

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



**CENÁRIOS E SISTEMA DE APOIO A GESTÃO  
CONSORCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
APLICADOS À UGRHI 12**

**GUSTAVO HENRIQUE VITAL GONÇALVES**

São Carlos  
2022

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

**CENÁRIOS E SISTEMA DE APOIO A GESTÃO  
CONSORCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
APLICADOS À UGRHI 12**

**Gustavo Henrique Vital Gonçalves**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia Civil

**Área de Concentração:** Construção Civil

**Orientador:** Prof. Dr. José da Costa Marques Neto

São Carlos  
2022



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

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

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Gustavo Henrique Vital Gonçalves, realizada em 31/08/2022.

#### Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jose da Costa Marques Neto (UFSCar)

Prof. Dr. Valdir Schalch (USP)

Prof. Dr. Marco Aurélio Soares de Castro (UNICAMP)

Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro (UNESP)

Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida Leite (UNAERP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

## **AGRADECIMENTOS**

Pretendo aqui deixar o meu agradecimento a todos aqueles que me ajudaram na realização desta tese. Sua realização só foi possível devido ao apoio e colaboração de algumas pessoas.

Agradeço aos meus pais Sônia e Leonardo, pelo amor incondicional, por todo o apoio, compreensão e incentivo: com toda certeza, essa conquista é nossa.

Agradeço ao meu Orientador, Professor Dr. José da Costa Marques Neto, pela orientação no desenvolvimento do trabalho, partilha de informações e disponibilidade ao longo desta caminhada.

Aos professores Marco Aurélio Soares de Castro, Marcus Cesar Avezum Alves de Castro, Valdir Schalch e Wellington Cyro de Almeida Leite, que participaram da minha banca de defesa, e fizeram importantes ressalvas sobre o trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil por todo o aprendizado dedicado por eles. Foi um prazer imenso tê-los como mestres podendo compartilhar de conhecimentos acadêmicos e profissionais durante esta jornada.

Ao professor Gabriel Bueno, pelo auxílio na realização da análise de viabilidade econômica da formação do consórcio intermunicipal.

Ao Luiz Eduardo Melo, pela grande parceria na codificação do SIGECON, e por todos os meses de trabalho incansável no desenvolvimento do sistema.

Às Prefeituras de Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlândia, Terra Roxa e Viradouro pela disponibilidade de dados para realização dessa pesquisa.

Às empresas de coleta de RCC da Bacia do Baixo Pardo/Grande, pelos dados e informações prestadas.

E a todos os outros que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse finalizar esta tese, com bom aprendizado e aproveitamento.

## RESUMO

Os resíduos da construção civil (RCC) constituem atualmente um dos maiores problemas das áreas urbanas, visto que são gerados em volumes significativos, e nem sempre recebem uma destinação final adequada. Uma das maneiras de minimizar o impacto provocado pelos RCC é através da implementação de uma gestão integrada, que necessita de uma abordagem apoiada em ferramentas de tomada de decisão. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um sistema computacional como subsídio à gestão consorciada dos resíduos da construção civil para os municípios brasileiros e analisar a viabilidade da formação de consórcios intermunicipais. Para isso, foi realizado inicialmente um diagnóstico na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (BH-BPG) pertencente a 12ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 12) do Estado de São Paulo de modo a identificar os principais desafios de uma gestão integrada de RCC. Para o estudo na UGRHI 12, foram coletados dados da situação dos RCC nos 12 municípios integrantes, através da aplicação de questionário aos gestores e por meio visitas aos municípios para levantamentos *in loco* das áreas de disposição final. Com base nos resultados obtidos, foi possível estimar que a produção de RCC nos municípios pertencentes à UGRHI 12 é de 439,12 toneladas por dia, com média *per capita* de 131 kg/hab.dia, sendo a grande maioria pertencentes a classe A (75%), podendo desta forma ser reutilizados ou reciclados como agregados. Esses dados demonstram a necessidade de políticas específicas de gestão dos RCC para municípios de pequeno porte. Também verificou-se que nenhum dos municípios possuem aterros de resíduos da construção civil, áreas de transbordo e triagem e usina pública de reciclagem de resíduo classe A, infraestruturas essenciais para o gerenciamento dos RCC gerados. Com base nesses resultados foi avaliado a viabilidade econômica de três cenários distintos para formação de consórcio intermunicipal para a gestão dos RCC na UGRHI 12. A formação de um consórcio entre os municípios em que eles compartilhariam áreas de transbordo e triagem e uma usina de reciclagem fixa, resultou em uma TIR de 78,79% e um VPL de R\$ 29.094.983,16 e um payback de 1 ano e 7 meses. Nos três cenários analisados constatou-se que esse modelo de gestão pode ser viável e lucrativo, podendo trazer redução de custos e ganho de escala. A partir das necessidades identificadas nos municípios, que dificultam a implementação de uma gestão integrada de RCC, foram definidas as ferramentas adequadas para o sistema suprir as demandas, de modo que haja uma integração. Por fim, desenvolveu-se o Sistema de Gestão Consorciada de Resíduos da Construção (SIGECON). Foi estabelecido o modelo conceitual e a instanciação dos três módulos do sistema. A partir da etapa de estruturação, realizou-se a codificação do *software*. Após a codificação, realizou-se a integração dos módulos e a validação do *software*, para verificação da aplicabilidade do sistema. O SIGECON foi testado e validado na UGRHI 12. Conclui-se que o sistema de apoio favorece a implementação da gestão consorciada de RCC em municípios brasileiros, ao dispor de ferramentas de controle e otimização, bem como um banco de dados que permite a adequação dos municípios à realidade da região.

**Palavras-chave:** Resíduos da Construção Civil. Consórcios Intermunicipais. UGRHI 12. Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande. Custos.

## ABSTRACT

Construction waste (CW) is currently one of the biggest problems in urban areas, since it is generated in significant volumes, and does not always receive an adequate final destination. One way to minimize the impact caused by CW is through the implementation of an integrated management, which requires an approach supported by decision-making tools. Thus, this research had the objective of developing a computational system as a subsidy to the consortium management of civil construction waste for Brazilian municipalities and to analyze the feasibility of the formation of inter-municipal consortiums. For this, a diagnosis was initially made in the Baixo Pardo/Grande Watershed (BH-BPG) belonging to the 12th Water Resources Management Unit (UGRHI 12) of the State of São Paulo in order to identify the main challenges of an integrated management of CW. For the study in UGRHI 12, data were collected on the situation of CW in the 12 municipalities, through the application of a questionnaire to managers and through visits to the municipalities for on-site surveys of the final disposal areas. Based on the results obtained, it was possible to estimate that the production of CW in the municipalities belonging to UGRHI 12 is 439.12 tons per day, with a per capita average of 131 kg/inhabitant per day, most of which belong to class A (75%), and can therefore be reused or recycled as aggregates. These data demonstrate the need for specific policies for the management of CW for small municipalities. It was also found that none of the municipalities have landfills for civil construction waste, areas for overflow and sorting, and a public recycling plant for class A waste, essential infrastructures for the management of the CW generated. Based on these results, the economic feasibility of three different scenarios for the formation of an inter-municipal consortium for the management of CW in UGRHI 12 was evaluated. The formation of a consortium among the municipalities in which they would share overflow and sorting areas and a fixed recycling plant resulted in an TIR of 78.79% and a VPL of R\$ 29,094,983.16 and a payback of 1 year and 7 months. In the three scenarios analyzed it was found that this management model can be viable and profitable, considering that it brings cost reduction and gain of scale. From the needs identified in the municipalities, which hinder the implementation of an integrated management of CW, the appropriate tools were defined for the system to meet the demands, so that there is an integration. Finally, the System of Consortium Management of Construction Waste (SIGECON) was developed. The conceptual model and the instantiation of the three system modules were established. After the structuring stage, the software was coded. After coding, the modules were integrated and the software was validated to verify its applicability. SIGECON was tested and validated in the UGRHI 12. It can be concluded that the support system favors the implementation of the consortium management of CW in Brazilian municipalities, by having control and optimization tools, as well as a database that allows the adequacy of the municipalities to the reality of the region.

**Keywords:** Construction Waste. Intermunicipal Consortiums. UGRHI 12. Baixo Pardo/Grande Watershed. Cost.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Participação das regiões na geração de RSU(%).....	26
Figura 2 - Coleta de RCC pelos municípios nas regiões brasileiras.....	30
Figura 3 - Origem dos RCC em algumas cidades brasileiras (% da massa total).....	31
Figura 4 - Principais marcos legais relacionados aos RCC em âmbito federal .....	36
Figura 5 - Composição dos RCC em 22 municípios do Estado de São Paulo .....	49
Figura 6 - Estruturação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil .....	52
Figura 7 - Modelo de Área de Transbordo e Triagem de Resíduos (ATT) .....	56
Figura 8 - Modelo de layout para posto de recebimento de pequenos volumes ..	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Figura 9 - Exemplo de bacia de captação de um PEV .....	59
Figura 10 - Materiais produzidos pelas unidades de reciclagem de RCC no Brasil ..	65
Figura 11 - Distribuição das unidades de manejo de RCC por região no Brasil em 2018 .....	65
Figura 12 - Principais canais de escoamento de materiais reciclados de RCC no Brasil .....	66
Figura 13 - Linha do tempo do histórico dos consórcios públicos .....	71
Figura 14 - Percentual de Municípios com consórcios públicos, segundo o tipo de parceria - 2015/2019 .....	75
Figura 15 - Percentual de Municípios com consórcio público, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho.....	76
Figura 16 - Percentual de Municípios com consórcios públicos, segundo a área de atuação - 2015/2019 .....	77
Figura 17 - Componentes de um sistema de apoio à decisão .....	79
Figura 18 - Estrutura metodológica para o desenvolvimento do SAD .....	83
Figura 19 - Fluxo da destinação do RCC nos municípios consorciados .....	87
Figura 20 - Cenário 1: usina e aterro de RCC sendo compartilhados entre os municípios .....	89
Figura 21 - Cenário 2: compartilhamento de áreas de transbordo e triagem .....	90
Figura 22 - Cenário 3: Compartilhamento de usina de reciclagem móvel .....	91
Figura 23 - Localização da UGRHI Baixo Pardo/Grade .....	100

Figura 24 - Municípios pertencentes a UGRHI 12.....	101
Figura 25 - Produção de resíduos da construção civil por municípios na UGRHI 12 .....	104
Figura 26 - Geração média <i>per capita</i> dos RCC nos municípios da UGRHI 12 .....	104
Figura 27 - Análise descritiva dos fatores que dificultam a gestão dos RCC nos municípios .....	109
Figura 28 - Análise descritiva dos diferentes modelos de gestão dos RCC .....	110
Figura 29 - Compartilhamento de ATT proposto para o cenário 2 .....	117
Figura 30 - Trajeto proposto para compartilhamento da usina de reciclagem entre os municípios .....	119
Figura 31 - Localização geográfica do município de Altair/SP .....	122
Figura 32 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Altair .....	125
Figura 33 - Depósito de RCC utilizado pela Prefeitura de Altair.....	125
Figura 34 - Localização geográfica do município de Barretos - SP .....	127
Figura 35 - Localização do Aterro Sanitário Municipal de Barretos/SP .....	129
Figura 36 - Entrada da Usina de Reciclagem de Entulhos da Construção Civil (URECC) .....	131
Figura 37 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Barretos.....	132
Figura 38 - Localização geográfica do município de Bebedouro/SP .....	134
Figura 39 - Localização do CGR Cantanduva/SP .....	137
Figura 40 - Coleta de RCC pela empresa Bebedouro Caçambas.....	138
Figura 41 - Pátio de triagem e transbordo de Bebedouro .....	138
Figura 42 - Recebimento de RCC no CGR de Catanduva/SP .....	139
Figura 43 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Bebedouro.....	140
Figura 44 - Localização geográfica do município de Colina/ SP .....	142
Figura 45 - Acondicionamento de RCC em frente as residências de Colina .....	145
Figura 46 - RCC de Colina utilizado nas estradas rurais.....	145
Figura 47 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Colina .....	146
Figura 48 - Localização geográfica do município de Colômbia/SP .....	148
Figura 49 - Localização do Aterro Sanitário Municipal de Colômbia .....	150
Figura 50 - Aterro Sanitário Municipal de Colômbia .....	150
Figura 51 - Serviço de trituração dos galhos mecanizada das podas realizadas na área urbana .....	151
Figura 52 - Local de armazenamento de resíduos recicláveis de Colômbia .....	152



Figura 53 - Caçamba utilizada para coleta de RCC em Colômbia .....	153
Figura 54 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Colômbia .....	154
Figura 55 - Volumes percentuais de RCC por origem em Colômbia .....	154
Figura 56 - Área destinada para triagem de RCC em Colômbia .....	155
Figura 57 - Localização geográfica do município de Guaraci/SP .....	157
Figura 58 - Vala com resíduos no Aterro de Guaraci .....	158
Figura 59 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Guaraci.....	160
Figura 60 - Depósito de RCC de Guaraci utilizado pela Prefeitura .....	160
Figura 61 - Localização geográfica do município de Icém/SP .....	162
Figura 62 - Coleta de poda de árvore e roçagem em Icém .....	164
Figura 63 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Icém .....	165
Figura 64 - RCC de Icém utilizado em estradas rurais.....	166
Figura 65 - Localização geográfica do município de Jaborandi/SP .....	168
Figura 66 - Vista geral do aterro de Jaborandi .....	170
Figura 67 - Disposição de podas de árvores nas ruas de Jaborandi.....	170
Figura 68 - Disposição de RCC na área do aterro de Jaborandi.....	171
Figura 69 - Coleta de resíduos da construção civil em Jaborandi .....	172
Figura 70 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Jaborandi .....	173
Figura 71 - Localização geográfica do município de Morro Agudo - SP.....	174
Figura 72 - Coleta de RCC no município de Morro Agudo .....	177
Figura 73 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Morro Agudo .....	178
Figura 74 - Área de descarte de RCC de Morro Agudo/SP.....	179
Figura 75 - Localização geográfica do município de Orlândia/SP .....	181
Figura 76 - Instalação da CGR Jardinópolis/SP .....	183
Figura 77 – Equipe realizando a roçada em canteiros centrais.....	184
Figura 78 - Cooperativa dos Recicladores de Orlândia.....	185
Figura 79 - Coleta de RCC no município de Orlândia .....	185
Figura 80 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Orlândia.....	187
Figura 81 - Localização do aterro de inertes de Franca/SP .....	187
Figura 82 - Localização geográfica do município de Terra Roxa /SP.....	189
Figura 83 - Localização do aterro sanitário de Terra Roxa .....	192
Figura 84 - RCC aguardando coleta da prefeitura de Terra Roxa.....	193
Figura 85 - Área de deposição temporária de RCC em Terra Roxa.....	193
Figura 86 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Terra Roxa .....	194

Figura 87 - Localização geográfica do município de Viradouro/SP .....	196
Figura 88 - Aterro sanitário de Viradouro/SP .....	198
Figura 89 - Caminhão Poliguindaste carregando caçamba estacionária em Viradouro .....	199
Figura 90 - Área de deposição de RCC em Viradouro .....	200
Figura 91 - Distribuição percentual da composição dos RCC de Viradouro.....	201
Figura 92 - Fluxograma do modelo conceitual do sistema SIGECON.....	203
Figura 93 - Fluxograma do cadastro do Comitê e dos municípios .....	204
Figura 94 - Fluxograma do cadastro de agentes envolvidos com a gestão do RCC .....	205
Figura 95 - Fluxograma do cálculo da estimativa de geração de RCC do município .....	206
Figura 96 - Fluxograma do cálculo da geração de RCC por classe .....	207
Figura 97 - Fluxograma do cálculo da geração de RCC por material.....	208
Figura 98 - Cálculo da densidade e composição percentual do RCC .....	209
Figura 99 - Fluxograma do Controle de Transporte de Resíduos .....	210
Figura 100 - Fluxograma de funcionamento da ferramenta de denúncia de descarte irregular de RCC .....	211
Figura 101 - Fluxograma do diagnóstico geral dos municípios .....	212
Figura 102 - Fluxograma do dimensionamento de ecopontos.....	213
Figura 103 - Fluxograma do dimensionamento das ATT .....	215
Figura 104 - Fluxograma do dimensionamento da usina de reciclagem de RCC....	216
Figura 105 - Interface de <i>login</i> do sistema .....	218
Figura 106 - Interface referente à solicitação de adesão ao sistema .....	218
Figura 107 - Interface referente ao registro de denúncia de descarte irregular de RCC .....	219
Figura 108 - Interface referente à tela inicial do sistema.....	219
Figura 109 - Interface referente à análise do pedido de adesão ao sistema .....	220
Figura 110 - Interface referente à aprovação de destinações .....	220
Figura 111 - Interface referente à relação de empresas ativas no sistema.....	221
Figura 112 - Interface referente ao cadastro de dados do município .....	221
Figura 113 - Interface referente à caracterização quantitativa do RCC.....	222
Figura 114 - Interface referente à caracterização qualitativa do RCC.....	222
Figura 115 - Interface referente ao cálculo da densidade e composição do RCC...223	223

Figura 116 - Interface referente ao cadastro de dados complementares das empresas privadas de coleta de RCC.....	223
Figura 117 - Interface referente ao cadastro de dados complementares de Destinação .....	224
Figura 118 - Interface referente ao registro de obras .....	224
Figura 119 - Interface referente à emissão de CTR (construtora) .....	225
Figura 120 - Interface referente ao aceite de transporte de RCC e impressão de CTR .....	225
Figura 121 - Interface referente à baixa de CTR na Destinação .....	226
Figura 122 - Interface referente à listagem de usuários cadastrados no sistema ...	226
Figura 123 - Interface referente às legislações de RCC.....	227
Figura 124 - Interface referente ao diagnóstico por município .....	227
Figura 125 - Estimativa de geração de resíduos em Bebedouro/SP.....	228
Figura 126 - Estimativa de geração de resíduos por classes em Bebedouro/SP....	229
Figura 127 - Estimativa de geração de resíduos por tipo de material em Bebedouro/SP .....	229
Figura 128 - Dimensionamento da área de transbordo e triagem para o município de Bebedouro/SP .....	230
Figura 129 - Dimensionamento dos ecopontos para o município de Bebedouro/SP .....	230
Figura 130 - Diagnóstico geral dos municípios da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande.....	231
Figura 131 - Dimensionamento da Usina de Reciclagem de RCC.....	231

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a origem .....	27
Quadro 2 - Publicações sobre gerenciamento de RCC em canteiros .....	32
Quadro 3 - Materiais perigosos presentes em determinados tipos de RCC.....	34
Quadro 4 - Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 ...	35
Quadro 5 - Conceitos empregados na gestão e gerenciamento dos RCC.....	37
Quadro 6 - Conceitos empregados na gestão e gerenciamento dos RCC.....	39
Quadro 7 - Diretrizes para gestão dos RCC.....	42
Quadro 8 - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC .....	44
Quadro 9 - Definição das instalações para manejo de RCC e volumosos, de responsabilidade pública, em município com dimensões típicas .....	60
Quadro 10 - Classificação dos Sistemas de Apoio à Decisão.....	80
Quadro 11 - Datas de realização dos trabalhos de campo nos municípios da UGRHI Baixo Pardo/Grande.....	85
Quadro 12 - UGRHIs segundo classificação numérica .....	99
Quadro 13 - Aspectos relativos a gestão dos RCC na UGRHI 12.....	106
Quadro 14 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Altair/SP .....	126
Quadro 15 - Endereço dos Ecopontos de Barretos.....	130
Quadro 16 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Barretos/SP .....	133
Quadro 17 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Bebedouro/SP .....	140
Quadro 18 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Colina/SP .....	147
Quadro 19 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Colômbia/SP .....	156
Quadro 20 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Guaraci/SP .....	161
Quadro 21 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Icém/SP.....	167
Quadro 22 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Jaborandi/SP.....	173
Quadro 23 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Morro Agudo/SP ..	180
Quadro 24 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Orlandia/SP .....	188
Quadro 25 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Terra Roxa/SP.....	195
Quadro 26 - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Viradouro/SP .....	201

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fonte geradora e componentes dos RCC (em %) .....	31
Tabela 2 - Levantamento da participação de RCC nos RSU .....	33
Tabela 3 - Estimativa sobre a geração de RCC em diversos municípios .....	46
Tabela 4 - Composição, em porcentagens, do RCC de algumas cidades brasileiras .....	48
Tabela 5 - Estimativa dos custos de instalação de usinas de reciclagem de RCC no Brasil .....	64
Tabela 6 - Geração de RCC e Resíduos Sólidos (RS) na União Europeia em 2018	68
Tabela 7 - Indicadores territoriais e demográficos da UGRHI 12 .....	102
Tabela 8 - Número de municípios e percentuais por grupos do IPRS.....	103
Tabela 9 - Geração de RCC por classe de material .....	103
Tabela 10 – Metas fixadas no PMGIRS dos municípios da UGRHI 12 .....	105
Tabela 11 - Matriz de distâncias entre os municípios da UGRHI 12 .....	112
Tabela 12 - Estimativa de geração de RCC nos municípios da UGRHI 12.....	113
Tabela 13 - Resumo dos principais parâmetros de projeto para o estudo de caso	114
Tabela 14 - Momento de transporte de RCC (t.km/dia).....	115
Tabela 15 - Resumo dos custos avaliados para o cenário 1 no ano de 2022 .....	115
Tabela 16 - Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 1 .....	116
Tabela 17 - Resumo dos custos avaliados para o cenário 2 no ano de 2022 .....	118
Tabela 18 - Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 2.....	118
Tabela 19 - Resumo dos custos avaliados para o cenário 3 no ano de 2022 .....	120
Tabela 20 - Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 3.....	120
Tabela 21 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	123
Tabela 22 - Resultados dos indicadores do IPRS de Altair/SP .....	123
Tabela 23 - Estimativa da geração de RCC no município de Altair .....	124
Tabela 24 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	128
Tabela 25 - Resultados dos indicadores do IPRS de Barretos/SP .....	128
Tabela 26 - Estimativa da geração de RCC no município de Barretos .....	132
Tabela 27 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	134

Tabela 28 - Resultados dos indicadores do IPRS de Bebedouro/SP .....	135
Tabela 29 - Estimativa da geração de RCC no município de Bebedouro .....	139
Tabela 30 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	142
Tabela 31 - Resultados dos indicadores do IPRS de Colina/SP .....	143
Tabela 32 - Estimativa da geração de RCC no município de Colina.....	146
Tabela 33 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	148
Tabela 34 - Resultados dos indicadores do IPRS de Colômbia/SP .....	149
Tabela 35 - Estimativa da geração de RCC no município de Colômbia.....	153
Tabela 36 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	157
Tabela 37 - Resultados dos indicadores do IPRS de Guaraci/SP.....	158
Tabela 38 - Estimativa da geração de RCC no município de Guaraci .....	159
Tabela 39 - Resultados dos indicadores do IPRS de Icém/SP .....	163
Tabela 40 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	163
Tabela 41 - Estimativa da geração de RCC no município de Icém .....	166
Tabela 42 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	169
Tabela 43 - Resultados dos indicadores do IPRS de Jaborandi/SP.....	169
Tabela 44 - Estimativa da geração de RCC no município de Jaborandi .....	172
Tabela 45 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	175
Tabela 46 - Resultados dos indicadores do IPRS de Morro Agudo/SP.....	175
Tabela 47 - Estimativa da geração de RCC no município de Morro Agudo .....	178
Tabela 48 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	182
Tabela 49 - Resultados dos indicadores do IPRS de Orlândia/SP .....	182
Tabela 50 - Dados das empresas privadas de coleta de RCC em Orlândia .....	186
Tabela 51 - Estimativa da geração de RCC no município de Orlândia .....	186
Tabela 52 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	190
Tabela 53 - Resultados dos indicadores do IPRS de Terra Roxa/SP .....	190

Tabela 54 - Estimativa da geração de RCC no município de Terra Roxa .....	194
Tabela 55 - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019 .....	196
Tabela 56 - Resultados dos indicadores do IPRS de Viradouro/SP .....	197
Tabela 57 - Estimativa da geração de RCC no município de Viradouro .....	200
Tabela 58 - Detalhamento dos equipamentos e obras civis previstas para as infraestruturas .....	268
Tabela 59 - Detalhamento dos custos para o Ecoponto.....	269
Tabela 60 - Detalhamento dos custos para a Área de Transbordo e Triagem.....	269
Tabela 61 - Detalhamento dos custos para o aterro de resíduos da construção civil classe A (10 t/h) .....	270
Tabela 62 - Detalhamento dos custos para a usina de reciclagem de RCC (50 t/h) .....	270
Tabela 63 - Detalhamento dos custos para a usina de reciclagem móvel de RCC (50 t/h).....	270

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ATT	Área de Transbordo e Triagem de Resíduos
CBH-BPG	Comitê de Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Controle de Transporte de Resíduos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PHP	Hypertext Preprocessor
PMGRCC	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SIGECON	Sistema de Gestão Consorciada de Resíduos da Construção Civil
SNIR	Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos
t	Toneladas
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
URPV	Unidade de Recebimento de Pequeno Volume



# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	16
1.2 Hipótese .....	19
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo geral .....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Estruturação da tese .....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1 Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento .....	22
2.2 Resíduos da construção civil.....	24
2.2.1 Definição e classificação dos resíduos sólidos.....	24
2.2.2 Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	26
2.2.3 Resíduos da Construção Civil .....	29
2.2.4 Classificação dos Resíduos da Construção Civil .....	33
2.2.5 Instrumentos legais voltados à gestão dos RCC.....	35
2.2.6 Caracterização dos RCC gerados nos municípios .....	45
2.2.7 Gestão e Gerenciamento dos RCC .....	49
2.2.8 Alternativas de destinação de RCC nos municípios.....	53
2.2.9 Contexto Internacional dos RCC .....	66
2.3 Consórcio intermunicipal .....	69
2.3.1 A Lei dos Consórcios Públicos .....	71
2.3.2 Panorama dos consórcios públicos no Brasil .....	75
2.4 Sistemas de apoio à decisão.....	78
3 METODOLOGIA.....	81
3.1 Classificação da pesquisa .....	81
3.2 procedimentos metodológicos e instrumentos da pesquisa .....	82
3.2.1 Aquisição de conhecimento.....	83
3.2.2 Estudo dos RCC na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande .....	84
3.2.3 Proposta de criação de consórcio intermunicipal para UGRHI 12.....	87
3.2.3 Estruturação do sistema para gestão consorciada dos RCC .....	97
3.2.4 Codificação do sistema .....	98

3.2.5 Validação do sistema .....	98
4 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA UGRHI BAIXO PARDO/GRANDE .....	99
4.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica do UGRHI do Baixo Pardo/Grande .....	99
4.2 Aspectos gerais dos RCC na UGRHI Baixo Pardo/Grande.....	103
4.3 Proposta de criação de Consórcio Intermunicipal PARA UGRHI 12 .....	111
4.3.2 Caracterização do projeto de investimento .....	112
4.3.3 Análise de viabilidade econômica .....	113
4.4 A situação da gestão dos resíduos da construção civil nos municípios da UGRHI do Baixo Pardo/Grande .....	121
4.4.1 Município de Altair .....	121
4.4.2 Município de Barretos.....	127
4.4.3 Município de Bebedouro.....	133
4.4.4 Município de Colina .....	141
4.4.5 Município de Colômbia .....	147
4.4.6 Município de Guaraci.....	156
4.4.7 Município de Icém .....	161
4.4.8 Município de Jaborandi .....	167
4.4.9 Município de Morro Agudo .....	174
4.4.10 Município de Orlandia.....	180
4.4.11 Município de Terra Roxa .....	189
4.4.12 Município de Viradouro.....	195
5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SIGECON) .....	202
5.1 Modelo conceitual .....	202
5.2 Instanciação do modelo.....	204
5.2.1 Informações e cadastro para a utilização do sistema.....	204
5.2.2 Módulo Diagnóstico dos RCC nos municípios.....	205
5.2.2 Módulo Gerenciamento dos RCC nos municípios.....	210
5.2.3 Módulo Gestão Consorciada .....	212
5.2.3 Módulo Informações .....	217
5.3 Codificação do sistema .....	217
5.4 Validação do sistema .....	228
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	232

REFERÊNCIAS.....	236
Apêndice A - Questionário destinado aos municípios pertencentes à UGRHI 12 ..	250
Apêndice B - Questionário destinado aos agentes envolvidos na coleta e transporte de RCC .....	255
Apêndice C - Proposta de Protocolo de Intenções para formação do consórcio intermunicipal .....	256
Apêndice D - Detalhamento dos equipamentos e obras civis para as infraestruturas previstas.....	268
Apêndice E - Detalhamento dos custos para as infraestruturas previstas .....	269
Apêndice F - Tabela de análise econômica para o cenário 1.....	272
Apêndice G - Tabela de análise econômica para o cenário 2 .....	273
Apêndice H - Tabela de análise econômica para o cenário 3 .....	274
Apêndice I - Investimento necessário para implantação das infraestruturas propostas para o consórcio.....	275
Apêndice J - Relatório do diagnóstico do município de Bebedouro/SP.....	276
Apêndice K - Relatório do diagnóstico geral da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande.....	279

# 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil constitui-se como um dos maiores e mais ativos setores em todo o mundo. Possui importância significativa no conjunto da economia, estando diretamente relacionada ao desenvolvimento social. No entanto, o acelerado processo de industrialização e ocupação urbana resultou em um aumento significativo da geração de resíduos sólidos (RSU) e tem sido apontado como um dos maiores geradores de impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais não renováveis, ou pela intensa geração de resíduos, cuja destinação nem sempre acontece de maneira adequada (OSSA *et al.*, 2011).

Segundo Aslam *et al.* (2020), o crescimento populacional nos centros urbanos impulsionou a expansão dos bairros residenciais, que exigem a ampliação das infraestruturas urbanas, como ruas, avenidas, rodovias, pontes e represas. Nesta situação, tanto as obras públicas como as privadas acabam gerando uma maior quantidade de resíduos, visto que este é uma consequência do desenvolvimento econômico e social de um município.

Em 2020, segundo o panorama da ABRELPE (2021), a geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) no Brasil foi de 44,5 milhões de toneladas, número que representa mais de 56% do peso total de todos os resíduos sólidos gerados no país. Esse alto índice de geração muitas vezes é ocasionado devido à falta de controle nas etapas de gerenciamento realizadas pelas empresas e pela administração pública. Além disso, a destinação inadequada dos resíduos em praças, ruas, margens de rios e aterros clandestinos aumentou 16% em relação à 2010, que afeta a saúde de 77,65 milhões de brasileiros, com um custo ambiental e de tratamento de saúde na ordem de 1 bilhão USD/ ano.

A busca incessante pela gestão eficiente dos RCC é uma situação problemática que preocupa todos os países do mundo, porque é um problema que tende a se agravar com o desenvolvimento das cidades ao longo dos anos (Li *et al.*, 2020). Na Europa, segundo a Comissão Europeia (CE), os RCC constituem o maior fluxo, em volume, de resíduos da União Europeia (UE), contribuindo em 2018 com 35,9% do total, mais de um terço de todos os resíduos gerados (EUROSTAT, 2018a).

Para mudar este cenário, o continente se dedica ao cumprimento das metas previstas no plano de ações *European Green Deal*, pacote de iniciativas estratégicas

que visa colocar a UE na via rumo a uma transição ecológica, com o objetivo de alcançar a neutralidade climática até 2050, em termos de captação de recursos e respeito ao meio ambiente. Neste pacote existem duas políticas que tratam da gestão de RCC, a Política da Indústria Sustentável e a Política da Construção e Inovação (EC, 2021).

A *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos mapeia anualmente os principais resíduos constituintes dos RCC e o seu respectivo descarte, um monitoramento que auxilia nas políticas de reciclagem, reuso e reaproveitamento desse material. Cerca de 54% dos RCC no país são processados como agregados, 24% é destinado para aterros sanitários, 20% é manufaturado como produto e somente 1% é reutilizado como combustível (EPA, 2020).

A geração de RCC também é significativa em países de mercados emergentes. A indústria da construção civil da China cresceu 57,35%, nas últimas três décadas, o que provocou a geração de 1,0 bilhão de toneladas de RCC/ano (LI *et al.*, 2020).

Dessa forma, a conscientização dos limites de espaço e de consumo de recursos naturais vem despertando, cada vez mais, a preocupação com a manutenção de tais recursos para as próximas gerações (LIN, 2020).

De acordo com Parchomenko *et al.* (2020), apesar da existência da possibilidade de redução da quantidade de resíduos gerados durante a produção, consumo e pós-consumo, eles sempre serão gerados. Com o intuito de se alcançar um nível que seja satisfatório de redução de resíduos, deve-se buscar novas tecnologias para obtenção de produtos recicláveis com máximo desempenho técnico e que seja economicamente competitivo.

Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. Por um lado, a disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem ambiental, estética e de saúde pública. Por outro lado, eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC representam uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2005a).

Outro agravante para o descarte irregular dos resíduos da construção civil é que a cultura de reciclagem e reutilização do material no próprio canteiro de obras ainda é pouco difundida nas pequenas e médias construtoras. A remoção destes resíduos acaba ficando a cargo das administrações municipais, o que onera os cofres

públicos, ou de empresas de serviços de coleta e transporte desse material, e que nem sempre dão a destinação correta para ele (SALVI, 2020).

Além disso, os municípios não fornecem uma estrutura adequada que permita a segregação, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos RCC, o que estimula a deposição irregular em vias públicas e margens de rios. Com a falta de um plano de gerenciamento desses resíduos, as administrações municipais vêm enfrentando graves problemas ambientais.

O Brasil apresenta 5.570 municípios espalhados por todo território, dos quais 88% possuem até 50 mil habitantes, sendo considerados municípios de pequeno e médio porte e com pouca estrutura para manter um sistema de gestão de resíduos em patamares adequados do ponto de vista sanitário e ambiental (IBGE, 2019a). Para essas cidades coube copiar os sistemas já empregados pelos grandes municípios, que nem sempre são adequados à sua realidade econômica ou espacial, ou muitas vezes continuam a desconsiderar o problema (MARQUES NETO, 2009).

Novos arranjos institucionais públicos, como os consórcios públicos intermunicipais, têm se mostrado uma excelente alternativa para a gestão compartilhada dos resíduos, principalmente para a grande maioria dos pequenos e médios municípios, que em sua maioria não gera quantidade suficientes de RCC que justifique o investimento público na construção e manutenção de usinas de reciclagem desses materiais de forma isolada.

Desta forma, os consórcios públicos são apontados como uma ferramenta para suprir os problemas de carência pessoal, infraestrutura e recursos financeiros, verificado sobretudo nos municípios menores, propiciando a institucionalização da gestão ambiental local (SANTOS *et al.*, 2016). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, prevê a realização de planos intermunicipais, microrregionais e de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, que devem ser efetivados por meio de consórcios públicos.

A formação de consórcios intermunicipais é fundamental para conferir escala, eficácia e economicidade à disposição apropriada dos resíduos da construção civil, contudo esse arranjo tem enfrentado diversas dificuldades para prosperar. Segundo Prates (2018) várias dificuldades são apontadas para formação dos consórcios públicos: ausência ou deficiência de planejamento, que a partir de um diagnóstico da situação estabeleça princípios, prioridades e metas; baixa qualificação do corpo

técnico para realizar o planejamento das etapas de gestão de modo a atender satisfatoriamente as necessidades urbanas; carência de cooperação e execução de ações compartilhadas entre os diversos níveis de atuação do Poder Público; no entanto, a questão financeira perpassa todas estas dificuldades citadas.

Neste contexto, surge a necessidade de desenvolvimento de uma ferramenta informatizada que auxilie na implementação de uma gestão integrada de RCC, envolvendo as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, e que contemplem técnicas e soluções que localizem os pequenos e grandes geradores, de forma a promover a redução da geração e melhoria no gerenciamento nas etapas de coleta, transporte, reutilização e reciclagem, além de alternativas de tratamento e disposição final.

Tais ferramentas são de fundamental importância para o gerenciamento de resíduos, pois propõem uma simplificação do processo de gerenciamento com um controle rigoroso de atividades como transporte e destinação final, e possibilita o desenvolvimento de programas de redução de resíduos e, conseqüentemente, a minimização da despesa no gerenciamento (AYRES, 2014; FERREIRA, 2019).

Desta forma, esta pesquisa surge como proposta de contribuir para uma gestão mais eficiente dos RCC provenientes de pequenos e médios municípios, ao dar apoio através da apresentação de alternativas para gestão consorciada desse material.

## **1.2 HIPÓTESE**

A utilização de um sistema de apoio à gestão consorciada de RCC em ambiente computacional contribui para identificar as melhores alternativas de gestão compartilhada para municípios brasileiros.

## **1.3 OBJETIVOS**

A seguir é apresentado o objetivo geral da pesquisa, bem como os objetivos específicos.

### **1.3.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um sistema computacional como subsídio à gestão consorciada de resíduos da construção civil para municípios brasileiros.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar diagnóstico dos principais itens que compõe a gestão dos RCC na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Baixo Pardo/Grande (UGRHI 12);
- Propor e analisar cenários para a gestão de resíduos da construção civil em consórcios intermunicipais considerando as infraestruturas necessárias;
- Avaliar a viabilidade econômica de cenários propostos para formação de consórcio intermunicipal para a gestão dos resíduos da construção civil na UGRHI 12;
- Desenvolver um sistema que auxilie a gestão consorciada dos RCC nos municípios brasileiros, a partir do estudo de caso.

## **1.4 ESTRUTURAÇÃO DA TESE**

Esta tese está estruturada em seis capítulos, sendo este primeiro introdutório, no qual se apresentou a relevância da pesquisa e seus objetivos.

No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico dos principais temas voltados à gestão de RCC, tratando de definições, classificação, caracterização quantitativa e qualitativa, instrumentos legais para a gestão dos RCC, consórcios intermunicipais e sistemas de apoio à decisão.

O terceiro capítulo destina-se à metodologia, onde são descritas as etapas do diagnóstico da gestão municipal de RCC nos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande, da análise de viabilidade econômica para o consórcio proposto, além das etapas de estruturação, codificação e validação do sistema.

O quarto capítulo traz o diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil na UGRHI 12 e a proposta de formação de consórcio intermunicipal para gestão desses resíduos, além da análise de viabilidade econômica dos cenários propostos de cooperação entre esses municípios.



No quinto capítulo é apresentado o desenvolvimento do sistema de gestão consorciada de resíduos da construção civil, onde são descritas as etapas de estruturação, codificação e validação do software.

O sexto capítulo traz as conclusões e recomendações da pesquisa, a partir de um resumo dos resultados obtidos, e sugestões para pesquisas futuras.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresenta os principais conhecimentos referentes às bacias hidrográficas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental.

Posteriormente serão abordados aspectos conceituais e técnicos dos resíduos da construção civil, desde sua subdivisão junto aos resíduos sólidos, classificação, características quantitativas e qualitativas, impactos decorrentes da deposição inadequada e gestão, com base em normas técnicas, legislação específica e estudos já realizados no âmbito nacional.

Em seguida, são definidos os conceitos relativos aos consórcios intermunicipais como um instrumento de modelo gerencial que possa viabilizar a gestão microrregional de resíduos da construção civil.

Por fim, são apresentadas as ferramentas de apoio à decisão como ferramentas de auxílio aos gestores durante o processo de tomada de decisão.

### **2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO**

A bacia hidrográfica é uma área delimitada pelos divisores de água, onde a água precipitada escoar para um único ponto, o exutório. É nas delimitações desse sistema que se desenvolvem todos os setores da sociedade: as áreas urbanizadas, a agricultura, a pecuária, as indústrias e o ecossistema. Assim constitui uma área ideal para estudos ambientais, pois proporciona a integração entre os aspectos físicos, sociais e econômicas (PORTO,2008).

Os termos sub-bacia e microbacia hidrográficas também estão incorporados na literatura técnico-científica. Albuquerque (2015), define a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km<sup>2</sup> a 200 km<sup>2</sup>). Já para Faustino (1996), a microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, e que várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km<sup>2</sup>.

De acordo com Leite (1997), os resíduos sólidos podem ser administrados em conjunto com as águas. A microbacia hidrográfica oferece a vantagem de um gerenciamento simultâneo, interdependente e cumulativo de seus aspectos econômicos, sociais e ambientais, através da possibilidade de realizar um planejamento e administração integrada dos recursos naturais, solo e água, ampliando assim, notavelmente, a sinergia e a potencialidade dos processos operados, além de oferecer condições geográficas e sociais favoráveis à organização comunitária (BOTELHO; SILVA, 2007).

Por essa razão são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. O estudo destes limites é assegurado pela política Nacional dos Recursos Hídricos, que através da Lei nº 9.433 de 1997, estabelece em seus conceitos básicos a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão (MACHADO; TORRES, 2012).

Para Nascimento e Vilaça (2008), as bacias hidrográficas constituem-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica, sendo possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos no equilíbrio presente no sistema de uma bacia hidrográfica.

Outra vantagem citada é que a bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas podendo estender-se por várias escalas espaciais, um ecossistema ecologicamente integrado com componentes e subsistemas interativos, a oportunidade de desenvolvimento de parcerias e estimulação da população por meio da educação ambiental para a solução dos conflitos existentes (NASCIMENTO; VILAÇA, 2008).

A delimitação da área e o reconhecimento do ambiente físico da bacia hidrográfica como visão estratégica do planejamento, traz à bacia hidrográfica a concepção de recorte territorial como célula de análise integrada, que permite a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos do ambiente físico (ALBUQUERQUE, 2015).

A aceitação mundial deste mecanismo de gestão é reconhecida por diversos autores e vem sendo adotada em muitos países, como Espanha, França, Países

Baixos e Reino Unido, como unidade físico-territorial para uma série de intervenções. Outro fator que destaca sua relevância é que a bacia é um sistema natural de delimitação geográfica onde os fenômenos e interações podem ser integradas de forma facilitada, além disso, constitui uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, onde qualquer espaço de terra por menor que seja consegue interagir com uma bacia hidrográfica (CARVALHO, 2020).

Para Oliveira *et al.* (2010), a bacia como unidade de planejamento e gerenciamento propõe uma visão abrangente incluindo em seu programa:

- políticas públicas, tecnológicas e de educação a fim de promover a solução de problemas;
- otimização de recursos;
- garantia dos usos múltiplos da água;
- participação de usuários, autoridades cientistas, poder público, organizações públicas e privadas com interesse pelo tema.

Por conseguinte, a bacia hidrográfica é considerada unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental, pois abrange parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou diversas unidades territoriais, permitindo estudos dos componentes sociais como atividades econômicas e político-administrativas (ROSA, 2011).

## **2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A seguir são apresentados os principais conceitos relacionados aos resíduos sólidos, à indústria da construção civil, e os instrumentos relacionados à gestão de resíduos.

### **2.2.1 Definição e classificação dos resíduos sólidos**

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são responsáveis por uma grande parte do total dos resíduos gerados em um município, e cabe à administração pública da municipalidade controlar a coleta, tratamento e a disposição final desses materiais.

A definição sobre resíduos sólidos mais frequentemente observada na literatura sobre o tema é aquela estabelecida na Política Nacional de Resíduos Sólidos e na norma ABNT NBR 10.004/2004.

A Norma Brasileira ABNT NBR 10004/2004, traz a seguinte definição para resíduos sólidos:

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

Posteriormente a esta norma e de forma mais abrangente, a Lei Federal no 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), especifica o termo resíduo sólido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010a, p.10).

O processo de geração de RSU está relacionado ao estilo de vida e às condições socioeconômicas da população. Desta forma, o problema causado pela geração, composição e destinação desses resíduos é de alcance internacional, porém, afeta de forma diferente os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, tendo em vista que o descarte de resíduos é resultado direto do processo de aquisição e consumo de bens e produtos das mais diversas características. (RODRIGUES; MAGALHÃES; PEREIRA, 2016).

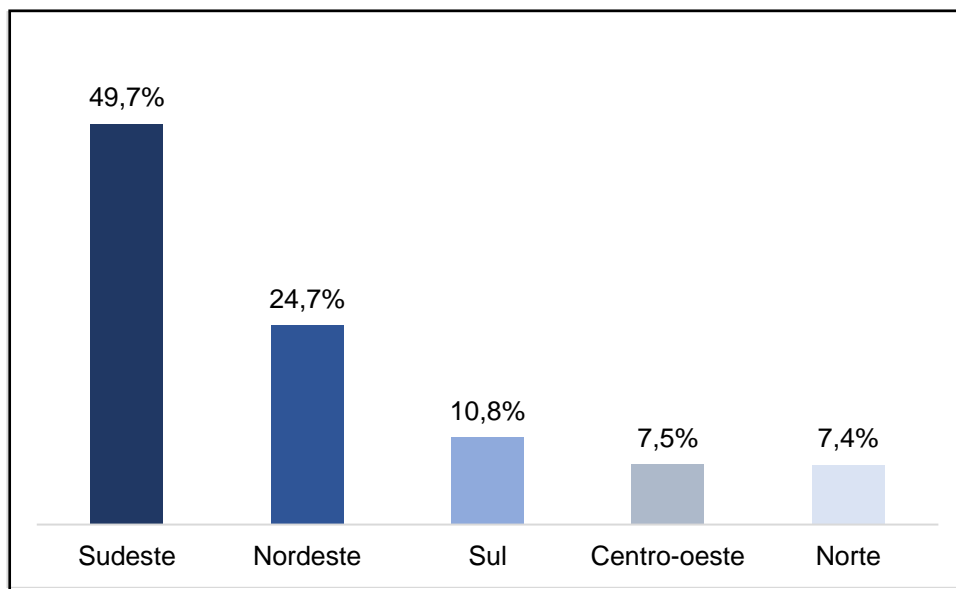
No Brasil, entre 2010 e 2020, a geração de RSU registrou considerável aumento, passando de 67 milhões para 82,5 milhões de toneladas geradas, ou 225.965 toneladas diárias. Por sua vez, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 390 kg/ano. Nesse período, a geração total de RSU aumentou cerca de 23% no país, com um crescimento de 12% no índice de geração per capita. Uma análise regional permite verificar que o Sudeste segue como a região que mais contribui para a geração de resíduos em âmbito nacional (49,7%) (ABRELPE, 2021).

Esse aumento na geração de RSU, foi influenciado diretamente pela pandemia da COVID-19 durante o ano de 2020. Antes do período da pandemia, a geração de resíduos acontecia de maneira descentralizada nas diferentes regiões das cidades,

uma vez que as atividades diárias eram desempenhadas em diferentes locais (escritórios, escolas, centros comerciais etc.), servidos por diferentes estruturas de manejo de resíduos sólidos. Com a maior concentração das pessoas em suas residências, observou-se uma concentração da geração de resíduos nesses locais, atendidos diretamente pelos serviços de limpeza urbana (COSTA *et al.*, 2020).

Regionalmente, a região com maior geração de resíduos continua sendo a Sudeste, com cerca de 113 mil toneladas diárias (49,7%) e 460 kg/hab/ano, enquanto a região Norte representa aproximadamente 4% do total gerado, com cerca de 6 milhões de toneladas/ano e 328 kg/hab/ano (Figura 1).

**Figura 1 - Participação das regiões na geração de RSU(%)**



**Fonte:** ABRELPE, 2021

A produção de resíduos está ligada aos seguintes fatores: costumes de alimentação, higiene e consumo, cultura e trabalho. Com o aumento na geração dos resíduos domiciliares, a quantidade de materiais dispostos para coleta junto aos serviços de limpeza urbana também cresceu. Conhecer as propriedades e características desses resíduos, bem como sua classificação é fundamental para o seu correto gerenciamento e redução os impactos causados no meio ambiente (NOGUEIRA; GONÇALVES; CAMPOS, 2016).

