SÁEZ, P. V.; MERINO, M. D. R.; AMORES, C. P.; GONZÁLEZ, A. S. A. Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 93, p. 67-74, 2014.

SANTOS, A. H. L. **Consórcios intermunicipais de resíduos sólidos: expectativa e realidade nos aspectos de fortalecimento institucional**. 113p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Centro Universitário de Araraquara. Araraquara, 2016.

SÃO PAULO. **Cadernos de Educação Ambiental, Gerenciamento online de Resíduos da Construção Civil**. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Meio Ambiente. São Paulo, 2014.

SCHALCH, V. **Resíduos Sólidos - MODULO 2**, Material Didático, USP, São Carlos-SP, 2010.

SCHAMNE, A. N.; MIRANDA, L. F. R.; VOGT, V. Equipamentos de reciclagem de resíduos da construção civil: mecanismo de separação. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ANTAC**, v.16, Porto Alegre, 2016.

SCREMIN, L. B.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; ROCHA, J. C. Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte. **Eng. Sanitária Ambiental**, v.19, n.2, p. 203-206, 2014.

SILVA, E. L. **Desenvolvimento de fluxograma de beneficiamento para produção de agregados minerais reciclados e aplicações tecnológicas dos mesmos**. 158p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, L. F. D. **Consórcios públicos intermunicipais e a busca por uma solução sustentável para os resíduos sólidos da construção civil**. 80p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Departamento de Ciências Administrativas, Porto Alegre, 2013.

SILVA, O. H.; UMADA, M. K.; POLASTRI, P.; NETO, G. A.; ANGELIS B. L. D.; MIOTTO J. L. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Ed. Especial GIAU-UEM, Maringá – PR Santa Maria, v. 19, p. 39 – 48. 2015.

SILVEIRA, R. C. E. Consórcios públicos de resíduos sólidos no Brasil: uma análise do perfil da gestão compartilhada no território. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v.4, p. 49-77, Blumenau, 2016.

SINDUSCON-MG. Sindicato da Indústria da construção Civil no Estado de Minas Gerais. Alternativas Para a Destinação de Resíduos da Construção Civil. 3ª Edição. Civil. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 117 p. 2018. Disponível em: <<http://materiais.sinduscon-mg.org.br/cartilha-gratuita-destinacao-residuos-construcao>> Acesso em: 05 de outubro de 2018.

SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C. Redução de perdas: argamassa de contrapiso. **Construção Mercado** (São Paulo), v. 61, p. 16-19, 2006.

SUZUKI, J. A. N. e GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Eng Sanitária Ambiental**, v.14, n.2, p.155-158, 2009.

UDAWATTA, N.; ZUO, J.; CHIVERALLS, K.; ZILLANTE, G. Improving waste management in construction projects: an Australian study. **Resources, Conservation and Recycling**, v.101, p.73-83, 2015.

VERGARA, S. E.; TCHOBANOGLOUS, G. Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. **The Annual Review of Environment and Resources**, v.37, p.277-309, 2012.

VIEIRA, E. S.; NETO, J. M. O. Qualidade na construção civil: PBQP-H análise do programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat. **Revista ETIS**. v.1, n.01, p. 54-64, fev. – jul. 2019.

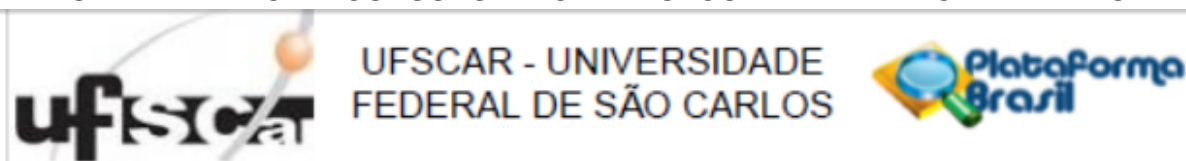
XIAO, J.; LI, W.; FAN, Y.; HUANG, X. An overview of study on recycled aggregate concrete in China (1996-2011). **Constr Build Mater**, v.31, p. 364-383, 2012.

YEHEYIS, M; HEWAGE, K.; ALAM, M.S.; ESKICIOGLU, C.; SADIQ, R. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.15, p.81-91, 2013.

YUAN, H. Key indicator for assessing the effectiveness of waste management in construction projects. **Ecological Indicators**, v.24, p.476-848, 2013.

YUAN, H.; CHINI, A. R.; LU, Y.; SHEN, L. A dynamic model for assessing the effects of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. **Waste management**, v. 32, n. 3, p. 521-531, 2012.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIAL DO COMITÊ DE ÉTICA–PLATAFORMA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) NA MACROUNIDADE AMBIENTAL DO RIO SÃO JOÃO (MB 13)

Pesquisador: MARIELE CORREA DOS REIS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 88067018.8.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.829.547

Apresentação do Projeto:

O projeto intitulado "Análise da implantação de consórcio intermunicipal de gestão de resíduos de construção civil (RCC) na macrounidade ambiental do rio São João (MB 13)" foi bem estruturado em revisão bibliográfica e em concepção metodológica, demonstrando sua relevância para sociedade.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisadora esclarece, no TCLE, que o principal objetivo da pesquisa é "analisar a viabilidade de implantação dos consórcios intermunicipais de gestão de resíduos de construção civil (RCC) aos municípios constituintes da Macrounidade Ambiental do Rio São João (MB-13), pelo diagnóstico de geração e caracterização dos RCC, questionários aplicados aos gestores públicos e aos construtores (construtoras, pedreiros e encarregados de obras) para confirmar se tal sistema auxilia no gerenciamento destes resíduos."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos, a pesquisadora esclarece que "O preenchimento deste questionário oferece risco subjetivo ao (a) senhor (a), pois algumas perguntas podem gerar estresse, cansaço, desconforto e talvez intimidação pela exposição de alguns dados que envolvem próprias ações, dado ao fato de trabalhar no setor de gestão dos RCC no município. Caso algumas dessas possibilidades ocorram, o senhor (a) poderá optar pela suspensão imediata do questionário ou em não responder alguma pergunta que achar inconveniente."

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.829.547

Quanto aos benefícios, esclarece que "Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da gestão dos RCC, para a construção de novos conhecimentos e para a identificação de novas alternativas e possibilidades para o manejo dos resíduos."

Os riscos mínimos e benefícios foram esclarecidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Verificar os itens "recomendações" e "conclusões e/ou pendências" elaborados pelo relator deste CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE atende às orientações da Resolução 466/2012.

Recomendações:

Caso novos municípios sejam incorporados ao longo desta pesquisa, recomenda-se à pesquisadora apresentar as respectivas cartas de coparticipação.

No final da pesquisa, recomenda-se à pesquisadora apresentar o relatório final ou trabalho final defendido com os documentos submetidos a este CEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisadora esclareceu as observações apontadas no parecer anterior e apresentou as cartas de alguns municípios coparticipantes, nos quais, ela poderá realizar as entrevistas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1099857.pdf	12/07/2018 12:32:08		Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_ItaudeMinas.pdf	12/07/2018 12:31:27	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_SaoSebastiaodoParaiso.pdf	12/07/2018 12:17:57	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_SaoPedrodaUniao.	12/07/2018	MARIELE CORREA	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br



UFSCAR - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS



Continuação do Parecer: 2.829.547

Outros	pdf	12:17:32	DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_Pratapolis.pdf	12/07/2018 12:17:13	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_Passos.pdf	12/07/2018 12:16:52	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_NovaResende.pdf	12/07/2018 12:16:32	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_Jacui.pdf	12/07/2018 12:16:07	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_FortalezadeMinas.pdf	12/07/2018 12:15:43	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_Autorizacao_Cassia.pdf	12/07/2018 12:15:17	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Outros	Carta_autorizacao_BomJesusdaPenha.pdf	12/07/2018 12:13:12	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	12/07/2018 12:10:59	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_TCLE.pdf	12/07/2018 12:09:33	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	23/03/2018 17:45:47	MARIELE CORREA DOS REIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 19 de Agosto de 2018

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905


UF: SP

Município: SAO CARLOS


Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS GESTORES MUNICIPAIS.