### **2.2.2 Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos**

Existem vários critérios de classificação dos resíduos, dependendo do aspecto que está sendo considerado. O art. 13 da PNRS classifica os resíduos sólidos de acordo com sua origem e periculosidade. Quanto a origem são 11 classificações distintas, as quais podem ser observadas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a origem

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
Resíduos domiciliares	os originários de atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de limpeza urbana	os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos sólidos urbanos	englobam os resíduos domiciliares e de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	os gerados nessas atividades, exceto: limpeza urbana, saneamento básico, serviços da saúde, construção civil e agrossilvopastoris
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos
Resíduos industriais	os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
Resíduos de serviços de saúde	os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS
Resíduos da construção civil	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
Resíduos agrossilvopastoris	os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados aos insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de serviços de transportes	os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
Resíduos de mineração	os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

**Fonte:** Brasil (2010)

Quanto a periculosidade, a PNRS classifica os resíduos sólidos em dois grupos:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

A classificação estabelecida pela PNRS quanto a periculosidade segue os preceitos estabelecidos pela classificação dada pela norma ABNT NBR 10.004/2004, que considera os riscos potenciais dos resíduos ao ambiente, classificando-os da seguinte forma:

• **Resíduos Classe I - Perigosos:** considerados perigosos quando suas propriedades químicas, físicas e infectocontagiosas representam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente. Os seguintes fatores caracterizam a periculosidade: corrosividade, reatividade, inflamabilidade, patogenicidade e toxicidade. Lubrificantes, óleos, lâmpadas fluorescentes, composto asfáltico e tintas são exemplos desses materiais.

Resíduos Classe II - Não Perigosos: são divididos em:

• **Classe II A - Resíduos Não Inertes:** são os resíduos que apesar de não representarem riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ainda assim podem ser biodegradáveis (ex.: madeira), combustíveis (ex.: têxteis) ou solúveis em água (ex.: gesso).

• **Classe II B - Resíduos Inertes:** São aqueles que, quando submetidos à ensaios de solubilização (ABNT NBR 10.006/2004), não liberam compostos que ultrapassem os padrões de potabilidade da água, excetuando cor, turbidez, dureza e sabor. Exemplo: frações minerais de resíduos de construção.

Schalch e Córdoba (2009), propuseram uma nova classificação baseados na definição da ABNT, agrupando os diferentes resíduos em quatro categorias básicas. Que são:

- I. **Resíduos Sólidos Urbanos (RSU):** neste grupo os autores inseriram os resíduos sólidos domiciliares, resíduos de serviços de saúde, resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, resíduos de construção e demolição, resíduos de poda e capina e, por fim, resíduos de serviços – resíduos de feiras livres, resíduos comerciais, resíduos de varrição e os resíduos de limpeza de boca de lobo, parques e jardins;
- II. **Resíduos Sólidos Industriais:** neste grupo estão inseridos os resíduos oriundos de diversas cadeias produtivas industriais;
- III. **Resíduos Sólidos Rurais (RSR):** neste grupo estão incluídos os resíduos de atividades agropecuárias;



IV. **Resíduos Sólidos Especiais (SER):** neste grupo estão incluídos os rejeitos radioativos, os resíduos domiciliares perigosos (RDP) e os resíduos eletroeletrônicos (REE).

A revisão de literatura desenvolvida a seguir abordará as características dos resíduos originados da construção civil (Classe II B), por se tratar do resíduo objeto de estudo desta tese.

### 2.2.3 Resíduos da Construção Civil

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), resíduos da construção civil são: “aqueles 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, 2010a).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) esclarece no item I do Art. 2:

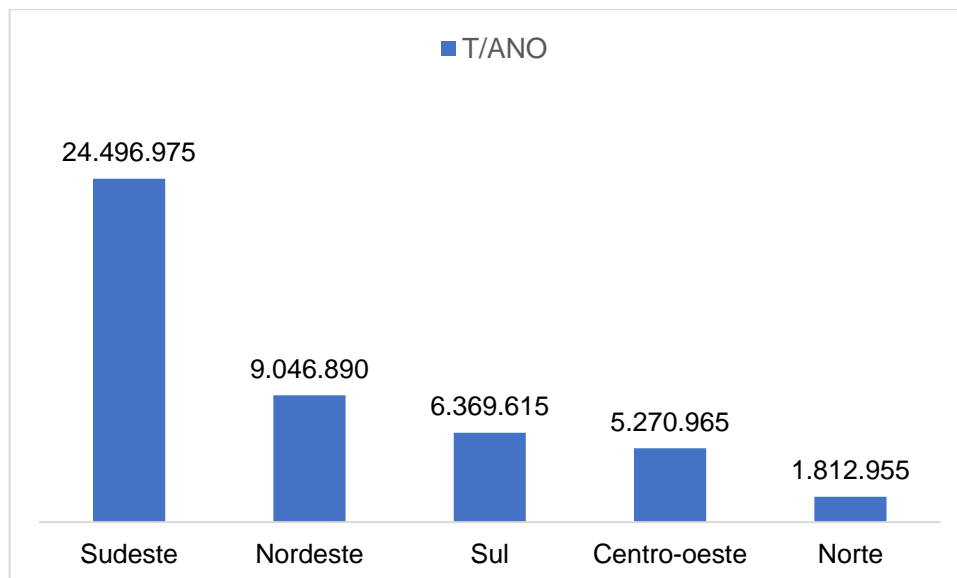
Resíduos da construção civil são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (Brasil, 2002, p.1).

De acordo com Marques Neto (2005) os RCC são todo rejeito de material utilizado na execução de etapas de obras da construção civil. Podem ser oriundos de construções novas, reformas, restaurações, reparos, demolições e obras de infraestrutura.

Os principais geradores de RCC são as construtoras, os órgãos públicos, os construtores autônomos, dentre outros. Para John (2001) a geração dos RCC no setor da construção ocorre bem antes do início de qualquer obra, visto que a produção de insumos para esse setor, além de consumir recursos naturais, também produz resíduos. Ainda, segundo o autor, a cadeia produtiva da construção civil pode representar até 40% dos resíduos gerados na economia. Esta cadeia produtiva é responsável por causar grandes impactos ambientais nas etapas de seu processo como, por exemplo, na extração de matéria-prima, na produção de materiais, na construção e na demolição de obras.

Segundo ABRELPE (2021), em 2020, foram coletadas pelos municípios cerca de 47 milhões de toneladas de RCC, o que representa um crescimento de 5,5%. Com isso, a quantidade coletada foi de 221,2 kg por habitante/ano. A região Sudeste se destaca no total de RCC coletado, com participação de 52% no total coletado no país, registrando aproximadamente 24,5 milhões de toneladas coletadas em um ano. Por outro lado, a região que se destaca em termos de coleta per capita é a Centro-Oeste, com quase 319 kg de RCC por habitante/ano (Figura 2).

**Figura 2** - Coleta de RCC pelos municípios nas regiões brasileiras



Fonte: Abrelpe (2021)

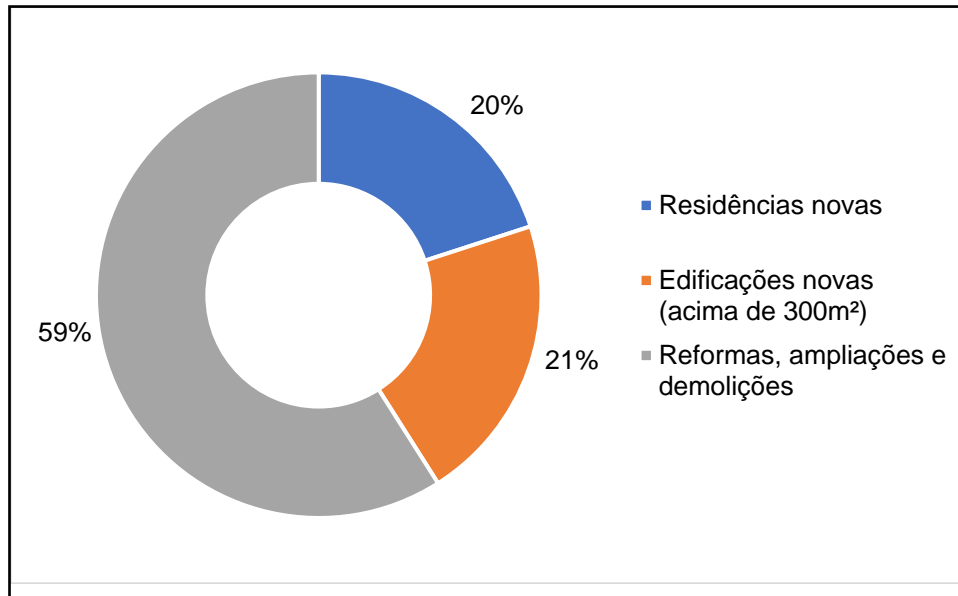
Segundo Oliveira Neto *et al.* (2017), os principais fatores que contribuem para a geração dos RCC são:

- erros na elaboração do projeto, causando erro de contratos e ou modificações no projeto;
- na intervenção, causando ausência ou excesso de ordem, além de erros relacionados ao fornecimento;
- erros na manipulação dos materiais utilizados, provocando danos durante o transporte ou estocando de maneira inadequada;
- na má operação de equipamentos, ou uso de materiais incorretos, sobras de materiais em dosagens, vandalismos e roubos.

Quanto às origens, o RCC pode ser gerado basicamente de três formas: novas construções, reformas e demolições. Segundo Pinto e Gonzales (2005), 59% dos

RCC gerados são originados em obras de reformas, ampliações e demolições, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3** - Origem dos RCC em algumas cidades brasileiras (% da massa total)



Fonte: Pinto; González (2005)

Os RCC provenientes de novas construções são gerados em todas as etapas de execução de uma obra, desde a fundação até seu acabamento. O alto índice de perdas do setor construtivo revela o grande desperdício de materiais nas construções (LEVY, 2001).

As fontes geradoras de RCC podem ser várias, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** - Fonte geradora e componentes dos RCC (em %)

Componentes	Trabalhos Rodoviários	Escavações	Sobras de Demolições	Obras Diversas	Sobras de Limpeza
Concreto	48	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolo	-	0,3	6,3	12,0	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira, lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,6	-	1,6	1	0,1
Metais	-	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
Papel/material orgânico	-	1,0	1,6	2,7	3,5
Outros	-	-	0,9	0,9	2,0

Fonte: Levy (2001)

A falta de conhecimento técnico dos agentes que atuam no setor está ligada a grande geração de RCC em obras de reforma. A cultura de reutilização de materiais

e o desconhecimento da potencialidade do resíduo reciclado não são empregados no setor, o que acaba gerando os grandes volumes de RCC nesse tipo de obra (LEVY, 2001).

Os RCC representam um grave problema em muitas cidades brasileiras. Por um lado, a disposição irregular destes resíduos pode gerar problemas de ordem ambiental, estética e de saúde pública. Por outro lado, eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2005a).

Devido à necessidade de realizar a gestão, principalmente nas grandes cidades brasileiras, devido aos impactos ambientais, foi homologada a Resolução nº 307 do CONAMA de 5 de julho de 2002, a fim de estabelecer diretrizes e responsabilidade dos geradores do RCC. Essas responsabilidades foram atribuídas aos geradores, municípios, estados e à União, para elaboração de seus planos de gerenciamento de resíduos da construção civil. A partir daí, iniciou-se a implantação de planos de gestão de RCC nos canteiros de obras pelos Comitês Técnicos, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2** - Publicações sobre gerenciamento de RCC em canteiros

<b>Publicação</b>	<b>Unidade federativa</b>	<b>Instituições envolvidas</b>	<b>Ano</b>
Programa Entulho Limpo (1ª Etapa) Coleta Seletiva	DF	Sinduscon-DF, Ecoatidade e Universidade de Brasília	2000
Gestão de resíduos na construção civil	SE	Sinduscon-SE, SENAI-SE	2005
Gestão ambiental dos resíduos da construção civil – A experiência do Sinduscon-SP	SP	Sinduscon-SP, Informações e Técnicas e Obra Limpa	2005
Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil	MG	Sinduscon-MG, Senai-MG e Sebrae-MG	2006
Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil	CE	Coopercon – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará	2008

**Fonte:** Leite (2019)

De modo geral, os RCC são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado, principalmente pelo grande volume que é gerado. Entretanto, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos e produtos tóxicos (KARPINSK, 2009).

Devido ao grande volume de RCC gerado na área urbana são cada vez mais limitadas as áreas destinadas ao descarte deste tipo de material, o que acaba colaborando com o descarte em áreas não regulamentadas.

A massa de RCC gerada nas cidades, de acordo com alguns estudos, iguale-se ou ultrapassa a massa de resíduos domiciliares. A Tabela 2 apresenta o levantamento da participação dos RCC em diversos municípios, realizado por diferentes fontes e anos de publicação.

**Tabela 2** - Levantamento da participação de RCC nos RSU

<b>Município</b>	<b>Geração diária (t)</b>	<b>Participação em relação aos RSU (%)</b>
São Paulo	17.240	55
Guarulhos	1.308	50
Diadema	458	57
Campinas	1.800	64
Piracicaba	620	67
São José dos Campos	733	67
Ribeirão Preto	1.043	70
Jundiaí	712	62
São José do Rio Preto	687	58

**Fonte:** Adaptado de Karpinsk (2009)

Muitos desses descartes ocorrem em áreas periféricas dos municípios, terrenos baldios e leitos de rios, causando enormes danos ao meio ambiente e onerando os cofres públicos com a sua posterior remoção (PINTO, 1999).

Embora a Resolução CONAMA nº 307/20002 estabeleça que a responsabilidade da remoção e o transporte dos RCC são dos geradores, em muitas cidades, essas atividades são desenvolvidas por empresas coletoras. Os geradores transferem indiretamente as suas responsabilidades impostas pela lei às empresas coletoras, que efetuam o serviço de remoção, transporte e disposição final. Em meados dos anos 90 aconteceu o início do crescimento das empresas e coletores autônomos prestando serviços de remoção desses resíduos (Pinto; Gonzáles, 2005).

#### **2.2.4 Classificação dos Resíduos da Construção Civil**

De acordo com a classificação da ABNT NBR 10.004/2004, que toma como referência os riscos que os resíduos sólidos apresentam ao meio ambiente e à saúde pública, os RCC são enquadrados na Classe IIB - Inertes:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados com concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo destes materiais, podem-se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente (ABNT, 2004a, p.1).

Embora a ABNT NBR 10.004/2004 defina os RCC pertencendo à classe de resíduos inertes, essa classificação encontra-se em discussão, pois muitos pesquisadores questionam essa classificação. Devido ao caráter específico de cada obra, a composição dos materiais gerados nos canteiros de obras é bastante heterogênea, onde podem ser encontradas materiais não inertes pertencentes à classe I (perigosos), como metais pesados e produtos químicos (MAIA *et al.*, 2009).

Um estudo realizado pela ICF Corporated (1995) forneceu informações sobre os tipos de resíduos perigosos que podem estar presentes no fluxo de resíduos, como mostra o Quadro 3.

**Quadro 3** - Materiais perigosos presentes em determinados tipos de RCC

<b>Categorias de Resíduos perigosos</b>	<b>Exemplos</b>
Sobras de materiais utilizados em construção e recipientes vazios	Adesivos, latas de pintura, solventes, tanques de combustíveis
Lubrificante de maquinário e combustível	Lubrificantes, óleos, graxa
Outros itens encontrados de forma discreta	Baterias, bulbo fluorescente e aparelhos
Constituintes inseparáveis de itens volumosos	Formaldeído presente no carpete, sulfato em paredes de gesso
Contaminantes encontrados na madeira	Pinturas, preservativos, adesivos e resinas, aditivos químicos

**Fonte:** Adaptado de ICF (1995)

Com o objetivo de facilitar a caracterização, triagem, reaproveitamento, reciclagem, acondicionamento, transporte e destinação final, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabeleceu uma classificação dos RCC em quatro classes distintas. No Quadro 4 estão divididos os RCC segundo a resolução.

**Quadro 4** - Classificação dos RCC segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002

Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis provenientes de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem</li> <li>• construção, demolição, reformas e reparos de edificações, tais como componentes</li> <li>• processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto</li> </ul>
Classe B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso</li> </ul>
Classe C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação</li> </ul>
Classe D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos, vernizes outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.</li> </ul>

**Fonte:** Brasil (2002)

Esta determinação representou um avanço técnico e legal, estabelecendo responsabilidades aos geradores dos RCC, tais como a segregação dos resíduos em diferentes classes, seu encaminhamento para reciclagem ou disposição final adequada. A resolução também estabeleceu que as áreas destinadas para essas finalidades deveriam passar pelo processo de licenciamento ambiental e ser fiscalizadas pelos órgãos ambientais competentes.

Cabe ressaltar que, embora o gesso tenha sido reclassificado como resíduo classe B, seu acondicionamento deve ser realizado separadamente dos resíduos das demais classes, em recipiente próprio, para posterior reciclagem (CABRAL; MOREIRA, 2011).

Para Freitas (2009), a descrição dos RCC em classes bem definidas facilita o manejo e segregação dos resíduos por parte do gerador, visto que desta forma é possível identificar a melhor solução para os resíduos gerados, obtendo uma redução de custo ao reduzir o desperdício e viabilizar a sua reutilização.

### **2.2.5 Instrumentos legais voltados à gestão dos RCC**

As legislações e as normas técnicas existentes sobre os RCC constituem um importante papel para a elaboração de trabalhos científicos, bem como para direcionar todos os agentes envolvidos, quanto a aplicabilidade, transporte, reutilização, etc.

Na grande maioria das vezes, os RCC são materiais muito semelhantes aos agregados encontrados na natureza e solos, porém podem conter várias substâncias químicas, como tintas, solventes e óleos, que podem ser tóxicas ao ambiente ou à saúde humana (Brasil, 2005a).

Os RCC estão sujeitos à legislação federal referente aos resíduos sólidos, à legislação específica de âmbito estadual e municipal, bem como às normas técnicas brasileiras. Na Figura 5 são apresentados os principais marcos legais relacionados aos RCC no âmbito federal.

**Figura 4** - Principais marcos legais relacionados aos RCC em âmbito federal



São descritos a seguir os principais instrumentos legais voltados para a gestão de RCC, aplicáveis à área de estudo desta pesquisa.

#### 2.2.5.1 A Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas revisões

Se acordo Fonseca *et al.* (2012), o CONAMA é um conselho representativo de diversos setores do governo e da sociedade civil, e possui como objetivo definir as diretrizes das políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais.

No ano 2002 este conselho criou um marco regulatório específico para o setor da construção civil, promulgando a Resolução CONAMA nº 307/2002, que definiu as responsabilidades dos geradores, transportadores e das áreas de destinação final dos RCC. Esta resolução também estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão desses resíduos, definindo quais as ações que são necessárias para minimizar



os impactos ambientais. O Quadro 5 apresenta os principais conceitos norteadores dos RCC.

**Quadro 5** - Conceitos empregados na gestão e gerenciamento dos RCC

<b>CONCEITO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Geradores de RCC	Pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos.
Reutilização	Processo de reaplicação de um resíduo sem transformação do mesmo.
Reciclagem	Processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.
Beneficiamento	Ato de submeter um resíduo às operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto.
Transportadores	Pessoas físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação.
Agregado reciclado	Material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.
Aterro de resíduos classe A	Área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a preservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área.
Área de transbordo e triagem (ATT)	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.

**Fonte:** BRASIL (2002)

A Resolução nº 307 foi alterada em alguns aspectos por outras resoluções no sentido de adequar e melhorar alguns conceitos e definições. A Resolução nº 348 de 2004, altera a definição da Classe D dos RCC incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. A Resolução nº 431 de 2011, alterou a definição das classes B e C. Tal alteração inclui o gesso no rol dos resíduos recicláveis (classe B), retirando o mesmo da condição de resíduos no qual não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicação economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação (classe C).

Já a maior quantidade de alterações da Resolução CONAMA nº 307/2002 foi realizada pela Resolução CONAMA nº 448/2012. Ao considerar a necessidade de adequação da Resolução nº 307 aos mecanismos da Lei 12.305/2010 que ordena a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera diversos artigos da Resolução anterior (artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º) e possibilita o gerenciamento com

responsabilidade destes resíduos, sejam de origem em obras públicas ou em atividades privadas, originadas em pequenos ou grandes geradores.

Dentre os muitos aspectos tratados pela Resolução, pode-se destacar os seguintes pontos:

- a proibição da disposição dos resíduos da construção em aterros de resíduos domiciliares (Art. 4º);
- a classificação dos resíduos da construção de acordo com o seu potencial para reciclagem e reutilização (Art. 3º);
- a obrigatoriedade da elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (Art. 5º).

Já a alteração ocorrida pela Resolução CONAMA nº 469/20015, incluiu embalagens vazias de tintas imobiliárias na classe B (recicláveis), definindo estas embalagens como “aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida”. A Resolução também estabelece que as embalagens de tinta devem ser contempladas no sistema de logística reversa.

A Resolução nº 307 trata também de diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de RCC, através, prioritariamente, da não geração de resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A etapa de destinação e aplicação dos resíduos gerados é dada em função das quatro classes de resíduos, segundo seu grau de periculosidade e da viabilidade técnica e econômica de reuso e reciclagem. No Quadro 6 são apresentados os principais materiais, seus destinos e aplicações.

A norma ainda estabeleceu os seguintes prazos contados a partir de sua publicação:

- Elaboração do PIGRCC por Municípios e Distrito Federal – até 02/01/2004;
- Implementação do PIGRCC pelos Municípios e Distrito Federal – até 07/07/2004;
- Projeto e construção de aterro para inertes, visando à eliminação da disposição dos resíduos da construção civil e, aterros domiciliares e áreas de “bota fora” – 07/07/2004;
- Inclusão dos PGRCC nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento ambiental dos órgãos competentes – 07/01/2005.

**Quadro 6 -** Conceitos empregados na gestão e gerenciamento dos RCC

CLASSE	MATERIAIS		DESTINAÇÃO	APLICAÇÃO
<b>A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto</li> <li>• Concreto armado</li> <li>• Argamassa</li> <li>• Areia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pedras</li> <li>• Rochas</li> <li>• Blocos de Concreto</li> </ul>	Reutilizar ou reciclar na forma de agregados ou encaminhar a aterro de resíduos Classe A, de reservação de material para uso futuro	Após a trituração podem ser empregados na produção de argamassa e concreto não estrutural
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blocos cerâmicos</li> <li>• Tijolos</li> <li>• Telhas</li> <li>• Pisos cerâmicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solos de escavação</li> <li>• Placas de revestimentos</li> </ul>		Após o beneficiamento podem ser empregados na regularização de estradas rurais, enchimento de valas e cobertura de aterro
<b>B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalagens de papel e papelão</li> <li>• Embalagens e tubos plásticos</li> <li>• Saco de cimento</li> <li>• Vidros</li> <li>• Sucata de ferro</li> </ul>		Reutilizar, reciclar ou encaminhar para áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos a permitir a sua utilização ou reciclagem futura	Após segregação, reutilizar ou encaminhar para indústria de reciclagem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madeira</li> <li>• Caibros</li> <li>• Pallets</li> </ul>			Reutilização ou emprego na produção de biomassa
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesso</li> <li>• Latas de tinta vazia</li> </ul>			Reciclagem a partir de mecanismo de logística reversa com indústria que utiliza este componente ou na agricultura
<b>C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lixa</li> <li>• Forro com lã de vidro</li> </ul>		Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas de cada produto	Sua disposição final deve ser em Aterro Classe I
<b>D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tintas</li> <li>• Vernizes</li> <li>• Telhas com amianto</li> <li>• Óleos e graxas</li> </ul>		Armazenar, transportar e destinar em conformidade com as normas técnicas de cada produto	Sua disposição final deve ser em Aterro Classe I

**Fonte:** Adaptado de BRASIL(2002); SINDUSCON/SP (2012)

#### 2.2.5.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Além destas resoluções, um segundo marco importante relacionado aos RCC em âmbito federal foi a Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, apesar de se referir a todos os tipos de resíduos sólidos. Esta Lei instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com os Estados, Municípios, Distrito Federal ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

Segundo Rodrigues (2013), a PNRS apresenta metas de redução, reutilização e reciclagem, visando minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final.

A Lei prevê que na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, deve-se observar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, consoante à economia circular. Também incumbe aos Estados, Municípios e Distrito Federal fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecidas em regulamento (BRASIL, 2010a).

Dentre os principais instrumentos da PNRS estão os planos de resíduos sólidos, os quais tornaram-se condição para os Estados, Municípios e Distrito Federal terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. Cabe ressaltar que isso entrou em vigor dois anos após a sua data de publicação (BRASIL, 2010a).

De acordo com a Lei, a União fica responsável pela elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA); os Estados pelos planos estaduais de resíduos sólidos, pelos planos microrregionais de resíduos sólidos, e planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas; os Municípios e o Distrito Federal pelos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos; e os grandes geradores (no caso das empresas de construção civil) pelos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

Na distribuição dos recursos da União destinados à limpeza urbana, manejo e gestão de resíduos sólidos, serão priorizados os Estados que instituírem microrregiões para integrar a organização, planejamento e execução das ações a cargo de municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010a), e os municípios que:

a) optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos;

b) implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Em relação aos planos de resíduos sólidos é importante salientar que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos podem estar inseridos nos planos de saneamento básico e ter conteúdo simplificado para os municípios com menos de 20.000 habitantes. A Lei também dispõe sobre as diretrizes relativas às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), é uma estratégia a longo prazo para “operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes” estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e que prevê o Planares como um dos instrumentos legais para a sua plena efetivação (BRASIL, 2010a).

Depois de mais de 10 anos de espera, o Planares, foi instituído pelo Decreto Federal nº 11.043, de 13 de abril de 2022, passando a valer em todo território nacional. Elaborado por meio de acordo de cooperação técnica entre o Ministério do Meio Ambiente e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Planares traz diretrizes, estratégias, ações e metas para modernizar a gestão de resíduos sólidos no País, de forma a colocar em prática os objetivos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos não se confunde com a Lei, visto que representa a estratégia de longo prazo em âmbito nacional para operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da Política. O Plano tem início com o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no país, seguido de uma proposição de cenários, no qual são contempladas tendências nacionais, internacionais e macroeconômicas. E, com base nas premissas consideradas em tais capítulos iniciais, são propostas as metas, diretrizes, projetos, programas e ações voltadas à consecução dos objetivos da Lei para um horizonte de 20 anos.

O Plano reforça a determinação para o encerramento de todos os lixões no País até 2024. Dados do Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE mostram que a destinação inadequada de resíduos para aterros controlados e lixões a céu aberto

é responsável por ainda receber quase 40% do total de resíduos coletados, ou 30,3 milhões de toneladas por ano, com impacto direto no meio ambiente e na saúde de 77,5 milhões de pessoas (ABRELPE, 2021).

Além de implantar as metas para atendimento de diversos pontos da Lei, o Planares determina o aumento crescente da recuperação de resíduos, estabelecendo uma meta de 50% de aproveitamento em 20 anos. Assim, metade do lixo gerado passará a ser valorizado por meio da reciclagem, compostagem, biodigestão e recuperação energética, o que representa um grande avanço se comparado ao cenário atual em que apenas 3% dos resíduos sólidos urbanos são recuperados.

Sobre os RCC, o Plano apresenta como meta aumentar a reciclagem dos resíduos da construção civil, projetando 25% de reciclagem de RCC até o ano de 2040 e para atingir essa meta, são fixadas dez diretrizes para gestão dos RCC que deverão ser adotadas (Quadro 7).

**Quadro 7 - Diretrizes para gestão dos RCC**

<b>Diretriz 1A: Eliminar as áreas de disposição final inadequada de RCC</b>			
<b>Estratégia</b>	<b>Descrição</b>	<b>Apoio</b>	<b>Execução</b>
1	Criar linhas de financiamento específicas para o setor público e privado para a recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de RCC	Governo Federal (MMA)	Instituições financeiras
2	Disponibilizar, por meio do MTR/SINIR, relatório específico sobre a movimentação de RCC, com vistas ao cumprimento do arcabouço legal e normativo	Governo Federal (MMA)	
3	Desenvolver capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento do RCC	Governo Federal (MMA)	Estados, DF, Municípios, Consórcios Públicos e setor produtivo
4	Orientar os setores público e privado na construção de áreas de destinação final adequada de RCC	Governo Federal (MMA), Estados, DF, Municípios e Consórcios Públicos	
5	Definir orientações técnicas e procedimentos para elaboração e cumprimento de planos de encerramento de aterros de RCC Classe A e para a recuperação de áreas de disposição final inadequada de RCC	Governo Federal (MMA)	Estados, DF, Municípios, Consórcios Públicos e setor produtivo
6	Incentivar os municípios a adotarem definições para grandes geradores de RCC, visando facilitar a sua identificação e a fiscalização para o cumprimento de suas responsabilidades.	Governo Federal (MMA), Estados e DF	Municípios e Consórcios Públicos

Continua

Conclusão			
7	Incentivar os municípios a implantarem ecopontos e ecocentros para recebimento de pequenas quantidades de RCC e resíduos volumosos domiciliares, evitando a criação de pontos de disposição inadequada	Governo Federal (MMA), Estados e DF	Municípios e Consórcios Públicos
<b>Diretriz 1B: Aumentar a reciclagem de RCC</b>			
<b>Estratégia</b>	<b>Descrição</b>	<b>Apoio</b>	<b>Execução</b>
8	Incentivar o uso de RCC ou de material reciclado a partir de RCC em obras públicas e privadas financiadas com recursos públicos	Governo Federal, Estados, DF, Municípios, Consórcios Públicos e setor produtivo	
9	Criar instrumentos econômicos e disponibilizar linhas de financiamento para aquisição de equipamentos e sistemas voltados à redução da geração e ao aproveitamento de RCC	Governo Federal (MMA e ME) e instituições financeiras	
10	Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem de RCC	Governo Federal (MMA e MCTI), Estados, DF, Universidades, OSC e setor produtivo	

**Fonte:** Brasil (2020)

Apesar de toda legislação em vigor no país, ainda é prática comum o descarte irregular de resíduos de construção civil e volumosos (como móveis velhos) em locais inadequados como lotes desocupados, margens de cursos d'água e vias públicas, por vezes misturados com outros tipos de resíduos. Disposições clandestinas de resíduos e a sua recorrência no mesmo local criam pontos viciados, afetando a paisagem urbana, a saúde pública e a eficiência da gestão dos RSU. A recorrente limpeza desses locais consome recursos, demandando ações específicas para sua solução, destacando-se as de educação ambiental e mobilização social, as de fiscalização, bem como a disponibilidade de unidade de recebimento e destinação adequada destes resíduos (BRASIL, 2020).

No entanto, verifica-se que os serviços de coleta e aproveitamento de RCC ainda são, em grande parte, executados por profissionais autônomos que, em sua maioria, operam de forma individual e sem observar qualquer regulamentação, trazendo graves riscos para o meio ambiente e qualidade do ambiente urbano.

Tal fato ocorre, principalmente, por falta de rastreabilidade deste tipo de resíduo, de fiscalização adequada, pelos custos associados à destinação desse material, e pela sensação de resíduo de baixo impacto no meio ambiente e no bem-estar humano.

### 2.2.5.3 Normas Técnicas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é órgão responsável pela normalização técnica brasileira. As Normas Técnicas fornecem as diretrizes necessárias para diversos tipos de atividades com a finalidade de conseguir uma ordenação e uma padronização e em 2004 publicou uma série de normas relativas aos resíduos sólidos e aos procedimentos para o gerenciamento dos RCC, as quais estão em concordância com a Resolução Conama nº 307/2012.

De modo geral estas normas tratam de áreas de reciclagem, áreas de transbordo e triagem, aterros de resíduos da construção civil, e o uso de agregados reciclados de RCC em obra de pavimentação e na produção de concretos sem função estrutural. O Quadro 8 apresenta algumas normas que tratam sobre o RCC.

**Quadro 8** - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>	<b>Objetivo</b>
NBR 10.004/2004	Resíduos Sólidos – Classificação.	Classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.
NBR 15.112/2004	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Fixar requisitos de recebimento de RDC para posterior triagem e valorização.
NBR 15.113/2004	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Estabelece diretrizes para destinação final ou reservação de resíduos para uso futuro de forma a não interferir no bem estar social e ambiental.
NBR 15.114/2004	Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação.	Orientar o estabelecimento de centrais reciclagem de resíduos classe A de construção civil.
NBR 15.115/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. Execução de camadas de pavimentação. Procedimentos.	Estabelecer os critérios para execução de camadas de pavimentação usando agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil
NBR 15.116/2004	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.	Estabelecer critérios para uso de resíduos reciclados em pavimentação e concreto não estrutural.



De acordo com Costa (2003), as normas técnicas representam importante instrumento para viabilizar o exercício da responsabilidade para os agentes públicos e os geradores de resíduos.

Estas normas envolvem as diretrizes para implantação de áreas de transbordo e triagem, de aterros de inertes e de reciclagem dos RCC, além de procedimentos para a execução da pavimentação com agregados reciclados e de concreto sem função estrutural.

### **2.2.6 Caracterização dos RCC gerados nos municípios**

A seguir é apresentada uma revisão bibliográfica de dados quantitativos e qualitativos referentes aos RCC proveniente de pesquisas já realizadas em municípios brasileiros.

#### **2.2.6.1 Caracterização quantitativa dos RCC municipais**

A construção de uma edificação nova, finalizada em todas as suas etapas, seja ela com finalidade residencial, comercial ou industrial, executada pelo método construtivo tradicional ou com elementos pré-fabricados, ou qualquer outro método, gera todas as classes de resíduos da construção civil. A diferença consiste no tipo específico de resíduo e no volume gerado de cada classe (NAGALLI, 2014).

De modo geral, pesquisas que mostram a quantificação de RCC em cidades brasileiras ainda são recentes e abrangem poucos municípios do Brasil. Alguns estudos apresentam índices para cálculo de estimativas de geração de RCC, porém é importante lembrar que esses índices podem variar, de acordo com o método construtivo empregado, padrão de acabamento dos empreendimentos, finalidade da construção, equipe executora, nível de treinamento e capacitação dos funcionários, entre outros fatores (PINTO, 1999; PINTO; GONZÁLES, 2005; CARNEIRO, 2005; MARQUES NETO, 2006; NAGALLI, 2014).

Segundo Morais (2006) a falta de valores reais de geração dos RCC por partes dos agentes envolvidos na construção civil, como pequenos e grandes geradores, gestores públicos, privados e coletores, faz com que estes não percebam a relevância dos RCC no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos e seu impacto nos gastos com limpeza pública urbana.

De acordo com Llatas (2011) é preciso conhecer os volumes de RCC gerados, os impactos que eles causam, os custos sociais envolvidos e as possibilidades de reaproveitamento.

Para Costa *et al.* (2014) a quantificação da geração de RCC contribui para o controle dos resíduos e fornece um referencial para programas de redução do desperdício de materiais.

Pinto (1999) utilizou um método de quantificação baseado na construção de indicadores sobre a produção a partir de três bases de informações. São elas:

- Estimativa da geração de RCC pelo parâmetro de áreas licenciadas;
- Movimento de cargas das empresas coletoras;
- Monitoramento de descartes nos aterros municipais.

A Tabela 3 apresenta o levantamento das informações para os RCC em diversas localidades, de acordo com fontes de diversos anos.

**Tabela 3** - Estimativa sobre a geração de RCC em diversos municípios

Municípios	População	Massa gerada (t/dia)	Volume gerado (m <sup>3</sup> /dia)	Geração per capita (l/hab. dia)	Fonte
Fernadópolis/SP	65.000	82	68	1,05	Tavares (2007)
Ituitaba/MG	89.000	67	61	0,68	Troca (2006)
São José do Rio Preto/SP	413.000	1267	1056	2,56	Marques Neto (2009)
Catanduva/SP	112.000	150	125	1,11	
São Carlos/SP	197.000	381	635	3,22	
Lavras/MG	87.000	56	47	0,57	
Mirassol/SP	53.000	77	64	1,21	
Olimpia/SP	50.000	76	63	1,26	
Paulo de Faria/SP	9.000	17	14	1,56	
Presidente Prudente/SP	202.000	342	263	1,30	Pinto (2008)
Santa Maria/RS	242.000	127	106	0,43	Piovesan Júnior (2007)

**Fonte:** Córdoba (2010)

Esses quantitativos revelam o quanto se faz necessário uma gestão integrada do RCC e uma política que vise às diretrizes de geração, coleta, transporte e destino final adequado segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 (NOTARO; SILVA, 2015).

Outra importante característica dos RCC para estudos quantitativos é sua massa unitária, parâmetro este, definido como a razão entre sua massa e o

correspondente volume ocupado, incluindo os vazios. Souza (2005) determinou a massa unitária de RCC no estado bruto gerados na construção de conjuntos habitacionais populares, chegando ao valor de 1.288 kg/m<sup>3</sup>. Gonçalves (2012) obteve o valor de 1.120 kg/m<sup>3</sup> na cidade de Orlandia. Carneiro *et al.* (2000) chegaram ao valor de 1.156 kg/m<sup>3</sup> no município de Salvador, enquanto Angulo *et al.* (2011) fazem referência ao valor de 1.000 kg/m<sup>3</sup>. Observa-se que os valores da massa unitária obtidos pelos autores se situam numa estreita faixa.

#### 2.2.6.1 Caracterização qualitativa dos RCC municipais

De acordo com Levy (1997), os resíduos da construção civil possuem uma composição que varia de acordo com a fonte que a gerou. Visto que em um canteiro de obras são desenvolvidas várias atividades diferentes ao mesmo tempo, o resíduo gerado é, talvez, o mais heterogêneo dentre os resíduos, sendo constituído de praticamente todos os materiais de construção (tijolos, tintas, argamassas, concretos, madeira, metais, papéis, pedras, etc.) e sua composição química está vinculada à composição de cada um de seus constituintes.

Outros aspectos, como o desenvolvimento econômico e tecnológico de cada região, as técnicas construtivas empregadas, e a estação do ano também podem interferir indiretamente na composição dos RCC (ANGULO, 2011).

De acordo com Carneiro *et al.* (2000), vários fatores podem influenciar nas características dos RCC. São eles:

- o nível de desenvolvimento da indústria da construção local;
- qualidade e treinamento da mão de obra disponível;
- técnicas de construção e demolição empregadas;
- adoção de programas de qualidade e redução de perdas;
- adoção de processos de reciclagem e reutilização no canteiro;
- os tipos de materiais predominantes e/ou disponíveis na região;
- extração de agregados (areia, brita, cascalho);
- o desenvolvimento de obras especiais na região: metrô, infraestrutura urbana, restauração de centros históricos, entre outros.
- o desenvolvimento econômico da região: indústria, comércio, serviços;
- a demanda por novas construções.

Para que sejam traçadas estratégias efetivas de gestão e gerenciamento desses resíduos, é de fundamental importância a realização de um estudo que determine a participação de cada tipo de material na quantidade total dos RCC.

A norma ABNT NBR 10.007/004 define a caracterização dos resíduos como: "determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico ou biológico".

De acordo com Moraes (2006), a massa unitária dos resíduos é importante, haja vista o fato de ser um índice de referência para a reciclagem. Para Oliveira *et al.* (2014) os fatores de geração e a composição podem interferir diretamente na qualidade do agregado reciclado produzido. A análise da composição gravimétrica dos resíduos da construção civil é um importante parâmetro a ser considerado quando se trata de sistemas de tratamento e disposição final.

Diversos pesquisadores têm realizado a caracterização qualitativa dos RCC, tanto em canteiro de obras como em aterros municipais. A Tabela 4 apresenta os resultados das caracterizações quantitativas realizadas em canteiros de obras, usinas de reciclagem e em escala municipal.

**Tabela 4** - Composição, em porcentagens, do RCC de algumas cidades brasileiras

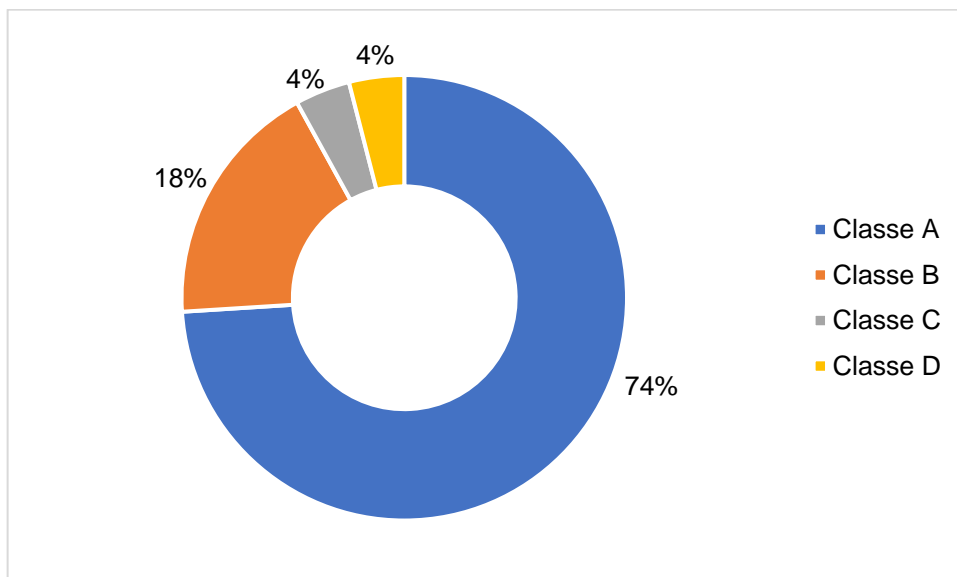
Material	Origem					
	São Carlos SP <sup>1</sup>	Uberlândia MG <sup>2</sup>	Fortaleza CE <sup>3</sup>	Recife PE <sup>4</sup>	Maringá PA <sup>5</sup>	Salvador BA <sup>6</sup>
Concreto e Argamassa	29	61	53	40	51	53
Solo e Areia	9	13	9	24	18	22
Cerâmica	40	23	29	18	17	14
Rochas	10		3	9	8	5
Outros	12	3	6	8	6	6
<b>TOTAL (Classe A)</b>	<b>88</b>	<b>97</b>	<b>94</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>94</b>

Fonte: <sup>1</sup> Marques Neto; Schalch (2006); <sup>2</sup> Moraes (2006); <sup>3</sup> Oliveira *et al.* (2011); <sup>4</sup> Carneiro (2005); <sup>5</sup> Sapata (2002); <sup>6</sup> Carneiro *et al.* (2000)

Marques Neto (2009) realizou um diagnóstico da gestão de RCC em 64 municípios do estado de São Paulo. Destes, obteve dados de composição de RCC em 22 municípios. Identificou-se que os resíduos classe A correspondem, em média, a 74% dos RCC gerados nestes municípios, seguido dos resíduos Classe B, com 18% (Figura 5).

Ao analisar as caracterizações, percebe-se a grande quantidade de resíduo de concreto, materiais cerâmicos e argamassa dentre os RCC gerados, o que comprova a cultura construtiva tradicional das obras brasileiras, cujas maiores perdas e desperdícios ocorrem nas fases de concretagem, alvenaria, revestimentos e acabamentos, onde são utilizados muitos materiais básicos e oriundos de materiais cerâmicos. Contudo, observa-se que, embora exista uma grande quantidade de RCC gerada, com diversos materiais, nas diferentes localidades analisadas, há sempre uma parcela significativa na composição dos resíduos que são passíveis de reciclagem (MARQUES NETO, 2005).

**Figura 5** - Composição dos RCC em 22 municípios do Estado de São Paulo



**Fonte:** Marques Neto (2009)

### 2.2.7 Gestão e Gerenciamento dos RCC

Os termos gestão e gerenciamento são muitas vezes utilizados como sinônimos, principalmente no âmbito dos resíduos sólidos, onde é comum a confusão entre princípios desses termos, os quais devem ser esclarecidos, pois possuem propósitos diferentes (LEITE, 1997; LOPES, 2007; SCHALCH; CASTRO; CÓRDOBA, 2015). No art. 3º a PNRS faz menção ao termo “gestão” atrelado ao conceito de “integração”, estabelecendo o conceito de “gestão integrada de resíduos sólidos” como sendo o “conjunto de ações voltadas para busca de soluções dos resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural

e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010a, p. 1).

Ainda no art. 3º, a PNRS traz o conceito de “gerenciamento de resíduos sólidos”:

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 adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010ª, p.5).

Tais conceitos também já eram mencionados no art. 2º da Resolução CONAMA nº 307/2002, porém com a Resolução CONAMA nº 448/2012, sua redação foi alterada, pois buscou-se padronizar os conceitos de gestão e gerenciamento dos RCC em relação ao texto estabelecido pela PNRS.

Para Schalch (2002) a gestão de resíduos sólidos é caracterizada como um conjunto de princípios, normas, propostas e funções que visam estabelecer o controle de produtividade e manejo desses materiais. Ainda segundo o autor, o gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações efetivamente empregadas para atingir os objetivos propostos na gestão.

Desta forma, a gestão de resíduos sólidos tem por finalidade estabelecer metas, diretrizes e promover os princípios de não geração e minimização de resíduos sólidos. Já o gerenciamento de resíduos sólidos compreende as ações a serem executadas para concretizar tais metas e diretrizes estabelecidas no modelo de gestão dos resíduos sólidos. Em termos de visão sistêmica, a gestão integrada de resíduos sólidos deve articular basicamente três aspectos fundamentais: os instrumentos legais, arranjos institucionais e os mecanismos de financiamento (CÓRDOBA, 2010).

Após a análise destes aspectos, é necessário implementar um modelo de gerenciamento integrado de resíduos sólidos em consonância com o modelo de gestão integrada, devendo assegurar a execução, controle e minimização da geração de resíduos (MARQUES NETO, 2009).

Para Akhtara e Sarmah (2018) a gestão e o gerenciamento dos RCC nas economias em desenvolvimento está muito atrasada em comparação com as práticas atuais de alguns países, como nos Canadá, Reino Unido, Austrália e Estados Unidos.

Dentre as ações, responsabilidades e metas no âmbito municipal, está a obrigatoriedade da elaboração do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS), contemplando as fases de diagnóstico e prognóstico dos diversos RSU, o que abrange também os RCC (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

De acordo com Mália e Bravo (2011), o diagnóstico deve abranger, no âmbito dos RCC, o total gerado nas obras, demolições, reformas, volume coletado e transportado e a metodologia empregada para destinação e disposição destes resíduos. Além de estarem contemplados na PNRS (em função da origem), a gestão e o gerenciamento dos RCC também são disciplinados através das resoluções fixadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

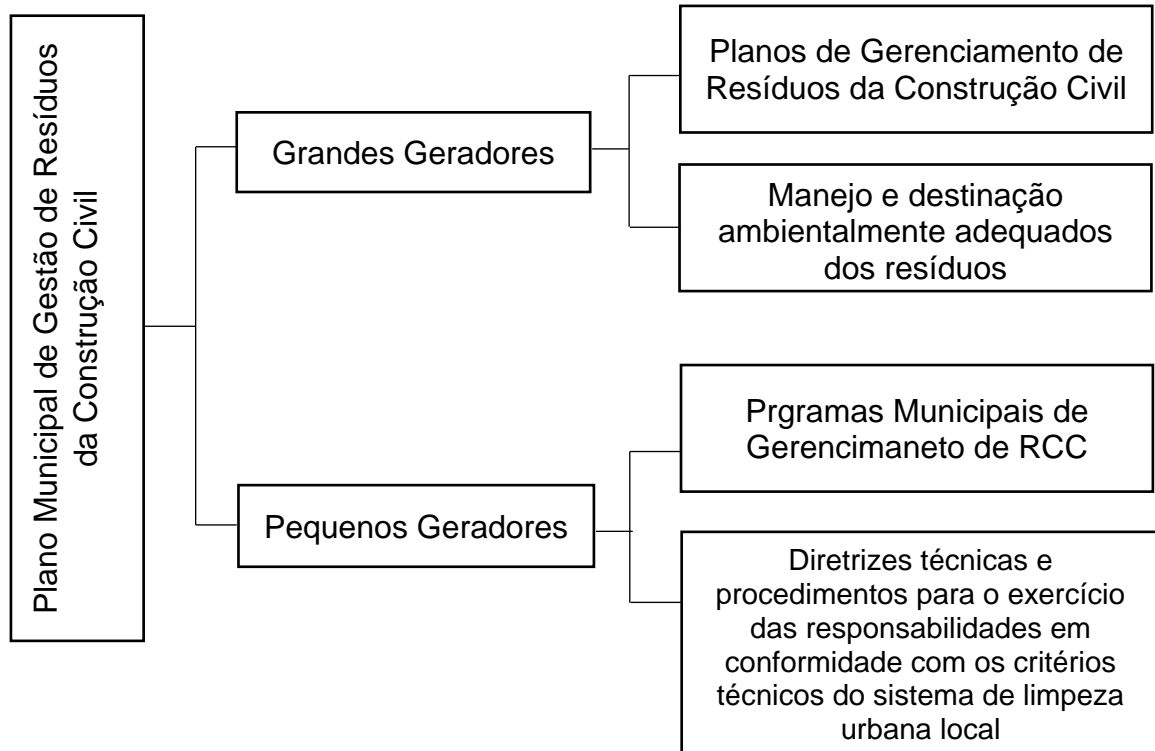
O Artigo 5º da Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece a obrigatoriedade da existência de uma legislação específica para cada município cuidar da sua administração dos resíduos da construção civil. Esta legislação foi denominada Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PIGRCC), o qual deverá incorporar em seu conteúdo o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) e o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (Figura 6).

Para Córdoba (2010), o Plano Integrado de Gerenciamento é um documento que contempla soluções eficientes e duradouras capazes de resolver e/ou clarificar empecilhos urbanos enfrentados pelo RCC, mediante adoção de diretrizes que levam em consideração a realidade física, econômica e social de cada município.

Tais medidas duradouras criam estruturas que objetivam a redução do uso da gestão corretiva e emergencial, que prega apenas a limpeza de áreas após o descarte irregular, ato sempre ineficaz à mercê de novos descartes.

A primeira etapa para elaboração de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, que esteja em consonância com a Resolução do CONAMA, seria a realização de um inventário da realidade local, no qual devem ser identificados: a quantidade de resíduos gerados, os agentes envolvidos na geração, coleta e transporte de resíduos, modelo corrente de operação dos agentes públicos e privados do setor e ainda os impactos causados pelos processos atuais (Pinto; GonzÁles, 2005).

**Figura 6** - Estruturação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil



**Fonte:** BRASIL (2002)

Neste sentido, cabe as municipalidades a responsabilidade de elaborar critérios, diretrizes e procedimentos para a criação dos seus Planos Integrados de Gerenciamento, à luz de suas realidades, que darão suporte legal para orientar geradores, transportadores e a destinação final de tais resíduos, disciplinando essas ações. Estes devem estabelecer as seguintes ações:

- As diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;
- O cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;
- O estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e preservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;
- A proibição dos resíduos da construção civil em áreas não licenciadas;



- O incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- A definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- As ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- As ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

### **2.2.8 Alternativas de destinação de RCC nos municípios**

Para a triagem e destinação adequada dos RCC, existem basicamente quatro estruturas que são detalhadas a seguir: Aterros de resíduos classe A, Área de Transbordo e Triagem de RCC, Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes e as Usinas de reciclagem de RCC.

#### **2.2.8.1 Aterros de resíduos inertes e da construção civil**

Os resíduos da construção civil classe A, podem ser classificados segundo seu grau de periculosidade pela ABNT NBR 10.004/2004, como resíduos de Classe II B - não perigosos e inertes (ABNT, 2004a).

Segundo GRUBBA (2009), a deposição de RCC em aterros sanitários não é apropriada, pois contribui significativamente para o esgotamento contínuo dessas áreas.

Os aterros de resíduos da construção civil e de resíduos inertes são áreas onde são empregadas técnicas de deposição de RCC classe A (SINDUSCON, 2015). A sua função é a reserva de materiais segregados a partir do emprego de técnicas de deposição ou disposição final dos RCC inertes no solo, de forma a possibilitar a utilização futura desses materiais ou o uso futuro dessa área. Esse tipo de procedimento obedece aos princípios de engenharia para o confinamento dos resíduos, no menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

Segundo Brasil (2010a), nos aterros de inertes, só podem ser aceitos resíduos inertes e resíduos da construção civil; além disso, os resíduos recebidos devem passar pelo processo de triagem na fonte geradora, nas áreas de transbordo e triagem, ou somente nas áreas estabelecidas no próprio aterro.

O aterro de resíduos inertes tem grande importância no que se refere a correta disposição desses resíduos, pois segundo Silva *et al.* (2015), a disposição irregular ocasiona um conjunto de problemas ambientais, os quais se destacam a contaminação das águas superficiais, subterrâneas e do solo. Além disso fornece meios para o desenvolvimento de vetores de doenças, causa um aspecto visual desagradável e influencia na qualidade de vida da população.

A Resolução CONAMA nº 448/2012 apresenta, em seu Art. 2ª a seguinte definição para Aterro de Resíduos Classe A:

“[...] é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregado de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confina-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).

Relatado nas entrelinhas da referida resolução, o Aterro de Inertes tem seus detalhamentos técnicos embasados por meio da ABNT NBR 15.113/2004 e esta norma especifica as diretrizes para o projeto, implantação e operação de aterros de RCC. Os seguintes aspectos operacionais deverão ser observados nos aterros de inertes (ABNT, 2004b):

- Somente devem ser aceitos no aterro os resíduos da construção civil e os resíduos inertes.
- Os resíduos recebidos devem ser previamente triados, na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem ou em área de triagem estabelecida no próprio aterro, de modo que nele sejam dispostos apenas os resíduos de construção civil classe A ou resíduos inertes.
- Os resíduos classificados como classe D devem ser armazenados temporariamente protegidos de intempéries.
- Os resíduos devem ser dispostos em camadas sobrepostas, não sendo permitido o despejo pela linha de topo. Em áreas de reservação, em conformidade com o plano de reservação, a disposição dos resíduos deve ser feita de forma segregada, de modo a viabilizar a reutilização ou reciclagem futura. Devem ser segregados os solos, os resíduos de concreto e alvenaria, os resíduos de pavimentos viários asfálticos e os resíduos inertes, podendo ainda ser adotada a segregação por subtipos.

- Deve ser mantido na instalação, até o fim da vida útil e no período pós-fechamento, um registro da operação com: a descrição e quantidade de cada resíduo recebido e a data de disposição (incluídos os CTR); a descrição, quantidade e destinação dos resíduos rejeitados; a descrição, quantidade e destinação dos resíduos reaproveitados; o registro das análises efetuadas nos resíduos; o registro das inspeções realizadas e dos incidentes ocorridos e respectivas datas; os dados referentes ao monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.

#### 2.2.8.2 Área de Transbordo e Triagem de RCC

Para segregar os resíduos da construção civil e dar-se a destinação correta são necessárias as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT). A Resolução CONAMA nº 448/2012 define essas áreas 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 à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.” (BRASIL, 2012, p.1)

Moreira e Cunha (2008) definem as ATT como estabelecimentos privados ou públicos destinados ao recebimento de RCC volumosos, gerados e coletados por agentes privados. Tais locais objetivam realizar a triagem (separação) dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição.

A ABNT NBR 15.112/2004 fixa os requisitos exigíveis para o projeto, a implantação e a operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, devendo essas áreas seguir as seguintes diretrizes (ABNT, 2004c):

- Elaboração de relatórios mensais com o controle quantitativo e qualitativo dos resíduos recebidos ou transferidos;
- Presença do Controle de Transporte de Resíduos (CTR) em todas as cargas recebidas e removidas;
- Recepção apenas de RCC e resíduos volumosos;
- Classificação dos resíduos pela natureza e acondicionamento em locais diferenciados;

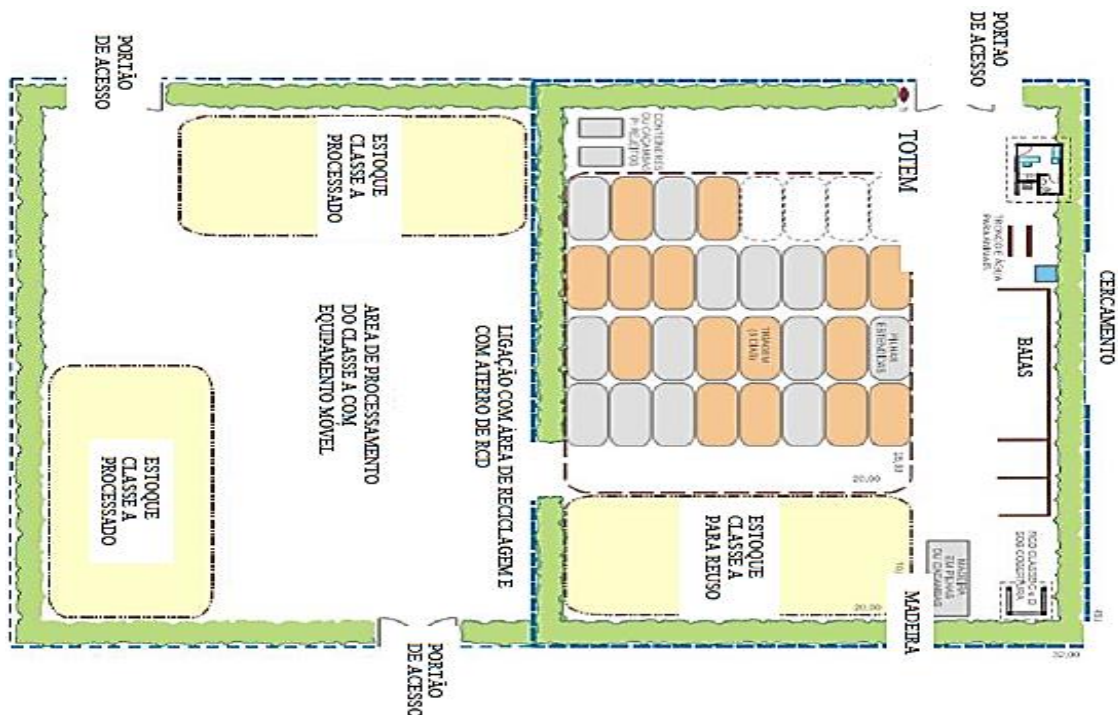
- Não recebimento de cargas de RCC constituídas predominantemente de resíduo classe D;
- Triagem integral dos resíduos recebidos, evitando o acúmulo de material não triado;
- Destinação adequada dos resíduos e rejeitos resultantes da triagem;
- Existência de área de espera específica para os resíduos de classificação questionada.

Pinto e Gonzáles (2005) complementam as recomendações de projeto, enfatizando que a localização destas áreas de triagem dever ser planejada levando em consideração os seguintes fatores:

- Uso e ocupação do solo, baseadas no Plano Diretor do município;
- Localização em áreas com maior concentração de geradores de grandes volumes de RCC e com fácil acessibilidade ao local, para favorecer o deslocamento de veículos de carga de maior porte.

As ATT deverão ser preparadas com a definição de um pátio de trabalho (Figura 7), que permita a operação do equipamento e a transformação de pilhas de resíduo Classe A triado em pilhas de produtos (resíduo classe A processado, por peneiramento ou trituração, mas com granulometria uniforme) (BRASIL, 2010b).

**Figura 7 - Modelo de Área de Transbordo e Triagem de Resíduos (ATT)**



Fonte: Brasil (2010b)

As ATTs poderão, ainda, realizar transformação/beneficiamento da fração mineral do RCC. Para isso, necessitam obter, além da licença de funcionamento municipal, a licença de operação junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sempre observadas as legislações que regem essa atividade a norma ABNT NBR 15.114/2004. Nos locais onde só haverá a triagem, deverão solicitar a emissão do Certificado de Dispensa de Licença junto à CETESB.

Essas instalações para manejo de RCC, quando implantadas de modo perene e duradouro, em consonância com as normas técnicas, propiciam a substituição de bota-foras, os quais causam impactos negativos ao meio ambiente (PINTO; GONZÁLES, 2005).

#### 2.2.8.3 Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes

Pontos de entrega voluntária (PEV) para pequenos volumes são equipamentos públicos destinados ao recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, gerados e entregues pelos habitantes, podendo ainda ser coletados e entregues por pequenos transportadores diretamente contratados pelos geradores. Este equipamento, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente, deve ser usado para a triagem de resíduos recebidos, posterior coleta diferenciada e remoção para adequada disposição final (KLEIN, GONÇALVES-DIAS, 2017).

Os PEV têm como objetivo captar os resíduos da construção civil e demais resíduos volumosos, oriundos dos pequenos geradores e coletores que normalmente os depositam em áreas impróprias (SCREMIN, 2007).

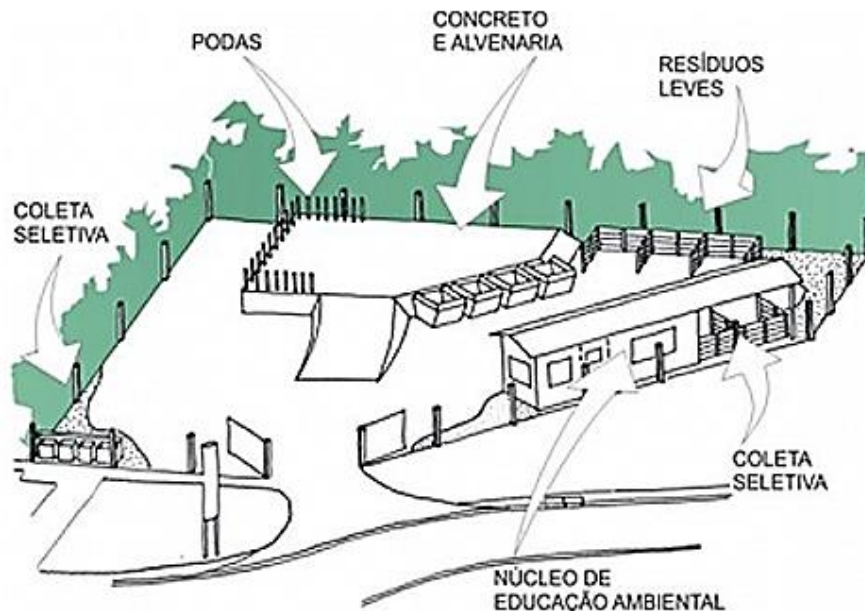
A NBR 15.112/2004 (ABNT, 2004c, p.5) define essas áreas como:

“áreas de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana, e tem como objetivo facilitar o descarte dos RCD oriundo da construção informal, constituída predominantemente por reformas e ampliações”.

Geus *et al.* (2019) menciona que os PEV são locais atrativos aos pequenos geradores, devido a vários aspectos como: os tipos e quantidades de resíduos a serem entregues, a facilidade de descarga, a burocracia para recebimento, os horários de funcionamento, o emprego de sistema de coleta agendada, entre outros. Entretanto, considera-se um dos fatores de fundamental importância, a localização

adequada dos PEV para facilitar o acesso dos pequenos geradores. A Figura 8 apresenta o modelo de *layout* proposto para os PEV.

**Figura 8** - Modelo de *layout* para posto de recebimento de pequenos volumes



Fonte: Pinto; González (2005)

Os circuitos de coleta destinados a cobrir a rede de pontos de entrega voluntária permitirão a concentração de cargas de mesma natureza e, por conseguinte, a transformação de pequenos em grandes volumes, viáveis para o manejo nas instalações específicas da outra rede que, em conjunto, irá compor o sistema municipal de manejo e gestão sustentável dos resíduos de construção e resíduos volumosos (PINTO; GONZALES, 2005).

O projeto de cada ponto de entrega deve seguir as diretrizes da ABNT NBR 15.112/2004 (ABNT, 2004c) e incorporar os seguintes aspectos:

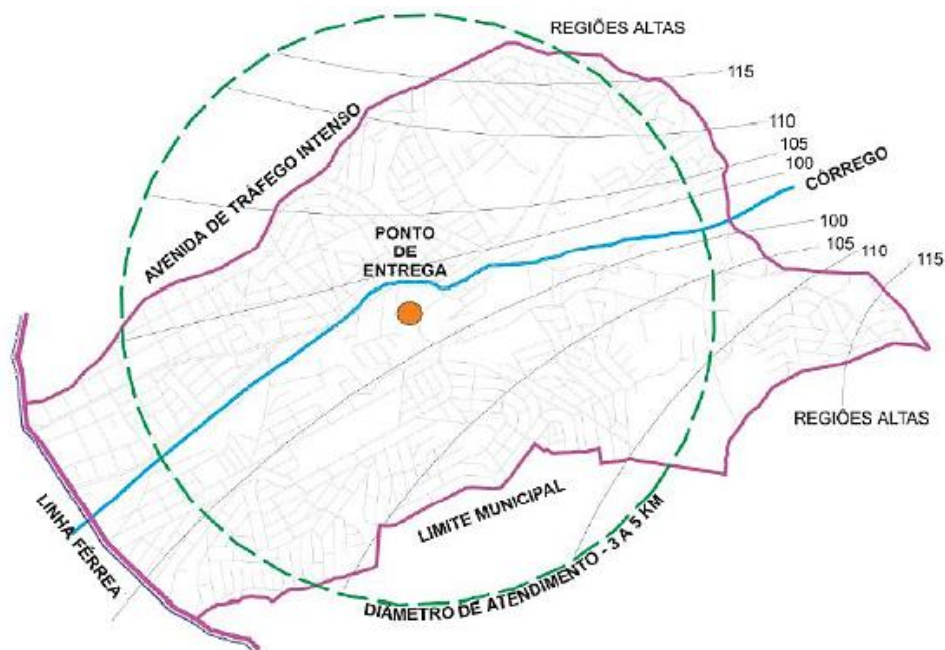
- Prever a colocação de uma cerca viva nos limites da área, para reforçar a imagem de qualidade ambiental do equipamento público;
- Diferenciar os espaços para a recepção dos resíduos que tenham de ser triados (resíduos da construção, resíduos volumosos, resíduos secos da coleta seletiva etc.), para que a remoção seja realizada por circuitos de coleta, com equipamentos adequados a cada tipo de resíduo;
- Aproveitar desnível existente, ou criar um platô, para que a descarga dos resíduos pesados (resíduos da construção) seja feita diretamente no interior de caçambas metálicas estacionárias;

- Garantir os espaços corretos para as manobras dos veículos que utilizarão a instalação, como pequenos veículos de geradores e coletores, além dos veículos de carga responsáveis pela remoção posterior dos resíduos acumulados;
- Preparar placa, totem ou outro dispositivo de sinalização que informe à população do entorno e a eventuais passantes sobre a finalidade dessa instalação pública, como local correto para o descarte do RCC, de resíduos volumosos, da coleta seletiva e da logística reversa.

A implementação e operacionalização dos PEV é de responsabilidade do poder público municipal, e essas áreas devem servir como apoio a programas de coleta seletiva de resíduos domiciliares (SILVA *et al.*,2015).

As "bacias de captação de resíduos" são áreas de características relativamente homogêneas, com dimensão tal que permita o deslocamento dos pequenos coletores de seu perímetro até o respectivo ponto de entrega voluntária, inibindo, assim, o despejo irregular dos resíduos, pela facilidade conferida à sua entrega num local para isso designado. Segundo Pinto e Gonzáles (2005) sempre que possível, esse ponto deve estar situado nas proximidades do centro geométrico da "bacia de captação" a que irá servir, e, de preferência, onde já ocorra uma deposição irregular. Disciplinam-se, com isso, atividades que já ocorrem espontaneamente (Figura 9).

**Figura 9** - Exemplo de bacia de captação de um PEV



**Fonte:** Pinto; González (2005)

Para definir os limites da bacia, devem ser levados em conta os seguintes fatores:

- A capacidade de deslocamento dos pequenos coletores (equipados com carrinhos, carroças e outros pequenos veículos) em cada viagem, ou seja, algo entre 1,5 km e 2,5 km;
- A altimetria da região, para que os coletores não sejam obrigados a subir ladeiras íngremes com os veículos carregados, para realizar o descarte dos resíduos;
- As barreiras naturais que impedem ou dificultam o acesso ao ponto de entrega.

A definição física da rede de pontos de entrega para pequenos volumes deverá ser feita a partir das informações colhidas durante o diagnóstico do município. Conhecendo a localização das deposições irregulares e o perfil dos agentes geradores e coletores dos pequenos volumes, é possível definir os limites das bacias de captação e a localização dos pontos de entrega voluntária, respeitando-se, tanto quanto seja tecnicamente possível e financeiramente viável, os atuais fluxos de coleta desses resíduos (BRASIL, 2010b).

O Ministério do Meio Ambiente propõe um modelo tecnológico para a adequação da rede de instalações ao porte dos municípios, definindo o número de pontos de entrega voluntária (PEV) e áreas transbordo e triagem (ATT) em função da população (Quadro 9).

**Quadro 9** - Definição das instalações para manejo de RCC e volumosos, de responsabilidade pública, em município com dimensões típicas

População aproximada (hab.)	Resíduos com entrega voluntária em pequenas quantidades	Resíduos oriundos da limpeza corretiva e obras públicas	Destinação final dos RCC classe A	Nº de instalações
200 mil	PEV	ATT	Aterro RCC	PEV - 8
				ATT - 2
				Aterro - 2
100 mil	PEV	ATT	Aterro RCC	PEV - 4
				ATT - 1
				Aterro 1
75 mil	PEV	ATT	Aterro RCC	PEV - 3
				ATT - 1
				Aterro - 1
50 mil a 25 mil	PEV Central PEV Central Simplificado		Aterro RCC	PEV Cent. - 1
				PEV Sim.- 1
				Aterro - 1
Abaixo de 25 mil	PEV central		Aterro RCC	PEV Cent. - 1
				Aterro 1

Fonte: Brasil (2010b)



Para municípios menores e isolados, as funções dos PEV e da ATT podem ser cumpridas por uma única instalação, o PEV Central, que provavelmente não poderá recorrer à operação com caçambas estacionárias, em função da provável inexistência de operadores locais com este tipo de equipamento. Em uma faixa de municípios com porte algo superior (entre 25 e 50 mil habitantes) é aconselhada a introdução de uma segunda instalação, o PEV Central Simplificado (BRASIL, 2010b).

#### 2.2.8.4 Usinas de reciclagem de RCC

Segundo Marques Neto (2005), a reciclagem dos RCC tem como objetivo colocar o resíduo de volta a cadeia produtiva da construção civil, gerando uma série de benefícios como, por exemplo, a redução do uso de recursos naturais, a extensão da vida útil dos aterros, redução do consumo de energia, geração de empregos, redução da poluição e criação de alternativas para mineradoras.

De acordo com Carneiro *et al.* (2001), a reciclagem apresenta as seguintes vantagens econômicas, sociais e ambientais:

- Economia na aquisição da matéria-prima, com a substituição de materiais convencionais por entulho;
- Decréscimo da poluição gerada pelo entulho e de suas consequências negativas, como enchentes e assoreamento de rios e córregos;
- Prevenção das reservas minerais não renováveis;
- Preservação e redução de Áreas de aterros de inertes, minimizando os impactos decorrentes da deposição maciça de RCC;
- Criação de alternativas para as mineradoras, cada vez mais sujeitas às restrições ambientais;
- Redução do consumo de energia e de geração de CO<sup>2</sup> na produção e no transporte de materiais.

As usinas de reciclagem de RCC são destinadas ao recebimento e transformação de resíduos classe A, previamente triados para produção de agregados reciclados (ABNT, 2004d). Dentre as condições de operação, citam-se:

- Recebimento de resíduos: devem ser recebidos somente resíduos classe A e com o controle de transporte de resíduos (CTR). Os resíduos de construção civil das classes B, C ou D devem ser encaminhados a destinação adequada;

- Triagem dos resíduos: os resíduos recebidos devem ser previamente triados na fonte, em ATT ou em áreas de triagem estabelecidas;
- Controle da Poluição Ambiental: equipamentos e instalações devem ser dotados de dispositivos de controle de vibrações, ruídos, emissão de poluentes atmosféricos;
- Os funcionários devem receber treinamento e equipamentos de segurança;
- Plano de inspeção e manutenção: controle do sistema de drenagem, de dispersão de material particulado, da emissão de ruídos e vibrações;
- Plano de Operação: controle de origem e quantidades de resíduos recebidos, discriminação dos procedimentos de triagem, reciclagem, armazenamento, destinação, entre outros.

De acordo com Pinto (1999), o processamento dos RCC nas usinas de reciclagem deve ser bastante simplificado e se basear na triagem e descontaminação, trituração (com possível classificação) e expedição para utilização em serviços e obras da construção civil. Além disso, a atração dos grandes volumes de RCC e a centralização dos pequenos volumes captados em usinas de reciclagem podem ser uma solução para a substituição dos bota-foras emergenciais.

Sobral (2012) destaca que basicamente existem três tipos de plantas para usinas de resíduos da construção civil que podem ser plantas móveis, plantas semimóveis e plantas fixas.

A usina com planta móvel tem como característica a mobilização constante, ou seja, poder ser utilizada em qualquer espaço físico. Entre as vantagens das usinas móveis, cita-se: sua mobilidade torna o empreendimento extremamente competitivo; pode atuar em um ponto fixo ou atender obras diretamente no local; diminui custos de logística e construção de fundamento de base; alta capacidade de adaptação geográfica do mercado; versões a diesel ou energia elétrica; pode ser locada completamente por empresas do setor; alta capacidade de processamento. Nas plantas móveis, o processamento pode ser de até 100 toneladas por hora, supondo alimentação de RCC com mesmo tamanho e isento dos metais (LÓPEZ, 2010).

Já a planta de usinas semimóveis, de acordo com López (2010), possui facilidade de instalação, manuseio, rapidez e economia da montagem, sendo recomendadas em caso de empreendimentos de curto ou médio prazo, onde já previamente tem-se a previsão de permanência, normalmente sendo construídas

sobre bases metálicas, objetivando facilitar a remoção. São entregues em caminhões e podem levar até três dias para montagem. Normalmente são maiores que as móveis e possuem maior capacidade de beneficiamento.

E por fim, as plantas de usina fixas que são comumente utilizadas em empreendimentos de espaço físico definitiva, sendo construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para se construir. As plantas fixas precisam de autorização para instalação. Geralmente, incluem vários processos de britagem e podem processar de 30 a 400 toneladas por hora (COELHO; BRITO, 2013).

No Brasil, 74% dos modelos de usina implantados são do tipo fixa, ou seja, composta por britador de mandíbulas, alimentador vibratório, peneiras, esteira magnética e esteiras de saída, sendo a triagem do resíduo realizada manualmente e a alimentação do circuito via pá carregadeira (ABRECON, 2015).

Um estudo de viabilidade econômica do empreendimento, faz-se necessário antes da instalação de uma usina de reciclagem, que consiste inicialmente em uma estimativa da geração de RCC, análise de mercado dos materiais reciclados, e estimativa dos custos de implantação e operação (ULUBEYLI *et al.*, 2017).

Segundo Jadowski (2005), os investimentos necessários para a implantação de usinas de reciclagem de RCC abrangem a aquisição de equipamentos (britador, esteiras, peneiras, calhas, entre outros); aquisição de veículos; aquisição do terreno; obras civis (terraplenagem, administração, guarita, barreira vegetal e obras de contenção); e capital de giro próprio. Além destes, podem ser inseridos na implantação os custos de abertura da empresa e licenciamento ambiental.

Em relação aos custos de operação, são calculados os gastos com consumo de energia, energia, insumo, mão de obra, água, combustível, despesas administrativas e manutenção. De um modo geral, as usinas de reciclagem dimensionadas no Brasil são de pequeno porte, sendo capazes de beneficiar entre 30.000 e 80.000 toneladas de resíduos por ano.

A Tabela 5 apresenta o resumo da estimativa dos custos de implantação e operação de usinas de reciclagem de RCC em estudos realizados no Brasil. É possível constatar que o custo total da usina na instalação e primeiro ano de operação variou de R\$ 1,5 milhões a R\$ 3,0 milhões.

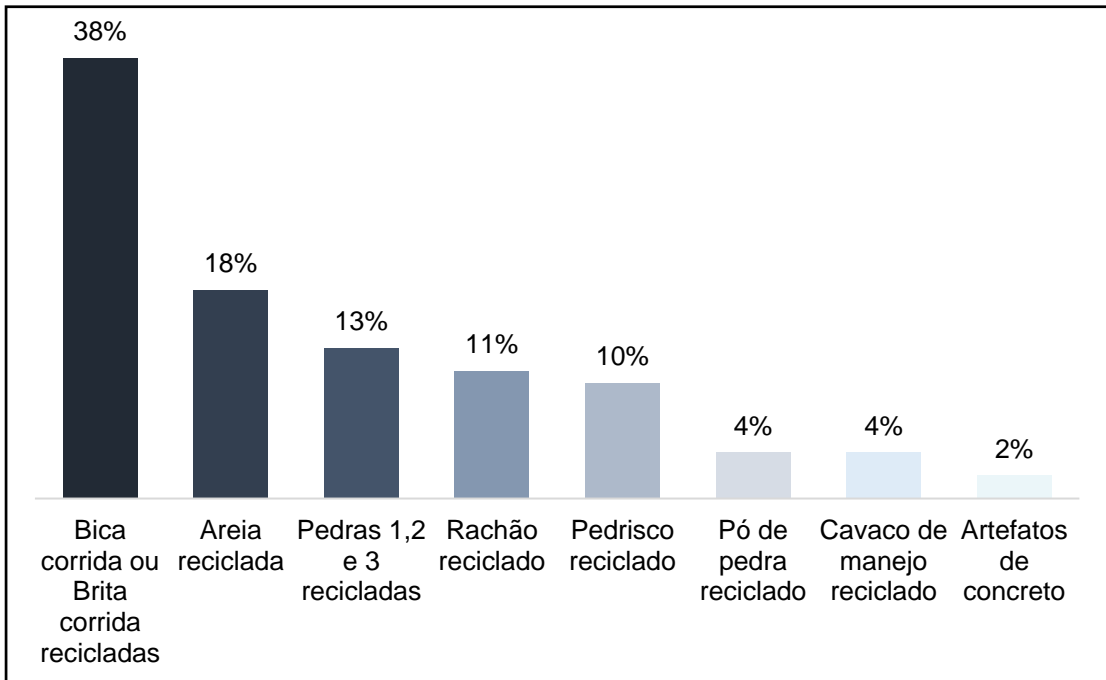
**Tabela 5** - Estimativa dos custos de instalação de usinas de reciclagem de RCC no Brasil

Fase	Item	Passo Fundo RS <sup>2</sup>	Ibitinga SP <sup>2</sup>	Votuporanga SP <sup>3</sup>	Itabira MG <sup>4</sup>	Itumbiara GO <sup>5</sup>	São José dos Campos SP <sup>6</sup>	Ouro Preto MG <sup>7</sup>
		80 t/h	40 t/h	20 t/h	-	40 t/h	30 t/h	-
R\$ 1.000,00								
Implantação	Aquisição e instalação de equipamentos	348	748	743	370	696	370	348
	Aquisição de terreno	-	1.125	394	1.600	958	450	-
	Aquisição de veículos	400			118	428	86	400
	Obras civis	680	672	107	390	121	390	680
	<b>Subtotal</b>	<b>2.091</b>	<b>2.589</b>	<b>1.244</b>	<b>2.480</b>	<b>2.203</b>	<b>1.298</b>	<b>1.528</b>
Operação	Mão de obra e leis sociais	270	404	211	276	228	231	404
	Energia	30	30	37	70	66	36	30
	Combustível	63	-	49	-	171	-	-
	Insumos	57	4	48	-	10	19	4
	Despesas administrativas	35	120	30	24	30		120
	Manutenção	21	54	69	6	19	5	54
<b>Subtotal</b>	<b>378</b>	<b>476</b>	<b>444</b>	<b>376</b>	<b>524</b>	<b>291</b>	<b>612</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>2.469</b>	<b>3.065</b>	<b>1.688</b>	<b>2.856</b>	<b>2.727</b>	<b>1.589</b>	<b>2.140</b>	

**Fonte:** <sup>1</sup>Brum (2017); <sup>2</sup>Kuhn *et al.* (2017); <sup>3</sup>Nicolau (2018); <sup>4</sup>Damasceno e Rodrigues (2019); <sup>5</sup>Lopes *et al.* (2019); <sup>6</sup>Corrêa *et al.* (2019); <sup>7</sup>Oliveira (2020)

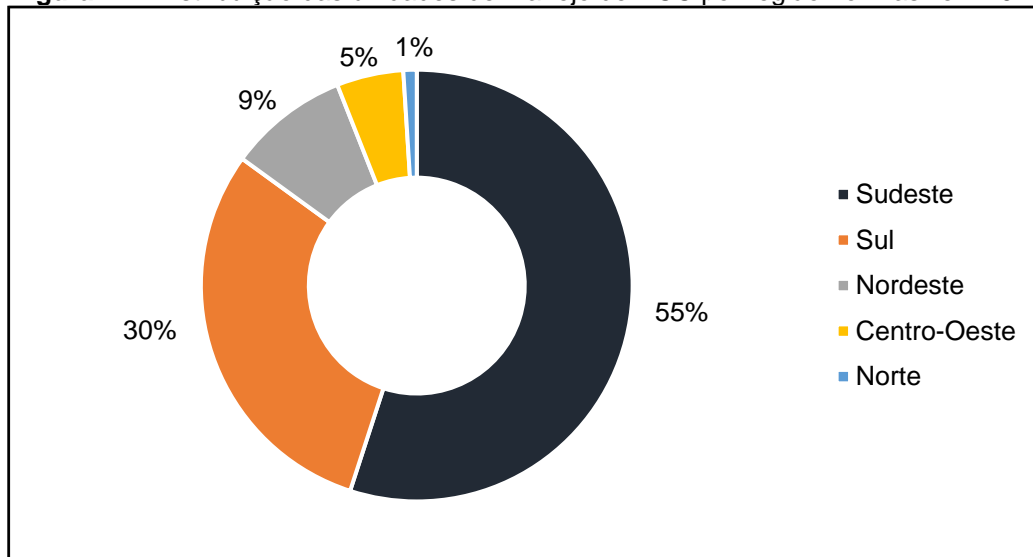
As alternativas de utilização do RCC após a reciclagem são diversas, tendo como principal aplicação o uso em pavimentação ou aplicações geotécnicas, que requerem propriedades mecânicas menos exigentes (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2017). Consideram-se ainda como aplicações dos subprodutos da reciclagem de RCC a utilização em blocos de concreto para vedação, cascalho para pavimentação de ruas, contrapiso e material para drenagens, contenção de encostas, tubo para esgotamento, e artefatos de concreto e cerâmica. Os produtos reciclados possuem um preço final mais barato, se tornando mais acessível (JIN *et al.*, 2017).

Pela predominância do padrão construtivo no Brasil, o maior percentual de material encontrado nos RCC é de argamassa, em especial argamassa de concreto utilizada na composição de estruturas, motivo pelo qual o material reciclável gerado em maior quantidade nas unidades de reciclagem de RCC é a bica ou brita corrida reciclada (Figura 10).

**Figura 10** - Materiais produzidos pelas unidades de reciclagem de RCC no Brasil

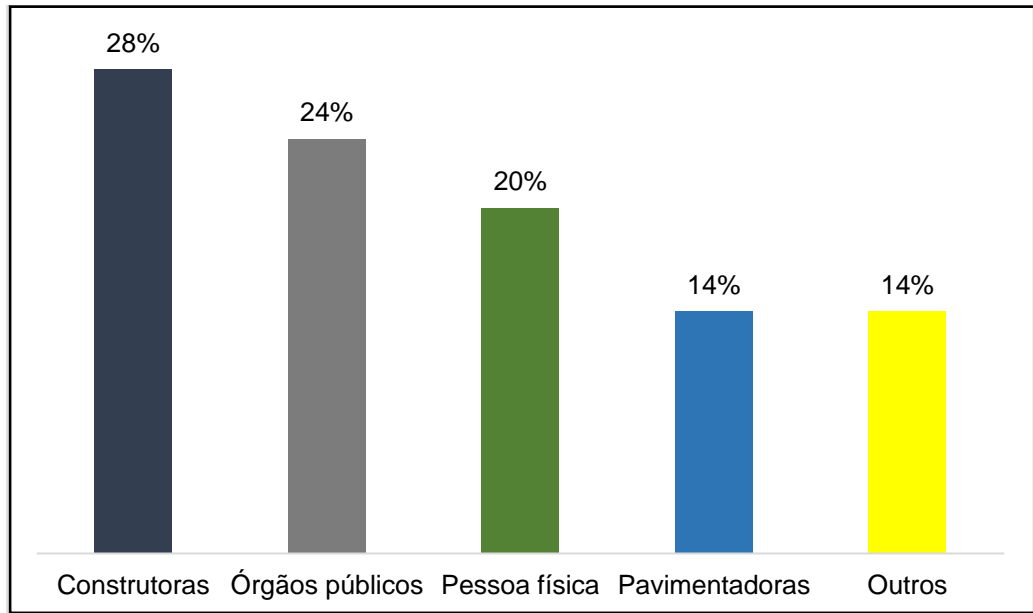
Fonte: Abrecon (2015)

A região Sudeste, em especial os estados de São Paulo e Minas Gerais, abriga o maior número de unidades de manejo de RCC no país. A Figura 11 que demonstra a distribuição dessas unidades por região.

**Figura 11** - Distribuição das unidades de manejo de RCC por região no Brasil em 2018

Fonte: Brasil (2019)

Dos materiais produzidos pelas unidades de reciclagem de RCC no Brasil, os principais compradores são construtoras, seguidas de órgãos públicos. A Figura 12 ilustra os principais canais de escoamento de materiais recicláveis de RCC no Brasil.

**Figura 12** - Principais canais de escoamento de materiais reciclados de RCC no Brasil

Fonte: Abrecon (2015)

### 2.2.9 Contexto Internacional dos RCC

Diversos países têm se preocupado com a necessidade de solucionar o problema do destino dos volumes de RCC gerados nas regiões urbanas. De acordo com Ghisellini *et al.* (2018) a produção de RCC e a sua gestão são influenciadas por vários fatores, como população, urbanização, Produto Interno Bruto (PIB), e medidas regulatórias.

Segundo Kabirifar *et al.* (2020) países como Japão, Estados Unidos e toda Europa Ocidental implantaram e consolidaram a reciclagem de RCC, sendo que, praticamente em todos estes países existem normas e políticas específicas para destinação destes materiais, além de instalações de reciclagem. Nesses países, o governo tem incentivado a reciclagem, estimulando a utilização do agregado em algumas obras e com a cobrança de taxas para disposição de resíduos em aterros sanitários.

Para Oliveira Neto (2017) a legislação tem um papel importante na reciclagem de RCC nos países europeus, sendo que os mesmos estabeleceram um objetivo de alcançar um nível de 70% para a recuperação de RCC gerados até o ano de 2020.

De acordo com dados da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, foram geradas aproximadamente 268 milhões de toneladas de RSU e 569 milhões de toneladas de RCC em 2017, o que representa mais que o dobro do montante de RSU

(US EPA, 2019). No caso dos EUA, o foco principal do mercado de reaproveitamento e reciclagem se baseia em fatores de incentivo econômico. Isso permite que os EUA tenham uma melhor capacidade de calcular custos e benefícios, e faz com que o país alcance altas taxas de reciclagem. No ano de 2015 a taxa média de reciclagem de RCC foi de 70% nos EUA (Calvo *et al.*, 2014). O concreto, a madeira e o aço são os materiais mais reutilizados e reciclados (VITALE *et al.*, 2017). Apenas no ano de 2017 o país investiu 7 bilhões de dólares no mercado de reciclagem de RCC (Akhtar; Sarmah, 2018).

Já na China, foram gerados 2.500 milhões de toneladas de RCC no ano de 2015. No país os RCC normalmente são compostos por concreto, tijolos, argamassa, madeira, embalagens, aço e outros materiais (FU *et al.*, 2017). A madeira e o aço representam cerca de 10% (em peso) do total de resíduos gerados. Já o concreto, tijolos, blocos, argamassa e alvenaria têm a maior participação no total de RCC e representam 90% (DUAN *et al.*, 2015). No entanto, a China não possui nenhuma estratégia de reciclagem para RCC após a remoção desse material dos canteiros de obras, sendo os resíduos dispostos em aterros, o que representa um risco potencial e ameaça à segurança do desenvolvimento sustentável e da natureza.

Políticas e diretrizes governamentais estão sendo desenvolvidas para incentivar a reciclagem de RCC na China. Mesmo assim, observou-se que a taxa média cobrada de entrada nos aterros de resíduos sólidos no país é significativamente menor que a de qualquer outro país ou região desenvolvida. Isso pode explicar parcialmente a baixa porcentagem de reciclagem, aproximadamente 5% dos RCC na China, enquanto a mesma taxa em países ou regiões desenvolvidas fica próxima ou superior a 60% (YUAN, 2017).

Na União Europeia, o setor da construção civil é o maior produtor de resíduos quando comparado com outros setores econômicos, respondendo por 35% da geração total de resíduos. Isso equivale a duas e quatro vezes mais do que o total de resíduos domésticos gerados nos EUA e na Europa, respectivamente (EUROSTAT, 2018b; US EPA, 2018). A geração total de resíduos sólidos em 2016 foi de 2,5 bilhões de toneladas, dos quais 923,7 milhões de toneladas (36,4%) são de RCC conforme apresentado na Tabela 6. É possível observar que o ranking dos Estados membros da União Europeia com as maiores taxas de geração per capita de RCC não condiz integralmente com o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e Índice de

Desenvolvimento Humano (IDH). No entanto, em 60,4% dos casos analisados os resultados se aproximam mais do PIB per capita do que do IDH (39,6%).

**Tabela 6 - Geração de RCC e Resíduos Sólidos (RS) na União Europeia em 2018**

Estado membro	RCC per capita (kg/hab/ano) <sup>1</sup>	RCC total (milhões de t) <sup>1</sup>	RS total (milhões de t) <sup>1</sup>	% RCC/RS	População (milhões) <sup>2</sup>	PIB per capita (em €) <sup>3</sup>	IDH <sup>4</sup>
Luxemburgo	12.041	7,3	9,0	81,1	0,6	82.880	0,904
Países Baixos	5.900	101,6	145,2	70,0	17,2	39.810	0,929
Áustria	5.529	48,8	65,6	74,4	8,8	36.430	0,909
Malta	4.075	1,9	2,5	76,0	0,5	20.190	0,881
França	3.580	240,2	343,3	70,0	66,9	31.770	0,887
Finlândia	2.849	15,7	128,2	12,2	5,5	35.300	0,922
Alemanha	2.717	225,2	405,5	55,5	82,8	34.700	0,936
Reino Unido	2.073	137,7	282,3	48,8	67,22	32.050	0,918
Dinamarca	2.071	11,9	21,4	55,6	5,8	46.720	0,928
Bélgica	1.983	22,6	67,6	33,4	11,4	34.700	0,915
Estônia	1.659	2,1	23,1	9,1	1,3	13.650	0,875
República Tcheca	1.486	15,8	37,8	41,8	10,6	16.520	0,885
Suécia	1.217	60,8	138,6	43,9	10,1	42.910	0,934
Chipre	1.211	1,0	2,3	43,5	0,9	22.360	0,869
Itália	1.007	60,8	172,5	35,2	60,5	26.020	0,878
Espanha	814	38,0	137,8	27,6	46,7	23.760	0,888
Hungria	624	6,1	18,3	33,3	9,8	11.410	0,832
Polônia	446	16,9	175,1	9,7	38,0	11.260	0,864
Irlanda	391	1,9	13,9	13,7	4,8	50.710	0,936
Eslovênia	323	0,6	8,2	7,3	2,1	18.540	0,892
Croácia	308	1,2	5,5	21,8	4,1	11.100	0,832
Lituânia	221	0,6	7,0	8,6	2,8	12.040	0,860
Grécia	213	2,2	45,5	4,8	10,7	17.110	0,866
Letônia	161	0,6	1,7	35,3	1,9	11.030	0,845
Portugal	136	1,3	15,8	8,2	10,3	17.010	0,866
Eslováquia	99	0,5	12,4	4,0	5,4	14.550	0,851
Romênia	33	0,6	203,0	0,3	19,5	7.720	0,808
Bulgária	27	0,1	129,7	0,1	7,1	6.050	0,812
<b>União Europeia</b>	<b>1.904</b>	<b>976,7</b>	<b>2.620,0</b>	<b>37,27</b>	<b>11,4</b>	<b>27.140</b>	<b>-</b>

Nota: Os dados estão apresentados (em ordem decrescente) pela geração per capita de RCC. Adaptado de: <sup>1</sup> EUROSTAT (2020a); <sup>2</sup> EUROSTAT (2020b); <sup>3</sup> EUROSTAT (2020c); <sup>4</sup> UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (2020)

Um item importante a ser observado é a geração per capita de RCC. Nesse contexto, nota-se que nove Estados membros (Luxemburgo, Países Baixos, Áustria, Malta, França, Finlândia, Alemanha, Reino Unido e Dinamarca) registraram altos níveis de geração (mais de 2.000 kg por ano per capita) e 12 Estados membros (Polônia, Irlanda, Eslovênia, Croácia, Lituânia, Grécia, Letônia, Portugal, Eslováquia, Romênia e Bulgária) registraram níveis muito baixos (menos de 500 kg por ano per capita). De acordo com dados da Comissão Europeia, as principais razões para essas discrepâncias são os níveis desiguais de controle e notificação de RCC nos seus Estados membros, bem como as diferenças nas definições e mecanismos de



notificação, sendo que a qualidade dos dados disponíveis é, portanto, a principal questão na estimativa das quantidades de RCC gerados (EUROPEAN COMMISSION, 2019).

Segundo Sáez e Osmani (2019) entre os Estados membros analisados, apenas quatro (França, Portugal, Eslovénia e Espanha) desenvolveram regulamentações nacionais específicas para RCC e a maioria dos países conta com Planos de Gestão de Resíduos ou regulamentações locais. Da situação atual da geração e gestão de RCC na Europa, quatro desafios principais são enfrentados: regulamentos de RCC ineficazes; má qualidade e harmonização dos dados; inexistência ou ineficiência de logística reversa; e uma baixa disponibilidade de mercado para materiais secundários.

### **2.3 CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL**

O consórcio intermunicipal pode ser definido como uma entidade formada através da união de vários entes de mesma natureza, que disponibilizam recursos materiais, humanos e financeiros com intuito de atingir objetivos comuns, pois, individualmente não teriam recursos em condições suficientes para atingi-los (MELO JUNIOR, 2009).

Segundo Prates (2012) os consórcios surgiram como um instrumento de cooperação técnica e financeira entre os Municípios e os Governos do Estado, do Distrito Federal e da União, para desenvolvimento de projetos, obras, serviços e outras ações destinadas a promover, melhorar e controlar as ações relativas às suas finalidades específicas, sempre tendo em vista o atendimento de políticas públicas da melhoria da qualidade de vida e da solução dos problemas da infraestrutura organizacional da sociedade.

Para Nascimento e Moreira (2012), os consórcios intermunicipais começaram a surgir com o objetivo de promover a oferta de serviços que exijam custos elevados, inviáveis para os municípios menores que não dispõem de recursos financeiros e humanos. A formação de consórcios para a gestão de atividades específicas e a consecução de objetivos de interesse comum constitui-se em alternativa válida e importante para melhorar a eficiência da prestação de serviços públicos.