Proposta de Modelo de Gestão Consorciada de
Resíduos de Construção Civil (RCC) na Unidade de
Gerenciamento do Rio São João (MB 13)



QUESTIONÁRIO 01 – GESTORES PÚBLICOS

Município: _____ Data: ____ / ____ / ____

Entrevistado: _____

Cargo que ocupa: _____

E-mail: _____ Fone: (____) _____

1. O município computa a metragem quadrada de todas as áreas licenciadas a construções novas, reformas e demolições em um ano? (Estimativa de todas as áreas aprovadas nos alvarás de construção, regularização, reformas e demolições). ()Sim ()Não
Observação: _____
2. Número de alvarás emitidos no ano de 2017: _____
3. Total de áreas licenciadas no ano de 2017: _____
4. A prefeitura é responsável pela coleta de entulho do município? ()Sim ()Não
Observação: _____
5. Tipos de veículos utilizados no manejo dos RCC? Ano Base: _____

Tipo de Veículo	Nº de veículos	Capacidade (m³)	Nº viagens mensais
Caminhão Poliguindaste			
Caçamba estacionária			
Caminhões com caçamba basculante			
Pá carregadeira			
Retroescavadeira			
Trator com carroceria			
Moto niveladora			
6. A prefeitura cobra alguma taxa pela coleta dos entulhos? ()Sim ()Não
Quanto? R\$ _____ Observação: _____
7. No município atuam na coleta de entulho empresas terceirizadas ou especializadas “caçambeiros”? ()Sim ()Não Se sim, quantas? _____ Ano Base: _____
8. O município conhece sua estimativa de produção mensal de RCC? (considerar a quantidade mensal coletada pela prefeitura, empresa especializada (caçambeiros), coletores (carroceiros) e próprios geradores). ()Sim ()Não Quanto? _____ Ano Base: _____
Observações: _____
9. O município apresenta áreas de deposição clandestinas? ()Sim ()Não Quantos? _____
Cite o endereço: _____
10. Há trabalhadores (agentes públicos) envolvidos nos serviços de manejo de RCC no município? (Funcionários, dirigentes, ou outros alocados ao serviço de manejo de RCC).



Proposta de Modelo de Gestão Consorciada de Resíduos de Construção Civil (RCC) na Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB 13)



() Sim () Não Se sim, quantos? _____ Ano Base: _____

11. Há trabalhadores (agentes públicos) envolvidos nos serviços de manejo de RCC no município? (Funcionários, dirigentes, ou outros alocados ao serviço de manejo de RCC).

() Sim () Não Se sim, quantos? _____ Ano Base: _____

12. No município há catadores nas áreas de disposição de entulhos, sejam elas clandestinas ou legalizadas? () Sim () Não Se sim, quantos? _____

13. Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de entulho utilizando carroças de tração animal ou outro veículo de baixa capacidade volumétrica? (Ocorrência de serviços com capacidade até 1m³) () Sim () Não Se sim, quantos? _____

14. Tipos de veículos utilizados no manejo dos RCC? Ano Base: _____

Tipo de Veículo	Nº de veículos	Capacidade (m ³)	Nº viagens mensais
Caminhão Poliguindaste			
Caçamba estacionária			
Caminhões com caçamba basculante			
Pá carregadeira			
Retroescavadeira			
Trator com carroceria			
Moto niveladora			

15. Dias de operação de coleta de entulho de RCC: Ano Base: _____

Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
()	()	()	()	()

16. Há trabalhadores (agentes públicos) envolvidos nos serviços de manejo de RCC no município? (Funcionários, dirigentes, ou outros alocados ao serviço de manejo de RCC).

() Sim () Não Se sim, quantos? _____ Ano Base: _____

17. No município há catadores nas áreas de disposição de entulhos, sejam elas clandestinas ou legalizadas? () Sim () Não Se sim, quantos? _____

18. Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de entulho utilizando carroças de tração animal ou outro veículo de baixa capacidade volumétrica? (Ocorrência de serviços com capacidade até 1m³) () Sim () Não Se sim, quantos? _____

19. O município exerce coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares ou de construção civil? (ocorrência sobre os resíduos sólidos domiciliares, ou de construção civil executados por agentes públicos, empresas, associações ou cooperativas). () Sim () Não

20. Há no município Programas de Educação Ambiental destinados aos envolvidos com a gestão do RCC? () Sim () Não Observação: _____



Proposta de Modelo de Gestão Consorciada de Resíduos de Construção Civil (RCC) na Unidade de Gerenciamento do Rio São João (MB 13)



21. O município possui área oficial de recebimento de pequenos volumes (Ecopontos)?

() Sim () Não Se sim, quantos?

22. O município possui Área de Transbordo e Triagem (ATT)? (áreas destinadas ao recebimento dos RCC e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação pra posterior remoção e destinação adequada sem causar danos)

() Sim () Não Se sim, quantas?

23. O município possui Aterro de Inertes de RCC licenciado pelo FEAM ou em fase de licenciamento? () Sim () Não

24. O município possui Associações ou Cooperativas de Materiais de Reciclagem licenciadas ou em fase de licenciamento? () Sim () Não Se sim, quantos?

25. O município tem conhecimento da legislação do CONAMA, Resolução nº 307/2002 que trata a respeito dos RCC? () Sim () Não

Consideração:

26. O município tem implantado ou busca implantar Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil RCC, conforme estabelece a Resolução nº307/2002 do CONAMA? () Sim () Não Observações:

27. O município participa de algum consórcio de saneamento básico? (Conforme a Lei dos Consórcios Públicos e seu Regulamento Lei 11.107/2005 e Dec. 6.017/2007 e da Lei Nacional de Saneamento Básico 11.445/2007) () Sim () Não

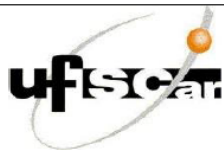
28. Número de Construtoras cadastradas no município?

29. O município possui apoio das empresas construtoras e ou parcerias para coleta, segregação, reciclagem e destinação/ou disposição final correta dos RCC? () Sim () Não

30. Quais são os fatores de maior dificuldade para implantação da Gestão dos RCC no âmbito municipal? (atribua notas de 1 à 5 para os fatores abaixo, considerando a nota 1 para menor dificuldade e a nota 5 para fatores de maior dificuldade.)

Falta de recursos financeiros	%
Falta de infraestrutura	%
Falta de recursos humanos	%
Funcionários desqualificados	%
Falta de conscientização ambiental	%
Ausência de legislação	%
Falta de incentivos	%
Falta de informações	%
Altos custos para valorização dos resíduos através da reciclagem	%
Outras prioridades do município como educação e saúde	%

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS CONSTRUTORES.



Análise da implantação de Consórcio Intermunicipal de
Gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC) na
Macrounidade Ambiental do Rio São João (MB 13)



QUESTIONÁRIO 02 - CONSTRUTORES

Município: _____ Data: ____ / ____ / ____
 Entrevistado: _____
 Cargo que ocupa: _____
 Construtora: _____ CNPJ: _____
 E-mail: _____ Fone: (____) _____

1. Existe uma pessoa (funcionário) responsável pela gestão dos resíduos de construção civil (RCC) dentro da obra? () Não () Sim
2. O responsável pela gestão dos RCC possui conhecimento sobre a Legislação do Conselho Federal do Meio Ambiente (CONAMA) sobre RCC, a Resolução nº307/2002? () Não () Sim () Parcialmente
3. Para você, o que seria gestão dos resíduos de obra?
 () Separação dos resíduos por classe
 () Acondicionamento dos resíduos em baias, caçambas estacionárias ou contêdores
 () Destinação correta em áreas licenciadas
 () Manter o canteiro de obras limpo e organizado
 () Reutilização, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos
 () Disposição dos resíduos em pilhas nas vias e calçadas
 () Incineração das embalagens
 () Todas as anteriores
4. Os funcionários da obra receberam treinamento sobre a qualidade da construção ou gestão dos RCC? () Não () Sim
5. Com qual periodicidade este treinamento ocorre?
 () 1 vez por mês () a cada 3 mês () a cada 6 mês () Outro. Especificar: _____
6. Houve planejamento ao gerenciamento os resíduos antecedente a execução da Obra? (Como proceder ao manejo dos resíduos, sua separação, transporte e disposição final). () Não () Sim, Como? _____
7. Possui Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção Civil (PGIRCC), conforme estabelece a Resolução nº307/2002 do CONAMA? () Sim () Não, Por quê? _____
8. Pra você, de quem é a responsabilidade pelo transporte dos resíduos da obra?
 () Prefeitura () Construtora () Proprietário () Empresas de caçamba () Outros
9. Qual a quantidade estimada de resíduos produzidos na obra? _____
10. Você considera esta quantidade: () Grande () Média () Pequena () Muito pequena



Análise da implantação de Consórcio Intermunicipal de
Gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC) na
Macrounidade Ambiental do Rio São João (MB 13)



11. Apresenta registro de controle de volume de RCC coletado? () Não () Sim, apresente-o:

12. Os controles constam de informações como o CPF/CNPJ e ou razão social do gerador e do transportador; o volume coletado, a classe dos resíduos, o endereço do destino final e a assinatura dos responsáveis conforme prevê a lei? () Não () Sim Relate como ocorre: _____

13. Emprega-se na obra técnicas ou procedimentos que visem a redução de geração de resíduos e consequentemente seus impactos, como o reaproveitamento desses?
() Não () Sim, Como? _____

14. A construtora ou profissionais atuantes na obra tem como prioridade a não geração de resíduos na obra? () Não () Sim, Ou possui outras prioridades? Descreva-as. _____

15. Ocorre no canteiro de obra a separação dos resíduos por classe, conforme estabelecido pela Resolução nº307/2002 do CONAMA? () Não () Sim Como ocorre? _____

16. A obra possui mais de um recipiente para dispor os resíduos de acordo com as classes?
() Não () Sim

17. Os resíduos classe A estão acondicionados em pilhas próximas aos locais de geração, nas vias e calçadas? () Não () Sim

18. Os resíduos Classe A estão acondicionados em caçambas estacionárias ou baias devidamente identificadas? () Não () Sim

19. Há maior cuidado em relação ao acondicionamento dos resíduos Classe C e D dado a periculosidade que apresentam, conforme estabelecido pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA? () Não () Sim

20. Os resíduos classe D por serem prejudiciais a saúde são condicionados em containers ou tambores colocados sobre base de concreto para impedir a lixiviação e a percolação de substâncias? () Sim () Não, como é? _____

21. Há reaproveitamento ou reutilização de materiais na obra? () Não () Sim, Quais são eles? _____



22. Os resíduos classe A e B são destinados à áreas licenciadas (ATT, aterros, associações de reciclagem) de modo a permitir sua reutilização ou reciclagem futura?

Não Sim, cite o endereço: _____

23. Dado o aumento no volume dos classe B (papelão, papel, plástico, outros), descreva como procedem es relação a este tipo de resíduo: _____

24. Os resíduos classe C são encaminhados para os fabricantes para possível reaproveitamento, reciclagem ou descarte final adequado? Sim Não, como os acondiciona-os? _____

25. Os resíduos Classe D são encaminhados para áreas licenciadas ao recebimento de resíduos perigosos? Não Sim

26. Qual o nível de preocupação da construtora ou profissional autônomo encarregado da obra em empregar as diretrizes estabelecidas na resolução nº 307 do CONAMA? (Atribua nota de 1 à 5, sendo 1 valor de menor preocupação e 5 o de maior preocupação).

1 2 3 4 5

27. A construtora possui assessoria da administração pública para o desenvolvimento do PGIRCC? Não Sim

28. Qual a maior dificuldade de implantar a gestão dos RCC no canteiro de obras? (Atribua nota de 1 à 5, sendo 1 valor de menor dificuldade e 5 o de maior dificuldade).

- Burocracia excessiva
- Baixo nível de escolaridade dos funcionários
- Cultura organizacional e resistência as mudanças
- Falta de treinamento
- Falta de envolvimento
- Falta de recursos
- Falta de participação e conscientização dos proprietários
- Comunicação deficiente
- Ansiedade dos resultados
- Dispêndio de tempo
- Outras prioridades da obra

APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS RCC POR IMAGENS FOTOGRÁFICAS NO AUTOCAD, AMOSTRAS FÍSICAS E QUESTIONÁRIO EM CONSTRUTORAS DA MB-13.

Figura 55. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora A.

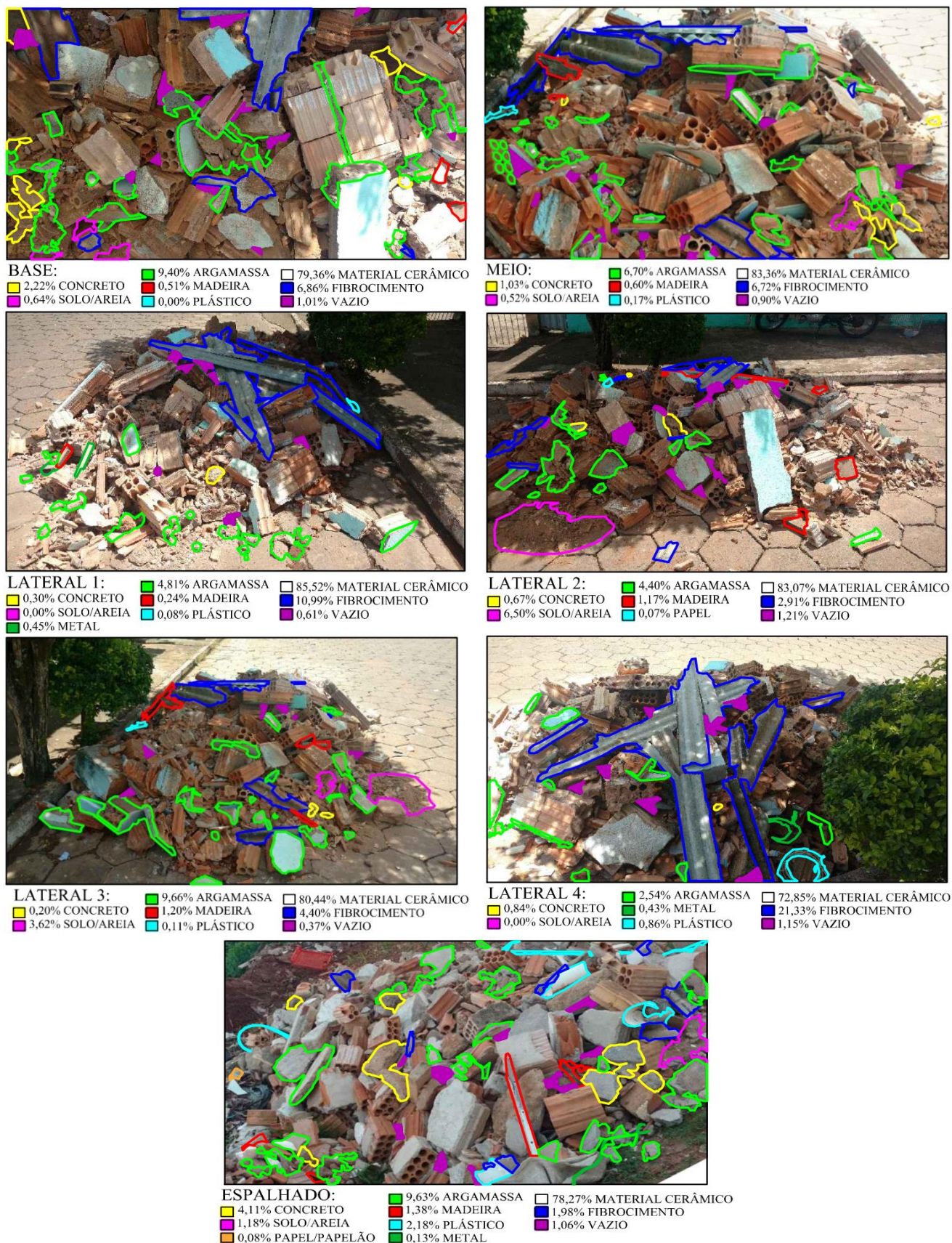


Tabela 31. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora A.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Amostras Físicas															
Origem: Construtora A				Descrição do resíduos predominante: Predominância de Material Cerâmico											
Amostra: média1-2-3		Obra: Residencial				Massa amostrada: 127,40 kg				Volume amostrado: 120 L					
Etapa: Alvenaria		Composição Percentual						Materiais		ρ		Estimativa Classe			
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ (kg/L)	Massa (%)	Volume			
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M(kg)	V (L)			(%)	(%)		
Classe A	Concreto	2,50	1,26	1,30	0,72	0,70	0,42	4,50	2,40	1,875	3,52	94,19	2,00	94,19	
	Areia/solo	3,10	1,53	1,50	0,90	0,60	0,44	5,20	2,87	1,812	4,07		2,39		
	Argamassa	3,70	2,64	2,80	2,45	3,80	4,12	10,30	9,21	1,118	8,05		7,68		
	Material cerâmico	42,97	32,80	32,60	32,45	24,90	27,62	100,47	92,87	1,082	78,55		77,39		
	Pedra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Classe B	Plástico	0,00	0,00	0,50	0,65	0,40	0,51	0,90	1,16	0,776	0,70	2,76	0,97	2,76	
	Papel/ Papelo	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	1,500	0,02		0,14		
	Metais	0,30	0,06	0,60	0,01	0,50	0,09	1,40	0,16	8,642	1,09		0,14		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
	Madeira	0,25	0,20	0,75	0,55	0,20	0,18	1,20	0,93	1,290	0,94		0,78		
	Gesso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,05	—	3,05	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Fibrocimento	0,65	1,49	1,15	2,27	2,10	6,62	3,90	10,38	0,376	3,05		8,65		
TOTAL		53,50	40,00	41,20	40,00	33,20	40,00	127,90	120,00		100,00	100	100,00	100	

Tabela 32. Caracterização volumétrica por processamento de imagens - Construtora A.