Sob um sistema de regulação uniforme e aproveitando as vantagens da integração dos serviços locais para a obtenção de escalas ótimas e/ou a ampliação do escopo dos serviços prestados visando à universalização e sustentabilidade dos

mesmos, o consórcio entre os municípios possibilita a gestão associada de serviços públicos, inclusive a sua prestação (SOUZA, 2012).

A constituição de consórcios não obedece a uma única lógica, mas as disponibilidades e interesses de uma determinada região, conformando diversos modos de atuação e permitindo o seu aprimoramento, inclusão ou não de municípios ou agrupamento de municípios que, pela lógica da proximidade, pode não pertencer ao estado/sede do consórcio. Da mesma forma, podem assumir objetivos diversos, ou seja, formarem consórcios para prover ou melhorar condições de estradas, saneamento de regiões, melhoria da rede de serviços de saúde, instalações de energia elétrica, implementação de assistência de saúde de determinadas regiões ou a viabilização de hospitais. Os municípios integrantes reúnem-se a fim de viabilizar a implantação de ação, programa ou projeto desejado (SILVA; IMBROSI; NOGUEIRA, 2017).

Os consórcios possibilitam enfrentar dificuldade financeira dos municípios que, muitas vezes, não têm sequer condições de fornecer aos munícipes os serviços públicos essenciais com qualidade, pois os recursos financeiros ainda são centralizados na União, enquanto que os maiores encargos estão sob o ônus dos municípios (SILVEIRA; PHILIPPI, 2008). Segundo os autores, o federalismo cooperativo brasileiro, otimizado pelos novos paradigmas da administração pública gerencial, tem propiciado os mais diversos arranjos entre os entes federados, que variam das tradicionais associações de municípios aos recentes consórcios públicos dotados de personalidade jurídica própria.

Os primeiros consórcios criados no Brasil para a gestão de resíduos sólidos não conseguiram se estabilizar e cumprir seu objetivo, devido a problemas de descontinuidade político-administrativa, problemas de sustentação financeira, e fragilidade institucional dos consórcios, assim, a Lei nº 11.107/2005 busca suprir esta lacuna (BRASIL, 2010b).

Os consórcios intermunicipais emergem na década de 80 como reflexo das transformações políticas e econômicas ocorridas no Brasil, resultado da reforma do Estado, redemocratização e crise econômica. Os consórcios administrativos tinham previsão legal na Emenda Constitucional nº 1/1969, mas ganharam espaço no processo de descentralização promovido pela Constituição Federal de 1988. Várias experiências de consórcios públicos entre municípios tiveram início nesse período,

porém, foram consideradas pactos de cooperação de natureza precária e sem personalidade jurídica (BATISTA, 2011).

Como forma de encontrar soluções para problemas que afetam mais de um município, foi dada às administrações municipais a possibilidade de formarem arranjos cooperativos para a realização de projetos de grande porte ou com abrangência regional que exigiam soluções de parceria. De acordo com o Art. 241 da Constituição Federal, a finalidade de criação de um consórcio público é a gestão associada de serviços públicos, isso significa dizer que dois ou mais entes federados podem se unir para prestar um serviço público de interesse comum (SOUZA, 2012).

No final da década de 90 a Emenda Constitucional nº 19/1998 modifica a redação do Art. 241 da Constituição Federal Brasileira, o Consórcio Público passa a figurar no ordenamento jurídico e criam-se condições para uma Lei de abrangência nacional para regulamentação dos consórcios públicos. A Figura 13 apresenta o histórico dos consórcios públicos destacando os períodos.



Após debates no âmbito do Congresso Nacional se instituiu a Lei nº 11.107, que fora regulamentada pelo Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Essa legislação definiu normas gerais para a contratação de consórcios públicos pela União, Estados, Municípios e Distrito Federal, atribuindo-lhes personalidade jurídica.

### 2.3.1 A Lei dos Consórcios Públicos

A Lei dos Consórcios Públicos (Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005) dispõe sobre normas gerais para a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios contratarem esses instrumentos de cooperação para a realização de objetivos de interesse comum (BRASIL, 2005b). A Lei e o seu regulamento (Decreto nº 6.017) não

instituíram os consórcios públicos ou a gestão associada de serviços públicos, pois eles já estavam previstos na Constituição Federal. O papel que desempenham é o de apenas adaptar a legislação federal à realidade da cooperação federativa, eliminando dificuldades que impediam que tais institutos fossem realizados com segurança jurídica.

Na Lei dos Consórcios Públicos pode-se observar três novos tipos de contrato na estrutura jurídica da administração pública:

- I. O contrato de consórcio, celebrado entre os entes consorciados e que define todas as regras básicas dessa associação pública;
- II. O contrato de rateio, único instrumento que permite transferir recursos financeiros dos entes federativos consorciados para o consórcio;
- III. O contrato de programa, que regula a delegação da prestação de serviços públicos, de um ente da Federação para outro ou, entre entes e o consórcio público, e estabelece as regras para a prestação de serviços do consórcio aos consorciados ou de órgão da administração de um dos consorciados a outro (BRASIL, 2010c).

O contrato de consórcio, que se inicia com o Protocolo de Intenções entre entes federados, autoriza a gestão associada de serviços públicos; explicita as competências a serem transferidas ao consórcio público; explicita também quais

serão os serviços públicos objeto da gestão associada, e o território em que serão prestados; cede, ao mesmo tempo, autorização para licitar ou outorgar concessão, permissão ou autorização da prestação dos serviços; define as condições para o Contrato de Programa; e delimita os critérios técnicos para cálculo do valor das taxas, tarifas e de outros preços públicos, bem como para seu reajuste ou revisão (BRASIL, 2010c).

De acordo com Chieco (2011), o contrato de consórcio público será celebrado após cada município consorciante publicar sua própria lei ratificando a subscrição do protocolo de intenções do consórcio, também é elaborado o estatuto do consórcio, que dispõe sobre a organização e funcionamento de cada um dos órgãos constitutivos do consórcio. Na sequência deve-se providenciar a obtenção do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e abertura de conta bancária para o consórcio. Os municípios participantes devem fazer previsão orçamentária das atividades do consórcio para a assinatura do Contrato de Rateio, instrumento firmado anualmente, por meio do qual os consorciados repassarão recursos ao consórcio público. Estes

recursos devem ser previstos na Lei Orçamentária Anual (LOA) de cada ente consorciado. Ainda, no âmbito da gestão associada para a prestação de serviços públicos é prevista a assinatura de contrato de programa.

Os consórcios podem fortalecer os municípios pequenos para superar os problemas de manejo inadequado dos resíduos; proliferação de vetores; degradação ambiental; contaminação dos recursos hídricos; trabalho desumano de catadores, incluindo crianças; lixões a céu aberto; falta de capacidade técnica para intervenção nos problemas; e baixo nível de modernização tecnológica em cada prefeitura (BRASIL, 2010d).

De acordo com Cruz (2001), para que os consórcios possam ser constituídos, alguns pressupostos são necessários, tais como a:

- Existência de interesses comuns entre os municípios;
- Disposição de cooperação por parte dos prefeitos;
- Busca da superação de conflitos político-partidários;
- Proximidade física das sedes municipais;
- Tomada de decisão política em se consorciar e
- Existência de uma identidade intermunicipal.

Rossi e Silva (2020) cita as vantagens apresentadas pela Lei dos Consórcios Públicos: segurança jurídica para a constituição de consórcios públicos; as vantagens licitatórias para consórcios públicos promovidas pela alteração dos artigos 23, 24 e 112 da Lei nº 8.666/1993, com aumento do limite de valores para determinação das modalidades de licitação, aumento de limite para dispensa de licitação e compras conjuntas pelos consorciados. Respectivamente, estas alterações visam a maior agilidade na aquisição de bens e serviços. Acrescente-se as vantagens processuais, com o aumento de prazos e imunidades tributárias.

O papel dos consórcios na área de resíduos deverá ser: planejar, projetar e viabilizar os sistemas de manejo de resíduos sólidos, com envolvimento de grupos comunitários organizados; administrar e operar os sistemas de forma conjunta e participativa; formação e capacitação de multiplicadores; ações de educação ambiental e sanitária; garantir o desenvolvimento e a manutenção dos sistemas implantados de forma sustentável; desenvolver junto às comunidades e prefeituras municipais o sistema tarifário (BRASIL, 2010c).

O Decreto nº 6.017/2007 detalha os conteúdos do protocolo de intenções, trata da ratificação do contrato de constituição do consórcio da personalidade jurídica, dos estatutos, da gestão, do regime contábil, financeiro e do contrato de rateio. Desta forma, o Decreto abre uma ampla perspectiva para a criação de consórcios em um grande leque de atividades e ações que podem ser desempenhadas para atender demandas dos municípios na área do saneamento básico e em outras áreas (BATISTA, 2011).

Peixoto (2008) afirma que os consórcios públicos poderão ter um ou mais objetivos e os entes consorciados poderão se consorciar em relação a todos ou apenas a uma parcela deles. Por conseguinte, o consórcio pode executar uma gama de atividades e ações que racionaliza e maximiza a aplicação dos recursos públicos, reduzindo os custos dos serviços para os usuários, e também permitindo aos municípios contar com uma estrutura de pessoal tecnicamente mais qualificada, em razão da escala obtida com a gestão associada.

Assim, o consórcio público surge como um instrumento para auxiliar no planejamento regional e na solução de problemas comuns dos municípios, visando à implantação de aterros e gestão conjunta dos mesmos, o que representa uma inovação na gestão pública (CALDERAN *et al.*, 2012).

Com relação à contratação do consórcio, de acordo com o art. 3º da Lei de Consórcios Públicos, depende da prévia subscrição de um protocolo de intenções. Como próprio nome diz, o instrumento registra as intenções dos signatários no sentido de criar um consórcio público, delineando seu funcionamento, seus objetivos, suas prerrogativas e deveres, mas sem gerar efeitos jurídicos concretos. Do ponto de vista de cada partícipe, o protocolo assemelha-se a um projeto de lei de iniciativa do Executivo, submetendo-se ao trâmite previsto para o processo legislativo. Sob um enfoque externo, o protocolo seria uma espécie de contrato preliminar, cujo descumprimento não acarreta ônus aos subscritores (ROSSI; SILVA, 2020).

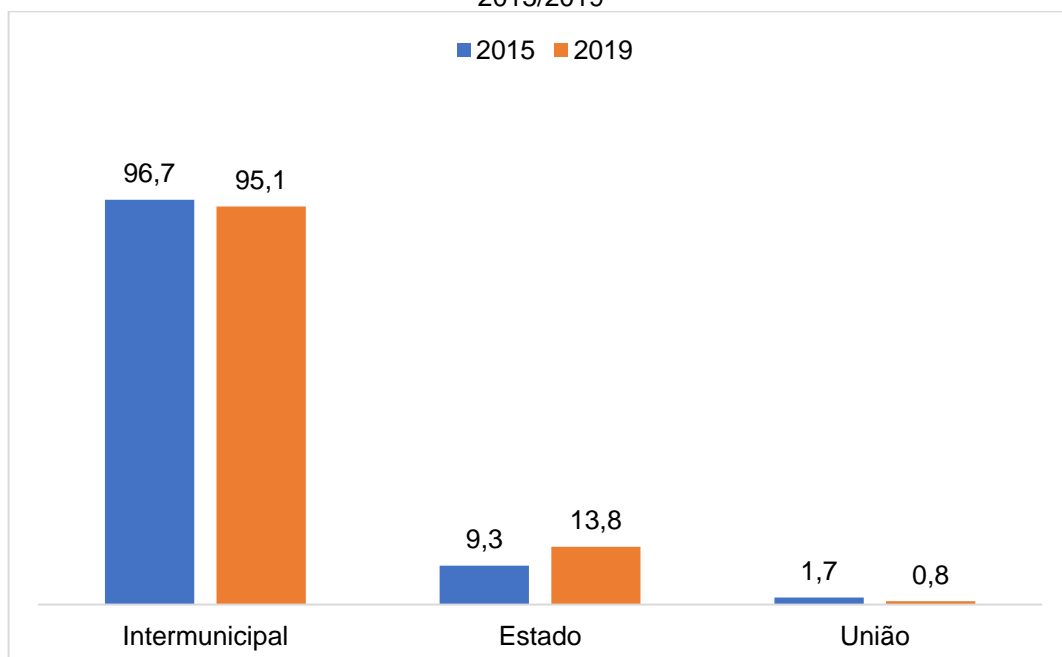
O protocolo de intenções deve conter todas as informações relevantes para o Poder Legislativo de cada ente compromissado possa deliberar sobre tais escolhas. De outra forma, a exigência de ratificação legislativa restaria inócua, já que seria possível a formalização do compromisso de constituição de consórcio público em termos genéricos, cuja aprovação parlamentar entregaria ao Executivo um cheque em branco (CALDERAN *et al.*, 2012).

### 2.3.2 Panorama dos consórcios públicos no Brasil

Para compreender a importância da parceria intermunicipal no Brasil, basta lembrar que ainda hoje a grande maioria dos nossos municípios tem uma população inferior à de muitos bairros da cidade de São Paulo, dispendo de orçamentos irrisórios, e não raros, administradores inexperientes e tecnicamente mal preparados. Essas circunstâncias têm levado naturalmente os entes a unir esforços e compartilhar experiências, conhecimento, tecnologia e recursos de todo tipo, valendo-se do consórcio como ferramenta de maximização da eficiência nas administrações públicas (NEGRINI, 2009).

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) verificou a existência de consórcios públicos pactuados entre os entes federativos (União, Estados, Distrito Federal e Municípios), realizados pelos administradores municipais nas áreas de educação, saúde, assistência e desenvolvimento social, turismo, cultura, habitação, meio ambiente, transporte, desenvolvimento urbano, saneamento básico, gestão das águas e manejo de resíduos sólidos. Segundo o levantamento de dados realizado em 2019, 69,2% dos municípios faziam parte de pelo menos um consórcio público (Figura 14). Em comparação a 2015 (66,3%), observou-se, portanto, um aumento de municípios com esse instrumento de cooperação (IBGE, 2019b).

**Figura 14** - Percentual de Municípios com consórcios públicos, segundo o tipo de parceria - 2015/2019

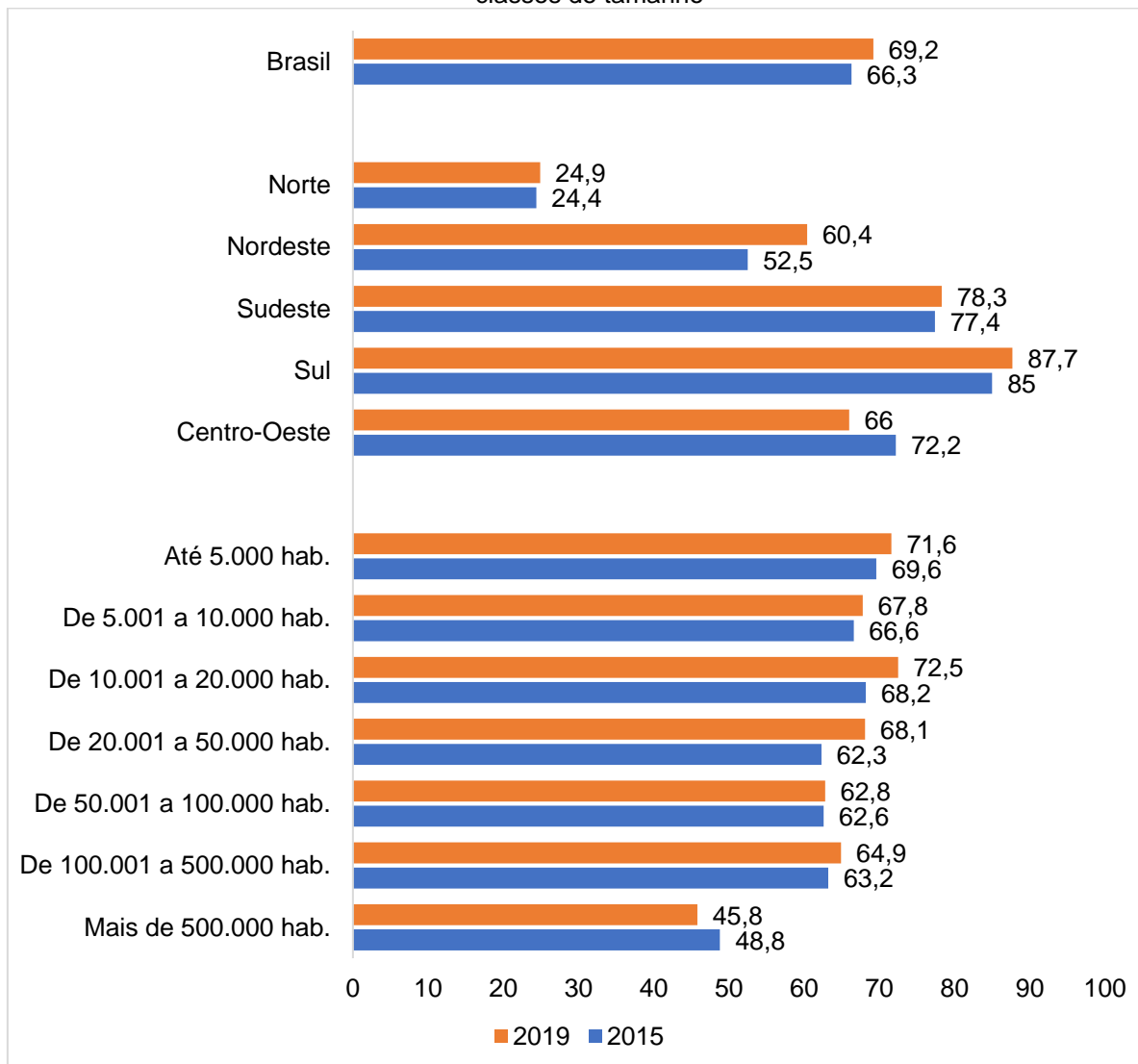


Fonte: IBGE (2019b)

Entre os municípios que declararam participar de consórcio público em 2015 e 2019, observou-se um aumento do percentual daqueles com instrumento de cooperação vertical, isto é, com consórcio com o Estado, passando de 9,3% (342), em 2015, para 13,8% (532), em 2019.

Quanto à análise regional, entre 2015 e 2019, verificou-se variação positiva na proporção de municípios com consórcios públicos em quase todas as grandes regiões, e apenas na região Centro-Oeste a variação foi negativa (esses instrumentos, presentes em 72,2% das municipalidades em 2015, declinaram para 66,0% em 2019). Da mesma forma, na análise por classes de tamanho da população dos municípios, observou-se que em apenas uma, referente àqueles com mais de 500.000 habitantes, a variação foi negativa (Figura 15).

**Figura 15** - Percentual de Municípios com consórcio público, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho



Fonte: IBGE (2019b)

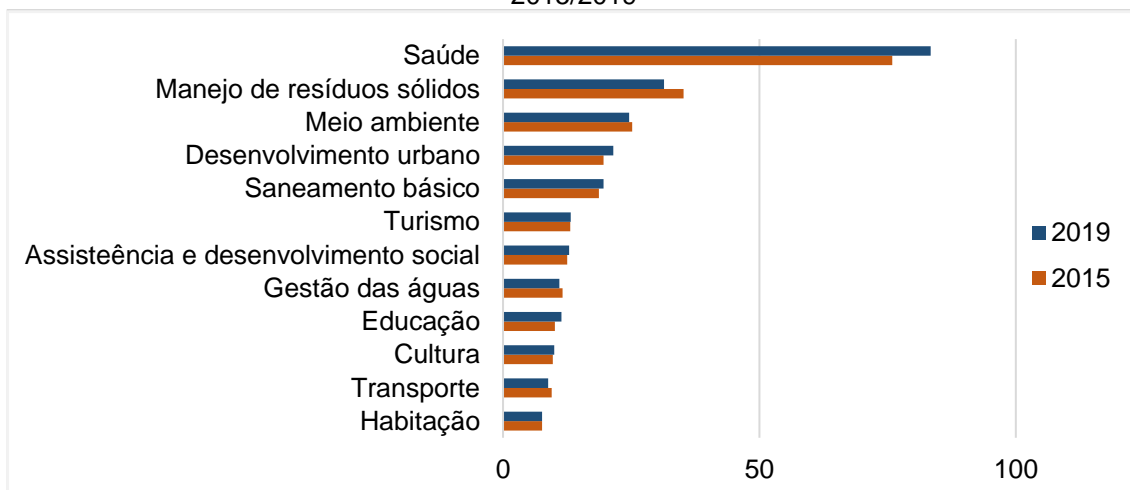


Ao analisar a resposta dos municípios com algum tipo de cooperação na forma de consórcio público, constatou-se que as parcerias intermunicipais eram utilizadas por mais de 84% dos municípios em todas as grandes regiões e classes de tamanho da população, chegando a 100% daqueles com consórcio público na Região Norte. Nas demais grandes regiões, também com 100% de suas municipalidades com consórcio público intermunicipal, estavam os seguintes Estados: Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul (IBGE, 2019a).

No que diz respeito a consórcio público com a participação do Estado, a Região Nordeste foi a que apresentou o maior percentual de municípios com esse tipo de parceria (30,8%), enquanto a Região Norte, o menor (1,8%). Na análise por classes de tamanho da população dos municípios, o maior percentual (19,6%) foi registrado entre os situados na faixa de 100.001 a 500.000 habitantes, ao passo que o menor (5,6%), na faixa até 5.000 habitantes. Cabe destacar que em nenhum dos municípios que declararam participar de consórcio público nos Estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Maranhão, Paraíba, Sergipe e Mato Grosso do Sul havia a participação do Estado.

Das 12 políticas públicas pesquisadas pela MUNIC em 2015 e em 2019, as quais mobilizam a organização de consórcios públicos, independentemente do ente parceiro, verificou-se que os maiores percentuais de municípios com esse instrumento de cooperação foram registrados nas áreas de Saúde, Manejo de resíduos sólidos e Meio ambiente (Figura 16).

**Figura 16** - Percentual de Municípios com consórcios públicos, segundo a área de atuação - 2015/2019



Fonte: IBGE (2019b)

A próxima seção inicia a revisão de literatura sobre Sistemas de Apoio à Decisão como ferramenta capaz de oferecer suporte computacional ao gestor no processo de tomada de decisão.

## 2.4 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Para compreensão dos Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) é importante o entendimento de dois outros conceitos: Decisão e Apoio à Decisão.

De acordo com Chaves *et al.* (2013), as decisões são julgamentos de valor utilizados por alguém no momento de uma escolha que propiciam ao decisor saber quanto de desempenho de uma determinada ação potencial deve-se abdicar para que haja ganho de performance em outra. Normalmente as pessoas tomam decisões valendo-se de heurísticas, que são regras simplificadas de uma realidade complexa para tomar decisão.

O apoio à decisão caracteriza-se pelo reconhecimento da subjetividade humana em um processo decisório que é evolutivo e caótico e, por diversas vezes, pode-se valer da recursividade, voltando às etapas anteriores, modificando-se valores que haviam sido validados durante o processo, ou até mesmo identificando-se que esses valores não pertencem ao problema. O apoio à decisão pode ser visto como a atividade que suporta a obtenção de elementos que tornam as decisões mais claras com o propósito de propiciar aos atores do processo decisório as condições mais favoráveis possíveis para o aumento da coerência entre a evolução do processo e o atendimento dos objetivos de acordo com os valores dos atores (LORENTZ, 2016).

No início do século XX, as tomadas de decisão centravam-se no executivo principal, geralmente proprietário ou presidente, pois o ambiente era estável e as informações restritas. A partir da década de 70 começaram as pesquisas para o desenvolvimento dos Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), que passaram a ser caracterizados como sistemas computacionais interativos que auxiliavam no processo decisório de problemas considerados não estruturados (WESTMACOTT, 2001).

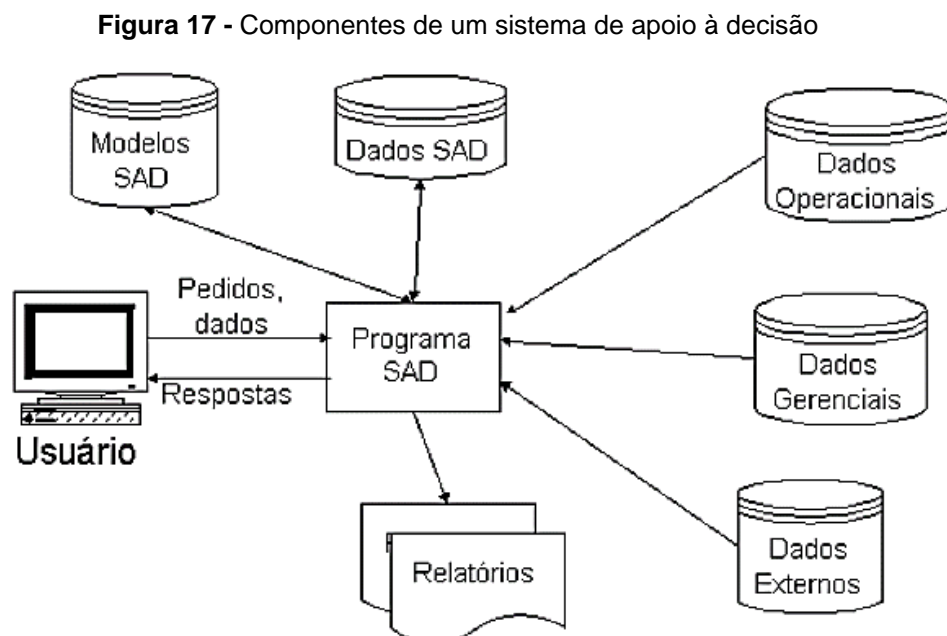
Segundo Gomes *et al.* (2009), utilizam-se os SAD para resolver problemas complexos e não bem estruturados, em que há a presença de subjetividade e necessidade de um processo que possibilite estruturar um contexto incerto e conflituoso.

Nesse sentido, recomenda-se a utilização de SAD para ambientes singulares, em que haja ausência de fatos claros e presença da subjetividade, demandando um processo evolutivo ao longo do tempo, e não para tomada de decisão apenas em um dado momento (AREIAS, 2016).

Os novos programas computacionais que surgiram para atender as necessidades dos decisores foram denominados de sistemas de apoio à decisão, definidos como: “sistemas interativos baseados em computador, os quais ajudam os decisores na utilização de dados e modelos para resolver problemas não estruturados” (LORENTZ, 2016).

O sistema de apoio à decisão é caracterizado basicamente pela entrada de dados, seguindo-se para o processamento e armazenamento das informações em banco de dados. Em seguida obtém-se o resultado na saída que por sua vez poderá ser a entrada para outras relações existentes no mesmo sistema ou em outros. Desta forma, as atividades que contemplam o SAD são unir, armazenar, sistematizar e apresentar informações para auxiliar o processo de tomada de decisão.

A Figura 17 representa esquematicamente os componentes para o funcionamento do SAD.



Fonte: FREITAS (1997)

De acordo com Wierzbick (2000), os sistemas de apoio à decisão podem ser divididos em três classes principais, como mostra o Quadro 10.

**Quadro 10** - Classificação dos Sistemas de Apoio à Decisão

<b>Classe</b>	<b>Definição</b>
Sistema baseados em dados	São sistemas que utilizam técnicas de “mineração de dados” e “processamento analítico online” para encontrar regularidades em grandes bancos de dados e construir modelos a partir destas.
Sistemas baseados em regras	São representados pelos sistemas especialistas e sistemas baseados em inteligência artificial. Nestes sistemas a experiência e os conhecimentos existentes são expressos através de regras lógicas.
Sistemas baseados em modelos analíticos	Sistemas que utilizam o conhecimento de uma determinada disciplina descrita através de modelos analíticos ao contrário de modelos lógicos.

**Fonte:** Wierzbicki (2000)

A principal vantagem do SAD não é a simulação exata do problema, mas a possibilidade de avaliar os padrões de comportamento do sistema visando o aprimoramento dos modelos mentais compartilhados pelas pessoas que têm o poder de tomar decisões (GRUSSING et al., 2010).

Para Carnasciali e Delazari (2011), a base de conhecimentos utilizada na tomada de decisão contém fatos e regras ou outra representação do conhecimento, de forma que a máquina de inferência decide como aplicar as regras e em que ordem, a fim de deduzir novos conhecimentos. Como a base de conhecimento é distinta da máquina de inferência, torna-se fácil realizar procedimentos para manipulá-la.

O conhecimento armazenado nesta base pode estar organizado e estruturado de diversas maneiras, pois são várias as estruturas de dados e procedimentos de interpretação que podem ser utilizados (Alyoubi, 2015).

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos empregados para atingir os objetivos estabelecidos nesta tese, detalhando o tipo de pesquisa empregada, sua classificação, os instrumentos de pesquisa e de coleta dos dados.

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

Segundo sua natureza, pode-se classificar esta tese como pesquisa aplicada, pois as pesquisas assim enquadradas objetivam gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais, conectando-se desta forma ao objetivo principal desta tese (PEREIRA, 2012).

A principal forma de abordagem do problema de pesquisa é a qualitativa. Segundo Taquette e Borges (2020), na abordagem qualitativa a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados, sendo que o pesquisador mantém contato direto com o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo. Neste tipo de abordagem, os instrumentos de coleta de dados mais comuns são: observação direta, observação participante, entrevistas estruturadas ou semiestruturadas, documentação e registros em arquivos.

As premissas sobre a pesquisa qualitativa são válidas para esta tese, pois os dados coletados, que subsidiaram o diagnóstico da gestão de RCC na UGRHI 12, apresentaram-se na forma de registros dos processos e das atividades ocorridas durante o fluxo dos resíduos, desde o gerador até sua disposição final, sendo que os instrumentos de coleta de dados mais empregados foram a observação direta, entrevistas e análise de documentos públicos.

Marconi e Lakatos (2014) destacam ainda que os dados coletados nas pesquisas qualitativas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada, preocupando-se o pesquisador muito mais com o processo do que com o produto.

Quanto aos objetivos, pode-se classificar a tese em pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória, de acordo com Gil (2010), busca proporcionar maior

familiaridade com o problema pesquisado, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. O autor destaca que a maioria das pesquisas exploratórias envolvem o levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado.

O contexto exploratório presente nesta tese é observado por meio da necessidade de identificar e entender de forma estruturada e minuciosa os processos, as atividades, os participantes e seus papéis em cada etapa do gerenciamento dos RCC no município.

Finalizando o procedimento técnico empregado foi o estudo de caso. De acordo com Rampazzo (2010), o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo, dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

O autor destaca que este procedimento de pesquisa é empregado quando é preciso responder a questões do tipo “como” e “por quê” e principalmente, nas situações em que o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos pesquisados.

### **3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E INSTRUMENTOS DA PESQUISA**

As etapas de desenvolvimento do Sistema de Gestão Consorciada de Resíduos da Construção Civil (SIGECON) foram baseadas em pesquisas realizadas anteriormente sobre o uso do SAD na gestão de resíduos sólidos, como Lupatini (2002), Marques Neto (2009), Scremin (2007), e Paz (2014).

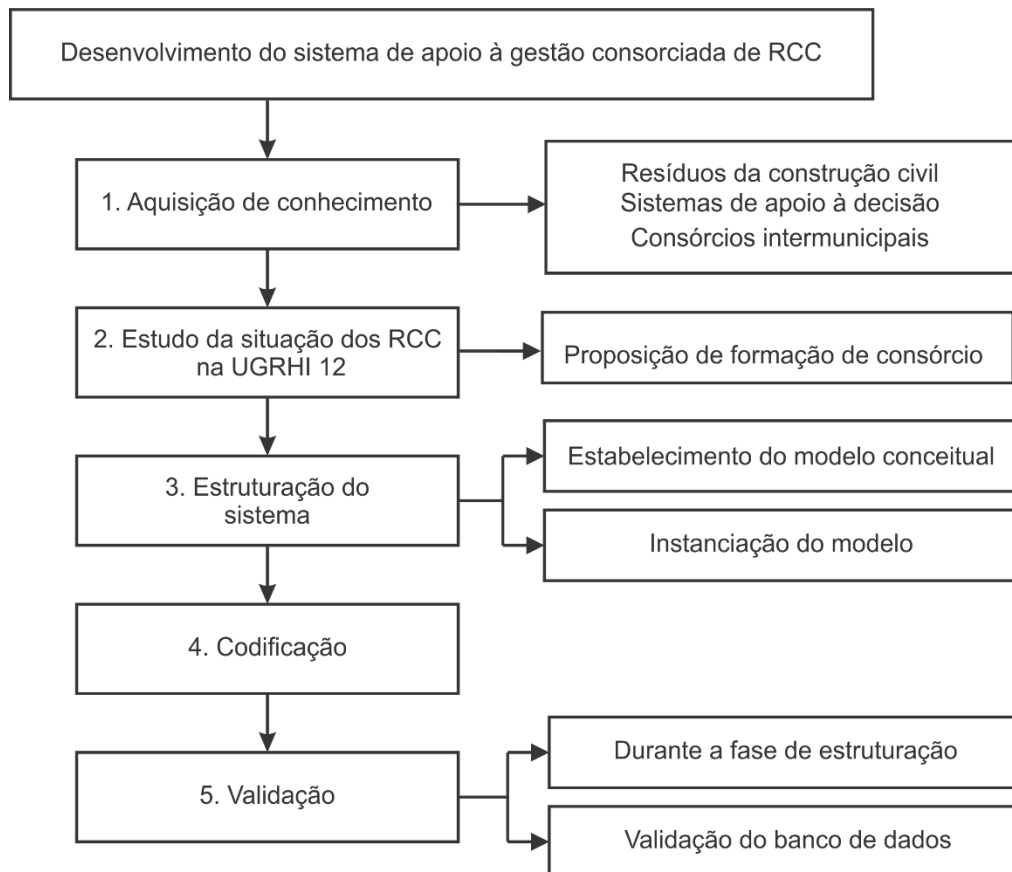
O banco de dados, bem como as ferramentas de gestão, foi desenvolvido de modo a permitir que o sistema possa ser adaptado à realidade de diversos municípios brasileiros. Porém, utilizou-se a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Baixo Pardo/Grande (UGRHI 12) como de estudo de caso para validação do *software*. A escolha dessa UGRHI deve-se ao fato os municípios pertencentes são considerados de pequeno e médio porte, sendo que 83,3% possuem população estimada menor que 50 mil habitantes.

Inicialmente é apresentada a metodologia para realização do diagnóstico da gestão de RCC na UGRHI 12, com o propósito de analisar diversas variáveis da gestão dos RCC praticada pelos municípios pertencentes à bacia e compreender os atuais desafios da gestão municipal.

Após a realização do diagnóstico da gestão municipal na UGRHI 12, apresenta-se o método de desenvolvimento do SIGECON, nas etapas de estruturação, codificação e validação do sistema.

A Figura 18 apresenta as etapas realizadas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

**Figura 18 - Estrutura metodológica para o desenvolvimento do SAD**



### 3.2.1 Aquisição de conhecimento

A etapa de aquisição de conhecimento foi desenvolvida a partir de temas relacionados aos resíduos da construção civil no Brasil e no contexto internacional. Desta maneira, na literatura foram buscados os seguintes temas-chaves:

- Bacia hidrográfica: conceito, vantagens da utilização de bacias hidrográficas como unidades de planejamento e gestão;
- Resíduos da construção civil: definição, classificação, produção e composição dos RCC, impactos ambientais e situação dos RCC no contexto internacional, gestão dos RCC.

- Consórcios públicos: definição, formação, principais legislações norteadoras, consórcios públicos constituídos no Brasil.
- Sistemas de apoio a decisão: conceito, estrutura e modelagem dos SAD.

### **3.2.2 Estudo dos RCC na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande**

A metodologia aplicada para realização do estudo dos RCC na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande se baseou na pesquisa realizada por Marques Neto (2009). A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas para coleta de informações para realização de um diagnóstico na área de estudo, contribuindo assim para o desenvolvimento do sistema de apoio à decisão.

#### **3.2.2.1 Pesquisa de Campo**

Esta etapa da metodologia, que consistiu no estudo da situação dos resíduos da construção civil nos 12 municípios pertencentes à UGRHI Baixo Pardo/Grande foi realizada em duas etapas.

Inicialmente, foi realizado levantamento de dados em relatórios e documentos enviados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (CBG-BPG). Desta forma, foi possível coletar informações referentes aos aspectos operacionais dos serviços de limpeza pública, controle de coleta, transporte, destinação final, formas de tratamento e volumes de RSU e RCC gerados nos municípios pesquisados.

Na segunda etapa, foi utilizado um questionário adaptado de Marques Neto (2009) como instrumento de coleta de dados (Apêndice A). Após contato telefônico, o questionário foi enviado por e-mail aos gestores municipais que tiveram que responder por meio digital as questões formuladas.

Também foi empregado um questionário às empresas privadas de coleta de RCC que atuam nos municípios (Apêndice B). Os questionários foram encaminhados à 12 empresas que realizam a coleta de RCC nos municípios de Barretos, Bebedouro, Morro Agudo e Orlândia. Obteve-se a resposta de oito empresas através de e-mail e cinco responderam o presencialmente durante as visitas realizadas às cidades.

Os questionários foram organizados de forma a obter respostas a grupos de perguntas referentes aos aspectos que cercam o gerenciamento dos resíduos da construção civil nos municípios.



Após respondidos, os questionários foram analisados de forma preliminar, e serviram como parâmetro para a preparação dos trabalhos de campo.

Na terceira etapa da pesquisa de campo, foram realizadas visitas aos municípios para verificação in loco do máximo de ocorrências objeto do estudo.

Esta etapa metodológica da pesquisa ocorreu no mês de junho de 2021 (Quadro 11) e permitiu visitar nas respectivas localidades, as áreas atuais de disposição dos RCC e, em alguns casos, aterros sanitários, além de observar o sistema de manejo de RCC empregado pelas prefeituras.

Foram comparados os dados apresentados nos questionários com as visitas realizadas in loco.

**Quadro 11** - Datas de realização dos trabalhos de campo nos municípios da UGRHI Baixo Pardo/Grande

<b>Município</b>	<b>Data da visita</b>
Altair	05/06/2021
Barretos	06/06/2021
Bebedouro	07/06/2021
Colina	08/06/2021
Colômbia	09/06/2021
Guaraci	12/06/2021
Icém	13/06/2021
Jaborandi	14/06/2021
Morro Agudo	15/06/2021
Orlândia	19/06/2021
Terra Roxa	20/06/2021
Viradouro	21/06/2021

### 3.2.2.2 Caracterização e aspectos gerais da UGRHI Baixo Pardo/Grande

A caracterização da bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande apresenta os dados mais relevantes do objeto de estudo dessa tese como:

- Localização no Estado de São Paulo;
- Constituição dos municípios pertencentes;
- Dados hidrográficos;
- Dados geomorfológicos;
- Economia;
- Dados demográficos.

Através dos questionários respondidos e das visitas técnicas foi possível analisar de forma descritiva, diversas variáveis da gestão dos RCC praticada pelos municípios pertencentes à bacia.

Os dados levantados forneceram subsídios para caracterizar a bacia como um todo, no que diz respeito:

- Aos modelos de gerenciamento do manejo do RCC atualmente em operação nos municípios;
- A produção de resíduos da construção civil;
- A caracterização da origem e dos sistemas de coleta e transporte dos RCC;
- A caracterização dos aspectos sociais e econômicos relacionados aos RCC;
- A caracterização da disposição e tratamento final dos RCC;
- Aos aspectos legais relacionados aos RCC.

### 3.2.2.3 Diagnóstico da situação dos RCC nos municípios da UGRHI 12

A metodologia desse item da pesquisa tem como base avaliar, de forma detalhada, todos os municípios integrantes da Bacia Hidrográfica Baixo Pardo/Grande.

Dessa forma, os 12 municípios foram investigados com os seguintes propósitos:

- Identificar os principais indicadores básicos de cada município;
- Diagnosticar a situação atual das áreas de disposição final dos RCC;
- Averiguar a existência de empresas caçambeiras e catadores de RCC em atividade nas cidades;
- Verificar a existência de programas de coleta seletiva, áreas de transbordo e triagem, ecopontos e unidades de reciclagem de RCC nas cidades.
- Analisar o cumprimento das legislações vigentes e normas técnicas para gestão dos RCC pelos municípios.
- Propor e analisar cenários para a gestão de resíduos da construção civil em consórcios intermunicipais considerando as infraestruturas necessárias;
- Avaliar a viabilidade econômica dos cenários propostos para formação de consórcio intermunicipal para a gestão dos resíduos da construção civil na UGRHI 12;

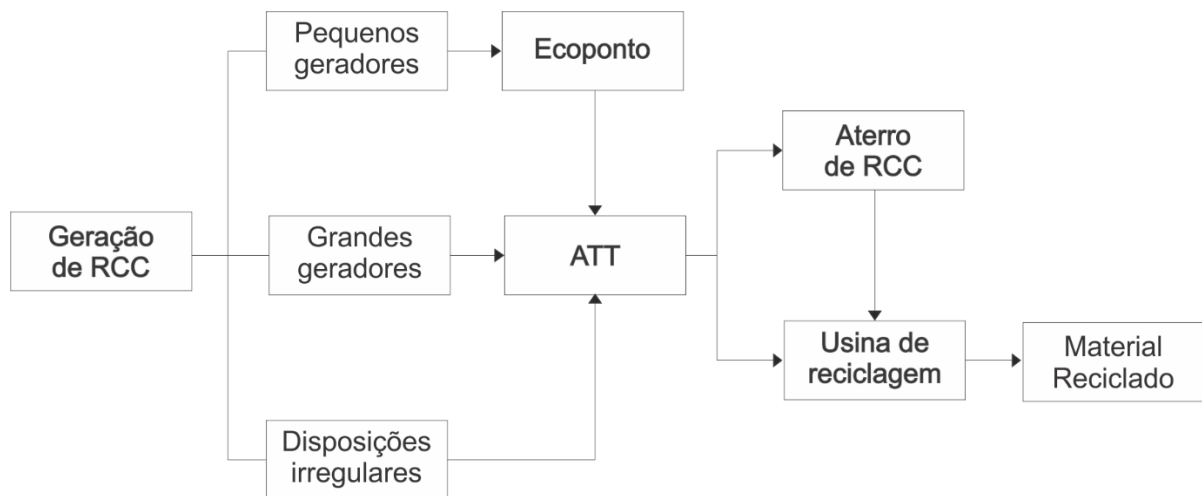
### 3.2.3 Proposta de criação de consórcio intermunicipal para UGRHI 12

A seguir são apresentadas as etapas realizadas para a proposição e análise de viabilidade econômica para formação de um consórcio intermunicipal entre os municípios da UGRHI 12.

#### 3.2.3.1 Proposição de cenários para formação do consórcio intermunicipal

O desenvolvimento das infraestruturas presentes nos cenários foi idealizado considerando o modo pelo qual se dá o fluxo de resíduos da construção civil desde sua geração até seu destino final (Figura 19). A escolha de cada infraestrutura foi realizada a partir da revisão da literatura existente e avaliação das normas técnicas que tratam da coleta e destinação dos RCC nos municípios.

**Figura 19** - Fluxo da destinação do RCC nos municípios consorciados



Os pequenos volumes de RCC devem ser encaminhados aos ecopontos para triagem e armazenamento temporário. Já os grandes volumes, que podem ser coletados pelas empresas privadas ou pela própria prefeitura, e os resíduos entregues nos ecopontos são encaminhados às áreas de transbordo e triagem. Paralelamente, existem ainda os descartes clandestinos, que devem ser impedidos devido aos impactos ambientais, sociais e econômicos que acarretam nas áreas em que são depositados.

Os resíduos pertencentes à classe A, após triagem são encaminhados ao aterro, para reservação do material de forma segregada, possibilitando seu uso

futuramente, ou podem ser encaminhados diretamente para a usina de reciclagem, responsável pela transformação do RCC em agregados reciclados.

Já os resíduos classe B são encaminhados para cooperativas e associações de reciclagem existentes nos municípios; os da classe C e D deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Desta forma, foram considerados três cenários com diferentes infraestruturas para constituição do consórcio para gestão dos resíduos da construção civil nos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande.

### 3.2.3.2 Proposição de cenários para formação do consórcio intermunicipal

Foram considerados três cenários com diferentes infraestruturas para constituição do consórcio para gestão dos resíduos da construção civil nos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande. O detalhamento dos equipamentos e obras civis previstas para da infraestrutura encontra-se disponível no Apêndice D.

A seguir são descritas as infraestruturas previstas em cada dos cenários propostos.

#### 3.2.3.2.1 *Cenário 1*

O cenário 1 (Figura 20) representa a solução na qual cada município deve contar com um Eco ponto e um ATT, e após triagem, seus RCC são encaminhados para um dos municípios do consórcio, que instala uma única usina de reciclagem responsável pelo beneficiamento de todos os resíduos gerados.

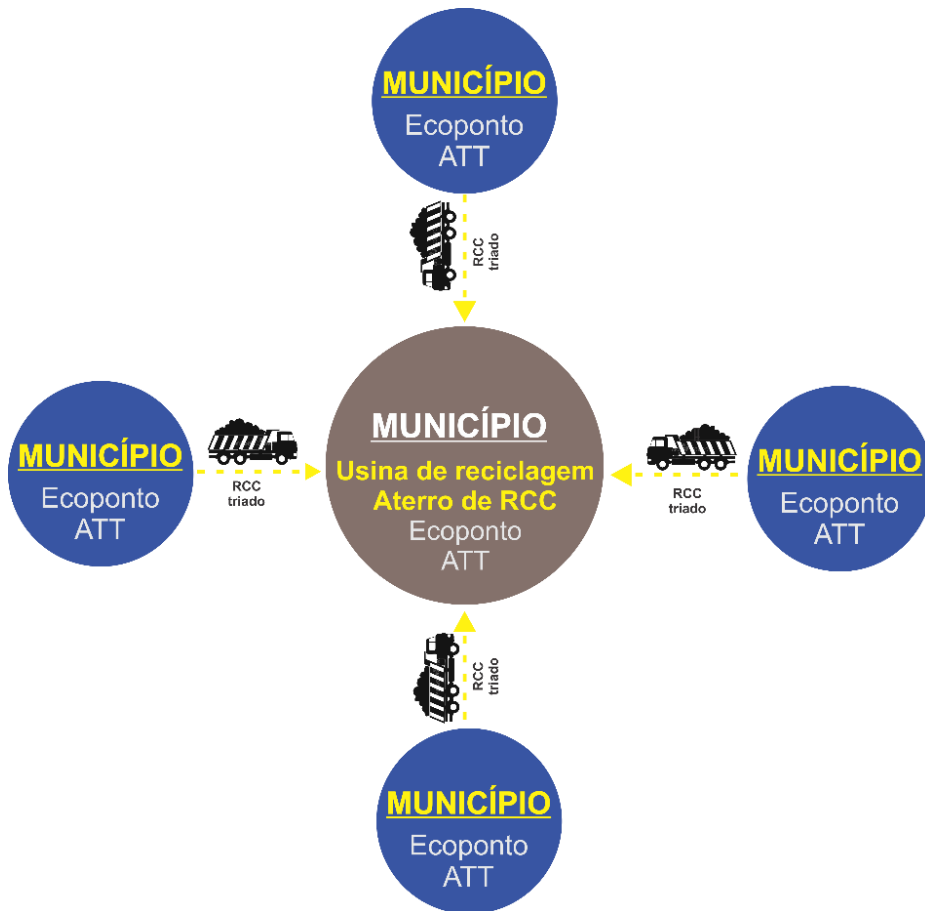
Essa solução traz como vantagem o ganho de escala na operação da usina, porém, como todo material reciclado se encontra no município de instalação da usina a comercialização do agregado pode ser dificultado.