Caracterização Volumétrica dos RCC-Processamento de Imagens														
Origem: Construtora A					Descrição do resíduos predominante: Predominância de Material Cerâmico									
Amostra: média 1-2		Obra: Residencial			Volume amostrado: 3,0m³				Estimativa Materiais				Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual							Comp. Volumétrica		Comp. Aglomerado		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Espalh.	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	2,22	1,03	0,30	0,67	0,20	0,84	4,11	1,34	0,04	2,35	75,00	94,71	89,83
	Areia/solo	0,64	0,52	—	6,50	3,62	—	1,18	1,78	0,05	2,84	90,60		
	Argamassa	9,40	6,70	4,81	4,40	9,66	2,54	9,63	6,73	0,20	6,79	216,40		
	Material cerâmico	79,36	83,36	82,52	83,07	80,44	72,85	78,27	79,98	2,40	82,72	2636,88		
	Pedra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	—	0,17	0,08	—	0,11	0,86	2,18	0,49	0,02	0,49	15,52	2,46	1,38
	Papel/Pap	—	—	—	0,07	—	—	0,08	0,02	0,0006	0,03	0,90		
	Metais	—	—	0,45	—	—	0,43	0,13	0,14	0,0042	1,14	36,30		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Madeira	0,51	0,60	0,24	1,17	1,20	—	1,38	0,73	0,02	0,81	25,81		
	Gesso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,83	7,88
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amianto)	6,86	6,72	10,99	2,91	4,40	21,33	1,98	7,88	0,24	2,83	90,17		
Vazio		1,01	0,90	0,61	1,21	0,37	1,15	1,06	0,91	0,03	—	—	—	0,91
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	3,00	100,00	3187,6	100,00	100,00

Tabela 33. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora A.

Construtora A		Comparativo Percentual - Caracterização Qualitativa								
Classe	Materiais	Imagens		Amostra Físicas		Construtores	Volume		Massa	
		Massa (%)	Volume (%)	Massa (%)	Volume (%)	Volume (%)	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	2,35	1,34	3,52	2,00	3,00	2,11	0,84	2,94	0,59
	Areia/solo	2,84	1,78	4,07	2,39	2,50	2,22	0,39	3,46	0,62
	Argamassa	6,79	6,73	8,05	7,68	8,00	7,47	0,66	7,42	0,63
	Material cerâmico	82,72	79,98	78,55	77,39	76,50	77,96	1,81	80,64	2,09
	Pedra	—	—	—	—	0,50	0,17	0,24	—	—
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,49	0,49	0,70	0,97	1,00	0,82	0,29	0,60	0,11
	Papel/Papelão	0,03	0,02	0,02	0,14	1,00	0,39	0,53	0,03	0,01
	Metais	1,14	0,14	1,09	0,14	0,50	0,26	0,21	1,12	0,02
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Madeira	0,81	0,73	0,94	0,78	1,00	0,84	0,14	0,88	0,06
	Gesso	—	—	—	—	1,00	0,33	0,47	—	—
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fibrocimento (c/amianto)	2,83	7,88	3,05	8,65	5,00	7,18	1,92	2,94	0,11

Figura 56. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora B.



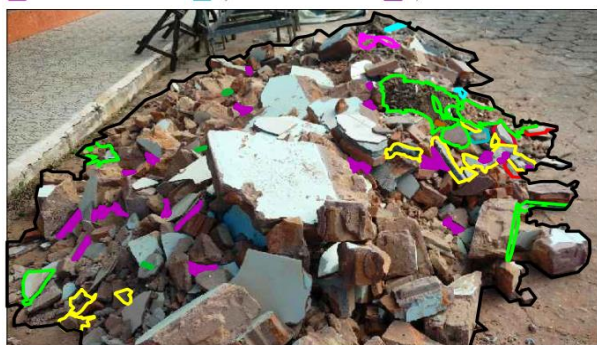
BASE:

0,46% CONCRETO	10,47% ARGAMASSA	87,49% MATERIAL CERÂMICO
1,21% SOLO/AREIA	0,00% MADEIRA	0,00% FIBROCIMENTO
	0,38% PLÁSTICO	0,00% VAZIO



MEIO:

0,24% CONCRETO	2,99% ARGAMASSA	93,47% MATERIAL CERÂMICO
2,32% SOLO/AREIA	0,07% MADEIRA	0,00% FIBROCIMENTO
	0,07% PLÁSTICO	0,84% VAZIO



LATERAL 1:

1,98% CONCRETO	3,95% ARGAMASSA	92,11% MATERIAL CERÂMICO
0,18% SOLO/AREIA	0,28% MADEIRA	0,14% GESSO
0,05% METAL	0,08% PLÁSTICO	0,99% VAZIO
	0,01% VIDRO	0,22% PEDRA



LATERAL 2:

2,31% CONCRETO	2,39% ARGAMASSA	93,99% MATERIAL CERÂMICO
0,03% METAL	0,17% MADEIRA	0,04% GESSO
	0,37% PLÁSTICO	0,69% VAZIO



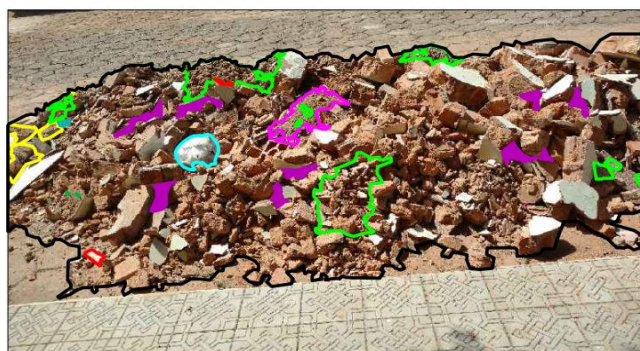
LATERAL 3:

1,31% CONCRETO	2,90% ARGAMASSA	92,03% MATERIAL CERÂMICO
0,47% SOLO/AREIA	0,04% MADEIRA	0,00% FIBROCIMENTO
	2,83% PLÁSTICO	0,43% VAZIO



LATERAL 4:

5,19% CONCRETO	7,80% ARGAMASSA	83,29% MATERIAL CERÂMICO
0,96% SOLO/AREIA	0,82% MADEIRA	0,90% PEDRA
0,04% GESSO	0,48% PLÁSTICO	0,51% VAZIO



ESPALHADO:

0,99% CONCRETO	5,73% ARGAMASSA	89,74% MATERIAL CERÂMICO
1,27% SOLO/AREIA	0,14% MADEIRA	0,04% GESSO
0,01% METAL	0,83% PLÁSTICO	1,24% VAZIO

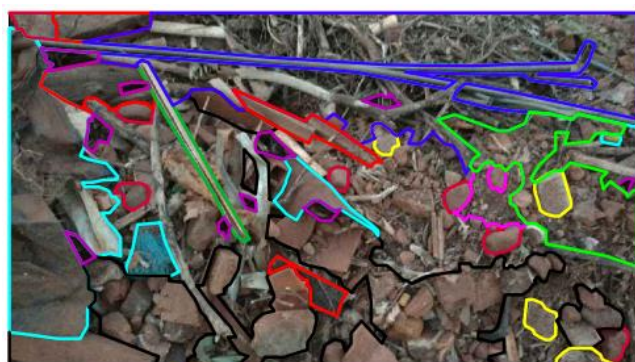
Tabela 34. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora B.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Amostras Físicas														
Origem: Construtora B				Descrição do resíduos predominante: Predominância de Material Cerâmico										
Amostra: média 1-2-3		Obra: Residencial			Massa amostrada: 145,80 kg			Volume amostrado: 120 L						
Etapa: Alvenaria		Composição Percentual						Estimativa Materiais		Estimativa Classe				
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ	Massa		Volume	
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	(kg/L)	(%)	(%)		
Classe A	Concreto	2,90	1,35	1,24	0,57	0,55	0,16	4,69	2,08	2,255	3,29	99,07	1,73	99,07
	Areia/solo	2,15	0,72	0,47	0,33	1,73	0,85	4,35	1,90	2,289	3,05		1,58	
	Argamassa	3,30	2,55	2,41	2,09	1,30	1,57	7,01	6,21	1,129	4,92		5,18	
	Material cerâmico	38,30	35,06	41,17	36,72	45,64	36,88	125,11	108,66	1,151	87,81		90,56	
	Pedra	—	—	—	—	0,26	0,15	0,26	0,15	1,720	0,18		0,13	
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
Classe B	Plástico	—	—	0,10	0,22	0,16	0,25	0,26	0,47	0,558	0,18	0,74	0,39	0,74
	Papel/Papelão	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Metais	0,12	0,02	—	—	0,06	0,01	0,19	0,03	7,480	0,13		0,02	
	Vidro	—	—	—	—	0,100	0,06	0,10	0,06	1,667	0,07		0,05	
	Madeira	0,22	0,17	0,13	0,07	0,09	0,07	0,44	0,31	1,439	0,31		0,25	
	Gesso	0,08	0,13	—	—	—	—	0,08	0,13	0,577	0,05		0,11	
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00	—	0,00
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
TOTAL		47,07	40,00	45,52	40,00	49,89	40,00	142,48	119,99		100,00	100	100,00	100

Tabela 35. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora B.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Imagens														
Origem: Construtora B					Descrição do resíduos predominante: Material Cerâmico									
Amostra: média 1-2-3		Obra: Residencial/Comercial			Volume amostrado:4,0m				Estimativa Materiais				Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual							Comp.Volumétrica		Comp.Aglomerado		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Espalh.	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	0,46	0,24	1,98	2,31	1,31	5,19	1,00	1,78	0,071	3,37	160,11	97,93	98,38
	Areia/solo	1,21	2,32	0,18	—	0,47	0,96	1,27	0,92	0,037	1,79	84,69		
	Argamassa	10,47	2,99	3,95	2,60	2,90	7,80	5,73	5,20	0,208	4,92	233,32		
	Material cerâmico	87,59	93,47	92,11	93,99	92,03	83,29	89,70	90,31	3,612	87,63	4157,41		
	Pedra	—	—	0,22	—	—	0,90	—	0,16	0,006	0,22	10,32		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	0,28	0,07	0,08	0,17	2,83	0,48	0,83	0,68	0,025	0,54	25,42	2,07	0,95
	Papel/Pap	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Metais	—	—	0,05	0,03	—	—	0,05	0,02	0,008	1,26	59,84		
	Vidro	—	—	0,01	—	—	—	—	0,002	0,0001	0,0035	0,17		
	Madeira	—	0,07	0,28	0,17	0,04	0,82	0,14	0,22	0,009	0,27	12,95		
	Gesso	—	—	0,14	0,04	—	0,04	0,04	0,04	0,002	0,00002	0,00		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Vazio		—	0,84	1,00	0,69	0,43	0,51	1,24	0,67	0,03	—	—	—	0,67
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	4,00	100,00	4744,23	100,00	100,00

Figura 57. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora C.



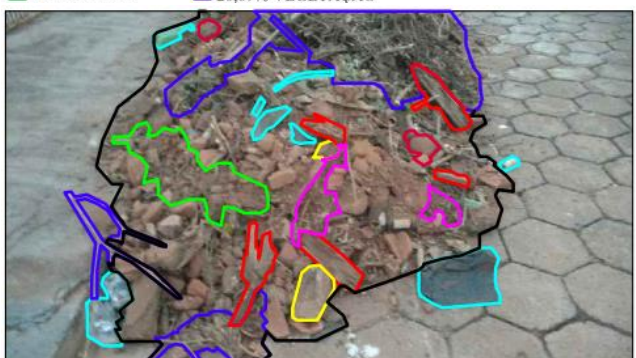
BASE:

1,57% CONCRETO	6,26% ARGAMASSA	18,19% MATERIAL CERÂMICO
1,36% SOLO/AREIA	4,30% MADEIRA	2,64% PEDRA
0,97% METAL	16,16% PLÁSTICO	1,68% VAZIO
	20,09% VEGETAÇÃO	



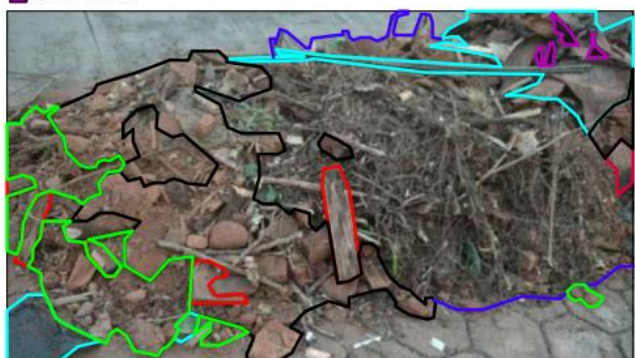
MEIO:

0,96% CONCRETO	4,24% ARGAMASSA	8,73% MATERIAL CERÂMICO
6,36% SOLO/AREIA	5,50% MADEIRA	0,36% METAL
0,23% VAZIO	12,68% PLÁSTICO	60,96% VEGETAÇÃO



LATERAL 1:

1,44% CONCRETO	4,73% ARGAMASSA	65,23% MATERIAL CERÂMICO
1,33% SOLO/AREIA	4,25% MADEIRA	0,70% PEDRA
	5,48% PLÁSTICO	16,04% VEGETAÇÃO



LATERAL 2:

0,41% VIDRO	12,22% ARGAMASSA	27,86% MATERIAL CERÂMICO
43,30% VEGETAÇÃO	3,19% MADEIRA	0,53% PEDRA
	12,05% PLÁSTICO	



LATERAL 3:

0,50% METAL	6,16% ARGAMASSA	2,04% CONCRETO
29,33% VEGETAÇÃO	3,43% MADEIRA	28,76% MATERIAL CERÂMICO
	29,62% PLÁSTICO	0,18% VAZIO



LATERAL 4:

5,01% SOLO/AREIA	2,37% ARGAMASSA	22,74% MATERIAL CERÂMICO
45,60% VEGETAÇÃO	1,09% MADEIRA	0,12% VAZIO
	14,49% PLÁSTICO	3,38% METAL



ESPALHADO:

4,74% SOLO/AREIA	4,77% ARGAMASSA	15,41% MATERIAL CERÂMICO
32,50% VEGETAÇÃO	4,91% MADEIRA	0,44% VIDRO
0,87% PEDRA	31,27% PLÁSTICO	1,76% METAL

Tabela 37. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora C.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Amostras Físicas														
Origem: Construtora C				Descrição do resíduos predominante: Predominância de Vegetação										
Amostra: média 1-2-3		Obra: Limpeza e Fundação Residencial				Massa: 118,60 kg				Volume amostrado: 120 L				
Etapa: Inicial		Composição Percentual						Estimativa Materiais			Estimativa Classe			
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ (kg/L)	Massa		Volume	
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)		(%)	(%)		
Classe A	Concreto	0,37	0,27	1,70	0,90	1,76	0,96	3,83	2,13	1,799	2,60	40,13	1,78	40,38
	Areia/solo	2,73	1,32	1,07	0,99	2,17	1,05	5,97	3,36	1,777	4,04		2,80	
	Argamassa	1,44	1,46	0,95	1,19	4,05	3,57	6,44	6,22	1,035	4,36		5,18	
	Material cerâmico	12,40	10,20	13,12	11,55	17,50	13,88	43,02	35,63	1,207	29,13		29,69	
	Pedra	0,16	0,08	0,37	0,18	1,10	0,85	1,63	1,11	1,468	1,10		0,93	
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
Classe B	Plástico	1,95	8,85	0,55	6,85	0,70	4,75	3,20	20,45	0,156	2,17	13,25	17,04	22,12
	Papel/ Papelaço	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Metais	4,95	0,58	—	—	5,10	0,62	10,05	1,20	8,375	6,81		1,00	
	Vidro	—	—	—	—	0,250	0,16	0,25	0,16	1,563	0,17		0,13	
	Madeira	2,38	1,82	1,44	1,25	2,25	1,67	6,07	4,74	1,281	4,11		3,95	
	Gesso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00	—	0,00
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
Vegetação		22,10	15,42	25,400	17,09	19,700	12,49	67,20	45,00	1,493	45,51	45,51	37,50	37,50
TOTAL		48,48	40,00	44,60	40,00	54,58	40,00	147,66	120,00		100,00	53	100,00	100,00