Tal cenário pode ser indicado para um conjunto de municípios localizados em proximidade e onde um deles seja substancialmente maior que os demais capaz de absorver a maior geração de agregado reciclado.

Nesta solução, o município selecionado para receber a instalação da usina deve ser estrategicamente escolhido, considerando que fatores como a distância entre

os municípios e os volumes gerados podem inviabilizar o projeto. Apesar da redução de custos com a implantação de uma única usina, tem-se um aumento dos custos de transportes, pois os materiais percorrem uma maior distância até chegarem a seu destino final.

**Figura 20** - Cenário 1: usina e aterro de RCC sendo compartilhados entre os municípios



### 3.2.3.2.1 Cenário 2

O cenário 2 (Figura 21) diferencia-se do anterior por dispensar a instalação de ATT em cada um dos municípios, que passam a contar apenas com Ecopontos. As ATT, de modo geral, são infraestruturas de maior dimensão. Em casos de municípios pequenos, podem ser subutilizadas devido à baixa demanda, o que pode justificar o compartilhamento de ATT entre municípios próximos. Assim, pequenos volumes são encaminhados para os Ecopontos localizados em cada um dos municípios e posteriormente direcionados à ATT em outro município. Já os grandes volumes são diretamente encaminhados à ATT, sem passagem pelos Ecopontos locais.

Após triagem, o RCC deverá ser encaminhado ao município onde está implantado a usina de reciclagem de RCC e o aterro de RCC. O compartilhamento de áreas de transbordo e triagem traz como vantagem a redução de custos com implantação e de transporte.

**Figura 21** - Cenário 2: compartilhamento de áreas de transbordo e triagem



### 3.2.3.2.1 Cenário 3

O cenário 3 (Figura 22) representa a solução na qual, ao invés dos municípios enviarem seus resíduos gerados, ocorre o transporte da própria recicladora entre os municípios. Neste tipo de cenário, cada município implanta um ecoponto e uma ATT, e todos compartilham um único aterro de RCC. Neste caso os equipamentos devem ser do tipo móvel ou semimóvel. Nesta solução os municípios não precisam adquirir isoladamente os equipamentos da usina de reciclagem, que correspondem a parcela significativa dos recursos necessários para a implantação da reciclagem dos RCC.

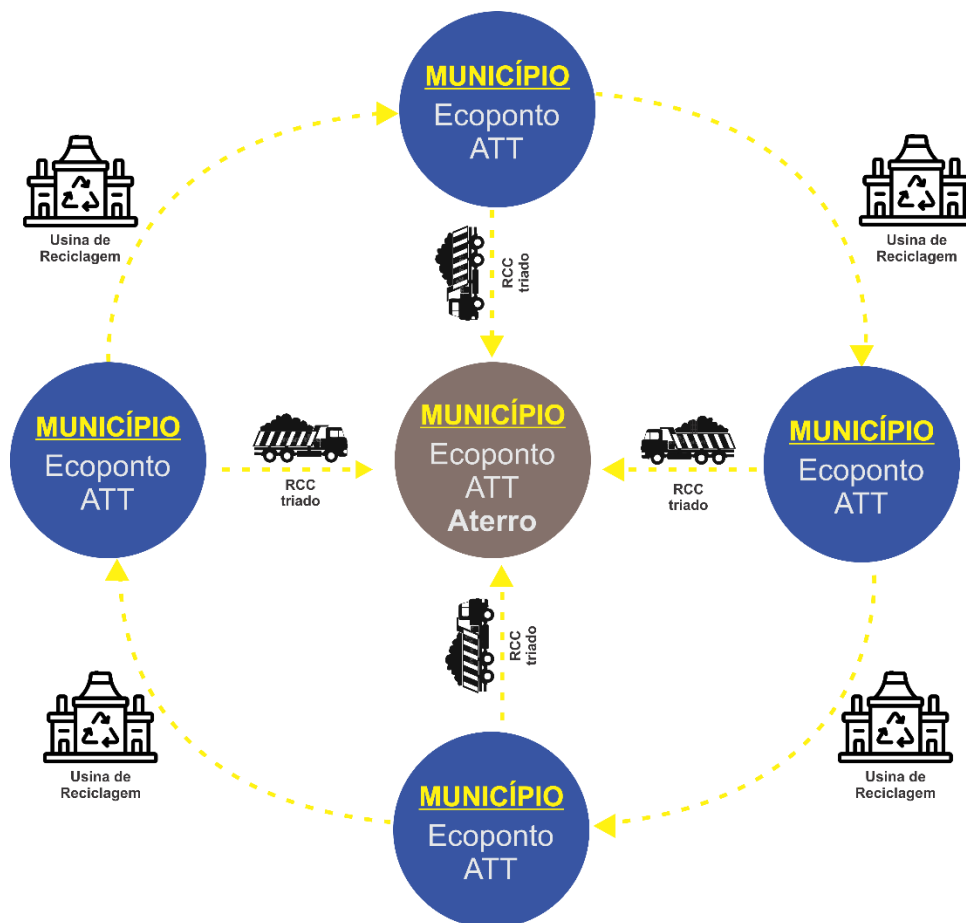
A escala limitada de geração de RCC nestes municípios de pequeno e médio porte também permite que as recicladoras funcionem apenas parte do ano, considerando que as ATT funcionem como áreas de reservação temporária de insumos para a usina durante o período em que os equipamentos se encontram em

outras localidades. Neste cenário os custos de transporte são reduzidos uma vez que não ocorre mais o transporte de resíduos de forma intermunicipal. O transporte da unidade móvel de reciclagem de RCC ocorre apenas esporadicamente. O período que cada município ficará com a unidade recicladora dependerá da geração de resíduos no período e da capacidade de beneficiamento dos equipamentos.

Nessa solução, cada município continua armazenando os resíduos gerados, o que pode facilitar sua utilização, por outro lado exige uma maior área de armazenagem para os resíduos durante o período de não operação da reciclagem. Este tipo de cenário pode ser indicado para municípios com limitada geração de RCC de portes similares.

Neste caso, a distância entre eles não é uma limitação significativa, pois não ocorre transporte de resíduos constantemente, apenas esporadicamente da recicladora.

**Figura 22 - Cenário 3: Compartilhamento de usina de reciclagem móvel**



### 3.2.3.3 Definição dos parâmetros e custos para os cenários propostos

Para compor toda a análise de viabilidade é necessária a definição de alguns custos. Os valores foram obtidos através da literatura, consulta à fornecedores de equipamentos e de mercado. Os custos podem ser classificados basicamente em três tipos: custos de implantação, custos de operação e custos de manutenção.

Fazem parte dos custos de implantação, a aquisição do terreno, os custos com as obras de engenharia, aquisição de equipamentos e mobiliário.

Os custos de aquisição de terrenos para a implantação da infraestrutura só foram considerados na implantação da usina de reciclagem e no aterro que serão compartilhados entre os municípios consorciados. Na infraestrutura a ser implantada em cada município não foram considerados esse custo, visto que o poder público dispõe em muitos casos de lotes que podem ser empregados para este fim.

Definidos os custos de implantação, que também pode ser denominado como custo de investimento inicial, foram levantados os custos necessários para o funcionamento das infraestruturas, que envolvem custos com funcionários, custos com despesas fixas e mensais, despesas relacionadas à manutenção dos equipamentos e os impostos que são aplicados em receita e nos fluxos de caixa ao longo da análise de investimentos.

Com relação aos tributos, foram aplicados os impostos sobre receita que são Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), em percentuais de 0,65%, 3% respectivamente. E sobre o lucro presumido foram aplicados o Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), 15% e 9% respectivamente. Esses impostos além de terem sido identificados em outras pesquisas também foram definidos a partir de uma consulta com profissionais da área financeira.

Os custos de manutenção ocorrem pela própria característica do processo produtivo de reciclagem. Os equipamentos que compõem as infraestruturas instaladas, apesar de sua robustez, necessitam de constante manutenção, objetivando manter o nível esperado de produtividade e qualidade do agregado produzido. Por esse motivo, baseado na pesquisa de Moresco (2017) foi aplicada uma taxa de 1% sobre o valor de aquisição dos equipamentos para a manutenção mensal.



O custo de depreciação dos equipamentos de britagem, das máquinas e veículos próprios é calculado de forma linear para um período de dez anos para instalações e maquinários, considerando um valor residual de 10% do custo de aquisição.

#### 3.2.3.4 Receitas

A determinação das receitas é feita a partir do produto da quantidade de agregados gerados na usina de reciclagem pelo seu preço de mercado, somado a cobrança pela recepção dos RCC nos municípios em que existem empresas privadas de coleta desse material.

A capacidade de geração de RCC identificada na UGRHI, objeto de estudo desta pesquisa, foi definida como percentual de 75% aquele referente à porcentagem de resíduos denominados classe A.

Para ter como atrativa a compra e aplicação dos agregados reciclados produzidos na usina foi estabelecido o valor de 50% sobre o valor dos agregados naturais como preço de venda do material reciclado. A partir disso, foi realizada uma pesquisa de mercado em todos os municípios do estudo de caso, sendo definido o valor médio de venda de agregados naturais de R\$ 120,00/m<sup>3</sup>.

Já a cobrança pela recepção do RCC das empresas privadas foi definido em R\$ 18,00/m<sup>3</sup>, média que vem sendo praticado em outras regiões do Estado.

#### 3.2.3.5 Fatores econômicos envolvidos na análise de viabilidade

A taxa mínima de atratividade utilizada nesta análise é de 13,75%, que foi a taxa média ajustada dos financiamentos apurados pelo Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) no período de análise deste trabalho, que tem como data base agosto de 2022.

Já para a atualização dos custos envolvidos no desenvolvimento do projeto foi utilizado o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), utilizado para definir as metas de controle de inflação do Governo Federal. Devido à anormalidade da inflação no Brasil no período pós pandemia, adotou-se uma média de 6,30% para o IPCA adotado nesta pesquisa (média referente ao IPCA de 2019, 2020 e 2021).

Com relação ao cálculo do aumento da geração de RCC dos municípios foi utilizada a taxa de crescimento demográfico determinada pelas informações disponibilizadas pelo IBGE para os municípios da UGRHI 12.

Aplicando todos esses fatores foi calculado o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o payback.

### 3.2.3.6 Indicadores financeiros para análise de viabilidade de projetos

A análise de um projeto de investimento deve ser estabelecida através da análise de indicadores econômicos e financeiros, descritos a seguir.

#### 3.2.3.6.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é um diagrama de movimentação financeira que mostra um conjunto de entradas, valores positivos e saídas, valores negativos, monetários ao longo de certo período de tempo. A fórmula para o cálculo do valor futuro é apresentada na Equação 1.

$$FV = PV \cdot (1 + i)^n \quad (1)$$

Onde:

FV: valor futuro;

PV: valor presente;

i: taxa de juros;

n: período.

Para ter a segurança num investimento que seja economicamente viável é necessário trabalhar com técnicas de análise de investimentos. A taxa mínima de atratividade (TMA) é a taxa mínima de retorno de capital aceitável para que um projeto econômico seja implementado. O horizonte de investimento é o período decorrido entre a data do investimento inicial e a data final de retorno do capital investido, se apresentando de forma variável nas empresas, pois depende de políticas internas de investimentos, o histórico da empresa, a estrutura, processos administrativos,

recursos utilizados, capacidade econômico-financeira e suas estratégias de médio/longo prazo e etc (REBELATTO, 2004).

Depois de definidas as variáveis para análise de custo e para estudar a viabilidade da implantação de usinas de reciclagem serão utilizados diferentes métodos de avaliação de investimento. Em resumo, seus conceitos são apresentados na sequência.

#### 3.2.3.6.2 Valor Presente Líquido

O método do valor presente líquido (VPL), segundo Rebelatto (2004), é o valor atual das entradas de caixa, do retorno de capital esperado, incluindo o valor residual, quando houver, menos o valor atual das saídas de caixa, que são os investimentos realizados. Se o valor resultante for positivo (receita maior que a despesa) significa que o projeto proporciona uma remuneração com taxa superior à taxa mínima de atratividade (TMA).

Complementando, segundo Bordeaux-Rêgo *et al.* (2013), o VPL faz uma comparação do investimento realizado com o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto, considerando todos os fluxos de caixa, e não apenas o instante no tempo em que o saldo é positivo, dando uma medida de riqueza adicionada ou destruída, esta quando VPL for menor que zero.

A expressão simplificada para a determinação do VPL para um período de tempo é apresentada na Equação 2:

$$VPL = -V_0 + \sum_1^n \left[ \frac{F_c}{(1+i)^n} \right] \quad (2)$$

Onde:

Fc: Fluxo de caixa

Vo: Investimento inicial

i: taxa de juros = TMA

n: índice do período (meses ou anos)

#### 3.2.3.6.3 Taxa Interna de Retorno

Rebelatto (2004) apresenta o método da taxa interna de retorno (TIR) como sendo a taxa de desconto que torna o valor presente líquido (VPL) do investimento igual a zero, também chamada de taxa interna efetiva de rentabilidade. Caso haja vários projetos de investimentos viáveis, o método da taxa interna de retorno conduz à preferência daquele que tiver a TIR mais elevada (pressupondo-se que todos os projetos tenham  $TIR > TMA$ ). Pode ser calculada da seguinte conforme Equação 3:

$$0 = \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} - FC_0 \quad (3)$$

Onde:

TIR = Taxa interna de retorno

$FC_0$  = Fluxo de caixa no momento zero

$FC_j$  = Fluxo de Caixa no momento j

Como a taxa interna de retorno aparece como uma referência para a tomada de decisão na aceitação ou não de um projeto, a TIR pode ser resumida, conforme Bordeaux-Rêgo *et al.* (2013):

- I. Custo de capital < TIR: projeto deve ser aceito ( $VAL > 0$ );
- II. Custo de capital = TIR: indiferença quanto da aceitação ou não ( $VAL = 0$ );
- III. Custo de capital > TIR: projeto deve ser rejeitado ( $VAL < 0$ ).

#### 3.2.3.6.4 Tempo de retorno do capital (Payback)

Corresponde ao prazo necessário para que o valor atual dos reembolsos (retorno de capital) se iguale ao desembolso com o investimento efetuado, visando à restituição do capital aplicado (REBELATTO, 2004). Ou seja, quanto tempo um investimento demora a ser ressarcido. O cálculo do payback simples ignora a taxa de desconto, ou seja, o valor do dinheiro no tempo, já o método do payback descontado, considera a taxa de juros para realizar o cálculo do período gasto (Equação 4).

$$Payback = \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} \geq 0 \quad (4)$$

Onde:

*Payback* = Prazo para recuperação do capital investido

$FC_j$  = Fluxo de Caixa no momento  $j$

TMA = Taxa mínima de atratividade

### 3.2.3 Estruturação do sistema para gestão consorciada dos RCC

Na fase de estruturação do sistema, o contexto do problema é estruturado e organizado a partir dos aspectos julgados mais relevantes. Nesta etapa, são apresentadas a estruturação e formalização dos conhecimentos para o desenvolvimento do *software*. A estruturação seguiu a metodologia proposta por Lupatini (2002), sendo dividida em duas etapas: a construção do modelo conceitual e a posterior instanciação do modelo.

A estruturação foi dividida em duas etapas: a construção do modelo conceitual e a instanciação do modelo.

O modelo conceitual foi desenvolvido com base na etapa de aquisição de conhecimentos e nas necessidades dos usuários. Segundo Lupatini (2002), parte da possibilidade de incorporar o mesmo modelo de conhecimento utilizado pelos especialistas em um programa computacional, permitindo que os usuários que não possuem conhecimento aprofundado da área, cheguem à resolução do problema pela simples aplicação correta do modelo.

A partir da definição dos módulos, prosseguiu-se com a verificação de cada usuário, afim de estabelecer as ferramentas necessárias para auxiliar na solução dos problemas de cada agente.

A instanciação do modelo consiste em, a partir do modelo estabelecido, busca-se incluir conhecimentos necessários para que os objetivos da etapa de raciocínio sejam atingidos. A modelagem de um conhecimento é realizada progressivamente, pela decomposição dos objetivos que se deseja atingir.

Os conhecimentos foram estruturados sob forma de fluxogramas, que serviram de conexão entre o conhecimento e a lógica. Esses fluxogramas serão apresentados posteriormente.

### 3.2.4 Codificação do sistema

A etapa de codificação de um SAD tem como objetivo transpor o modelo conceitual elaborado em um modelo desenvolvido por computador (digital). Esta etapa consiste na codificação do modelo instanciado e construção de uma interface amigável baseado em web para ser utilizado pelo usuário, de modo a facilitar o acesso às informações do sistema e obter os resultados determinados pelo modelo conceitual.

A etapa de codificação foi realizada com o auxílio de um profissional da área de computação. A codificação foi realizada utilizando a linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*), e utilizando o modelo MVC (*Model-View-Control*), sendo um dos mais utilizados para o desenvolvimento Web, pois facilita a manutenção e possíveis extensões do sistema, o que contribuiu para a integração dos demais módulos a serem desenvolvidos. Para o armazenamento dos dados foi utilizado o banco de dados MySQL, por se tratar de um sistema de banco de dados relacional completo.

### 3.2.5 Validação do sistema

De acordo com Lupatini (2002), a validação de sistemas ainda é projeto de várias proposições metodológicas, podendo ser feita sobre vários de seus componentes como o resultado, o raciocínio, a base de conhecimento, a interface usuário/máquina, etc.

Para o sistema proposto neste trabalho, a validação foi realizada em duas etapas:

- I. Avaliação do sistema durante e após a codificação: Nesta etapa são identificados e corrigidos problemas no desenvolvimento da ferramenta e erros de programação, como problemas de lógica, rotina e aparência sistema.
- II. Validação do banco de dados: O banco de dados do sistema corresponde à caracterização da geração de RCC nos municípios. Neste sentido, foi realizada uma correlação entre os dados reais obtidos no diagnóstico e os dados estimados pelo sistema.

A partir dos resultados da validação, foi apresentada uma conclusão sobre a aplicabilidade e importância do sistema desenvolvido para a gestão consorciada de RCC.

## 4 DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA UGRHI BAIXO PARDO/GRANDE

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com o diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil nos 12 municípios que compõe a UGRHI do Baixo Pardo/Grande.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO UGRHI DO BAIXO PARDO/GRANDE

Por meio da Lei Estadual nº 9.034 de 27 de dezembro de 1994, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 bacias hidrográficas, denominadas Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), conforme Quadro 12.

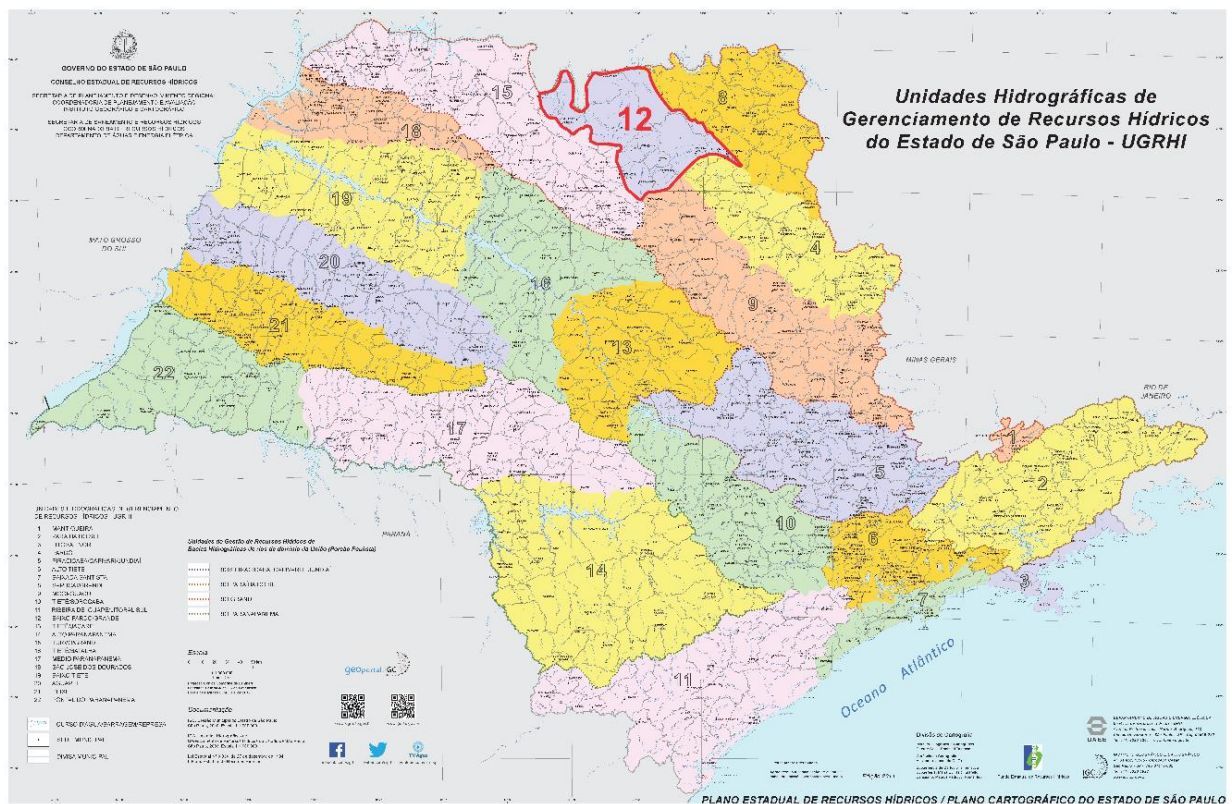
**Quadro 12 - UGRHIs segundo classificação numérica**

<b>Nome</b>	<b>UGRHI</b>
Mantiqueira	1
Paraíba do Sul	2
Litoral Norte	3
Pardo	4
Capivari, Jundiá, Piracicaba	5
Alto Tietê	6
Baixada Santista	7
Sapucaí/Grande	8
Mogi-Guaçu	9
Médio Tietê / Sorocaba	10
Ribeira do Iguape / Litoral Sul	11
Baixo Parde/Grande	12
Tietê / Jacaré	13
Alto Paranapanema	14
Turvo Grande	15
Tietê / Batalha	16
Médio Paranapanema	17
São José dos Dourados	18
Baixo Tietê	19
Aguapeí	20
Peixe	21
Pontal do Paranapanema	22

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Baixo Pardo/Grande (UGRHI 12), ecossistema de estudo desta tese, possui uma área territorial de 7.239 km<sup>2</sup>, limita-se ao Norte com o estado de Minas Gerais, a Oeste com a UGRHI 15 (Turvo/Grande), a sul e sudeste com a UGRHI 4 (Pardo), ao sul com a UGRHI 9 (Mogi-Guaçu) e a leste com a UGRHI 8 (Sapucai/Grande).

A Figura 23 mostra a localização geográfica da bacia do Baixo Pardo/Grande no mapa do Estado de São Paulo.

**Figura 23 - Localização da UGRHI Baixo Pardo/Grade**



Fonte: São Paulo (2022a)

Como principais vias de acessos tem-se as rodovias: SP-330 (Anhanguera); SP- 322 (Armando Salles de Oliveira); SP-326 (Brigadeiro Faria Lima); SP-345 (Prefeito Fábio Talarico) e SP-425 (Assis Chateaubriand).

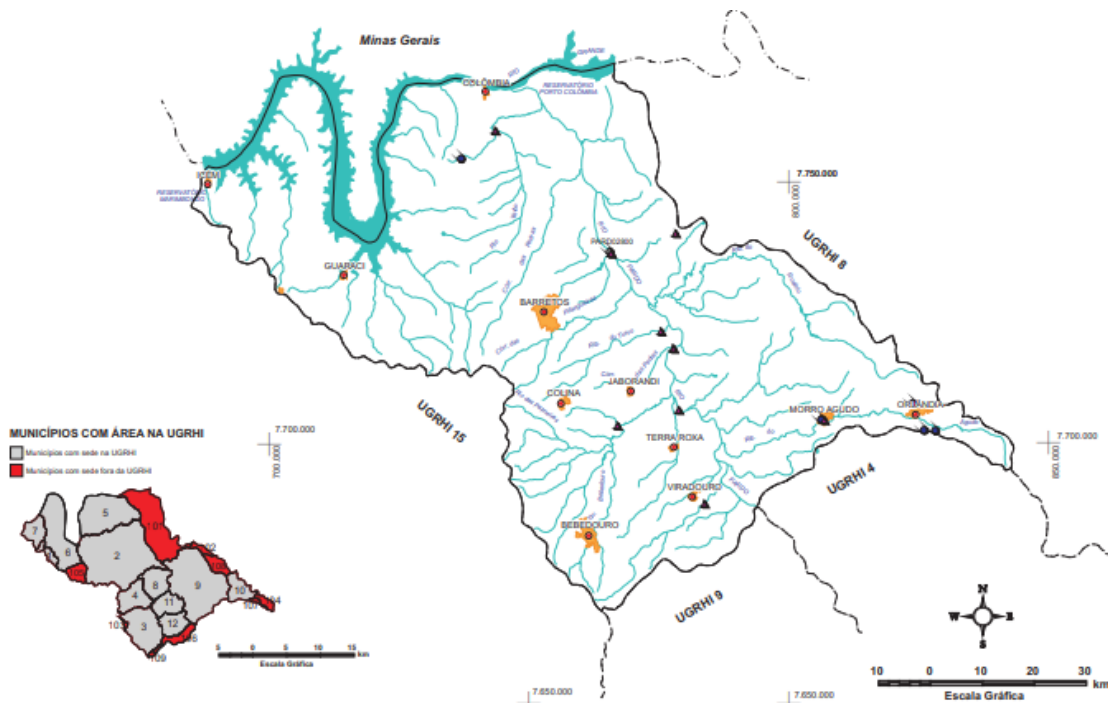
A UGRHI 12 é caracterizada pela presença mais significativa dos Aquíferos Guarani e Serra Geral.

Esta unidade de gerenciamento é composta por 12 municípios (Altair, Barretos, Bebedouro, Colina, Colômbia, Guaraci, Icém, Jaborandi, Morro Agudo, Orlandia, Terra



Roxa e Viradouro), com população total de 356.071 habitantes. A Figura 24 mostra os 12 municípios pertencentes à UGRHI 12.

**Figura 24 - Municípios pertencentes a UGRHI 12**



**Fonte:** São Paulo (2022a)

O Relatório de Monitoramento de Águas Superficiais da CETESB, de 2018, classifica a UGRHI 12 como “em industrialização”, embora a atividade agrícola seja bastante expressiva nessa região, estando principalmente voltada para cultura de cana-de-açúcar e de laranja. Mais de 90% da população residente na UGRHI 12 é urbana e a taxa de abastecimento de água por mananciais subterrâneos está acima dos 50%. Além disso, o relatório aponta que na UGRHI 12 existem quatro pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais. O próprio relatório classifica a quantidade de pontos de monitoramento para essa região como “pouco abrangente”, mas ainda assim, é capaz de indicar de maneira geral a situação dos corpos hídricos.

Esta unidade hidrográfica apresenta vários problemas ambientais, tais como: perda acentuada de água superficial provocada pelo intenso desmatamento e aceleração do processo erosivo em áreas urbanas e rurais; perda de solos férteis; assoreamento e risco de desperenização de cursos d’água; lançamento de esgotos urbanos não tratados; disposição irregular de lixo; exploração sem controle de água subterrânea e o aumento crescente da demanda de água, especialmente para uso em irrigação.

Dentre os principais usos do solo, destacam-se os destinados às atividades agrícola, pastoril, avícola, industrial e urbana. A Lei Estadual nº 7.641/91 estabelece a proteção ambiental das bacias dos Rios Pardo, Mogi-Guaçu e Médio Grande, apresentando critérios para o uso e a ocupação do solo.

A Tabela 7 apresenta os principais indicadores territoriais e demográficos da UGRHI 12.

**Tabela 7** - Indicadores territoriais e demográficos da UGRHI 12

Municípios	UGRHI 12			
	Área (m <sup>2</sup> )	Taxa de urbanização (%)	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Taxa de crescimento anual (%)
Altair	316,09	85,02	12,95	0,55
Barretos	1.566,16	96,95	75,61	0,51
Bebedouro	683,30	96,22	108,27	0,13
Colina	422,57	95,46	41,69	0,13
Colômbia	728,64	75,38	8,30	0,80
Guaraci	641,50	93,17	17,23	0,94
Icém	362,60	86,76	22,29	0,73
Jaborandi	273,40	95,06	24,43	0,12
Morro Agudo	1.388,00	97,68	23,49	1,04
Orlândia	291,8	97,42	145,44	0,60
Terra Roxa	221,50	96,30	41,39	0,69
Viradouro	217,7	97,07	84,60	0,58

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O perfil geral do grau de desenvolvimento social de um município pode ser avaliado com base nos indicadores relativos à qualidade de vida, representados também pelo Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS). Esse índice sintetiza a situação de cada município, no que diz respeito à riqueza, escolaridade, longevidade.

Esse índice é um instrumento de políticas públicas desenvolvido pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, numa parceria entre o seu Instituto do Legislativo Paulista (ILP) e a Fundação SEADE. Reconhecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) e outras unidades da federação, permite a avaliação simultânea de algumas condições básicas de vida da população.

O IPRS, como indicador de desenvolvimento social e econômico, foi atribuído aos 645 municípios do Estado de São Paulo, classificando-os em cinco grupos (desiguais, dinâmicos, equitativos, em transição e vulneráveis). Em relação aos indicadores sócioeconômicos, o Índice Paulista de Responsabilidade (IPRS) de 2019

indicou que seis municípios da bacia são classificados como Desiguais, ou seja, com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 8 apresenta os percentuais dos grupos do IPRS.

**Tabela 8** - Número de municípios e percentuais por grupos do IPRS

<b>Grupo do IPRS</b>	<b>Nº de municípios da UGRHI 12</b>	<b>%</b>
Desiguais	6	50,00
Dinâmicos	2	16,66
Em transição	3	25,00
Equitativos	0	0,00
Vulneráveis	1	8,33
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

#### 4.2 ASPECTOS GERAIS DOS RCC NA UGRHI BAIXO PARDO/GRANDE

Apesar de todo avanço das legislações, desde 2002 com a Resolução CONAMA nº 307/2002, a situação dos RCC nos municípios da UGRHI do Baixo Pardo/Grande mostra a dificuldade que os municípios de pequeno porte enfrentam para equacionar as questões relativas à sua gestão, comprovadas pela análise dos dados obtidos nos municípios.

Através dos órgãos de controle e fiscalização, como o Comitê das Bacias Hidrográficas do Baixo Pardo/Grande (CBH-BPG) e da CETESB, os municípios têm sido orientados no sentido de se adequarem às diretrizes para um padrão aceitável de gerenciamento dos RCC.

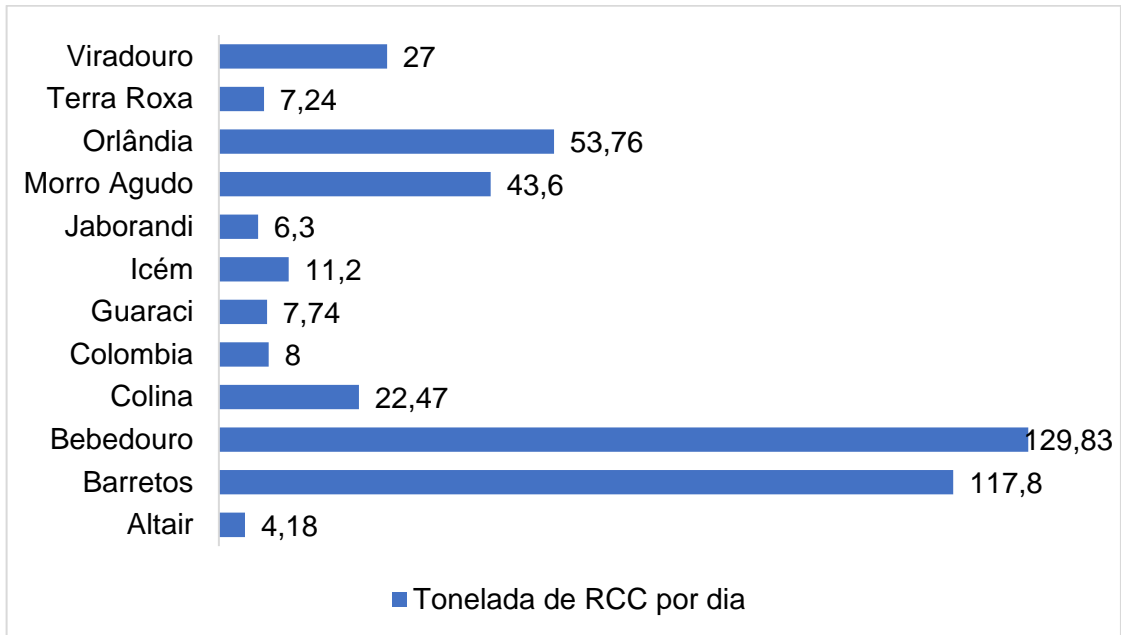
A grande maioria dos resíduos gerados nos municípios estudados pertencem a classe A (75%), podendo desta forma ser reutilizados ou reciclados como agregados. Já os materiais recicláveis, como papel, papelão, plástico e madeira, representam cerca de 20% do total gerado. A Tabela 9 apresenta a estimativa da geração de RCC por classe de material, segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002.

**Tabela 9** - Geração de RCC por classe de material

<b>Classe</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Quantidade mensal (t/mês)</b>	<b>Quantidade anual (t/ano)</b>
A	75,05	824,02	9.888,24
B	19,53	214,35	2.572,20
C	3,50	38,42	461,04
D	1,92	21,04	252,48

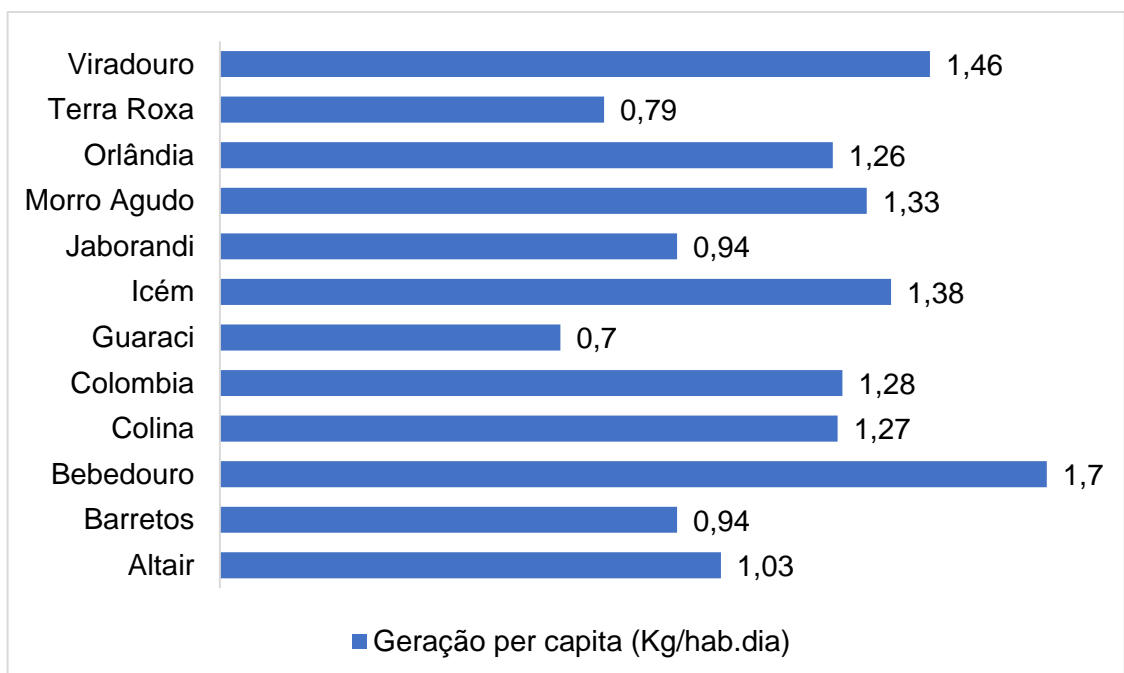
A produção estimada de RCC na Bacia é de 439,12 toneladas por dia, com média *per capita* de 131 kg/hab.dia (Figura 25). Esses dados demonstram a necessidade de políticas específicas de gestão dos RCC para municípios de pequeno porte.

**Figura 25** - Produção de resíduos da construção civil por municípios na UGRHI 12



A Figura 26 apresenta a geração *per capita* estimada nos municípios da UGRHI 12.

**Figura 26** - Geração média *per capita* dos RCC nos municípios da UGRHI 12



O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é um instrumento de planejamento que visa nortear os municípios a se ajustarem ao cumprimento das obrigações previstas pela PNRS. Após análise dos planos verificou-se que nenhum município conseguiu cumprir todas as metas fixadas a respeito do gerenciamento dos resíduos da construção civil (Tabela 10). Além disso, dos doze municípios que compõe a UGRHI 12, apenas Bebedouro elaborou o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil (PGIRCC) conforme determinado pela Resolução CONAMA nº 307/2002.

**Tabela 10 – Metas fixadas no PMGIRS dos municípios da UGRHI 12**

Município	PMGIRS	Ano de elaboração	Metas Fixadas no PMGIRS	As metas foram cumpridas?
Altair	Não possui	-	-	-
Barretos	Possui	2011	1. Implantar ecopontos; 2. Implantar aterro de inertes; 3. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Sim 2. Não 3. Não
Bebedouro	Possui	2019	1. Implantar ecopontos; 2. Implantar Usina de reciclagem de RCC; 3. Criação de associação de catadores.	1. Não 2. Não 3. Não
Colina	Possui	2011	1. Aquisição de área para destinação final de RCC; 2. Adoção de sistema de coleta dos RCC via caçamba.	1. Não 2. Não
Colômbia	Possui	2013	Não foram fixadas metas no Plano	-
Guaraci	Não possui	-	-	-
Icém	Possui	2014	1. Elaboração de planejamento de reutilização do RCC	1. Não
Jaborandi	Possui	2018	1. Implantar aterro de inertes; 2. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Não 2. Não
Morro Agudo	Possui	2011	1. Implantar de ecopontos; 2. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Não 2. Não
Orlândia	Possui	2012	1. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Não
Terra Roxa	Possui	2013	1. Implementar o Plano de Resíduos de Construção Civil; 2. Implantar aterro de inertes; 3. Criar ecopontos para pequenos geradores; 4. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Não 2. Não 3. Não 4. Não
Viradouro	Possui	2012	1. Implementar o Plano de Resíduos de Construção Civil; 2. Implantar aterro de inertes; 3. Criar ecopontos para pequenos geradores; 4. Implantar Usina de reciclagem de RCC.	1. Não 2. Não 3. Não 4. Não

Os dados obtidos dos questionários, assim como os colhidos nas visitas às cidades e nas entrevistas permitiram avaliar a real situação dos RCC na bacia. Todos os municípios pertencentes a UGRHI 12 responderam os questionários enviados às prefeituras. O Quadro 13 apresenta a situação atual dos aspectos relacionados ao resíduo da construção civil nos municípios.

**Quadro 13 - Aspectos relativos a gestão dos RCC na UGRHI 12**

<b>Item do questionário</b>	<b>Sim Nº (%)</b>	<b>Não Nº (%)</b>
A prefeitura ou Serviço de Limpeza Pública executa a coleta de RCC no município?	8 (66,7%)	4 (33,3%)
O município conhece a metragem quadrada de todas as áreas licenciadas destinadas a construção novas, reformas e demolições em um ano?	5 (41,7%)	7 (58,3%)
Existem empresas especializadas na coleta de RCC nas obras (caçambeiros) que atuam no município?	5 (41,7%)	7 (58,3%)
O município conhece a estimativa da produção anual de resíduos de construção civil?	8 (66,7%)	4 (33,3%)
Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC no município utilizando-se de carroças de tração animal ou outro veículo com baixa capacidade volumétrica?	3 (25,0%)	9 (75,0%)
O município possui Associações ou Cooperativas de catadores de materiais recicláveis oriundos dos RCC?	3 (25,0%)	9 (75,0%)
O município possui coleta seletiva de materiais recicláveis?	5 (41,7%)	7 (58,3%)
O município possui áreas oficiais para recebimento voluntário de pequenos volumes de RCC?	2 (16,7%)	10 (83,3%)
O município possui áreas oficiais de transbordo e triagem (ATT) de RCC licenciada pela CETESB ou em fase de licenciamento?	0 (0,0%)	12 (100%)
O município possui aterro de inertes e resíduos da construção civil licenciado pela CETESB ou em fase de licenciamento?	0 (0,0%)	12 (100%)
O município possui unidades de reciclagem de RCC licenciadas pela CETESB ou em fase de licenciamento?	0 (0,0%)	12 (100%)
Tem conhecimento Resolução do CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)?	11 (91,7%)	1 (8,3%)
O município possui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil?	1 (8,3%)	11 (91,7%)
O município possui um núcleo permanente de gestão com papel de exercer o cumprimento da lei municipal sobre RCC?	2 (16,7%)	10 (83,3%)
O município participa de consórcio regional de saneamento básico?	10 (83,3%)	2 (16,7%)

Pelos dados apresentados, fica evidente que na bacia do Baixo Pardo/Grande, grande parte das prefeituras (66,7%) executam todos os serviços de manejo de RCC, sendo eles municípios de pequeno porte (com população de até 20.000 habitantes). Para Marques Neto (2009) se a gestão dos RCC é, na maioria das vezes, executada pelas administrações municipais, o conjunto de diretrizes e ações deve ser condizente com a realidade das prefeituras.

Como alternativa de destinação, apenas as cidades de Barretos e Viradouro possuem áreas para recebimento voluntário de pequenos volumes de RCC. A utilização dos ecopontos é de suma importância para que se evitem descartes irregulares de resíduos em áreas de preservação, próximos de córregos e nascentes, ou mesmo em terrenos, praças e canteiros centrais, atribuindo-se uma participação efetiva quanto ao descarte consciente na sociedade e ainda gerando emprego e renda por meio da inclusão social das cooperativas de catadores.

Com relação as áreas de transbordo e triagem, Barretos e Bebedouro possuem uma área destinada para esse fim, porém ambas não são licenciadas pela CETESB.

O município de Orlandia encaminha seus resíduos para o aterro localizado na cidade de Franca/SP; já os municípios de Barretos e Bebedouro encaminham seus resíduos para Catanduva/SP.

No que diz respeito ao controle das áreas aprovadas nas prefeituras referentes a novas construções, reformas e demolições, mais da metade dos municípios (58,3%), afirmam não conhecer as áreas licenciadas, fato que confirma que, na maioria das cidades, ainda predomina um número elevado de construções sem projeto e licenças.

Outra importante questão relacionada ao manejo dos RCC na bacia está relacionada à existência de empresas de coleta desses resíduos, popularmente denominadas caçambeiras. Dos 12 municípios estudados, Barretos, Bebedouro, Morro Agudo, Orlandia e Viradouro possuem empresas privadas de coleta. São responsáveis pela coleta diária de 230,26 toneladas, o que representa 52,4% do total de RCC gerados na bacia.

Contudo, esses dados revelam que, cidades de pequeno porte não são atrativas para a atividade privada de coleta e transporte de RCC. Os pequenos volumes coletados não cobrem os custos de instalação e operação das empresas, deixando para as prefeituras a responsabilidade pela execução dos serviços de manejo.

Um fator preocupante, relaciona-se ao fato de nenhum dos municípios que compõe o UGRHI 12 possuir áreas de transbordo e triagem, aterros de resíduos da construção civil ou usinas públicas de reciclagem de resíduos classe A, infraestruturas necessárias ao bom gerenciamento dos RCC.

Os aspectos sociais da gestão dos RCC nos municípios, também foram abordados no questionário. A maioria dos municípios (75%) disseram não possuir catadores autônomos e associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis. A Política Nacional de Resíduos Sólidos atribui destaque à importância dos catadores na gestão integrada dos resíduos sólidos, e por este motivo é preciso então integrá-los na cadeia da reciclagem e, dessa forma, promover a cidadania desses trabalhadores com inclusão social e geração de emprego e renda.

Apesar da sinalização dada pelo governo do Estado de São Paulo, por recursos aos municípios com melhor desempenho ambiental, na UGRHI 12 apenas Bebedouro, Colina, Morro Agudo e Orlandia afirmaram possuir programas municipais de coleta seletiva de materiais recicláveis.

As questões referentes aos aspectos legais revelaram que apesar de 91,7% dos municípios manifestarem conhecimento do teor da legislação federal, muito pouco avançaram neste sentido. Os que elaboraram seus Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil representam 58,3% do total de municípios (Barretos, Bebedouro, Colômbia, Morro Agudo, Orlandia, Terra Roxa e Viradouro). Apenas Barretos e Bebedouro informaram possuir um núcleo permanente de gestão com papel de exercer o cumprimento da lei municipal sobre RCC.

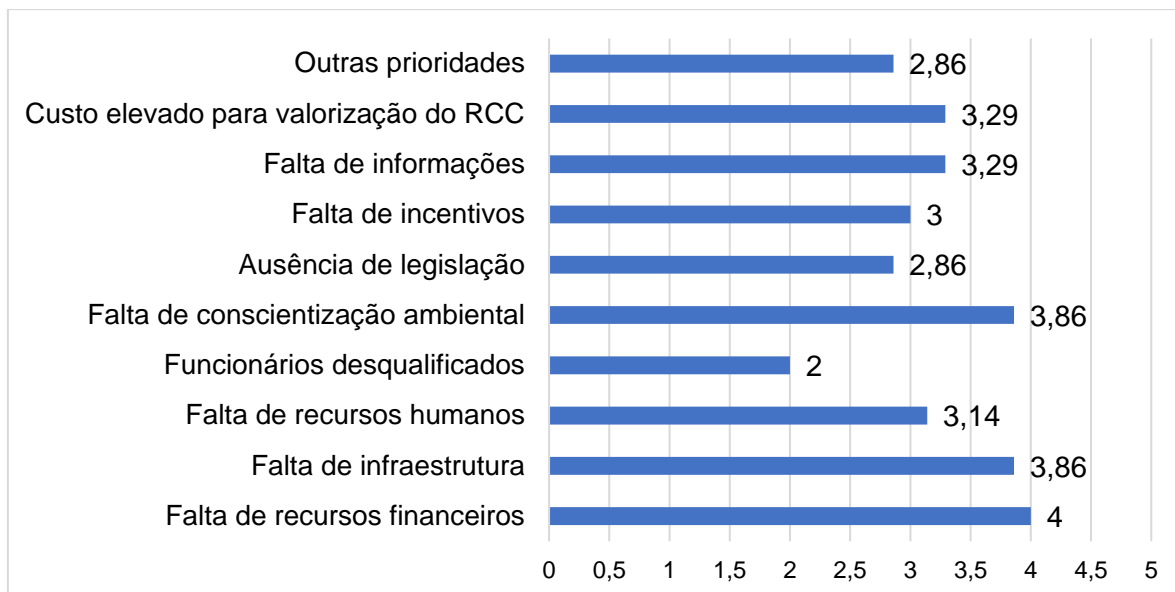
No caso dos RCC, um consórcio poderia atuar nos serviços de manejo e na reciclagem desse material, o que não acontece atualmente. Na bacia, os municípios de Altair, Barretos, Bebedouro, Colômbia, Icem, Jaborandi, Terra Roxa e Viradouro integram o Consórcio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande (CODEVAR). O consórcio foi criado para estabelecer condições de cooperação técnica entre os municípios para o desenvolvimento e execução conjunta de programas e projetos para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Porém não foi proposto nada em específico para a gestão dos resíduos da construção civil nos municípios consorciados.

No questionário também foram analisados os principais fatores que mais dificultam as prefeituras na implantação das etapas da gestão dos RCC (Figura 27) e



as opiniões dos profissionais das prefeituras em relação aos modelos de gerenciamento observados nos municípios.