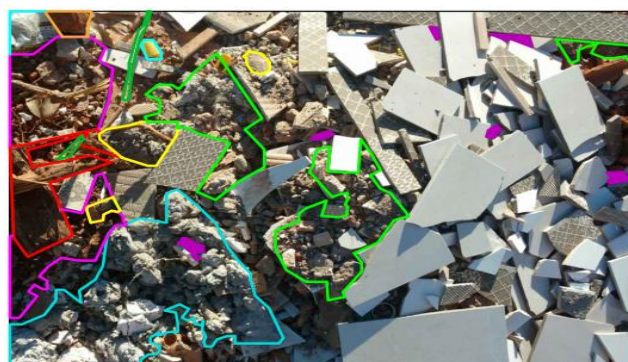
Tabela 38. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora C.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Imagens														
Origem: Construtora C					Descrição do resíduos predominante: Predominância de Vegetação									
Amostra:média 1-2-3		Obra:Limpeza e Fundação Resid.			Volume amostrado: 3,0m				Estimativa Materiais				Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual							Comp.Volumétrica		Comp.Aglomerado		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	spalhac	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	1,57	0,96	1,44	—	2,14	—	3,34	1,35	0,041	2,03	73,75	42,71	41,45
	Areia/solo	1,14	6,36	2,13	—	—	5,29	4,74	2,81	0,084	4,11	149,26		
	Argamassa	2,26	4,24	4,73	12,22	6,26	2,50	4,77	5,28	0,158	4,50	163,53		
	Material cerâmico	49,19	8,73	65,23	27,86	28,94	23,99	15,41	31,33	0,940	31,25	1134,58		
	Pedra	2,64	—	0,70	0,53	—	—	0,87	0,68	0,020	0,81	29,36		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	16,16	12,68	5,48	12,05	29,53	15,28	31,27	17,49	0,525	2,26	81,90	13,16	22,40
	Papel/ Papelaço	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Metais	0,97	0,36	—	—	—	3,57	1,76	0,95	0,029	6,69	242,87		
	Vidro	—	—	—	0,41	—	—	0,45	0,123	0,0037	0,1593	5,78		
	Madeira	4,30	5,50	4,25	3,19	3,54	1,16	4,91	3,84	0,115	4,06	147,32		
	Gesso	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Vegetação		20,09	60,96	16,04	43,30	29,43	48,10	32,50	35,77	1,073	44,13	1601,99	44,13	35,77
Vazio		1,68	0,23	—	0,44	0,18	0,12	—	0,38	0,01	0,00	0,00	—	0,38
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	3,00	100,00	3630,34	55,87	100,00

Tabela 39. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora C.

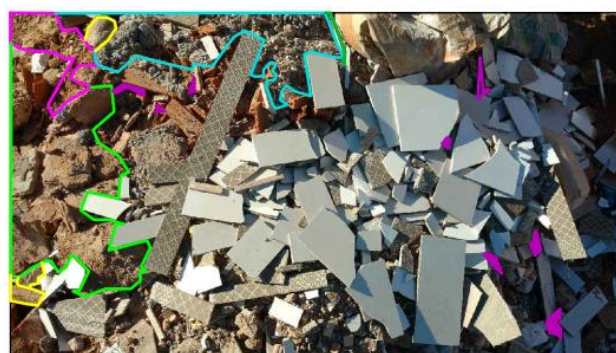
Construtora C		Comparativo Percentual - Caracterização Qualitativa								
Classe	Materiais	Imagens		Amostra Físicas		Construtores	Volume		Massa	
		Massa (%)	Volume (%)	Massa (%)	Volume (%)	Volume (%)	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	2,03	1,45	2,60	1,78	3,00	2,08	0,82	2,32	0,29
	Areia/solo	4,11	2,81	4,04	2,80	5,00	3,54	1,27	4,08	0,04
	Argamassa	4,50	5,28	4,36	5,18	5,00	5,15	0,14	4,43	0,07
	Material cerâmico	31,25	31,33	29,13	29,69	30,00	30,34	0,87	30,19	1,06
	Pedra	0,81	0,68	1,10	0,93	1,00	0,87	0,09	0,96	0,15
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	2,26	17,49	2,17	17,04	15,00	16,51	1,33	2,22	0,04
	Papel/ Papelão	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Metais	6,69	0,95	6,81	1,00	1,00	0,98	2,93	6,75	0,06
	Vidro	0,16	0,12	0,17	0,13	1,00	0,42	0,53	0,17	0,01
	Madeira	4,06	3,84	4,11	3,95	4,00	3,93	0,08	4,09	0,03
	Gesso	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fibrocimento (c/amiante)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vegetação		44,13	35,77	45,51	37,5	35,00	36,09	1,28	44,82	0,69

Figura 58. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora D.



BASE:

1,56% CONCRETO	5,13% ARGAMASSA	86,69% MATERIAL CERÂMICO
2,13% SOLO/AREIA	0,24% MADEIRA	0,16% METAL
0,44% VAZIO	0,28% PEDRA	0,22% PLÁSTICO
	3,15% GESSO	



MEIO:

1,74% CONCRETO	2,07% ARGAMASSA	81,70% MATERIAL CERÂMICO
1,46% SOLO/AREIA	5,67% GESSO	0,53% METAIS
	0,35% VAZIO	



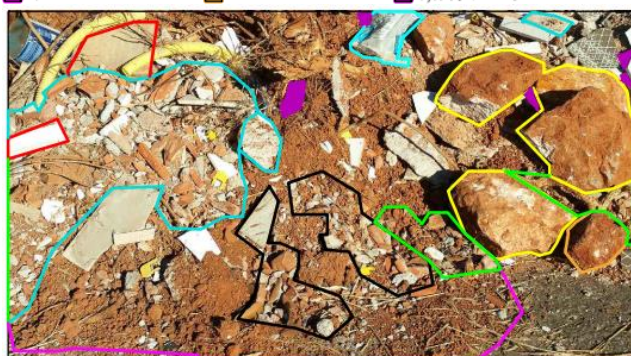
LATERAL 1:

2,58% CONCRETO	2,83% ARGAMASSA	81,29% MATERIAL CERÂMICO
3,75% SOLO/AREIA	0,47% MADEIRA	7,86% GESSO
	0,53% PEDRA	0,69% VAZIO



LATERAL 2:

2,08% CONCRETO	5,19% ARGAMASSA	85,30% MATERIAL CERÂMICO
2,43% SOLO/AREIA	0,33% PEDRA	0,76% PLÁSTICO
	0,42% VAZIO	2,29% GESSO



LATERAL 3:

2,85% CONCRETO	7,68% ARGAMASSA	76,54% MATERIAL CERÂMICO
2,72% SOLO/AREIA	0,83% MADEIRA	7,73% GESSO
0,20% PLÁSTICO	0,62% PEDRA	1,03% VAZIO



LATERAL 4:

3,28% CONCRETO	2,79% ARGAMASSA	87,05% MATERIAL CERÂMICO
1,02% SOLO/AREIA	5,35% GESSO	0,51% VAZIO
	0,18% PLÁSTICO	



ESPALHADO

4,47% CONCRETO	3,71% ARGAMASSA	79,12% MATERIAL CERÂMICO
2,03% SOLO/AREIA	0,76% PEDRA	0,18% PLÁSTICO
0,15% METAL	8,89% GESSO	0,60% VAZIO

Tabela 40. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora D.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Amostras Físicas															
Origem: Construtora D				Descrição do resíduos predominante: Predominância de Material Cerâmico											
Amostra: média 1-2-3		Obra: Residencial			Massa amostrada: 141,88 kg				Volume amostrado: 120 L						
Etapa: Alvenaria		Composição Percentual						Estimativa Materiais		Estimativa Classe					
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ (kg/L)	Massa (%)		Volume (%)		
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)						
Classe A	Concreto	2,36	1,10	1,52	0,70	5,26	1,53	9,14	3,33	2,745	6,44	93,01	2,78	93,01	
	Areia/solo	3,94	1,32	1,53	1,07	1,99	0,98	7,46	3,37	2,214	5,26		2,81		
	Argamassa	2,29	1,77	2,48	2,15	0,91	1,10	5,68	5,02	1,131	4,00		4,19		
	Material cerâmico	36,99	33,86	36,63	32,67	36,06	29,14	109,68	95,67	1,146	77,30		79,82		
	Pedra	—	—	0,10	0,06	0,10	0,06	0,20	0,12	1,700	0,14		0,10		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Classe B	Plástico	—	—	0,09	0,19	0,10	0,22	0,19	0,41	0,463	0,13	6,85	0,34	6,85	
	Papel/ Papelo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Metais	—	—	—	—	0,63	0,10	0,63	0,10	6,563	0,44		0,08		
	Vidro	—	—	—	—	0,100	0,06	0,10	0,06	1,667	0,07		0,05		
	Madeira	0,46	0,10	0,60	0,13	0,74	0,16	1,80	0,39	4,675	1,27		0,32		
	Gesso	1,06	1,72	1,86	3,03	4,08	6,65	7,00	11,40	0,614	4,93		9,51		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00	—	0,00	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
TOTAL		47,10	39,87	44,81	40,00	49,97	40,00	141,88	119,86			100,00	100,0	100,00	100,00

Tabela 41. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora D.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Imagens														
Origem: Construtora D					Descrição do resíduos predominante: Material Cerâmico									
Amostra: média 1-2-3		Obra: Residencial			Volume amostrado: 4,0m³				Estimativa Materiais				Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual							Composição Volumétrica		Composição Aglomerada		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Espalhado	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	1,56	1,74	2,58	2,98	2,85	3,28	4,47	2,78	0,11	6,52	301,95	98,66	93,01
	Areia/solo	2,13	1,46	3,75	2,43	2,72	1,02	2,03	2,22	0,09	4,30	199,26		
	Argamassa	5,13	2,07	2,83	5,19	7,68	2,79	3,71	4,20	0,17	4,15	192,27		
	Material cerâmico	86,69	88,18	81,29	85,30	76,54	87,05	79,12	83,45	3,37	83,33	3862,02		
	Pedra	0,28	—	0,53	0,33	0,62	—	0,76	0,36	0,01	0,37	17,00		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	0,22	—	—	0,16	—	—	0,18	0,08	0,0032	0,03	1,48	1,34	6,41
	Papel/Papelão	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Metais	0,16	0,53	—	—	—	—	0,15	0,12	0,005	0,02	0,83		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Madeira	0,24	—	0,47	—	0,83	—	—	0,22	0,01	1,01	46,75		
	Gesso	3,15	5,67	7,86	3,19	7,73	5,35	8,98	5,99	0,21	0,28	12,89		
Classe C	Manta asfáltica													
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amiante)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Vazio		0,44	0,35	0,69	0,42	1,03	0,51	0,60	0,58	0,02				
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	4,00	100,00	4634,45	100,00	99,42

Tabela 42. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora D.

Construtora D		Comparativo Percentual - Caracterização Qualitativa								
Classe	Materiais	Imagens		Amostra Físicas		Gestores	Volume		Massa	
		Massa (%)	Volume (%)	Massa (%)	Volume (%)	Volume (%)	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	6,52	2,78	6,44	2,78	5,00	3,52	1,28	6,48	0,04
	Areia/solo	4,30	2,22	5,26	2,81	3,00	2,68	0,41	4,78	0,48
	Argamassa	4,15	4,20	4,00	4,18	8,00	5,46	2,20	4,08	0,08
	Material cerâmico	83,33	83,45	77,30	79,82	80,00	81,09	2,05	80,32	3,02
	Pedra	0,37	0,36	0,14	0,10	1,00	0,49	0,36	0,26	0,12
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,03	0,08	0,13	0,34	1,00	0,47	0,47	0,08	0,05
	Papel/ Papelaão	—	—	—	—	1,00	0,33	0,47	—	—
	Metais	0,02	0,12	0,44	0,08	0,50	0,23	0,39	0,23	0,21
	Vidro	—	—	0,07	0,05	0,50	0,18	0,25	0,04	0,04
	Madeira	1,01	0,22	1,27	0,32	1,00	0,51	0,42	1,14	0,13
	Gesso	0,28	5,99	4,93	9,51	4,00	6,50	2,79	2,61	2,33
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	2,00	0,67	—	—	—

Figura 59. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora E.



Tabela 43. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora E.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Amostras Físicas															
Origem: Construtora E				Descrição do resíduos predominante: Material Cerâmico											
Amostra: média 1-2-3		Obra: Residencial			Massa amostrada: 123,33 kg				Volume amostrado: 120 L						
Etapa: Alvenaria		Composição Percentual						Estimativa Materiais		Estimativa Classe					
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ (kg/L)	Massa (%)		Volume (%)		
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)						
Classe A	Concreto	2,16	1,38	1,95	1,25	1,17	0,75	5,28	3,38	1,562	4,28	94,75	2,82	94,75	
	Areia/solo	1,83	1,45	0,77	0,61	0,95	0,75	3,55	2,81	1,262	2,88		2,34		
	Argamassa	2,30	3,35	2,53	3,68	1,50	2,19	6,33	9,22	0,686	5,13		7,68		
	Material cerâmico	34,17	31,28	33,48	30,65	33,96	31,09	101,61	93,02	1,092	82,45		77,52		
	Pedra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Classe B	Plástico	—	—	0,09	0,20	0,43	0,96	0,52	1,16	0,445	0,42	3,06	0,97	3,06	
	Papel/ Papelo	—	—	—	—	0,050	0,17	0,05	0,17	0,298	0,04		0,14		
	Metais	—	—	—	—	0,17	0,17	0,17	0,17	1,000	0,14		0,14		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Madeira	—	—	0,32	0,49	0,29	0,45	0,61	0,94	0,656	0,50		0,78		
	Gesso	0,80	1,95	1,03	2,54	0,59	1,46	2,42	5,95	0,407	1,96		4,96		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,19	—	2,19	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Fibrocimento (c/amianto)	0,50	0,59	0,493	0,58	1,708	2,01	2,70	3,18	0,849	2,19		2,65		
TOTAL		41,76	40,00	40,66	40,00	40,82	40,00	123,23	119,99		100,00	100	100,00	100,00	

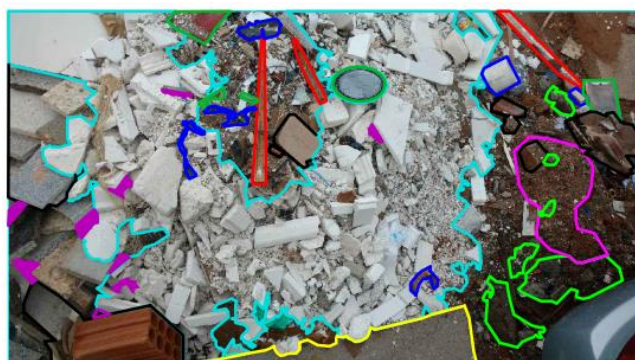
Tabela 44. Caracterização volumétrica por processamento de imagens -Construtora E.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Imagens														
Origem: Construtora E						Descrição do resíduos predominante: Material Cerâmico								
Amostra: média 1-2-3		Obra: Sobrado Residencial			Volume amostrado: 4,0m			Estimativa Materiais				Estimativa Classe		
Classe	Materiais	Composição Percentual							Comp. Volumétrico		Comp. Aglomerado		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Espalhado	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	2,50	1,96	2,07	2,96	3,16	1,45	3,05	2,45	0,10	3,88	156,20	96,84	89,92
	Areia/solo	2,60	2,45	2,47	3,62	2,48	2,83	3,38	2,83	0,11	3,44	138,82		
	Argamassa	4,75	9,72	5,60	4,51	4,97	5,28	4,72	5,65	0,23	3,91	157,78		
	Material cerâmico	84,37	73,95	76,76	83,05	74,45	82,51	77,79	78,98	3,16	85,61	3450,72		
	Pedra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	—	—	0,03	—	0,10	—	0,02	0,02	0,0008	0,00	0,04	1,48	6,58
	Papel/Pap	0,15	0,16	—	0,27	—	—	0,15	0,10	0,00	0,03	1,07		
	Metais	—	—	0,16	0,33	—	—	0,15	0,09	0,03	0,07	3,00		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Madeira	1,24	—	1,47	—	0,93	—	1,20	0,69	0,01	0,16	6,56		
	Gesso	2,15	5,67	8,56	3,19	7,73	5,35	7,08	5,68	0,24	1,21	48,84		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,68	1,88
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amianto)	1,80	2,43	1,65	1,06	2,29	2,07	1,86	1,88	0,08	1,68	67,92		
Vazio		0,44	3,66	1,23	1,01	3,89	0,51	0,60	1,62	0,05				1,62
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	4,00	100,00	4030,95	98,32	100,00

Tabela 45. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora E.