**Figura 27** - Análise descritiva dos fatores que dificultam a gestão dos RCC nos municípios



Pela análise dos resultados acima, as médias dos fatores falta de recursos financeiros (4,00), falta de infraestrutura (3,86) e falta de conscientização ambiental (3,86), ficaram próximas a 4,00 na avaliação dos gestores entrevistados, o que caracteriza esses fatores como os de maior dificuldade para os municípios da bacia.

Do total dos 12 municípios que participaram desta avaliação, 75% afirmaram ter dificuldades financeiras para investirem no gerenciamento correto dos resíduos, enquanto que para 58% falta infraestrutura e conscientização ambiental.

Em seguida, com avaliações médias entre 3,0 e 3,5 estão os fatores de média dificuldade na implementação da gestão. São eles: falta de recursos humanos (3,14), falta de informações (3,29), altos custos para valorização do resíduo (3,29) e falta de incentivos (3,00). Todos eles foram considerados pelos gestores como de média dificuldade, ou seja, precisam ser trabalhados para que qualquer ação referente aos resíduos possa ser implementada.

Por fim, a ausência de legislação (2,86), outras prioridades de investimento municipal como educação e saúde (2,86) e funcionários desqualificados (2,00) são os fatores com menores médias da análise, ou seja, no entendimento dos gestores não são fatores que atrapalhariam a gestão correta dos RCC. Apesar disso, as médias

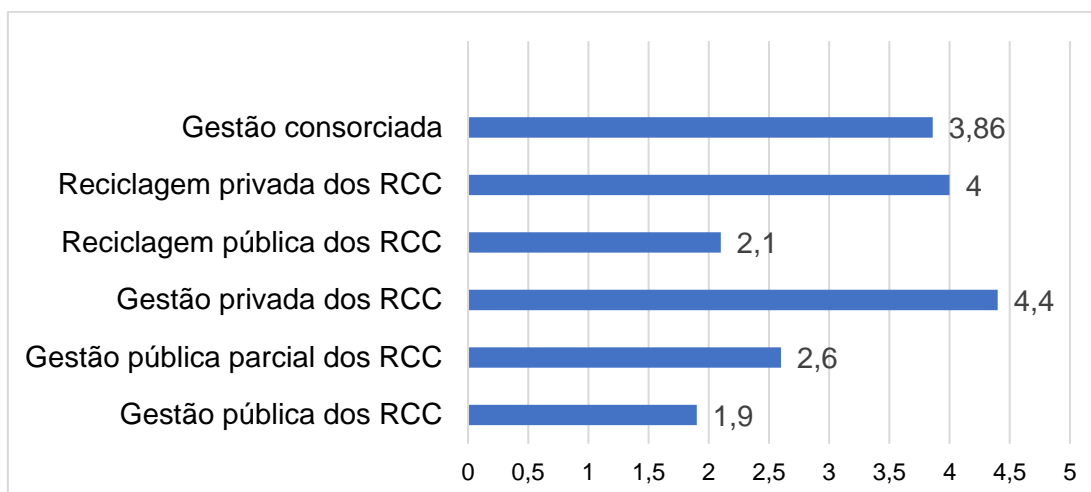
próximas a nota 3 indicam que, para alguns municípios, estes fatores ainda influenciam nas decisões dos gestores.

Por fim, os gestores municipais avaliaram os modelos de gestão dos RCC e as formas de tratamento desses resíduos, de acordo com a seguinte classificação:

- Gestão pública dos RCC: quando a responsabilidade por todos os serviços de coleta e transporte são realizados pela prefeitura com disposição final em área pública;
- Gestão pública parcial dos RCC: quando a prefeitura coleta e transporta os RCC e os dispõe em área privada;
- Gestão privada parcial dos RCC: quando os serviços de coleta e transporte são executados por empresa privada e a disposição é feita em área pública;
- Gestão privada dos RCC: quando todos os serviços de manejo dos resíduos são realizados por empresas privadas ou agentes autônomos de coleta, sem a participação da prefeitura;
- Reciclagem pública dos RCC: quando a prefeitura tem interesse na reciclagem dos resíduos e seus subprodutos;
- Reciclagem privada dos RCC: quando a reciclagem é realizada por empresa privada sem a participação da prefeitura;
- Gestão consorciada: quando municípios se unem para executar os serviços de manejo do RCC.

O objetivo desta questão (Figura 28) foi obter, dos responsáveis pelas áreas de engenharia e meio ambiente das prefeituras, suas opiniões em relação aos modelos de gerenciamento encontrados atualmente nos municípios.

**Figura 28** - Análise descritiva dos diferentes modelos de gestão dos RCC



A análise dos resultados mostra que os entrevistados acreditam que os melhores modelos de gestão dos resíduos da construção civil são aqueles dos quais empresas particulares realizam o gerenciamento das operações de manejo dos RCC (4,40) e sua reciclagem (4,00). Porém, uma grande parcela dos municípios acredita que a formação de consórcios intermunicipais (3,40) seja uma alternativa para o gerenciamento do RCC, especialmente para os municípios de pequeno porte.

#### **4.3 PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL PARA UGRHI 12**

Neste item, considerando as demandas existentes nos municípios analisados, será apresentada uma proposta para a gestão da bacia hidrográfica do Baixo Pardo/Grande que é a criação de um consórcio intermunicipal.

O consórcio tem como objetivo as atividades de planejamento e prestação de serviços públicos de manejo de resíduos da construção civil atividades integrantes desses serviços por meio de contratos de programa que venham a celebrar com os Municípios.

Os municípios consórcios poderão firmar convênios, contratos, acordos de qualquer natureza, receber auxílios, contribuições e subvenções sociais ou econômicas de outras entidades e órgãos do governo. Especificamente tratando-se de uma política de resíduos sólidos os municípios consorciados poderão: promover o desenvolvimento local das políticas de resíduos da construção civil, buscando, estimular a não geração, redução, reutilização e a reciclagem desse material visando à conservação dos recursos naturais do solo, além, de criar um sistema de arranjos institucionais visando à melhoria dos serviços de disposição final de RCC.

A principal questão que norteia a gestão consorciada diz respeito justamente a maior característica que baliza a experiência de todos os consórcios, a saber: o problema comum que, em tese, incentiva e se constitui na principal estratégia para a cooperação intermunicipal. Conforme o diagnóstico da situação atual da gestão de resíduos da construção civil nos municípios pertencentes à UGRHI 12, não se apresentam da forma preconizada e exigida como disposição final ambientalmente adequada.

Além disso, foi proposto um Protocolo de Intenções para a formalização do consórcio dos municípios da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (Apêndice C),

denominado Consórcio Público Intermunicipal De Resíduos da Construção Civil Do Baixo Pardo/Grande (COPIREC). O protocolo de intenções pode ser definido um como contrato preliminar que, ratificado pelos entes da Federação interessados, converte-se em contrato de consórcio público. O protocolo deve refletir a forma de gestão a ser adotada, bem como considerar todos os avanços locais já realizados para a formalização do consórcio.

#### 4.3.2 Caracterização do projeto de investimento

Um dos aspectos importantes na determinação dos cenários é a distância entre os municípios. Para isso, foi adotada a metodologia adotada para levantamento das distâncias seguiu a proposta de Marques (2019), sendo auferidas pelo modal rodoviário de centro a centro, obtidos através do site Google Maps. A Tabela 11 apresenta a matriz de distância entre cada um dos 12 centros urbanos.

**Tabela 11** - Matriz de distâncias entre os municípios da UGRHI 12

Origem / Destino	Altair	Barretos	Bebedouro	Colina	Colômbia	Guaraci	Icém	Jaborandi	Morro Agudo	Orlândia	Terra Roxa	Viradouro
Altair	0	72	81	83	101	15	30	96	136	166	116	105
Barretos	72	0	48	17	48	52	95	31	77	98	50	63
Bebedouro	82	49	0	32	94	77	105	45	55	80	33	24
Colina	87	18	31	0	63	67	110	14	60	81	34	46
Colômbia	106	48	92	63	0	86	91	76	122	143	96	108
Guaraci	15	51	77	65	77	0	38	79	125	146	99	100
Icém	30	95	104	106	90	37	0	119	159	186	139	128
Jaborandi	97	31	44	14	76	79	123	0	49	69	19	33
Morro Agudo	136	77	54	60	122	131	159	49	0	25	40	33
Orlândia	166	98	80	81	143	146	186	69	24	0	64	57
Terra Roxa	116	50	33	34	96	99	139	19	40	64	0	14
Viradouro	105	63	24	46	106	100	128	33	33	57	14	0

Quanto à geração de RCC, foram utilizados os dados obtidos no diagnóstico da UGRHI 12 para estimar a geração de resíduo em cada município. Foi considerado que 75% do RCC pertence a classe A. A Tabela 12 apresenta a geração por município.

**Tabela 12** - Estimativa de geração de RCC nos municípios da UGRHI 12

<b>Município</b>	<b>População</b>	<b>Geração de RCC (t/ano)</b>	<b>Geração de RCC classe A (t/ano)</b>
Altair	4.052	1.526	1.145
Barretos	123.546	42.997	32.248
Bebedouro	76.206	47.388	35.541
Colina	17.606	8.202	6.152
Colômbia	6.223	2.920	2.190
Guaraci	11.050	2.825	2.119
Icém	8.077	4.088	3.066
Jaborandi	6.681	2.300	1.725
Morro Agudo	32.603	15.914	11.936
Orlândia	42.436	19.622	14.717
Terra Roxa	9.170	2.643	1.982
Viradouro	18.421	9.855	7.391
<b>Consórcio Potencial</b>	<b>356.071</b>	<b>160.279</b>	<b>120.209</b>

A quantidade de geração de RCC para cada município abrange todas as classes de resíduos. Porém, foi considerado que 75% dos resíduos gerados pertencem classe A, de acordo com os dados obtidos no diagnóstico dos municípios pertencentes à UGRHI 12.

#### **4.3.3 Análise de viabilidade econômica**

Inicialmente foram definidos os primeiros parâmetros operacionais e financeiros para o estudo de viabilidade. Os parâmetros de projeto foram obtidos a partir do diagnóstico realizado nos municípios pertencentes a UGRHI 12, e através de literatura, sendo avaliados a partir das estimativas das condições de operação das infraestruturas e das condições de mercado atuais e futuras após a consulta de fornecedores e especialistas do setor.

A Tabela 13 apresenta a definição dos parâmetros utilizados para avaliação da viabilidade econômica dos cenários propostos para formação do consórcio intermunicipal.

A partir dos parâmetros definidos durante a metodologia, são feitas as estimativas de receitas e custos para cada um dos cenários avaliados. Isso significa estimar, ao longo de todo o horizonte de planejamento, receitas e custos provenientes de todas as infraestruturas necessárias para a implantação do projeto.

**Tabela 13** - Resumo dos principais parâmetros de projeto para o estudo de caso

<b>Parâmetros de projeto</b>	
Massa específica do RCC (t/m <sup>3</sup> )	1,12
Massa específica do agregado reciclado (t/m <sup>3</sup> )	1,12
Horizonte de planejamento (anos)	20
Porcentagem de RCC classe A	75%
Preço do agregado reciclado (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 60,00
Preço de recepção do agregado reciclado (R\$/m <sup>3</sup> )	R\$ 18,00
Custo diesel (R\$/l)	R\$ 7,00
Rendimento caminhão (km/l)	3
Capacidade resíduo por caminhão (t/caminhão)	10
Custo transporte intermunicipal (R\$/km.t)	R\$ 0,23
Taxa Mínima de Atratividade	13,75%
IPCA	6,3%
PIS/COFINS	3,65%
IRPJ/CSLL	24%

A determinação das receitas é feita a partir do produto da quantidade de agregados gerado na usina de reciclagem e pelo recebimento de RCC das empresas privadas de coleta.

#### 4.3.3.1 Cenário 1

Neste cenário, os municípios enviam, após triagem, seu RCC para um dos municípios do consórcio, que instala uma única usina de reciclagem de RCC responsável pelo beneficiamento de todo o resíduo gerado pelos municípios consorciados e um único aterro.

O município que receberá a usina e o aterro é um ponto que merece bastante atenção e será feita com base na minimização dos momentos de transportes. O município central será o que possuir o menor momento de transporte considerando a geração de resíduos e a distância entre eles para o transporte intermunicipal de resíduos. Os resultados são exibidos na Tabela 14.

Como Bebedouro foi o município com o menor momento de transporte, a cidade o selecionada para a alocação da usina e do aterro de resíduos classe A, considerando sua posição estratégica dentro da região.

**Tabela 14 - Momento de transporte de RCC (t.km/dia)**

Origem / Destino	Altair	Barretos	Bebedouro	Colina	Colômbia	Guaraci	Icém	Jaborandi	Morro Agudo	Orlândia	Terra Roxa	Viradouro
Altair	0	192	<b>216</b>	221	269	40	80	256	362	442	309	280
Barretos	5407	0	<b>3605</b>	1277	3605	3905	7134	2328	5783	7360	3755	4731
Bebedouro	6787	4056	<b>0</b>	8251	7780	6373	8690	3724	4552	6621	2731	1986
Colina	1246	258	<b>444</b>	0	902	960	1576	201	859	1160	487	659
Colômbia	541	245	<b>469</b>	321	0	439	464	388	622	729	490	551
Guaraci	74	252	<b>380</b>	321	380	0	188	390	617	720	488	493
Icém	214	678	<b>743</b>	757	643	264	0	850	1135	1328	992	914
Jaborandi	390	125	<b>177</b>	56	305	317	494	0	197	277	76	133
Morro Agudo	3780	2140	<b>1501</b>	1668	3391	3641	4419	1362	0	695	1112	917
Orlândia	5689	3359	<b>2742</b>	2776	4901	5004	6375	2365	823	0	2193	1954
Terra Roxa	535	231	<b>152</b>	157	443	457	642	88	185	295	0	65
Viradouro	1807	1084	<b>413</b>	792	1825	1721	2203	568	568	981	241	0
Momento transporte (t.km/dia)	26.470	12.619	<b>10.841</b>	16.596	24.444	23.121	32.265	12.518	15.703	20.610	12.875	12.682

O detalhamento dos custos de implantação, operacional e de manutenção de cada infraestrutura em função de sua capacidade encontra-se no Apêndice E. Essas informações foram representadas de forma sintetizada na Tabela 15.

**Tabela 15 - Resumo dos custos avaliados para o cenário 1 no ano de 2022**

Município	Infraestrutura				Custo de implantação (R\$)	Custo de operação (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Custo de transporte (R\$)
Altair	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	1.812,02
Barretos	-	ATT	-	-	267.000,00	429.600,00	102.713,76	30.261,29
Bebedouro	Ecoponto	ATT	Usina	Aterro	3.411.000,00	647.280,00	118.199,28	-
Colina	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	3.727,91
Colômbia	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	3.938,93
Guaraci	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	3.189,57
Icém	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	6.233,79
Jaborandi	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	1.483,52
Morro Agudo	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	12.600,31
Orlândia	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	22.441,65
Terra Roxa	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	1.201,16
Viradouro	-	ATT	-	-	267.000,00	184.800,00	57.086,28	3.323,48
<b>Consórcio</b>					<b>7.401.000,00</b>	<b>2.374.080,00</b>	<b>654.893,40</b>	<b>90.213,63</b>

O custo de aquisição de terreno para a implantação das infraestruturas só foi considerado para implantação da usina de reciclagem e para o aterro que serão compartilhados entre os municípios consorciados. Na infraestrutura a ser implantada em cada município não foram considerados esse custo, visto que o poder público dispõe em muitos casos de lotes que podem ser empregados para este fim.

Como Barretos e Viradouro já possuem ecopontos implantados, foram considerados apenas os custos de operação e manutenção dessas infraestruturas já existentes nesses municípios.

O período escolhido para a aplicação das fórmulas e realização da análise econômica foi de 20 anos, com a aplicação da taxa de correção inflacionária de 6,3% e imposição de uma taxa mínima de atratividade de 13,75% mais impostos.

Realizados os cálculos dos custos de implantação e operação, foram aplicadas as premissas para a avaliação da análise de viabilidade (Apêndice F). A Tabela 16 apresenta um resumo da análise de viabilidade no cenário 1.

**Tabela 16** - Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 1

	<b>Cenário 1</b>
Capacidade (t/dia)	43,69
Período de análise	20 anos
Valor dos agregados reciclados	R\$ 60,00
Valor de recepção do RCC	R\$ 18,00
IPCA	6,3%
TMA	13,75%
PIS/COFINS	3,65%
IRPJ/CSLL	24,00%
CI	<b>-R\$ 7.401.000,00</b>
VPL	R\$ 18.318.030,83
TIR	45,25%
Payback	4,0

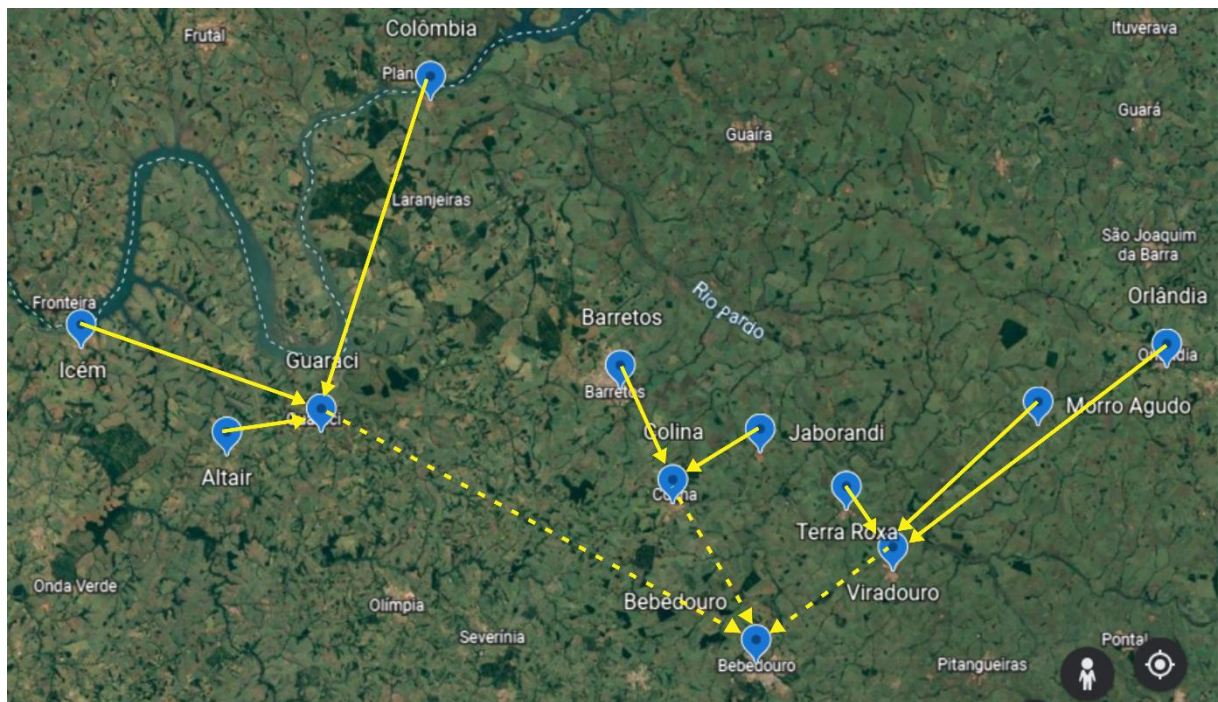
A taxa interna de retorno (TIR), taxa a ser comparada com a taxa mínima de atratividade (TMA) de 13,75% para determinar se o projeto é viável em função dos retornos obtidos, foi de 45,25%. Desta forma o projeto apresentou-se, neste caso viável, já que retornou um VPL positivo (R\$ R\$ 18.318.030,83), que é o valor obtido pela atualização dos fluxos de caixa líquido descontados pela TMA, e com a apresentação de uma taxa interna de retorno de 45,25%. O período necessário para a recuperação do capital investido foi de 4 anos.



#### 4.3.3.1 Cenário 2

No cenário 2, ao invés da implantação de uma ATT em cada município, serão adotados três polos, de modo a reduzir as distâncias de transportes intermunicipais. Sugere-se os municípios de Bebedouro, Colina, Guaraci, Viradouro para implantação das ATT. Após triado, o resíduo segue para Bebedouro, onde se encontram a usina de reciclagem de RCC e o aterro (Figura 29).

**Figura 29** - Compartilhamento de ATT proposto para o cenário 2



Neste cenário, também só foi considerado o custo de aquisição de terreno para a implantação da usina de reciclagem e para o aterro de resíduos classe A. Como Barretos e Viradouro já possuem ecopontos implantados, foram considerados apenas os custos de operação e manutenção dessas infraestruturas já existentes nesses municípios.

O período escolhido para a aplicação das fórmulas e realização da análise econômica foi de 20 anos, com a aplicação da taxa de correção inflacionária de 6,3% e imposição de uma taxa mínima de atratividade de 13,75% mais impostos.

Os custos de implantação, operacional e de manutenção de cada infraestrutura foram representadas de forma sintetizada na Tabela 17.

**Tabela 17** - Resumo dos custos avaliados para o cenário 2 no ano de 2022

Município	Infraestrutura				Custo de implantação (R\$)	Custo de operação (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Custo de transporte (R\$)
Altair	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	3.947,75
Barretos	-	-	-	-	-	367.200,00	91.254,96	126.088,70
Bebedouro	Ecoponto	ATT	Usina	Aterro	3.411.000,00	647.280,00	118.199,28	-
Colina	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	43.857,79
Colômbia	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	43.318,20
Guaraci	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	37.524,39
Icém	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	26.091,66
Jaborandi	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	5.553,29
Morro Agudo	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	90.590,45
Orlândia	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	192.937,25
Terra Roxa	Ecoponto	-	-	-	117.000,00	61.200,00	15.209,16	6.381,88
Viradouro	-	ATT	-	-	267.000,00	184.800,00	57.086,28	40.799,70
<b>Consórcio</b>					<b>5.265.000,00</b>	<b>1.871.880,00</b>	<b>456.758,88</b>	<b>617.091,06</b>

Realizados os cálculos dos custos de implantação e operação, foram aplicadas as premissas para a avaliação da análise de viabilidade (Apêndice G). A Tabela 18 apresenta um resumo da análise de viabilidade no cenário 2.

**Tabela 18** - Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 2

	<b>Cenário 2</b>
Capacidade (t/dia)	43,69
Período de análise	20 anos
Valor dos agregados reciclados	R\$ 60,00
Valor de recepção do RCC	R\$ 18,00
IPCA	6,3%
TMA	13,75%
PIS/COFINS	3,65%
IRPJ/CSLL	24,00%
CI	<b>-R\$ 5.265.000,00</b>
VPL	R\$ 29.094.983,16
TIR	78,79%
Payback	1,7

A taxa interna de retorno (TIR), taxa a ser comparada com a taxa mínima de atratividade (TMA) de 13,75% para determinar se o projeto é viável em função dos retornos obtidos, foi de 78,79%. Isto significa que o cenário 2 também se apresenta viável, obtendo um VPL de R\$ R\$ 29.094.983,16. O período necessário para a recuperação do capital investido foi de 1 ano e 7 meses.

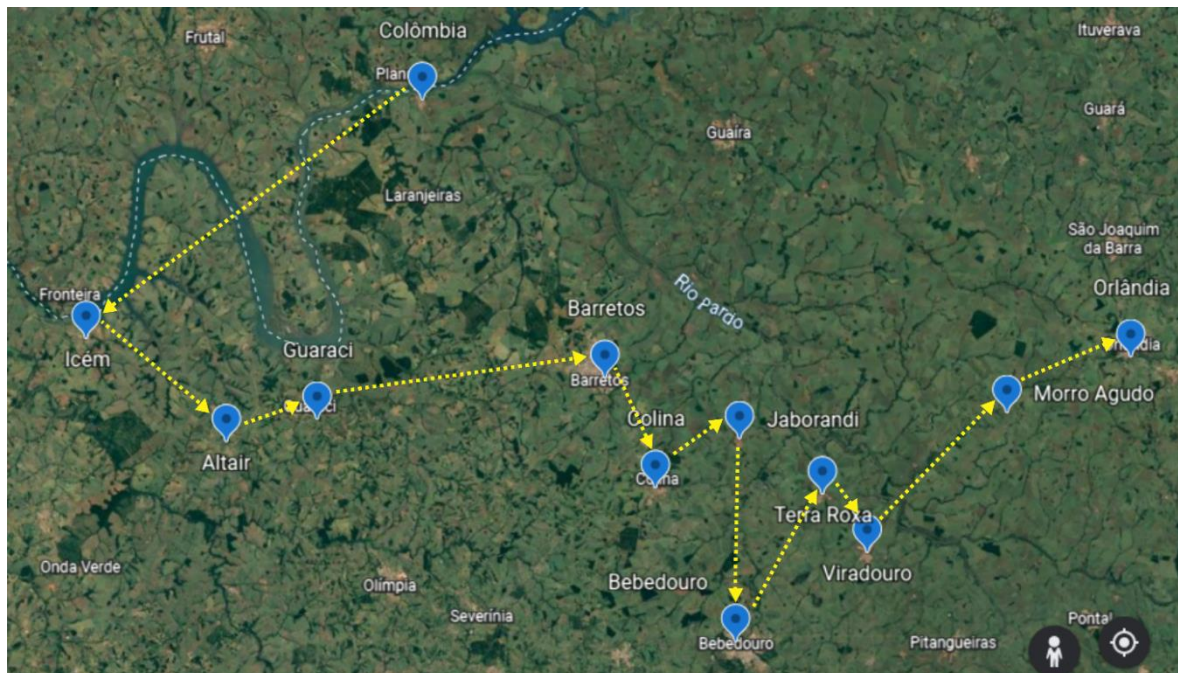
#### 4.3.3.1 Cenário 3

O cenário 3 representa a solução na qual, ao invés dos municípios enviarem seus resíduos gerados, ocorre o transporte da própria recicladora entre os municípios, assim a recicladora seria compartilhada entre os 12 municípios. Ocorrendo o rodízio entre eles, ficando a recicladora por determinado tempo em cada localidade, de acordo com a demanda requerida.

Foi previsto que a recicladora ficaria uma semana em cada cidade. Com o intuito de se conseguir o menor gasto possível com o transporte da recicladora, foi proposto um trajeto para deslocamento da usina móvel partindo de Colômbia, passando pelos outros 11 municípios, até chegar em Orlandia (Figura 30). Desta maneira, estimou-se o gasto com transporte anual.

Como Bebedouro foi o município com o menor momento de transporte, a cidade foi selecionada para a alocação de um aterro de resíduos classe A, considerando sua posição estratégica dentro da região. Para levantamento dos custos de transporte, considerou-se que serão destinados ao aterro 10% dos resíduos gerados em cada município.

**Figura 30** - Trajeto proposto para compartilhamento da usina de reciclagem entre os municípios



Os custos de implantação, operacional e de manutenção de cada infraestrutura em função de sua capacidade foram representadas de forma sintetizada na Tabela 19.

**Tabela 19 -** Resumo dos custos avaliados para o cenário 3 no ano de 2022

Município	Infraestrutura				Custo de implantação (R\$)	Custo de operação (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Custo de transporte (R\$)
Altair	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	2.842,35
Barretos	-	ATT	-	-	267.000,00	429.600,00	117.922,92	47.468,69
Bebedouro	Ecoponto	ATT	-	Aterro	634.000,00	199.200,00	74.375,28	-
Colina	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	5.847,71
Colômbia	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	6.178,72
Guaraci	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	5.003,25
Icém	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	9.778,50
Jaborandi	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	2.327,09
Morro Agudo	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	19.765,19
Orlândia	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	35.202,59
Terra Roxa	Ecoponto	ATT	-	-	384.000,00	123.600,00	41.877,12	1.884,17
Viradouro	-	ATT	-	-	267.000,00	184.800,00	57.086,28	5.213,30
Todos	Usina de reciclagem móvel				1.459.300,00	99.600,00	46.981,91	4.637,43
<b>Consórcio</b>					<b>8.113.300,00</b>	<b>2.799.600,00</b>	<b>937.144,55</b>	<b>143.306,63</b>

<sup>1</sup> Usina de reciclagem de RCC móvel

Realizados os cálculos dos custos de implantação e operação, foram aplicadas as premissas para a avaliação da análise de viabilidade (Apêndice H). A Tabela 20 apresenta um resumo da análise de viabilidade no cenário 3.

**Tabela 20 -** Resumo da análise de viabilidade aplicada ao cenário 3

	<b>Cenário 3</b>
Capacidade (t/dia)	43,69
Período de análise	20 anos
Valor dos agregados reciclados	R\$ 60,00
Valor de recepção do RCC	R\$ 18,00
IPCA	6,3%
TMA	13,75%
PIS/COFINS	3,65%
IRPJ/CSLL	24,00%
CI	<b>-R\$ 6.083.300,00</b>
VPL	R\$ 29.083.288,20
TIR	70,16%
Payback	1,9



A taxa interna de retorno (TIR), taxa a ser comparada com a taxa mínima de atratividade (TMA) de 13,75% para determinar se o projeto é viável em função dos retornos obtidos, foi de 70,16%. Isto significa que o cenário 3 também apresenta-se viável, obtendo um VPL de R\$ 29.083.288,20. O período necessário para a recuperação do capital investido foi de aproximadamente 1 ano e 9 meses.

#### **4.4 A SITUAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NOS MUNICÍPIOS DA UGRHI DO BAIXO PARDO/GRANDE**

Para compreensão da real dimensão do RCC na UGRHI do Baixo Pardo/Grande, foi necessário elaborar um estudo detalhado da gestão dos RCC de cada município.

As informações e dados obtidos dos questionários enviados às prefeituras e dos trabalhos de campo permitiram elaborar textos para cada município da UGRHI 12, apresentados a seguir. Cabe ressaltar que os dados obtidos nas visitas às cidades e através dos questionários refletem o momento da pesquisa.

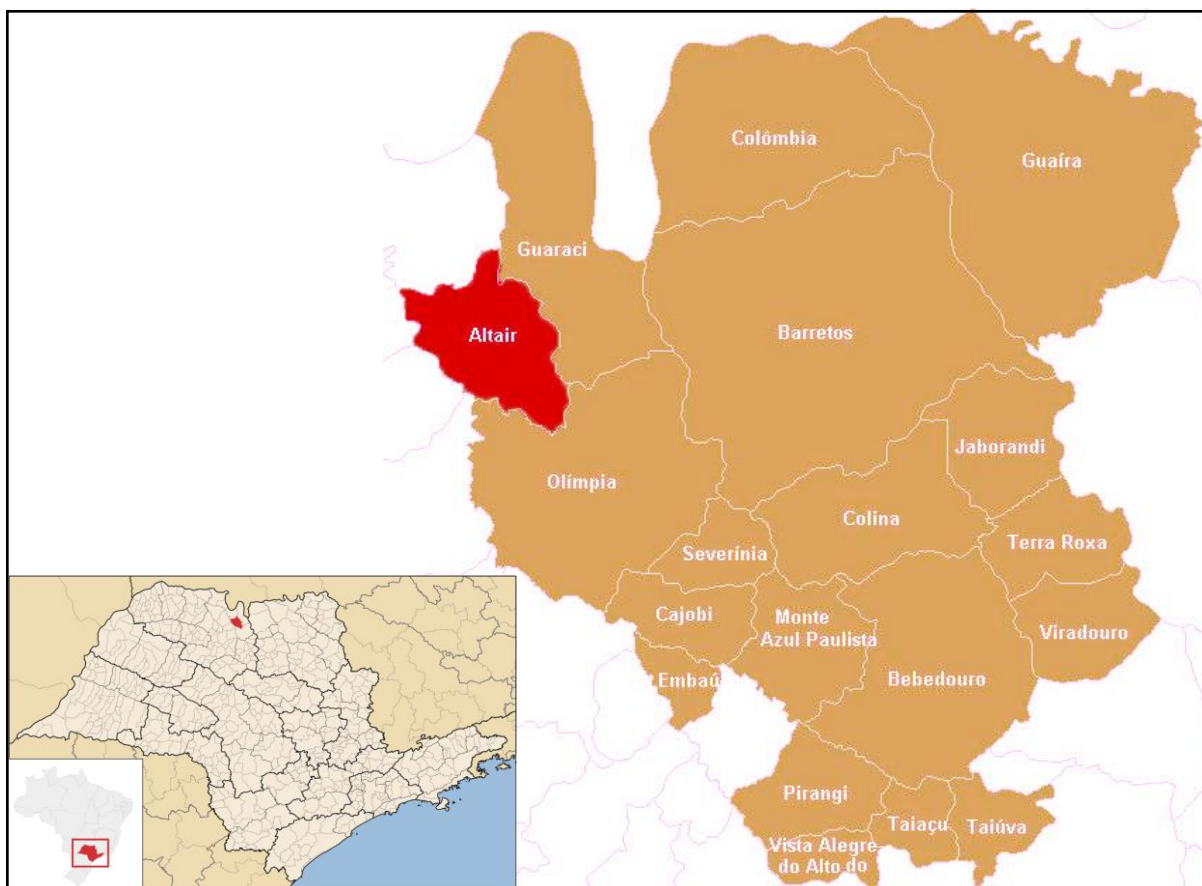
##### **4.4.1 Município de Altair**

Fundada em 1929, Altair é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa, cujo centro de região é a cidade de Barretos.

A cidade de Altair está a 555 metros acima do nível do mar. Sua posição geográfica é 20° 31' 26" de latitude sul e 49° 03' 32" de longitude oeste. Ocupa uma extensão territorial de 316,09 km<sup>2</sup>.

Dista 473 km da capital, sendo seus acessos rodoviários promovidos pelas vias Anhanguera (SP-311) até Limeira, acessando a rodovia Washington Luiz (SP-331) seguindo até a rodovia Brigadeiro Faria Lima e por essa, até Barretos, acessando a rodovia Assis Chateaubriand (SP-425) até Olímpia e, finalmente, a rodovia Armando Sales Oliveira (SP-322).

Os limites territoriais contemplam os municípios de Icém ao norte, Olímpia ao sul, Guaraci a leste, Nova Granada a noroeste e Guapiaçu a sudeste (Figura 31).

**Figura 31** - Localização geográfica do município de Altair/SP

**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

Altair é constituído pelo distrito sede e pelo distrito de Suinana. O Distrito de Suinana dista 9 km da sede e foi criado através da Lei Estadual nº 499, de 23 de dezembro de 1990 e incorporado ao município.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, Altair pertence ao 8º Grupo de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo e a 12ª UGRHI, a bacia do Baixo Pardo/Grande. Os principais rios do município são: Rio Turvo, Rio Grande e Rio Cachoeirinha.

A população estimada é de 4.052 habitantes com um taxa de urbanização de 85,02%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,55%. A densidade demográfica em 2021 era de 12,95 habitantes por km² (SEADE, 2021).

Altair foi classificado com perfil de serviços, uma vez que o setor de serviços apresenta maior participação no PIB do município, seguido do setor de agropecuária e, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 21 (SEADE, 2019).

**Tabela 21** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Altair	53,7	41,2	5,1	90.675.071	22.584	0,003
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 22 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS entre 2014 e 2018.

**Tabela 22** - Resultados dos indicadores do IPRS de Altair/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	39	178 <sup>a</sup>	41	89 <sup>a</sup>	42	79 <sup>a</sup>
Longevidade	72	209 <sup>a</sup>	71	321 <sup>a</sup>	72	297 <sup>a</sup>
Escolaridade	31	628 <sup>a</sup>	43	579 <sup>a</sup>	50	518 <sup>a</sup>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O tratamento e abastecimento de água no município são terceirizados para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), empresa de economia mista responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de 363 municípios do Estado de São Paulo.

Em Altair, 82,02% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). A água de abastecimento é totalmente extraída de manancial subterrâneo pertencente ao aquífero Adamantina semiconfinado. No município, 81,59% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a Prefeitura é responsável pela coleta regular, que ocorre diariamente. Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são cobrados. A forma de cobrança é por taxa específica no mesmo boleto do IPTU. Os resíduos são lançados em aterro sanitário da Prefeitura Municipal. Se

considerada a população total, Altair coleta, por dia, 1,51 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

Altair não possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Os dados e informações sobre os RCC apresentados para o município de Altair são resultado das respostas do questionário enviado pela Prefeitura Municipal; de dados colhidos no CBH-BPG e do trabalho de campo realizado em 05 de junho de 2021.

No município não existe coleta seletiva de materiais recicláveis, nem catadores dispersos pela cidade ou organizados em cooperativas. Também não existe legislação sobre resíduos sólidos.

Com relação aos RCC, seu manejo também é realizado pela Prefeitura, que para coleta, utiliza um caminhão caçamba basculante com capacidade de 6m<sup>3</sup>, um trator carreta com capacidade de 2m<sup>3</sup>, além de uma pá carregadeira e uma equipe de três servidores municipais: um motorista e dois ajudantes.

Segundo o fiscal do almoxarifado, a Prefeitura realiza em média, 6 viagens de RCC por semana: quatro com caminhão basculante e duas com trator. Esse movimento de cargas representa geração média anual de 1.484m<sup>3</sup> ou 112 m<sup>3</sup>/mês.

Adotando a massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, encontrada por Gonçalves (2016) no município de Orlandia/SP, a produção média em Altair é de 4,18 t/dia com geração *per capita* do município de 1,03 kg/hab.dia (Tabela 23).

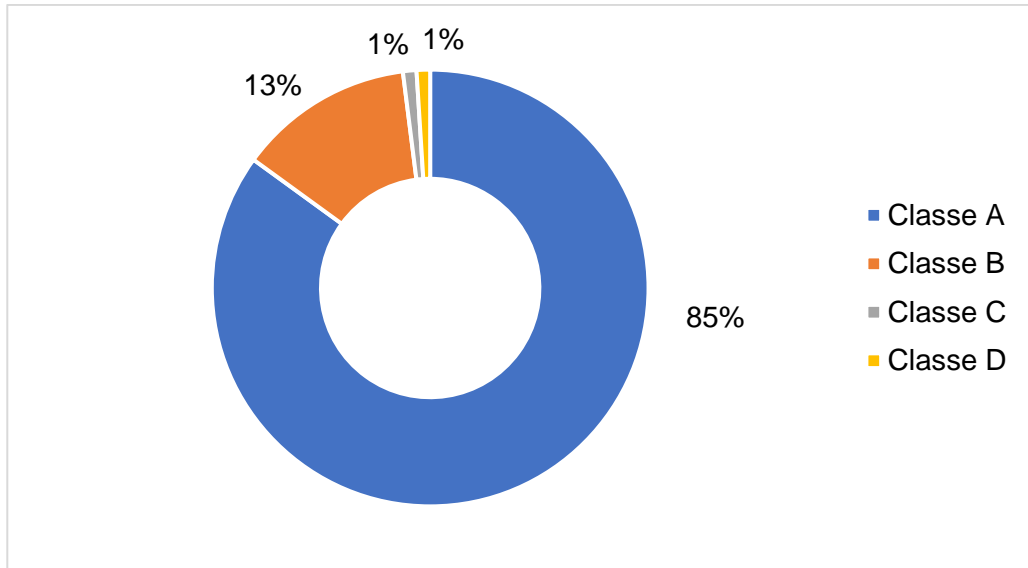
**Tabela 23** - Estimativa da geração de RCC no município de Altair

<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	112,00	4,18	4.052	1,03

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

Em relação à composição dos RCC na cidade, o entrevistado informou que 85% são do tipo classe A, desta forma grande parcela dos resíduos pode ser reciclada, enquanto 13% são constituídos por resíduos classe B; 1% de resíduos classe C e 1% de resíduos classe C, segundo classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002 (Figura 32).



**Figura 32** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Altair

Quanto às áreas de disposição final, o município não possui áreas com licença ambiental para descarte adequado dos RCC. Atualmente, os resíduos têm sido descartados em área da Prefeitura e utilizado posteriormente em estradas rurais do município (Figura 33).

**Figura 33** - Depósito de RCC utilizado pela Prefeitura de Altair

Atualmente Altair participa do Consórcio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande (CODEVAR), que visa desenvolver políticas de desenvolvimento, integrando os municípios e aumentando sua representatividade junto aos governos Estadual e

Federal. O consórcio possui atualmente a adesão de 23 municípios da região norte do Estado de São Paulo, sendo eles: Altair, Barretos, Bebedouro, Cajobi, Cândido Rodrigues, Colina, Colômbia, Embaúba, Fernando Prestes, Guaíra, Icem, Jaborandi, Monte Azul Paulista, Olímpia, Pirangi, Santa Adélia, Severínia, Taiaçu, Taiuva, Taquaral, Terra Roxa, Viradouro e Vista Alegre do Alto.

O plano de trabalho do consórcio prevê o estabelecimento de condições de cooperação técnica entre os municípios para o desenvolvimento e execução conjunta de programas e projetos. O protocolo prevê também o intercâmbio em assuntos científicos e tecnológicos na construção de soluções para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos de acordo com a legislação vigente.

De acordo com as respostas obtidas através do questionário, os fatores que impedem a implementação da gestão de RCC no município são a falta de recursos financeiros e de conscientização ambiental, além de outras prioridades no município como as áreas da saúde e educação. A Prefeitura considera que o melhor modelo de gestão é aquele realizado por empresas privadas sendo responsável por todos os serviços de manejo dos RCC, inclusive a reciclagem da fração inerte.

O Quadro 14 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Altair.

**Quadro 14** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Altair/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Altair</b>
Modelo de gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	4,18
Sistema de Coleta	Tradicional <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Não existem
Programa municipal de coleta seletiva	Não Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Não Possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não Possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

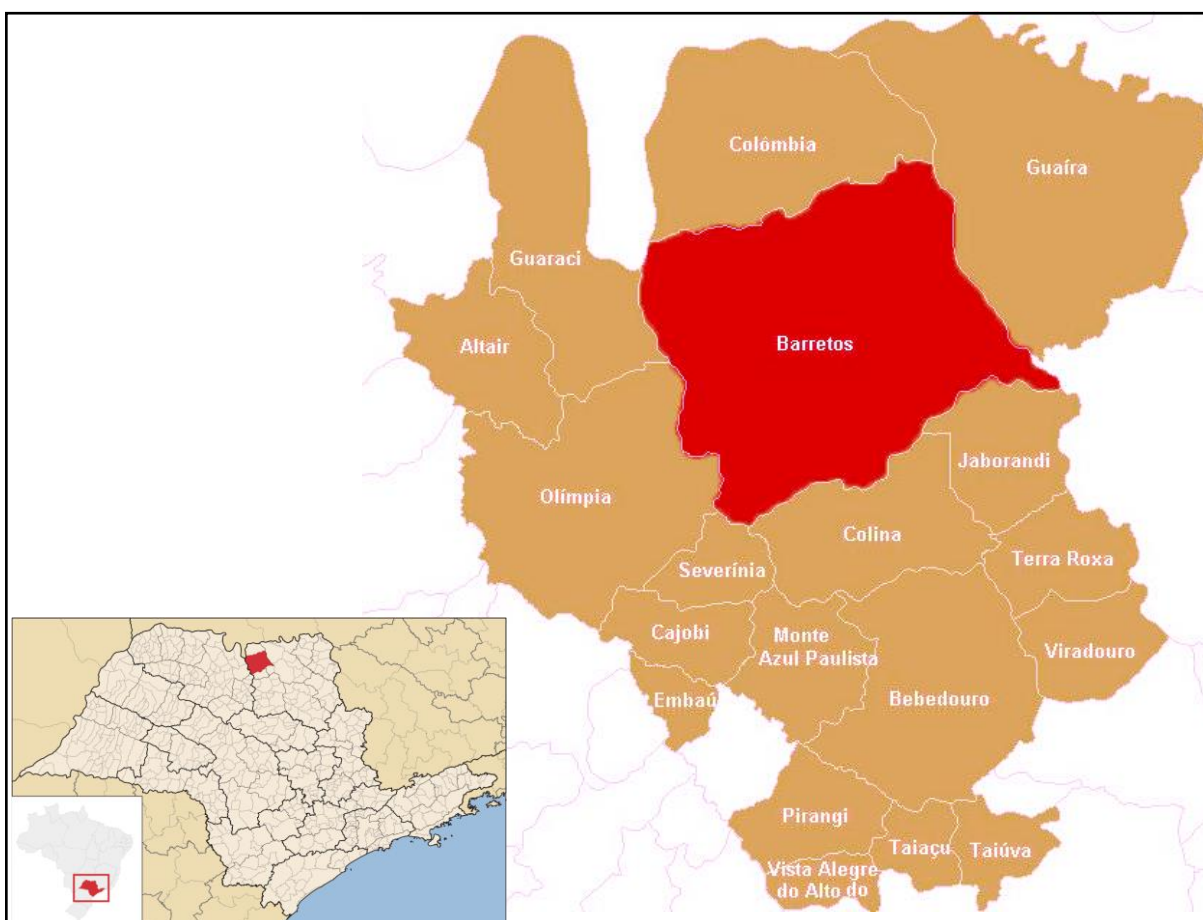
<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada exclusivamente por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura.

#### 4.4.2 Município de Barretos

Fundada em 1854, Barretos está situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado de São Paulo, onde o município é o centro dessa região. Ocupa uma extensão territorial de 1.566,16 km<sup>2</sup>, sendo formado pela sede e pelos distritos de Alberto Moreira e Ibitu.

O município está a 530 metros acima do nível do mar. Sua posição geográfica é 20°33'26" de latitude sul e 48°34'04" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Colômbia ao norte, Colina e Jaborandi ao sul, Guaíra e Morro Agudo a leste, Olímpia, Guaraci e Severínia a oeste (Figura 34).

**Figura 34** - Localização geográfica do município de Barretos - SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

Distante a 420 km de São Paulo e a 106 km de Ribeirão Preto, o acesso ao município, a partir da capital, pode ser feito por meio da Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) até Campinas, e daí seguindo pela Rodovia Anhanguera (SP-330) até o município de Cordeirópolis. A partir desse município o acesso é feito pela Rodovia

Washington Luís (SP-310) até a Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326), que serve ao município de Barretos.

Barretos está inserido nas sub-bacias do Ribeirão Anhumas, Rio Velho, Córrego Água Limpa, Córrego das Pedras, Córrego Jacaré e Ribeirão das Pitangueiras, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, principalmente, pelo Córrego das Pitangueiras, pelo Córrego Aleixo e pelo Córrego do Barro Preto.

A população estimada é de 123.546 habitantes com um taxa de urbanização de 96,95%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,51%. A densidade demográfica em 2021 era de 75,61 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

Barretos foi classificado com perfil de serviços, uma vez que o setor de serviços apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor industrial e, por fim, do agropecuário, conforme pode ser observado na Tabela 24 (SEADE, 2019).

**Tabela 24** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB per capita (reais)	Participação no Estado (%)
Barretos	73,10	4,37	22,50	4.832.330.747	41.123	0,20
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 25 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Barretos entre 2014 e 2018.

**Tabela 25** - Resultados dos indicadores do IPRS de Barretos/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	43	79 <sup>a</sup>	42	74 <sup>a</sup>	43	67 <sup>a</sup>
Longevidade	65	457 <sup>a</sup>	65	524 <sup>a</sup>	64	557 <sup>a</sup>
Escolaridade	51	202 <sup>a</sup>	59	149 <sup>a</sup>	65	122 <sup>a</sup>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O sistema de abastecimento de água do município é operado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos (SAAEB), e é constituído por três sistemas de abastecimento (sede e mais dois distritos) e por oito setores de abastecimento adotados apenas na sede do município.