Construtora E		Comparativo Percentual - Caracterização Qualitativa								
Classe	Materiais	Imagens		Amostra Físicas		Gestores	Volume		Massa	
		Massa (%)	Volume (%)	Massa (%)	Volume (%)	Volume (%)	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	1,88	2,45	4,28	2,82	5,00	3,42	1,38	3,08	1,20
	Areia/solo	3,44	2,83	2,88	2,34	3,00	2,72	0,34	3,16	0,28
	Argamassa	3,91	5,65	5,13	7,68	8,00	7,11	1,27	4,52	0,61
	Material cerâmico	85,61	78,98	82,45	77,52	80,00	78,83	1,25	84,03	1,58
	Pedra	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico		0,02	0,42	0,97	1,00	0,66	0,56	0,21	0,21
	Papel/Papelão	0,03	0,10	0,04	0,14	1,00	0,41	0,41	—	—
	Metais	0,07	0,09	0,14	0,14	0,50	0,24	0,29	0,11	0,04
	Vidro									
	Madeira	0,16	0,69	0,50	0,78	1,00	0,82	0,16	0,33	0,17
	Gesso	1,21	5,68	1,96	4,96	4,00	4,88	0,84	1,59	0,38
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fibrocimento (c/amianto)	1,68	1,88	2,19	2,65	2,00	0,67	1,90	1,94	0,26

Figura 60. Caracterização dos RCC a imagens fotográfica no Autocad - Construtora F.



BASE:

1,54% CONCRETO	4,07% ARGAMASSA	21,24% MATERIAL CERÂMICO
2,56% SOLO/AREIA	0,54% MADEIRA	0,46% METAL
68,47% GESSO	0,35% PLÁSTICO	0,44% VAZIO
	0,33% PEDRA	



MEIO:

1,75% CONCRETO	3,65% ARGAMASSA	19,67% MATERIAL CERÂMICO
2,05% SOLO/AREIA	71,86% GESSO	0,23% METAL
	0,43% PLÁSTICO	0,36% VAZIO



LATERAL 1:

1,82% CONCRETO	4,18% ARGAMASSA	21,12% MATERIAL CERÂMICO
2,01% SOLO/AREIA	0,33% MADEIRA	0,15% METAL
69,43% GESSO	0,27% PEDRA	0,69% VAZIO



LATERAL 2:

1,96% CONCRETO	3,53% ARGAMASSA	24,07% MATERIAL CERÂMICO
1,87% SOLO/AREIA	0,67% MADEIRA	66,96% GESSO
	0,52% PLÁSTICO	0,42% VAZIO



LATERAL 3:

1,58% CONCRETO	3,95% ARGAMASSA	20,18% MATERIAL CERÂMICO
2,18% SOLO/AREIA	0,52% PEDRA	0,53% VAZIO
	71,06% GESSO	



LATERAL 4:

1,82% CONCRETO	5,12% ARGAMASSA	20,64% MATERIAL CERÂMICO
1,21% SOLO/AREIA	0,66% PLÁSTICO	0,51% VAZIO
	70,04% GESSO	



ESPALHADO:

1,90% CONCRETO	3,90% ARGAMASSA	18,82% MATERIAL CERÂMICO
1,98% SOLO/AREIA		72,80% GESSO

Tabela 46. Caracterização volumétrica por amostras físicas - Construtora F.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Amostras Físicas															
Origem: Construtora F						Descrição do resíduos predominante: Material Cerâmico									
Amostra: média 1-2-3		Obra: Sobrado Residencial			Massa amostrada: 124,40 kg				Volume amostrado: 120 L						
Etapa: Vedação		Composição Percentual						Estimativa Materiais		Estimativa Classe					
Classe	Materiais	Base		Meio		Topo		Total Final		ρ (kg/L)	Massa		Volume		
		M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)	M (kg)	V (L)		(%)	(%)			
Classe A	Concreto	1,99	1,06	1,59	0,85	0,54	0,29	4,12	2,20	1,874	4,51	35,68	1,77	28,22	
	Areia/solo	1,50	0,83	1,36	0,75	0,80	0,44	3,66	2,02	1,814	4,01		1,62		
	Argamassa	0,92	0,82	1,71	1,53	2,99	2,67	5,62	5,02	1,120	6,16		4,04		
	Material cerâmico	9,94	9,18	8,98	8,23	0,25	8,46	19,17	25,87	0,741	21,00		20,80		
	Pedra	0,38	0,30	0,50	0,40	0,63	0,50	1,13	0,90	1,250	1,23		0,72		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
Classe B	Plástico	—	—	0,07	0,18	0,09	0,23	0,15	0,41	0,368	0,17	63,09	0,33	71,05	
	Papel/Papelão	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Metais	—	—	—	—	0,09	0,10	0,09	0,10	0,917	0,10		0,08		
	Vidro	—	—	0,05	0,06	0,017	0,02	0,02	0,02	0,739	0,02		0,02		
	Madeira	0,22	0,17	0,17	0,13	0,10	0,08	0,49	0,38	1,271	0,53		0,31		
	Gesso	20,77	31,95	17,47	26,89	18,62	28,64	56,86	87,48	0,650	62,27		70,32		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,00	—	0,00	
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
TOTAL		35,72	44,31	31,90	39,02	24,12	41,43	91,31	124,40			100,00	99,00	100,00	99,28

Tabela 47. Caracterização volumétrica por processamento de imagens - Construtora F.

Caracterização Volumétrica dos RCC - Processamento de Imagens														
Origem: Construtora F					Descrição do resíduos predominante: Predominância de Gesso									
Amostra: média 1-2-3		Obra: Sobrado Residencial			Volume amostrado: 5,0m³				Estimativa Materiais				Estimativa Classe	
Classe	Materiais	Composição Percentual							Comp. Volumétrica		Comp. Aglomerado		Massa (%)	Volume (%)
		Base	Meio	Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Espalhado	Média (%)	(m³)	Massa (%)	(kg)		
Classe A	Concreto	1,54	1,75	1,82	1,96	1,58	1,82	1,90	1,77	0,09	4,61	168,66	37,11	28,78
	Areia/solo	2,56	2,05	2,01	1,87	2,18	1,21	1,98	1,98	0,10	4,95	181,14		
	Argamassa	4,07	3,65	4,18	3,53	3,95	5,12	3,90	4,06	0,20	6,13	224,00		
	Material cerâmico	21,24	19,67	21,12	24,07	20,18	20,64	18,82	20,82	1,04	21,07	770,64		
	Pedra	0,33	—	0,27	—	0,52	—	—	0,16	0,01	0,34	12,50		
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe B	Plástico	0,35	0,43	—	0,52	—	0,66	—	0,28	0,0140	0,14	5,15	62,89	70,71
	Papel/Papelão	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Metais	0,46	0,23	0,15	—	—	—	—	0,12	0,006	0,02	0,55		
	Vidro	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Madeira	0,54	—	0,33	0,67	—	—	—	0,22	0,01	0,35	12,71		
	Gesso	68,47	71,86	69,43	66,96	71,06	70,04	72,80	70,09	3,51	62,39	2281,50		
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Fibrocimento (c/amiante)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Vazio		0,44	0,36	0,69	0,42	0,53	0,51	0,60	0,51	0,03				
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	5,00	100,00	3656,85	100,00	99,49

Tabela 48. Caracterização volumétrica por compilação de métodos - Construtora F.

Construtora F		Comparativo Percentual - Caracterização Qualitativa								
Classe	Materiais	Análise por Imagens		Análise Amostra Física		Gestores	Volume		Massa	
		Massa (%)	Volume (%)	Massa (%)	Volume (%)	Volume (%)	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Classe A	Concreto	4,61	1,77	4,51	1,77	5,00	2,85	1,87	4,56	0,05
	Areia/solo	4,95	1,98	4,01	1,62	3,00	2,20	0,71	4,48	0,47
	Argamassa	6,13	4,06	6,16	4,04	8,00	5,37	2,28	6,14	0,01
	Material cerâmico	21,07	20,82	21,00	20,80	70,00	37,21	28,40	21,03	0,04
	Pedra	0,34	0,16	1,23	0,72	1,00	0,63	0,26	0,79	0,45
	Asfalto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe B	Plástico	0,14	0,28	0,17	0,33	1,00	0,54	0,40	0,15	0,01
	Papel/ Papelo	—	—	—	—	1,00	0,33	0,47	—	—
	Metais	0,02	0,12	0,10	0,08	0,50	0,23	0,28	0,06	0,04
	Vidro			0,02	0,02	0,50	0,17	0,23	0,01	0,01
	Madeira	0,35	0,22	0,53	0,31	4,00	1,51	2,16	0,44	0,09
	Gesso	62,39	70,09	62,27	70,32	4,00	48,14	38,22	62,33	0,06
Classe C	Manta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Classe D	Tintas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos									
	Solventes	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Óleos	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fibrocimento (c/amianto)	—	—	—	—	2,00	0,66	—	—	—

APÊNDICE D – MAPA COLABORATIVO DE INFRAESTRUTURAS DO MODELO DE CONSÓRCIO PROPOSTO A MB-13.