O sistema de abastecimento é atendido por águas superficiais, captadas em dois pontos, em barragens no Córrego Aleixo e no Ribeirão Pitangueiras, e águas subterrâneas, captadas por meio de nove poços, sendo três poços tubulares profundos e seis poços semiartesianos rasos, atualmente em operação. Porém, ressalta-se que destes nove, dois pertencem aos distritos de Ibitu e Alberto Moreira e os sete demais abastecem a sede do município.

Os resíduos sólidos urbanos gerados são coletados e enviados ao aterro sanitário municipal, localizado na Rodovia Vicinal Nadir Kenan com a Rodovia Assis Chateaubriand, dentro do município de Barretos (Figura 35).

**Figura 35** - Localização do Aterro Sanitário Municipal de Barretos/SP



Fonte: Google (2022)

O aterro sanitário municipal sofreu uma ampliação no ano de 2009, devido ao esgotamento de sua capacidade. Para isso, foi implantada uma nova vala com 94,18m de comprimento e 62,07m de largura, propiciando um aumento da capacidade do aterro em 133.400 toneladas de resíduos, correspondente a uma vida útil adicional de



55 meses. Se considerada a população total do município, Barretos coleta por dia, 0,93 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

Uma empresa terceirizada é responsável pela operação do aterro sanitário de Barretos, e tem por obrigação executar os serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares, varrição regular de vias e logradouros públicos e implantação e operação do aterro sanitário.

A coleta e disposição do restante dos resíduos sólidos gerados por empresas de grande porte são negociados diretamente com a empresa operadora, pagando-se uma taxa sobre o volume coletado, valor esse que não passa pela Prefeitura Municipal.

As informações e dados para a elaboração do diagnóstico da situação dos RCC no município de Barretos foram extraídos do questionário respondido pela Prefeitura Municipal; de informações prestadas pelo proprietário da empresa de caçambas; de dados do CBH-BPG e pelo trabalho de campo realizado em 06 de junho de 2021.

A Prefeitura Municipal realiza a coleta de pequenos volumes de resíduos da construção civil, através do Programa “Unidades de Apoio”, que conta com seis ecopontos destinados ao recebimento gratuito de até um metro cúbico de RCC e resíduos volumosos (móveis, grandes embalagens, eletrodomésticos inutilizados e outras peças do tipo), sobras das podas de árvores, materiais recicláveis, e tudo o que não pode ser descartado no lixo doméstico (Quadro 15). Este programa está em funcionamento desde julho de 2006, e apesar de necessitar adequações, têm contribuído significativamente para a redução de depósitos clandestinos de RCC em terrenos baldios do município.

**Quadro 15 - Endereço dos Ecopontos de Barretos**

<b>Ecoponto</b>	<b>Endereço</b>
Califórnia	Rua Cristiano de Carvalho nº 50
Cristiano de Carvalho	Avenida João Ribeiro do Nascimento
Exposição	Rua Fábio Junqueira Franco nº 301
Nadir Kenan	Rua Rage Caiel nº 400
Santa Cecília	venida Antônio Machado das Dores, s/nº
Zequinha Amendola	Avenida Mario Petroni x Via Dr. Guilherme Seraphico de Assis Carvalho

Em Barretos há uma usina privada de beneficiamento de RCC denominada Usina de Reciclagem de Entulhos da Construção Civil (URECC), com capacidade de

processamento de 10 t/dia. A usina fica localizada na Rua Celso Daniel Galvani, nº 430, Distrito Industrial II (Figura 36).

**Figura 36** - Entrada da Usina de Reciclagem de Entulhos da Construção Civil (URECC)



A URECC recebe o resíduo coletado de cinco empresas privadas especializadas na coleta e transporte de RCC com inscrição ativa na Prefeitura e cobra o valor de R\$ 16,00 pela recepção. Após o processo de beneficiamento do RCC são obtidos os seguintes materiais: brita, areia para assentamento, terra reciclada, bica corrida, rachão e pedrisco.

Segundo a proprietária da usina, em 2021 foram recebidas 16.000 toneladas de RCC oriundo das empresas privadas de coleta.

Já a Prefeitura além de receber o RCC nos pontos de entrega voluntária, também é responsável pela coleta de resíduo depositado irregularmente nos logradouros públicos e terrenos baldios e encaminha o material para o aterro de Catanduva/SP. De acordo com os dados obtidos, em 2021, foram coletadas 27.000 toneladas de RCC.

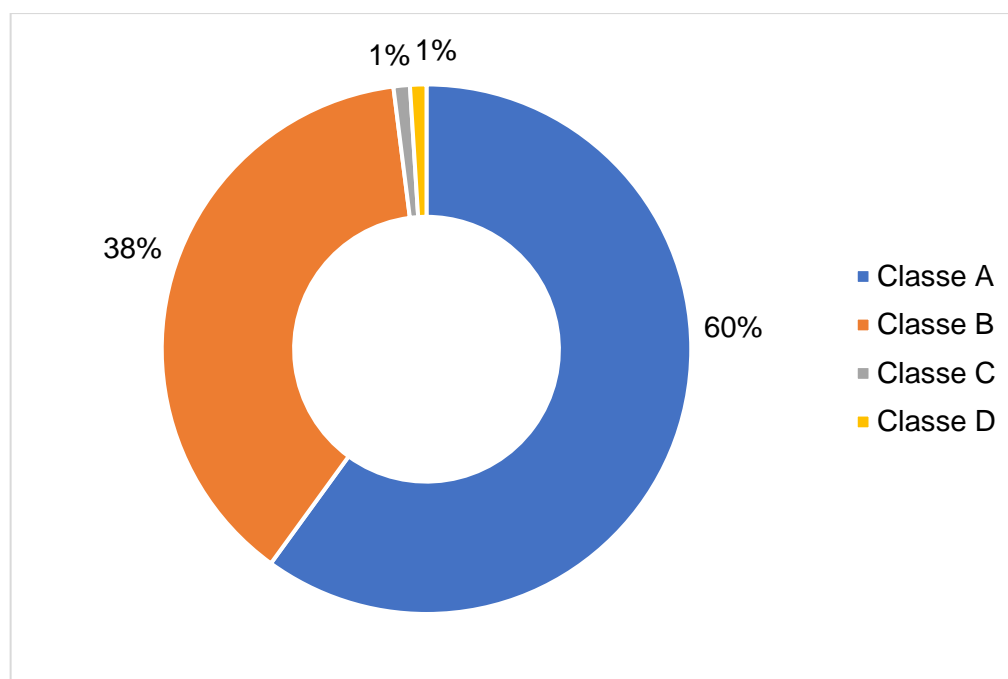
Dessa forma, o total de RCC gerado na cidade considerando a coleta pública e privada é de 3.583,32 t/mês. A média estimada é de 117,80 t/dia com geração *per capita* de 0,94 kg/hab.dia. A Tabela 26 apresenta a estimativa da geração de RCC e a provável geração *per capita* no município.

**Tabela 26** - Estimativa da geração de RCC no município de Barretos

Agente coletor	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /mês) <sup>(1)</sup>	Geração de RCC (t/dia)	População SEADE (2021)	Geração per capita (kg/hab.dia)
Prefeitura Municipal	1.981,40	73,97	123.546	0,60
Empresas Privadas	1.190,47	43,84	123.546	0,34
<b>Média Total</b>	<b>3.199,40</b>	<b>117,80</b>	<b>123.546</b>	<b>0,94</b>

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição média dos RCC de Barretos, levantados a partir dos dados coletados através do questionário pode ser visualizada na Figura 37. Percebe-se uma grande parcela de resíduos que tem potencial para serem reciclados, pertencentes a classe A e B.

**Figura 37** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Barretos

Quanto aos aspectos legais, a Prefeitura diz conhecer a legislação federal, e salienta a importância da reciclagem dos RCC como forma de reduzir os impactos ambientais e reaproveitar de forma consciente os resíduos. Segundo o engenheiro da prefeitura, o modelo público de gestão dos RCC pode ser considerado o melhor, entretanto, o consórcio intermunicipal para gestão de resíduos sólidos também traz benefícios ao município.

O Quadro 16 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Barretos.



**Quadro 16** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Barretos/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Barretos</b>
Modelo de Gestão	Público/Privado <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	117,80
Sistema de Coleta	Tradicional/Caçamba <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Existe
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Sem informações
Programa municipal de coleta seletiva	Não possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Não possui
Áreas para pequenos volumes	Possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Manejo dos RCC executado pela Prefeitura e por empresa privada

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura, coletado nos ecopontos e pelas caçambas das empresas privadas.

#### 4.4.3 Município de Bebedouro

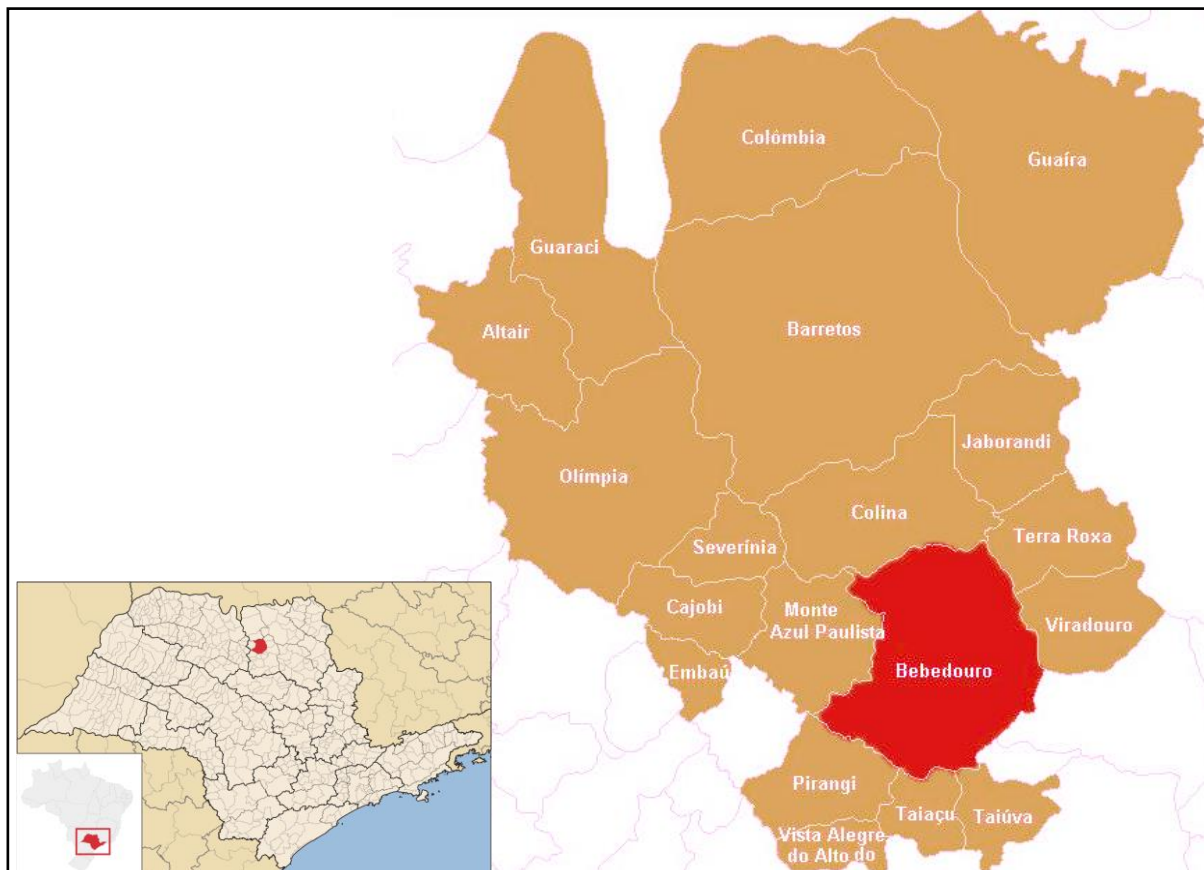
Fundada em 1884, Bebedouro está situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado de São Paulo, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 683,3 km². O município é formado pelo distrito sede, e pelos distritos de Botafogo e Turvânia. Dentro do distrito sede, há dois assentamentos urbanos distantes da área urbana da sede: Povoado de Areias e Povoado de Andes.

Bebedouro está a 573 metros acima do nível do mar. Distante a 379 km da cidade de São Paulo, capital e a 81 km de Ribeirão Preto, sua posição geográfica é 20° 56' 59" de latitude sul e 48° 28' 44" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Colina ao norte, Monte Azul Paulista a oeste, Pirangi a sudoeste, Taiacu ao sul, Taíuva ao sudeste, Viradouro a leste e Terra Roxa a nordeste (Figura 38).

O acesso à cidade é feito, desde a capital, pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) ou pela rodovia Anhanguera (SP-330) até Campinas, a partir de onde segue-se pela Rodovia Anhanguera até Limeira, tomando-se a Rodovia Washington Luís (SP-

310), passando por Rio Claro, São Carlos e Araraquara, até Matão, daí seguindo pela Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326), passando por Jaboticabal até Bebedouro.

**Figura 38** - Localização geográfica do município de Bebedouro/SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022)

Bebedouro foi classificado com perfil de serviços, uma vez que o setor de serviços apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor industrial e, por fim, do agropecuário, conforme pode ser observado na Tabela 27 (SEADE, 2019).

**Tabela 27** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB per capita (reais)	Participação no Estado (%)
Bebedouro	84,3	3,14	12,10	3.312.844.749	44.609	0,14
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

A população estimada é de 76.206 habitantes com um taxa de urbanização de 96,22%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,13%. A densidade demográfica em 2021 era de 108,27 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 28 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Bebedouro entre 2014 e 2018.

**Tabela 28** - Resultados dos indicadores do IPRS de Bebedouro/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	43	80 <sup>a</sup>	42	159 <sup>a</sup>	43	70 <sup>a</sup>
Longevidade	65	458 <sup>a</sup>	68	626 <sup>a</sup>	66	503 <sup>a</sup>
Escolaridade	49	247 <sup>a</sup>	55	384 <sup>a</sup>	61	220 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O município está entre duas sub-bacias hidrográficas: a do Rio Turvo e a do Pardo/Moji-Guaçu. A sede do município é cortada por pequenos córregos: Bebedouro, Consulta e Parati. O Consulta ao passar pelo centro da cidade, transforma-se num grande lago artificial, com dois quilômetros de comprimento e largura que varia entre 50 (funil da Ponte da avenida Donina Valadão Furquim) e 300 metros.

Os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município são prestados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgotos de Bebedouro (SAAEB), entidade autárquica instituída pela Lei Municipal nº 714, de 11 de dezembro de 1968.

Conforme expõe a Prefeitura, há falta de investimentos em obras de melhoria e expansão dos sistemas operados pelo SAAEB, ocasionando deficiências operacionais, de manutenção e de expansão dos serviços de água e esgotos. Constantemente ocorrem vazamentos nas redes de distribuição de água, com indesejável interrupção do abastecimento.

Bebedouro realiza a coleta dos resíduos sólidos domiciliares, por uma taxa de R\$ 3,78 por Kg. Se considerada a população total do município, é coletado por dia, 0,71 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

O município conta atualmente com o sistema de coleta convencional dos resíduos sólidos domiciliares, sendo realizado pela Prefeitura através de equipes de

coleta. O setor de coleta possui, para a realização do serviço, uma frota de cinco caminhões e um grupo de cinco colaboradores em cada caminhão, que realizam a coleta manual porta a porta diariamente. Estes veículos são estruturados com uma caçamba compactadora de armazenamento para o transporte dos resíduos. Cada veículo é responsável pela coleta em diferentes áreas da cidade, sendo 6 setores de dia e cinco setores a noite.

O RSD gerado no município é coletado diariamente, em alternadas rotas de coleta com um itinerário oficial com horário definido para a coleta na cidade. A coleta dos resíduos na área central do município é realizada de segunda-feira a sábado, no período noturno por dois caminhões. Cada caminhão tem capacidade máxima para cargas de aproximadamente 6 m<sup>3</sup>.

Após coletados, os resíduos são encaminhados para duas áreas diferentes. Aqueles resíduos que possuam em sua composição somente materiais orgânicos como folhas, galhos, e demais materiais de vegetação são destinados a uma área municipal (Pátio de Triagem e Transbordo), onde os resíduos são segregados e picados. Atualmente no local não é realizado nenhum tipo de compostagem deste resíduo, sendo que o material fica disposto no solo sofrendo uma decomposição *in natura*. Os RSU têm como destino, a Estação de Transbordo de Resíduos Domiciliares, localizado a cerca de 8 km da Garagem Municipal, onde ficam os equipamentos públicos.

Posteriormente, os resíduos são encaminhados para o Centro de Gerenciamento de Resíduos Catanduva Ltda. (CGR), localizado na Estrada Catanduva a Palmares Paulista, km 05, Fazenda Santa Fé, sendo contratada a empresa Monte Azul Engenharia Ltda., para a prestação de serviços de transbordo, transporte e destinação final do RSD (Figura 39).

A coleta seletiva no município de Bebedouro é realizada pela Cooperativa dos coletores de materiais recicláveis de Bebedouro (Cooperlimpo), a qual coleta apenas os resíduos oriundos da coleta seletiva, não realizando a compostagem.

Os resíduos verdes ou de poda, atualmente, são coletados por servidores públicos que trabalham para o Departamento de Meio Ambiente e os de capina pelo Departamento de Serviços Urbanos do município. Cada caminhão tem capacidade máxima para cargas de aproximadamente 6 m<sup>3</sup>. Conforme os dados repassados pelos departamentos não existe controle da quantidade de resíduos de poda.

**Figura 39** - Localização do CGR Cantanduva/SP

Fonte: Google (2022)

Os dados e informações sobre os RCC apresentados para o município de Bebedouro são resultado das respostas do questionário respondido pela Prefeitura Municipal; de dados colhidos no CBH-BPG e do trabalho de campo realizado em 07 de junho de 2021.

No município de Bebedouro, os RCC gerados são coletados pela prefeitura e por uma empresa de aluguel caçambas, além de outros coletores individuais que utilizam caminhões e pequenas carretas atreladas a tratores.

Os resíduos gerados em pequenas construções, demolições ou reformas em residências e demais estruturas, são dispostos em pequenos montes junto a via pública. Um dos maiores problemas nestas situações é a disposição de resíduos classificados como perigosos, como tintas, óleos, colas, produtos químicos e suas embalagens. Estes materiais podem acabar agravando a contaminação destes locais, podendo gerar impactos ambientais de maior significância.

Atualmente, os empreendimentos de maior porte, que geram grandes quantidades de RCC, contratam os serviços da empresa de caçambas. Após contratada, a empresa disponibiliza junto ao local da obra, caçambas estacionárias que são utilizadas como acondicionamentos temporários dos resíduos. Quando cada caçamba atinge seu volume máximo ou a geração é interrompida, a empresa é contatada para efetuar sua retirada e realizar o transporte dos resíduos (Figura 40).



**Figura 40** - Coleta de RCC pela empresa Bebedouro Caçambas



As caçambas são coletadas e transportadas em caminhões poliguindastes, sendo que a referida empresa possui quatro veículos para a realização dos trabalhos.

Após coletados, os resíduos são encaminhados para o Pátio de Triagem e Transbordo da Prefeitura, a qual possui autorização TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) para dispor apenas materiais inertes e resíduos verdes (Figura 41).

**Figura 41** - Pátio de triagem e transbordo de Bebedouro



Não existe no município aterro de RCC, sendo este material encaminhado para o Centro de Gerenciamento de Resíduos de Catanduva (Figura 42). Já os resíduos classe B são encaminhados para a cooperativa COOPERLIMPO.

**Figura 42** - Recebimento de RCC no CGR de Catanduva/SP



A empresa Bebedouro Caçambas trabalha com caçambas de 3m<sup>3</sup> de volume, sendo que no último ano, foram coletadas e destinadas mensalmente uma média de 697 caçambas de RCC. De acordo com estas informações, pode-se estimar que são coletados em média 25.082 toneladas por ano, pela empresa.

Já os dados obtidos através do questionário, em 2021 a Prefeitura coletou nas vias públicas 18.899 toneladas de RCC. Portanto, a produção total estimada de RCC em Bebedouro é de 51,77 t/dia, com uma geração *per capita* de 1,70 kg/hab.dia (Tabela 29).

**Tabela 29** - Estimativa da geração de RCC no município de Bebedouro

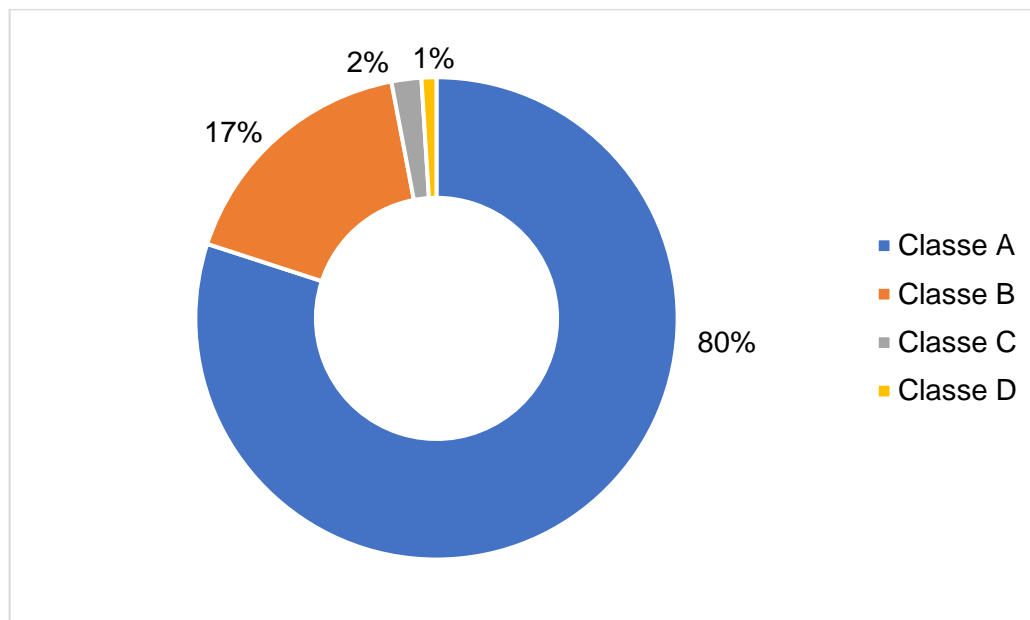
<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	1.406,17	51,77	76.206	0,68
Empresa Privada	2.091,00	78,06	76.206	1,02
<b>Média Total</b>	<b>3.497,17</b>	<b>129,83</b>	<b>76.206</b>	<b>1,70</b>

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

De uma forma geral, predominam os resíduos da classe A, que representa cerca de 80% da composição do RCC do município. Os resíduos classe B

correspondem a 17% do total, sendo que metade desse percentual é debitado às madeiras, material bastante empregado na construção civil (Figura 43).

**Figura 43** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Bebedouro



De acordo com a secretária de Meio Ambiente, os fatores que impedem a implementação da gestão de RCC no município são a falta de conscientização ambiental e de incentivos. Além disso, a secretária considera que o melhor modelo de gestão seria o consorciado.

Segundo o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, o município possui como meta para melhorar a gestão de resíduos, realizar a implantação de 11 pontos de entrega voluntária (PEV) e a instalar uma usina de reciclagem de RCC dentro do atual pátio de triagem.

O Quadro 17 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Bebedouro.

**Quadro 17** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Bebedouro/SP

Indicadores	Bebedouro
Modelo de Gestão	Público/Privado <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	129,83
Sistema de Coleta	Tradicional/Caçamba <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Existe
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Sem informações

(Continua)



(Conclusão)

<b>Indicadores</b>	<b>Bebedouro</b>
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	1
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Possui sem licença
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Manejo dos RCC executado pela prefeitura e por empresa privada

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura e caçambas de empresa privada.

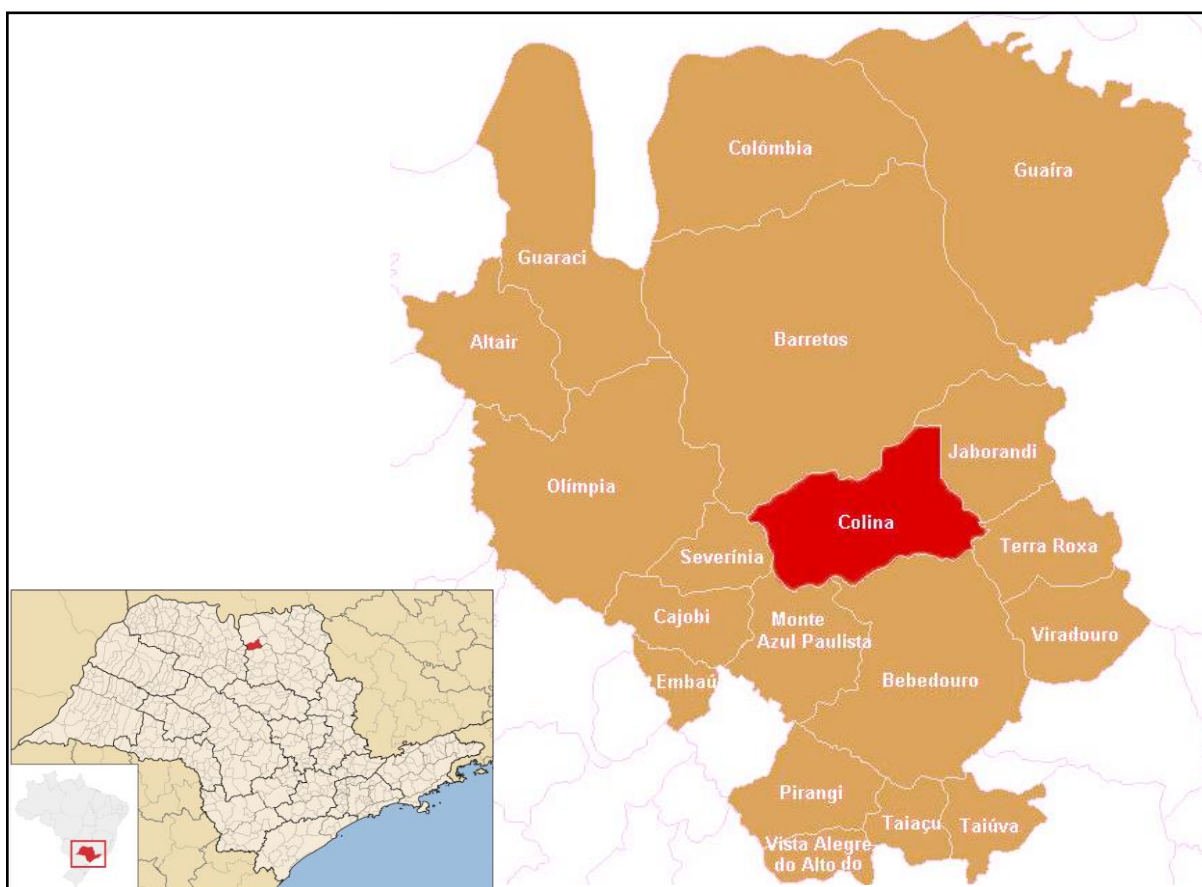
#### **4.4.4 Município de Colina**

Fundada em 1926, Colina é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 422,57 km<sup>2</sup>.

A cidade está a 595 metros acima do nível do mar. Distante a 405 km da cidade de São Paulo e a 91 km de Ribeirão Preto. Sua posição geográfica é 20° 43' 15" de latitude sul e 48° 32' 38" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Barretos ao norte, Severínia a oeste, Monte Azul Paulista a sudeste, Bebedouro ao sul, Terra Roxa a sudeste e Jaborandi a leste (Figura 44).

Colina está inserido na Bacia do Baixo Pardo/Grande, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, principalmente, pelo Rio da Cachoeirinha, Córrego do Retiro, Córrego José Venâncio e Ribeirão das Palmeiras.

A população estimada é de 17.606 habitantes com um taxa de urbanização de 95,46%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,13%. A densidade demográfica em 2021 era de 41,69 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

**Figura 44** - Localização geográfica do município de Colina/ SP

Fonte: Adaptado de São Paulo (2022b)

Colina foi classificado com perfil de serviços, uma vez que o setor de serviços apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor de agropecuária e, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 30 (SEADE, 2019).

**Tabela 30** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB per capita (reais)	Participação no Estado (%)
Colina	58,5	33,1	8,4	964.344.483	54.839	0,04
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Dinâmicos", ou seja, municípios com índice elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais (longevidade e escolaridade

médio/alto). A Tabela 31 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Colina entre 2014 e 2018.

**Tabela 31** - Resultados dos indicadores do IPRS de Colina/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	43	82 <sup>a</sup>	42	167 <sup>a</sup>	42	86 <sup>a</sup>
Longevidade	69	318 <sup>a</sup>	71	466 <sup>a</sup>	70	374 <sup>a</sup>
Escolaridade	45	375 <sup>a</sup>	47	695 <sup>a</sup>	54	424 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O sistema de abastecimento de água do município, operado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Colina (SAAEC), é constituído por dez subsistemas independentes, onde 87,84% da população total de Colina tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). O sistema de abastecimento existente explora apenas o manancial subterrâneo, pertencente aos aquíferos Adamantina, Serra Geral e Guarani (Botucatu). No município, 87,84% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

A estrutura do município para gerenciar os resíduos sólidos se resume à Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente com dois funcionários e um coordenador para elaborar o plano e os serviços de coleta, transporte e destinação final estando a cargo da Secretaria de Obras e Serviços Urbanos, que dispõem de equipes para operacionalizar os serviços.

Os resíduos sólidos domiciliares e comerciais são acondicionados em sacos de lixo, sacolinhas plásticas, latas, tambores, bombonas e lixeiras elevadas. A coleta é realizada diariamente, no período diurno entre 6:00 e 12:00 horas, sendo realizados através de duas equipes, composta de um motorista e três ajudantes cada. São utilizados três caminhões compactadores, mantendo um na reserva.

Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são cobrados. A forma de cobrança é por taxa específica no mesmo boleto do IPTU. Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 0,91 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

Em Colina existem ecopontos nos logradouros públicos municipais, inclusive na rede municipal de educação, somente para coleta seletiva (plástico, papeis, vidros e metais). Os pneus inservíveis também são coletados e encaminhados ao ecoponto até o encaminhamento para destinação final.

Existe alguns ecopontos particulares para coleta de pilhas e baterias e alguns ecopontos para coleta do óleo de cozinha.

A coleta seletiva no Município de Colina é feita através da Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis de Colina (Cooperlina). A cooperativa possui em sua unidade duas prensas. Conta atualmente com 24 cooperados, dos quais 17 a 18 catadores trabalham diariamente e os outros apenas meio período, resultando em uma média diária de 14 cooperados. Por mês são coletados cerca de 13.168 kg de materiais recicláveis. Todos os demais resíduos sólidos coletados de porta em porta pelos funcionários da Prefeitura são encaminhados ao aterro de valas existente no município.

Existe área específica para destinação dos resíduos sólidos coletados no em Colina, encaminhados ao aterro em valas, sito a Estrada Municipal Vereador Benedito Stramasso Km 1,30. As valas do aterro não são impermeabilizadas e a cobertura com terra é feita automaticamente após o resíduo ser basculado na vala pelos caminhões compactadores. A terra existe em abundância pois, na abertura das valas, a mesma é armazenada no local.

Atualmente o município participa do Consórcio Intermunicipal CODEVAR (Consortio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande).

Os dados e informações sobre os RCC apresentados para o município de Colina são resultado das respostas do questionário enviado pela Prefeitura Municipal; de dados colhidos no CBH-BPG e do trabalho de campo realizado em 08 de junho de 2021.

Em Colina, a Prefeitura executa os serviços de coleta, transporte e destinação de RCC, que é realizado de segunda a sábado com equipes e veículos específicos discriminados abaixo:

- Pá carregadeira CASE W20-E, ano 2002, com equipe composta de um operador e três ajudantes;
- Caminhão basculante VW13130, ano 1985, com motorista;
- Caminhão basculante FORD 13000, ano 1985, com motorista;
- Caminhão basculante FORD 1000, ano 1986, com motorista.

Os descartes clandestinos não existem, visto que o acondicionamento é feito na guia pelos munícipes (Figura 45).

**Figura 45** - Acondicionamento de RCC em frente as residências de Colina



A Prefeitura Municipal não exige dos geradores o Plano de Gerenciamento de RCC.

O RCC coletado é transportado e armazenado em área da Escola Agrícola do município, área não licenciada. Porém, boa parte deste resíduo é usado na manutenção de estradas rurais (Figura 46).

**Figura 46** - RCC de Colina utilizado nas estradas rurais



De acordo com a Prefeitura, a produção estimada de RCC em Colina é de 22,47 t/dia, com geração *per capita* de 1,27 kg/hab.dia.

A Tabela 32 apresenta a estimativa da produção de RCC e a média *per capita* do município de Colina.

**Tabela 32** - Estimativa da geração de RCC no município de Colina

Agente coletor	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /mês) <sup>(1)</sup>	Geração de RCC (t/dia)	População SEADE (2021)	Geração per capita (kg/hab.dia)
Prefeitura Municipal	601,87	22,47	17.606	1,27

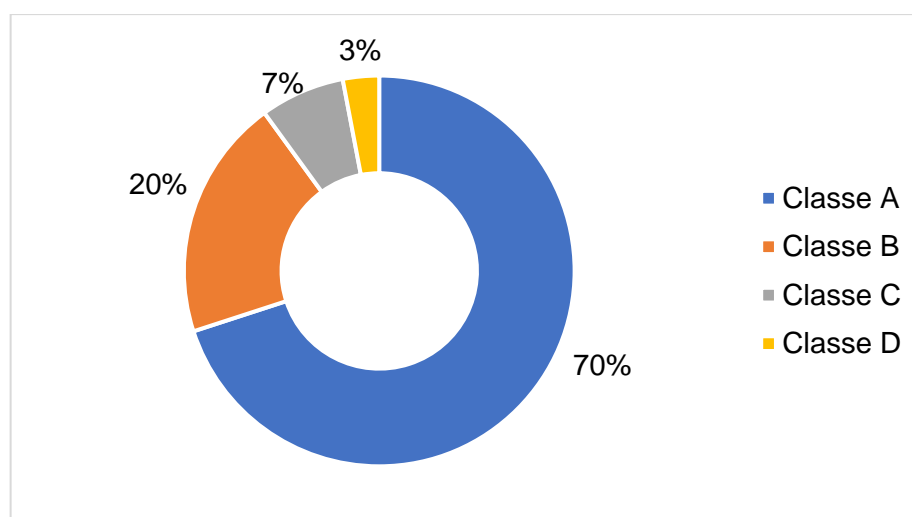
<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A prefeitura não possui controle das áreas licenciadas para novas obras, mas acredita que 60% do total da massa de RCC coletada no município são provenientes de reformas e ampliações, enquanto 40% têm origem em construções novas em andamento.

Em relação à composição dos RCC na cidade, as respostas obtidas através do questionário mostram que 70% do resíduo é do tipo classe A, ou seja, grande parcela dos resíduos pode ser reciclada (Figura 47).

Segundo o engenheiro da prefeitura, os fatores que impedem a implementação da gestão de RCC no município são a falta de recursos financeiros e outras prioridades no município como área da saúde e educação. Além disso, o entrevistado considera que o melhor modelo de gestão é aquele realizado por empresas privadas sendo responsável por todos os serviços de manejo dos RCC, inclusive a reciclagem da fração inerte.

**Figura 47** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Colina





O Quadro 18 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Colina.

**Quadro 18** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Colina/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Colina</b>
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	22,47
Sistema de Coleta	Tradicional <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	24
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	1
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Possui sem licença
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Não participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada exclusivamente por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura.

#### 4.4.5 Município de Colômbia

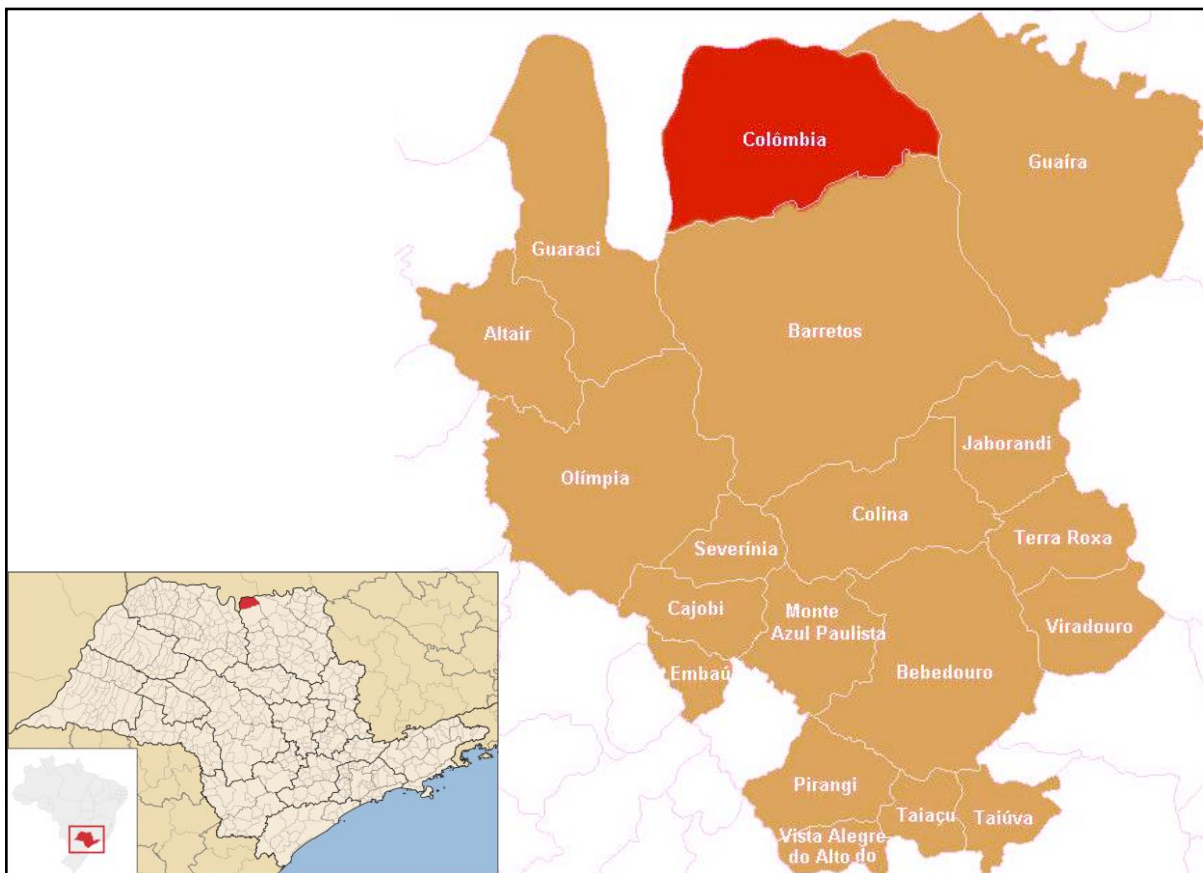
Fundada em 1959, Colômbia é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 728,64 km<sup>2</sup>. É formado pela sede e pelo distrito de Laranjeiras.

A cidade de Colômbia está a 509 metros acima do nível do mar. Distante a 470 km da cidade de São Paulo e a 162 km de Ribeirão Preto. Sua posição geográfica é 20° 10' 40" de latitude sul e 48° 41' 20" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Planura ao norte e Frutal a oeste (ambos no Estado de Minas Gerais), Barretos ao sul e Guaira ao leste (Figura 48).

O acesso à cidade é feito, desde a capital, pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) ou pela rodovia Anhanguera (SP-330) até Campinas, a partir de onde segue-se pela Rodovia Anhanguera até Limeira, tomando-se a Rodovia Washington Luís (SP-310), passando por Rio Claro, São Carlos e Araraquara, até Matão, daí seguindo pela

Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326), passando por Jaboticabal, Bebedouro e Barretos, até Colômbia, junto ao rio Grande.

**Figura 48** - Localização geográfica do município de Colômbia/SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

O município de Colômbia está inserido nas sub-bacias do Ribeirão Anhumas, Rio Grande e Rio Velho, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, principalmente, pelo Rio Grande, Rio Velho e Rio Pardo.

Colômbia foi classificado com perfil de agropecuária, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor de serviços, e por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 33 (SEADE, 2019).

**Tabela 33** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Colômbia	42,7	44,13	13,2	275.947.558	45.672	0,01
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)



A população estimada é de 6.223 habitantes com um taxa de urbanização de 75,38%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,80%. A densidade demográfica em 2021 era de 8,30 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 34 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Colômbia entre 2014 e 2018.

**Tabela 34 - Resultados dos indicadores do IPRS de Colômbia/SP**

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	51	19 <sup>a</sup>	49	22 <sup>a</sup>	50	21 <sup>a</sup>
Longevidade	68	362 <sup>a</sup>	67	471 <sup>a</sup>	68	444 <sup>a</sup>
Escolaridade	46	345 <sup>a</sup>	62	101 <sup>a</sup>	62	189 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

Na área urbana, os efluentes domésticos de Colômbia são coletados pela rede da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), com uma eficiência de tratamento de 100% do volume coletado. Na zona rural, o sistema de esgotamento sanitário ainda se encontra deficitário, sendo que, em algumas propriedades existem fossas sépticas. No Povoado de Laranjeiras, ainda não possui uma lagoa para tratamento de esgoto sanitário.

No total 95,96% da população de Colômbia tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%).

Colômbia possui coleta regular de lixo doméstico, atendendo a totalidade da população urbana do município e o Povoado de Laranjeiras, executada pela a Prefeitura Municipal. Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 0,52 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

A Prefeitura é responsável pela operação do aterro sanitário e tem por obrigações executar os serviços de: coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais, de prédios públicos e particulares; fornecimento de equipe padrão; varrição regular de vias e logradouros públicos; lavagem simples de ruas; implantação e operação do aterro sanitário.

Os resíduos sólidos urbanos são coletados e enviados ao Aterro Sanitário Municipal, localizado na Estrada Municipal CLB-030, dentro do município de Colômbia (Figura 49).

**Figura 49** - Localização do Aterro Sanitário Municipal de Colômbia



Fonte: Google (2002)

O aterro sanitário municipal fica localizado na Estrada Municipal CLB-030, sentido área urbana de Colômbia ao Povoado de Laranjeiras, Km 8.5 a margem esquerda em zona rural (Figura 50).

**Figura 50** - Aterro Sanitário Municipal de Colômbia



Os resíduos de poda de árvores são coletados e separados para serem triturados (Figura 51).

**Figura 51** - Serviço de trituração dos galhos mecanizada das podas realizadas na área urbana



O material devidamente triturado é destinado para cobertura vegetal aos produtores de hortaliças que cultivam na área urbana em terrenos vagos cedidos pelos proprietários.

Segundo a prefeitura, será implantado a compostagem orgânica, em parceria com a Superintendência de Agricultura e Meio Ambiente com a Patrulha Agrícola para o aproveitamento das podas de galhos, resíduos de jardinagem e os resíduos molhados para ser utilizado no composto, se tornando um adubo orgânico. Sendo utilizado pelos pequenos produtores rurais.

Atualmente Colômbia participa do Consorcio Intermunicipal CODEVAR (Consortio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande).

O Município possui uma Cooperativa de reciclagem, chamada CooperColômbia, em funcionamento desde 2010 (Figura 52). A Coleta dos materiais é feita em parceria com a Prefeitura Municipal de Colômbia com a aquisição de um caminhão para a coleta seletiva através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

A Cooperativa atende 20 famílias devido à demanda em consequência da falta de trabalho formal, oferecendo uma educação ambiental ecológica aos participantes sobre a importância desse ato de reciclagem. Os resíduos recicláveis serão oriundos

das residências, estabelecimento comercial e empresas localizados na área urbana e rural neste município. Após a triagem e prensado, o material é destinado á industria.

**Figura 52** - Local de armazenamento de resíduos recicláveis de Colômbia



O diagnóstico da situação dos RCC teve como base os dados e informações do questionário respondido pelo Superintendente de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal, que informou vários aspectos referentes à gestão dos RCC; os dados obtidos do CBH-BPG e também as observações diretas do trabalho de campo realizado aos 09 de junho de 2021.

Os resíduos gerados no município são recolhidos pela Prefeitura, sendo as caçambas cedidas pela própria Prefeitura. Para solicitação de uma caçamba o munícipe deve comparecer pessoalmente ao almoxarifado da Prefeitura situado na Rua Antônio Prado munido de documentos e assinar o termo de responsabilidade. Não existem empresas privadas especializadas de coleta de RCC atuando no município.

As caçambas são disponibilizadas por dois dias para cada residência ou construção, não sendo permitido depositar RCC nas vias públicas e calçadas (Figura 53). É cobrada uma taxa de R\$ 20,17 pelo serviço. Este programa está em funcionamento desde 2010, e tem contribuído significativamente para a redução de depósitos clandestinos de RCC em terrenos baldios do município.



Para os serviços, a frota da Prefeitura Municipal possui um caminhão poliguindaste e 50 caçambas estacionárias; três caminhões com caçamba basculante; uma pá carregadeira; duas retroscavadeiras; uma motoniveladora e um trator com carroceria, todos operados por 3 funcionários da prefeitura.

**Figura 53** - Caçamba utilizada para coleta de RCC em Colômbia



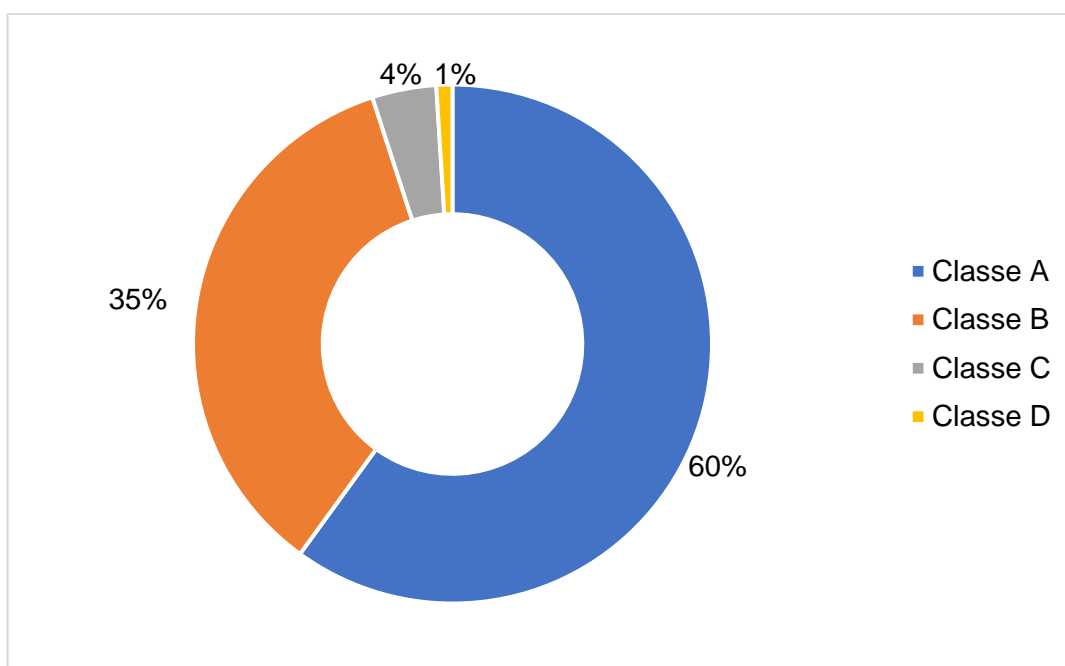
Segundo dados levantados, em 2020 a Prefeitura coletou aproximadamente 2.570 m<sup>3</sup> de RCC, o que representou média mensal de 231 m<sup>3</sup>. Adotando a densidade média de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, a produção média do município foi de 8,00 t/dia. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 1,29 kg/hab.dia (Tabela 35).

**Tabela 35** - Estimativa da geração de RCC no município de Colômbia

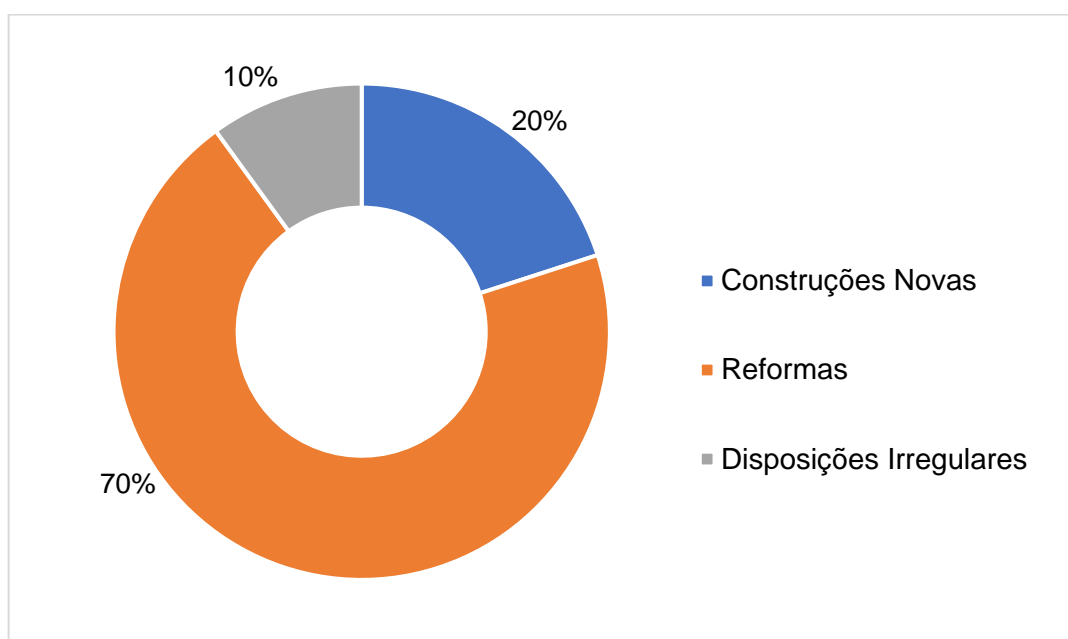
Agente coletor	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /mês) <sup>(1)</sup>	Geração de RCC (t/dia)	População SEADE (2021)	Geração per capita (kg/hab.dia)
Prefeitura Municipal	214	8,00	6.223	1,29

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição dos RCC de Colômbia também foi obtida através do questionário e pode ser visualizada na Figura 54. É possível notar a maior parte dos resíduos gerados nas obras pertencem às classes A e B, podendo ser reciclados ou reaproveitados.

**Figura 54** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Colômbia

A respeito da origem dos RCC no município, de acordo com o superintendente, aproximadamente 5,6 t/dia são geradas em reformas, 1,6 t/dia têm origem de novas construções e 0,8 t/dia foram removidas de disposições irregulares pela cidade (Figura 55).

**Figura 55** - Volumes percentuais de RCC por origem em Colômbia

Com relação a disposição final, o município possui uma área destinada a realizar a triagem do RCC coletado, situada na Estrada Municipal CLB 030 (ao lado

do cemitério municipal) para onde são levadas as caçambas após serem coletadas nas residências. O local não é licenciado pela CETESB (Figura 56).

**Figura 56** - Área destinada para triagem de RCC em Colômbia



Fonte: Google (2022)

Após triado o material é utilizado nas estradas rurais do Município e uma parte é destinada para um fábrica particular de tijolos, localizada nas proximidades da área utilizada para triagem.

O Município possui Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e está em fase de implantação do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, em atendimento à Resolução CONAMA nº 307/2002. Para o engenheiro da Prefeitura, essa Resolução é muito técnica e não atende a maioria da realidade dos pequenos municípios.

A falta de recursos financeiros e de infraestrutura foram apontadas como os fatores que mais dificultam a implantação da gestão de RCC no âmbito dos municípios. Por esta razão, o engenheiro acredita que a formação de um consórcio intermunicipal seja o melhor caminho para a solução dos problemas causados pelos resíduos. Os principais indicadores referentes à gestão dos RCC em Colômbia estão descritos no Quadro 19.

**Quadro 19** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Colômbia/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Colômbia</b>
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	8,00
Sistema de Coleta	Caçambas <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	10
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	1
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Em implantação
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por meio de caminhão poliguindaste e caçambas metálicas da Prefeitura

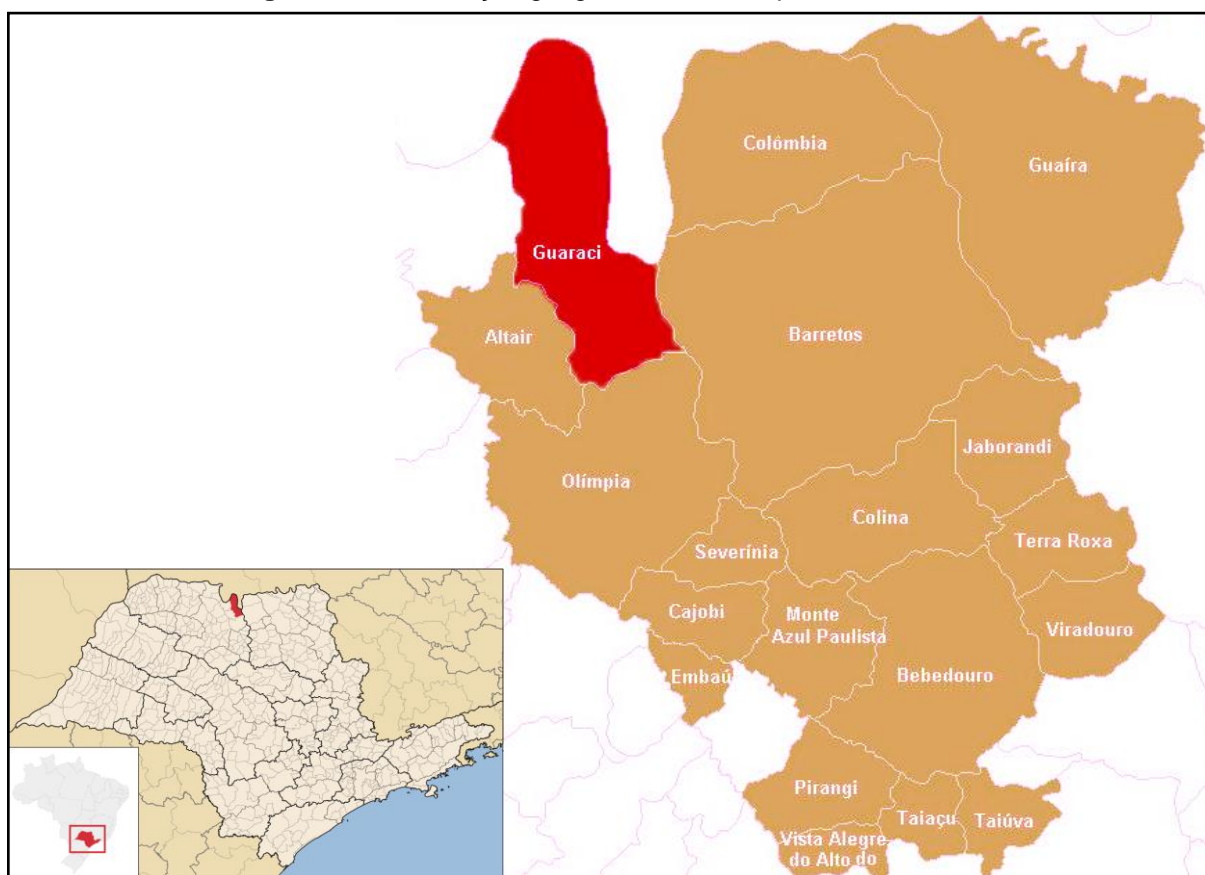
#### 4.4.6 Município de Guaraci

Fundada em 1944, Guaraci é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de São José do Rio Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 641,5 km<sup>2</sup>. O município de Guaraci está inserido na sub-bacia do Rio Grande.

A população é estimada em 11.050 habitantes com um taxa de urbanização de 93,17%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,94%. A densidade demográfica em 2021 era de 17,23 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

A cidade de Guaraci está a 487 metros acima do nível do mar. Distante a 460 km da cidade de São Paulo e a 75 km de São José do Rio Preto. Sua posição geográfica é 20° 30' 0" de latitude sul e 48° 56' 43" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Altair ao sudeste, Olímpia ao sul e Icém ao leste (Figura 57).



**Figura 57** - Localização geográfica do município de Guaraci/SP

**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

Guaraci foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor de agropecuária, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 36 (SEADE, 2019).

**Tabela 36** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB per capita (reais)	Participação no Estado (%)
Guaraci	55,2	33,4	11,4	323.025.425	29.693	0,01
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Vulneráveis", ou seja, municípios mais desfavorecidos do Estado, tanto em riqueza como nos indicadores sociais

(longevidade e escolaridade baixo). A Tabela 37 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Guaraci entre 2014 e 2018.

**Tabela 37** - Resultados dos indicadores do IPRS de Guaraci/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	35	309 <sup>a</sup>	35	271 <sup>a</sup>	35	292 <sup>a</sup>
Longevidade	65	465 <sup>a</sup>	64	553 <sup>a</sup>	66	513 <sup>a</sup>
Escolaridade	45	380 <sup>a</sup>	51	391 <sup>a</sup>	51	504 <sup>a</sup>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O tratamento e abastecimento de água no município é realizado pelo Departamento de água e esgoto de Guaraci (DAEG), sendo que 89,17% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). No município, 89,17% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a prefeitura é responsável pela coleta regular, que ocorre diariamente. Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são cobrados. A forma de cobrança é por taxa específica no mesmo boleto do IPTU. Os resíduos são lançados em aterro sanitário da Prefeitura Municipal (Figura 58). Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 2,33kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

**Figura 58** - Vala com resíduos no Aterro de Guaraci



Guaraci não possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e também não elaborou seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). A elaboração do PMGIRS, os municípios não tem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Os dados e informações sobre os RCC apresentados para o município Guaraci são resultado das respostas do questionário enviado pela Prefeitura Municipal; de dados colhidos no CBH-BPG e do trabalho de campo realizado em 12 de junho de 2021.

De acordo com as respostas obtidas através do questionário, não existe coleta seletiva de materiais recicláveis nem catadores dispersos pela cidade ou organizados em cooperativas.

Com relação aos RCC, seu manejo é realizado pela prefeitura que para coleta utiliza um caminhão caçamba basculante e equipe de três servidores municipais, sendo um motorista e dois ajudantes.

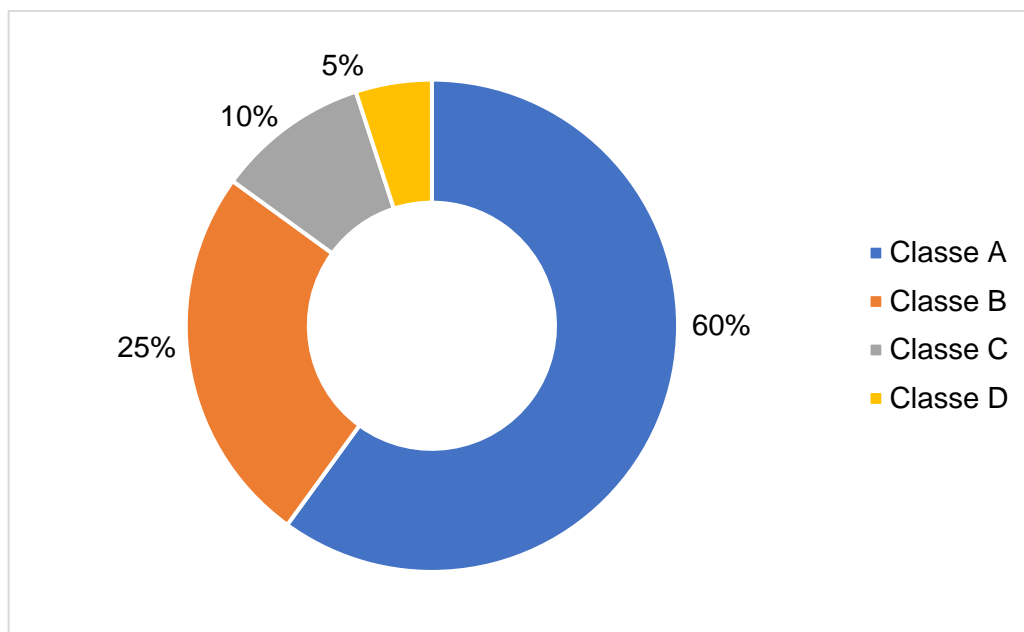
Segundo a engenheira civil, a Prefeitura coletou em 2020 uma média mensal de 210 m<sup>3</sup> de resíduos da construção civil. Adotando a densidade de 1,12 t/m<sup>3</sup> obtida por Gonçalves (2016), a produção média de RCC do município é de 7,74 t/dia com geração *per capita* do município de 0,70 kg/hab.dia (Tabela 38).

**Tabela 38** - Estimativa da geração de RCC no município de Guaraci

<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	210	7,74	11.050	0,70

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

Em relação à composição dos RCC na cidade, a engenheira informou que 60% são do tipo classe A, ou seja, grande parcela dos resíduos pode ser reciclada ou reutilizada na forma de agregados, enquanto 25% pertence a classe B; 10% de resíduos classe C e 5% classe D, segundo a classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002 (Figura 59).

**Figura 59** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Guaraci

Quanto às áreas de disposição final, o município não possui áreas com licença ambiental para descarte adequado dos RCC. Atualmente, os resíduos tem sido descartados em área da Prefeitura e utilizado posteriormente nas estradas rurais do município ou depositados em aterro em valas (Figura 60).

**Figura 60** - Depósito de RCC de Guaraci utilizado pela Prefeitura

Segunda a engenheira da Prefeitura, os fatores que impedem a implementação da gestão de RCC no município são a falta de recursos financeiros, infraestrutura e de informações. A entrevistada considera que a formação de consórcio de municípios para gestão dos RCC (coleta, transporte, destino e reciclagem) é o melhor modelo a ser adotado pelas pequenas cidades.

O Quadro 20 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Guarací.

**Quadro 20** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Guaraci/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Guarací</b>
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	7,74
Sistema de Coleta	Tradicional <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Não existem
Programa municipal de coleta seletiva	Não Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Não Possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não Possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Não participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada exclusivamente por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura.

#### **4.4.7 Município de Icém**

Fundada em 1953, Icém é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de São José do Rio Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 362,6 km².

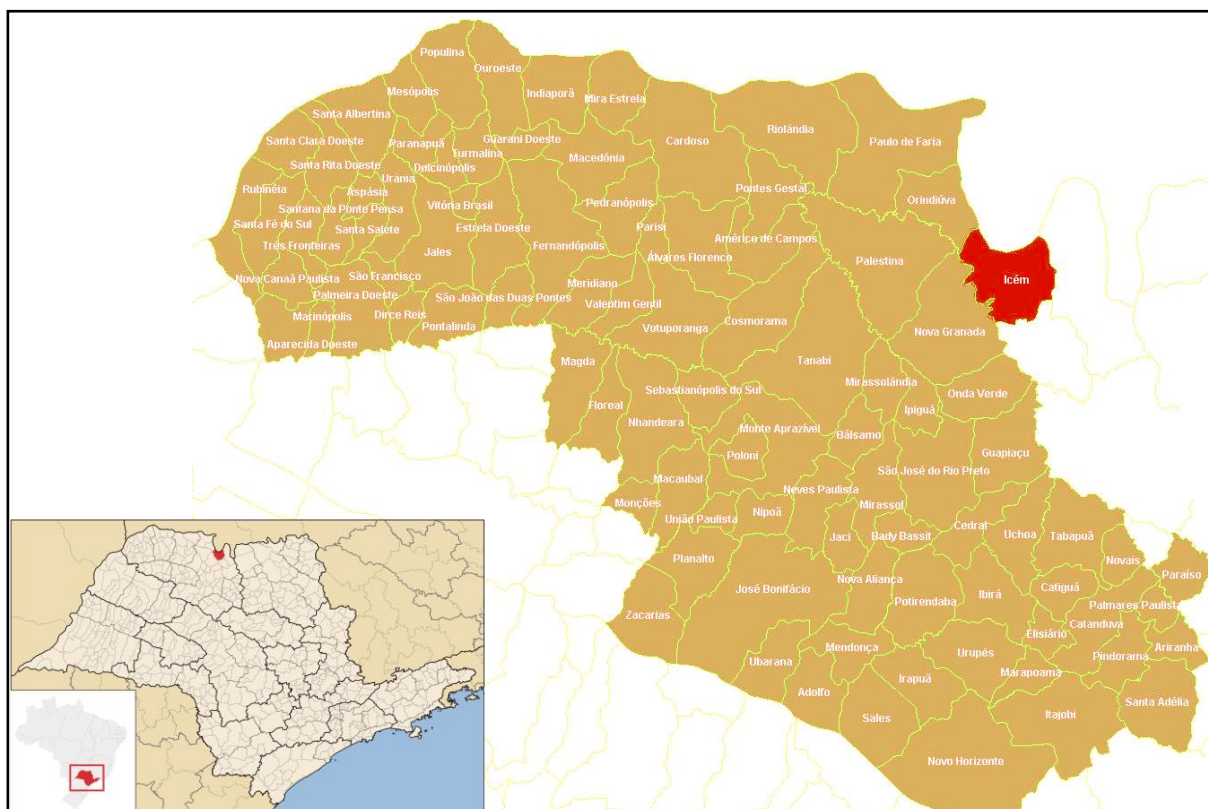
Sua posição geográfica é 20° 20' 31" de latitude sul e 49° 11' 42" de longitude oeste. Limita-se ao norte com o município de Fronteira/ MG; ao sul com o município de Nova Granada/SP e Altair/SP; a leste com o município de Guaraci/SP e a Oeste



com o município de Orindiúva/SP. O acesso do município se dá por rede rodoviária, sendo servido pela BR-153 e Rodovia Armando Sales de Oliveira SP-322.

O município está inserido nas sub-bacias do Rio Grande e Rio Turvo. Está a 449 metros acima do nível do mar. Distante a 500 km da cidade de São Paulo e a 60,8 km de São José do Rio Preto (Figura 61).

**Figura 61** - Localização geográfica do município de Icém/SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

A população é estimada em 8.077 habitantes com um taxa de urbanização de 86,76%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,73%. A densidade demográfica em 2021 era de 22,29 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 39 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Icém entre 2014 e 2018.

**Tabela 39** - Resultados dos indicadores do IPRS de Icém/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	36	275 <sup>a</sup>	43	64 <sup>a</sup>	39	165 <sup>a</sup>
Longevidade	63	517 <sup>a</sup>	74	204 <sup>a</sup>	68	448 <sup>a</sup>
Escolaridade	33	618 <sup>a</sup>	36	640 <sup>a</sup>	39	635 <sup>a</sup>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

Icém foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido do setor de indústria, por fim, da agropecuária, conforme pode ser observado na Tabela 40 (SEADE, 2019).

**Tabela 40** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB per capita (reais)	Participação no Estado (%)
Icém	67,3	12,9	19,7	173.765.682	21.783	0,007
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

Em Icém a execução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). No município, 91,9% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). Com relação ao esgotamento sanitário, 98,73% da população tem acesso aos serviços (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a Prefeitura é responsável pela coleta regular, que ocorre diariamente. Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são cobrados. A forma de cobrança é por taxa específica no mesmo boleto do IPTU.

A coleta é realizada pelo município através de uma logística programada à partir das 7hs da manhã percorrendo toda cidade. Quatro funcionários realizam a coleta, sendo um motorista e três coletores.

Atualmente Icém participa do Consórcio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande (CODEVAR).

Se considerada a população total do município, Icém coleta, por dia, 1,03 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019). Após a coleta os resíduos são levados ao terreno de destinação localizado no Km 7 da BR 153, à 2 km sentido sul do trevo do município pela rodovia Transbrasiliana BR 153, onde são depositados em valas abertas por retroescavadeira pertencente à Prefeitura, a qual vai até o local todos os dias de coleta para abrir as valas e fechá-las após o acondicionamento dos resíduos sem qualquer forma de separação.

O município não oferece serviço de coleta seletiva, mas há cerca de 12 catadores autônomos que realizam este trabalho, pois alguns moradores separam materiais recicláveis e disponibilizam para esses catadores. Todos os envolvidos na coleta seletiva são autônomos e não estão legalizados.

São coletados cerca de uma tonelada ao dia de resíduos de poda, roçagem de vegetação de locais públicos e particulares. Faz parte da limpeza urbana o serviço de varrição das ruas municipal.

A coleta da poda é feita pelo município que disponibiliza cinco funcionários, sendo um motorista de trator e quatro trabalhadores braçais que prestam serviço diário para a prefeitura (Figura 62).

**Figura 62** - Coleta de poda de árvore e roçagem em Icém



A descrição da situação dos RCC em Icém teve como base os dados e informações fornecidas no questionário respondido pelo secretário de obras, dados



do CBH-BPG e observações diretas realizadas em trabalho de campo em 13 de junho de 2021.

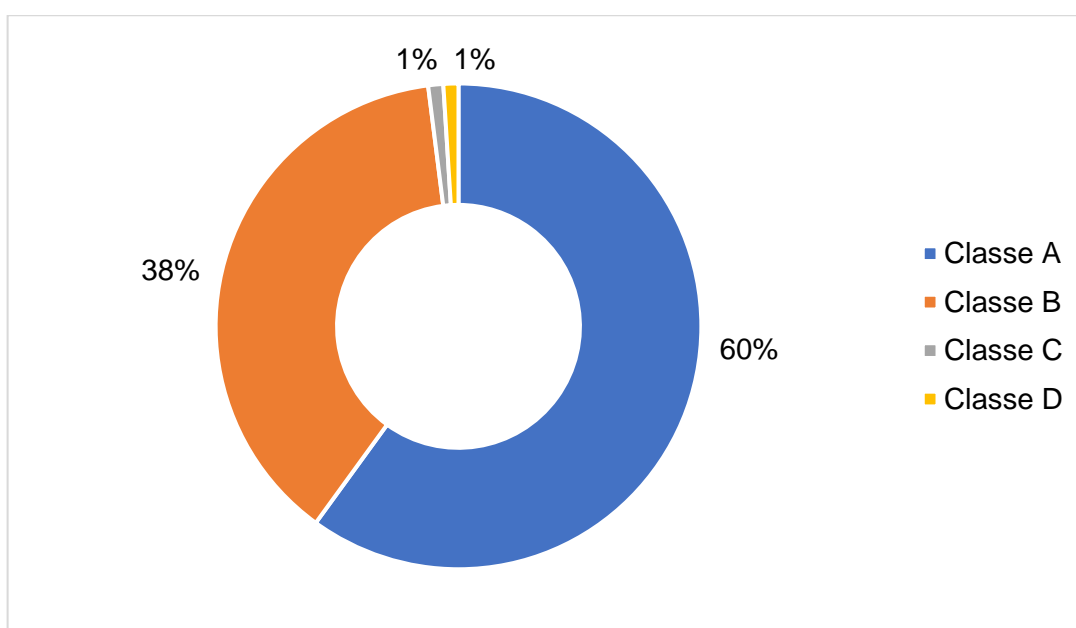
A gestão dos resíduos da construção civil é totalmente pública. Na cidade não existem agentes privados de coleta e a Prefeitura é responsável pelos serviços de coleta, transporte e destinação final dos RCC.

O município disponibiliza suas caçambas através do pagamento de uma taxa de aluguel pelo requerente no valor de R\$ 85,00. A caçamba fica no local da obra recebendo os resíduos sendo retirado em três dias ou quando há necessidade de troca.

As caçambas são transportadas por caminhão poliguindaste simples em chassi toco para caçamba de 9m<sup>3</sup>. O serviço é efetuado apenas com o motorista do caminhão, que transporta a caçamba até o local da obra. Para isso, a Prefeitura conta com um caminhão poliguindaste e 75 caçambas estacionárias; um caminhão com caçamba basculante; uma pá carregadeira; uma retroescavadeira; uma motoniveladora e um trator com carroceria, todos operados por quatro funcionários, sendo um motorista e três ajudantes.

Por meio do questionário possível estimar a provável composição percentual dos RCC de Icém por classes de resíduos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 (Figura 63).

**Figura 63** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Icém



Segundo dados levantados, em 2020 a Prefeitura coletou aproximadamente 300 m<sup>3</sup> de RCC por mês. Adotando a densidade média de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, a produção média do município foi de 11,20 t/dia. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 1,38 kg/hab.dia (Tabela 41).

**Tabela 41** - Estimativa da geração de RCC no município de Icém

<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	300,00	11,20	8.077	1,38

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

O município não possui local adequado de destinação para RCC, desta forma, os materiais são depositados em vala comum do município situado em área rural localizada na BR 153 separadamente dos resíduos sólidos urbanos ou são empregados na pavimentação de estradas rurais (Figura 64).

**Figura 64** - RCC de Icém utilizado em estradas rurais



Em relação aos aspectos legais, Icém não instituiu seu Plano de Gerenciamento conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002. O secretário disse estar a par das diretrizes contidas nessa legislação, e segunda ele, a falta de infraestrutura e de recursos financeiros inviabiliza a sua aplicação no município.

Apesar disso, para o secretário o modelo público de gestão do RCC seja o melhor caminho.

Os principais dados do município referentes aos resíduos da construção civil podem ser visualizados no Quadro 21.

**Quadro 21** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Icém/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Icém</b>
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	11,20
Sistema de Coleta	Caçambas <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	12
Programa municipal de coleta seletiva	Não possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Não possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por meio de caminhão poliguindaste e caçambas metálicas da Prefeitura

#### **4.4.8 Município de Jaborandi**

Fundada em 1949, Jaborandi é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 273,4 km².

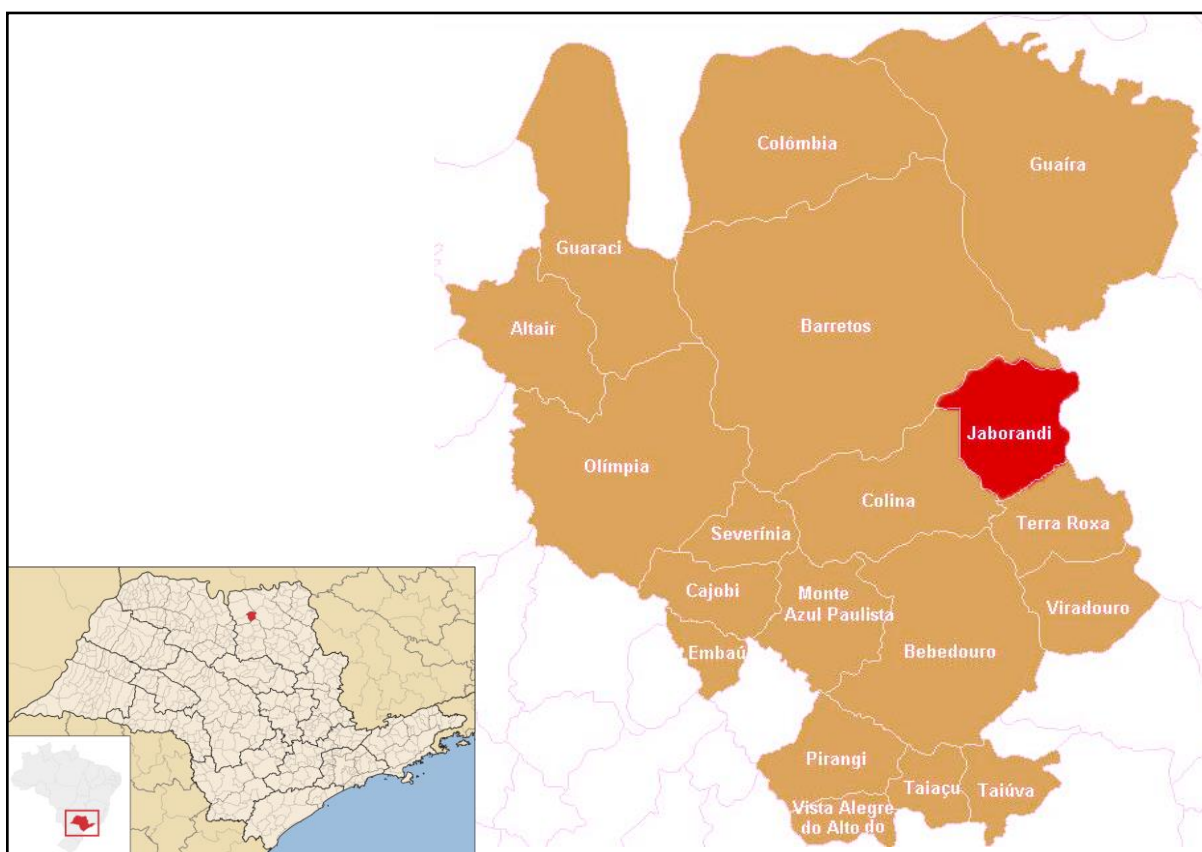
A cidade de Jaborandi está a 459 metros acima do nível do mar. Distante a 420 km da cidade de São Paulo e a 114 km de Ribeirão Preto. Sua posição geográfica é 20° 41' 19" de latitude sul e 48° 24' 51" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Colina a sudoeste, Terra Roxa ao sul, Barretos ao norte e Morro agudo a leste (Figura 65).

O acesso à cidade, desde a capital, pode ser feito pela Rodovia dos Bandeirantes (SP348) ou pela Rodovia Anhanguera (SP-330), até Campinas, a partir de onde segue-se pela Rodovia Anhanguera até Limeira, de onde toma-se a Rodovia

Washington Luís (SP310) passando por Rio Claro, São Carlos e Araraquara, até Matão, daí seguindo pela Rodovia Brigadeiro Faria Lima (SP-326), passando por Jaboticabal e Bebedouro, até Colina. Em Colina, utiliza-se a Rodovia Antônio Bruno (SP-373) até Jaborandi.

Jaborandi está inserido na bacia do Baixo Pardo/ Grande, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, pelo Córrego Jaborandi, que margeia a área urbana na região norte do município, o Córrego Seco, ambos afluentes do Córrego Mandaguari. Já na região norte do município, na zona rural, há diversos córregos que são afluentes do Rio Pardo, os quais destacam-se: o Córrego Quebra-Cuia; o Córrego Santa Paulino; o Córrego da Mina; o Córrego Tira-Calça ou das Palmeiras; o Ribeirão do Turvo; o Córrego Brejo dos Carros e o Córrego das Pedras.

**Figura 65** - Localização geográfica do município de Jaborandi/SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

A população estimada é de 6.681 habitantes com um taxa de urbanização de 95,06%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,12%. A densidade demográfica em 2021 era de 24,43 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

O sistema de abastecimento de água do Município, operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), é constituído por dez subsistemas independentes, onde 82,25% da população total de Jaborandi tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). A água que supre o sistema público de abastecimento é totalmente extraída de manancial subterrâneo pertencente ao aquífero Serra Geral.

No município, 87,24% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Jaborandi foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido do setor de agropecuária, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 42 (SEADE, 2019).

**Tabela 42** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Jaborandi	59,0	35,7	5,3	173.765.682	21.783	0,007
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Em transição", ou seja, municípios com baixos níveis de riqueza e indicadores intermediários de longevidade e/ou escolaridade (níveis baixos). A Tabela 43 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Jaborandi entre 2014 e 2018.

**Tabela 43** - Resultados dos indicadores do IPRS de Jaborandi/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	33	386 <sup>a</sup>	32	369 <sup>a</sup>	33	365 <sup>a</sup>
Longevidade	64	494 <sup>a</sup>	62	587 <sup>a</sup>	63	587 <sup>a</sup>
Escolaridade	50	229 <sup>a</sup>	57	205 <sup>a</sup>	58	314 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

Jaborandi conta com sistema de coleta e disposição final de resíduos sólidos, cuja responsabilidade é da Prefeitura Municipal. A coleta de resíduos abrange toda área urbana do município. Se considerada a população total do município, Jaborandi coleta, por dia, 0,73 kg de resíduos por habitante.



A destinação final dos resíduos coletados é feita no aterro sanitário localizado na Rodovia Vicinal José Chubaci, Km 2,7, zona rural do município (Figura 66). Para os serviços de limpeza e manejo dos resíduos domésticos a Prefeitura possui 11 funcionários próprios.

**Figura 66** - Vista geral do aterro de Jaborandi



A área do aterro sanitário é cercada, porém no local não há guarita e balança, bem como dispositivos de drenagem de águas pluviais e de coleta e queima de gases. Há empresas selecionadas pelo poder público municipal para realizar as podas de árvores. Neste caso a coleta fica a cargo dessas empresas (Figura 67).

**Figura 67** - Disposição de podas de árvores nas ruas de Jaborandi



Embora as valas do aterro são exclusivas para a disposição dos resíduos domiciliares, os resíduos coletados da construção civil e de poda e jardinagem também são dispostos na área do aterro. Enquanto os primeiros também são utilizados para a recuperação de estradas vicinais, os resíduos de poda e jardinagem são triturados e enterrados (Figura 68).

**Figura 68** - Disposição de RCC na área do aterro de Jaborandi



O diagnóstico da situação dos RCC teve como base os dados e informações do questionário respondido pelo engenheiro civil da Prefeitura Municipal, que informou vários aspectos referentes à gestão dos RCC; os dados obtidos do CBH-BPG e também as observações diretas do trabalho de campo realizado aos 14 de junho de 2021.

A gestão dos resíduos da construção civil é totalmente pública em Jaborandi. Na cidade não existem agentes privados de coleta e a Prefeitura é responsável pelos serviços de coleta, transporte e destinação final dos RCC.

Os resíduos são deixados nas ruas pelos proprietários das obras ou imóveis, sendo coletados diariamente por funcionários da Prefeitura que utilizam pá carregadeira ou retroescavadeira e um caminhão com caçamba (Figura 69).

**Figura 69** - Coleta de resíduos da construção civil em Jaborandi

Segundo dados levantados, em 2020 a Prefeitura coletou aproximadamente 2.300 toneladas de RCC. Adotando a densidade média de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, foram coletados 171 m<sup>3</sup> de resíduos por mês, sendo a produção média do município de 6,30 t/dia. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 0,94 kg/hab.dia (Tabela 44).

**Tabela 44** - Estimativa da geração de RCC no município de Jaborandi

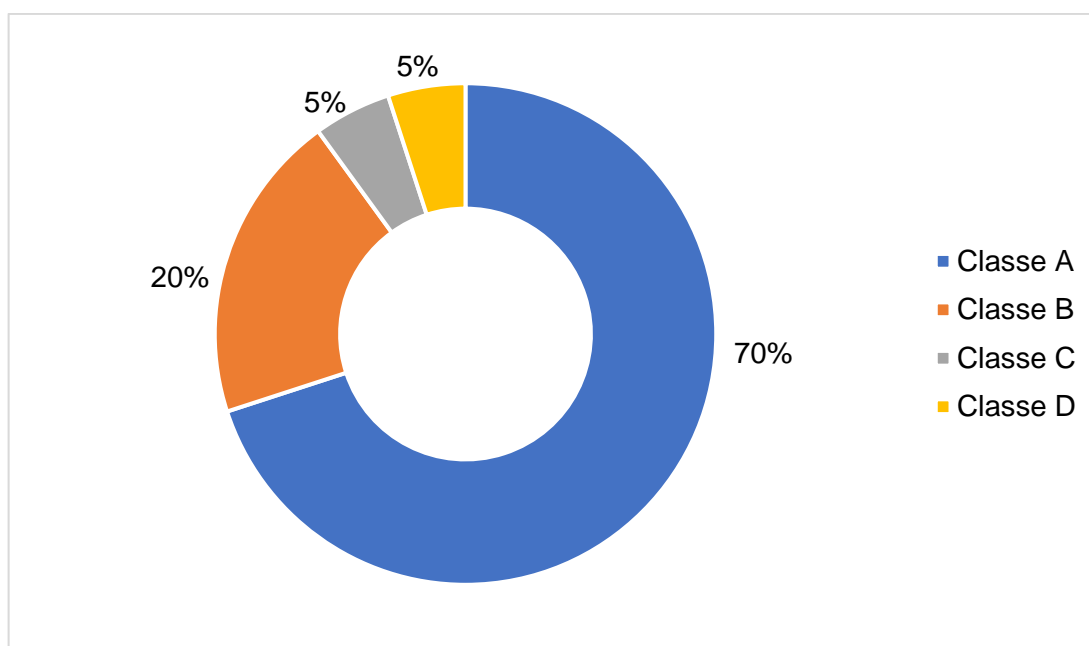
<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	171	6,30	6.681	0,94

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição média, informada pela prefeitura, dos RCC de Jaborandi pode ser visualizada na Figura 70.

Com relação à Resolução CONAMA nº 307/2002, o engenheiro disse conhecer o seu conteúdo, e apesar de não existir ainda legislação que discipline o sistema de gestão dos RCC, sua elaboração faz parte das metas do atual governo. Para ele, o município carece de recursos financeiros, informações e incentivos para implementação do plano de gerenciamento.



**Figura 70** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Jaborandi

O município ainda não implementou o seu Plano Integrado de Gerenciamento de RCC. O Quadro 22 apresenta os dados da gestão dos RCC em Jaborandi.

**Quadro 22** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Jaborandi/SP

Indicadores	Jaborandi
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	6,30
Sistema de Coleta	Tradicional <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Sem informações
Programa municipal de coleta seletiva	Não possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Não possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Coleta, transporte e destinação de RCC em área pública executado exclusivamente pela Prefeitura

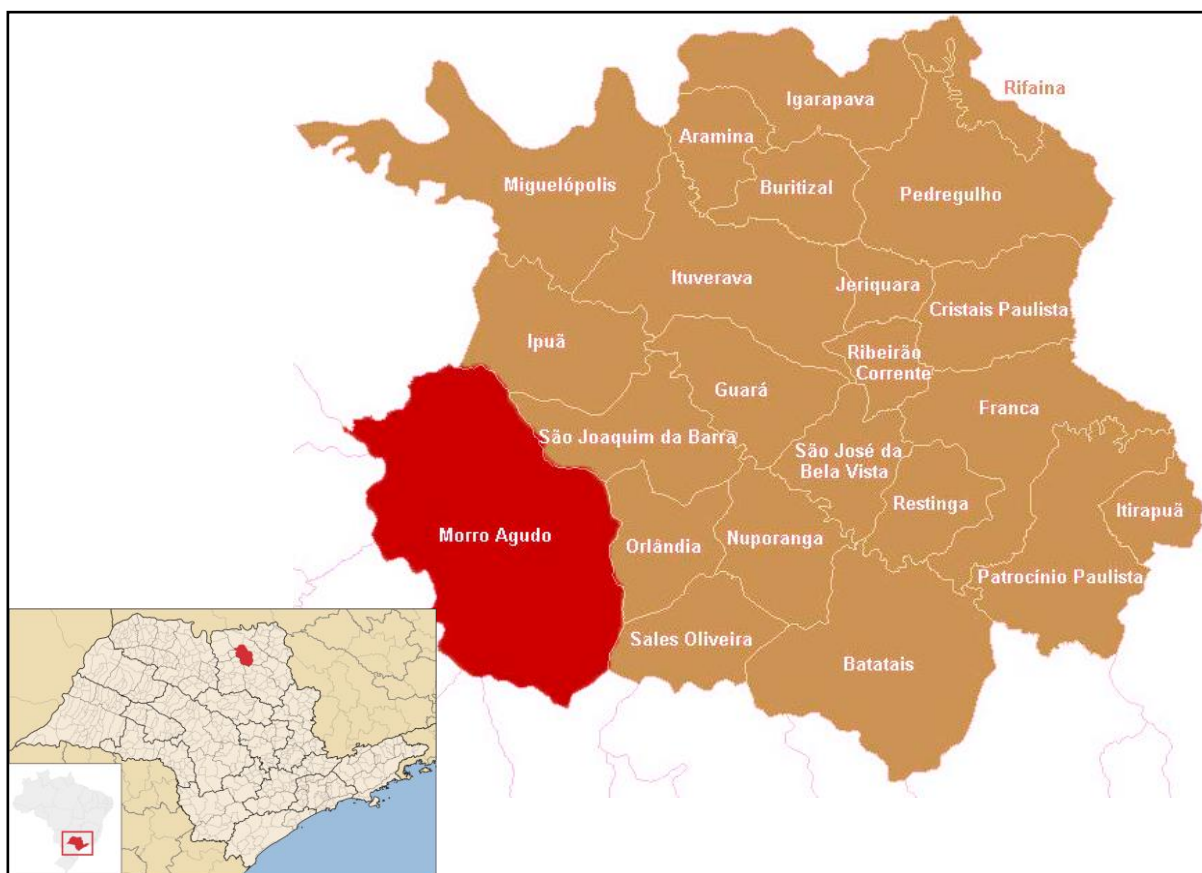
<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada exclusivamente por caminhão caçamba basculante e pá carregadeira da Prefeitura

#### 4.4.9 Município de Morro Agudo

Fundada em 1935, Morro Agudo é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 7ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Ribeirão Preto. Ocupa uma extensão territorial de 1.388 km². O município é formado somente pelo distrito sede, que inclui o povoado de Santo Inácio dos Vieiras.

Os limites territoriais contemplam os municípios de Guaíra e Ipuã ao norte, Pontal ao sul, São Joaquim da Barra, Orlândia e Sales Oliveira a leste e Barretos, Jaborandi, Terra Roxa e Viradouro a oeste. (Figura 71).

**Figura 71** - Localização geográfica do município de Morro Agudo - SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

A cidade está a 560 metros acima do nível do mar. Distante a 380 km da cidade de São Paulo e a 71 km de Ribeirão Preto. Sua posição geográfica é 20° 43' 48" de latitude sul e 48° 03' 22" de longitude oeste. O acesso ao Município, a partir da capital, pode ser feito através das rodovias dos Bandeirantes (SP-348) e Anhanguera (SP-330) até São Joaquim da Barra, prosseguindo pela Rodovia Altino Arantes (SP-373).

Morro Agudo está inserido na sub-bacia do Alto Mogi, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, principalmente, pelo Córrego do Chapéu e Ribeirão do Agudo, afluentes do Rio Pardo.

A população estimada é de 32.603 habitantes com um taxa de urbanização de 97,68%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 1,04%. A densidade demográfica em 2021 era de 23,49 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

Morro Agudo foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor de agropecuária, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 45 (SEADE, 2019).

**Tabela 45** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Morro Agudo	62,6	24,6	12,8	948.108.224	29.617	0,04
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Desiguais", ou seja, municípios com níveis de riqueza elevados, mas indicadores sociais insatisfatórios (longevidade e/ou escolaridade baixo). A Tabela 46 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Morro Agudo entre 2014 e 2018.

**Tabela 46** - Resultados dos indicadores do IPRS de Morro Agudo/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	40	168 <sup>a</sup>	39	160 <sup>a</sup>	39	177 <sup>a</sup>
Longevidade	70	287 <sup>a</sup>	70	373 <sup>a</sup>	68	457 <sup>a</sup>
Escolaridade	46	359 <sup>a</sup>	48	479 <sup>a</sup>	56	379 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O sistema de abastecimento de água do município é operado pelo Serviço de Água e Esgoto (SAE), departamento sob direção da Prefeitura Municipal. Morro Agudo conta com um Distrito Sede e um bairro afastado, Santo Inácio, sendo que cada um deles possui um sistema distinto de abastecimento. No município, 99,01% da

população total de Jaborandi tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). Com relação ao esgotamento sanitário, 99,01% da população tem acesso aos serviços (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

O município conta com um barramento de lazer, que é abastecido por dois cursos d'água: Córrego do Chapéu e Córrego das Vacas, e por toda a água de drenagem advinda dos bairros próximos. Como no barramento os dois cursos se unem, após o mesmo só passa a existir o Córrego do Chapéu. É nele que se realiza a captação superficial, logo após a saída do barramento. A água captada é enviada para a Estação de Tratamento de Água (ETA), localizada junto ao ponto de captação. Além disso, o Distrito Sede conta com 15 poços profundos para captação de água subterrânea.

A coleta e o transporte dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais em Morro Agudo são realizados pela empresa LUMA Limpeza Urbana e Meio Ambiente LTDA. A coleta de resíduos abrange toda área urbana do município. Se considerada a população total do município, Morro Agudo coleta, por dia, 0,73 kg de resíduos por habitante.

São recolhidos apenas os resíduos acondicionados em sacos ou sacolas plásticas, não sendo considerados como resíduos para efeito desta coleta restos de móveis e seus similares, resíduos provenientes de construção, animais mortos, materiais radioativos, resíduos provenientes dos diversos serviços de saúde, troncos, galhos e outros resíduos gerados na poda de árvores e manutenção de jardins, resíduos sólidos provenientes de feiras livres, pneus provenientes de borracharias e empresas de remodelagem e recauchutagem.

A coleta é executada em todas as vias oficiais abertas à circulação, situadas no perímetro urbano do município. Para a realização da coleta a cidade foi dividida em setores onde todos os bairros recebem a coleta diária nos períodos diurno e noturno.

Na cidade a coleta seletiva formal é realizada pela Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Morro Agudo (COOPEMAR). Ela realiza o recolhimento, a separação, o enfardamento e a comercialização do lixo reciclável. São 26 cooperados trabalhando diariamente, os quais partilham os lucros oriundos da venda mensal e cumprem papel socioambiental, livrando o meio ambiente de materiais que poderiam levar várias décadas para se decompor.

A produção mensal da Cooperativa é de aproximadamente 20 t/mês em fardos de papel, papelão, saco plástico, lata de alumínio, caixa tetra pack, garrafa pet, entre outros, o que representa 4% do lixo doméstico e comercial produzido na cidade.

A COOPEMAR recebe apoio da Secretaria Municipal, do Planejamento Urbano e do Meio Ambiente e da Secretaria Municipal da Cidadania. A coleta seletiva é realizada com o apoio da Prefeitura Municipal que fornece o veículo abastecido, o motorista e a manutenção do mesmo, sendo que os catadores pertencem a COOPEMAR. São um trator com carreta de 6 m<sup>3</sup> e um caminhão de carroceria aberta com capacidade de 6 m<sup>3</sup>.

Representando apenas 4% dos resíduos domésticos e comerciais da cidade de Morro Agudo, a coleta seletiva tem muito que crescer, possibilitando, inclusive, a criação de novas cooperativas.

As informações e dados para a elaboração do diagnóstico da situação dos RCC no município de Morro Agudo foram extraídos do questionário respondido pela Prefeitura Municipal; de informações do CBH-BPG; de informações prestadas pelos proprietários das empresas de caçambas e do trabalho de campo realizado em 15 de junho de 2021.

Nota-se que a produção dos resíduos da construção civil é extremamente superior a geração dos outros tipos de resíduos, fato que torna evidente a elevação do desenvolvimento na área de construção civil nesta municipalidade.

No município há duas empresas que alugam caçambas, as quais são contratadas pelos geradores (Figura 72).

**Figura 72** - Coleta de RCC no município de Morro Agudo



As caçambas ficam alguns dias em frente à obra e depois de cheia é transportada pela empresa, em caminhões adequados, que levam os resíduos para a área de disposição final. A Prefeitura realiza a coleta apenas dos RCC depositados irregularmente nas ruas e terrenos baldios.

Em 2020, as empresas de caçamba recolheram diariamente, em média, cinco caçambas de 3 m<sup>3</sup> cada, o que corresponde a 30 m<sup>3</sup> por dia. Já a prefeitura coleta cerca de 10 t/dia de RCC depositados irregularmente nas ruas do município. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 0,94 kg/hab.dia (Tabela 47).

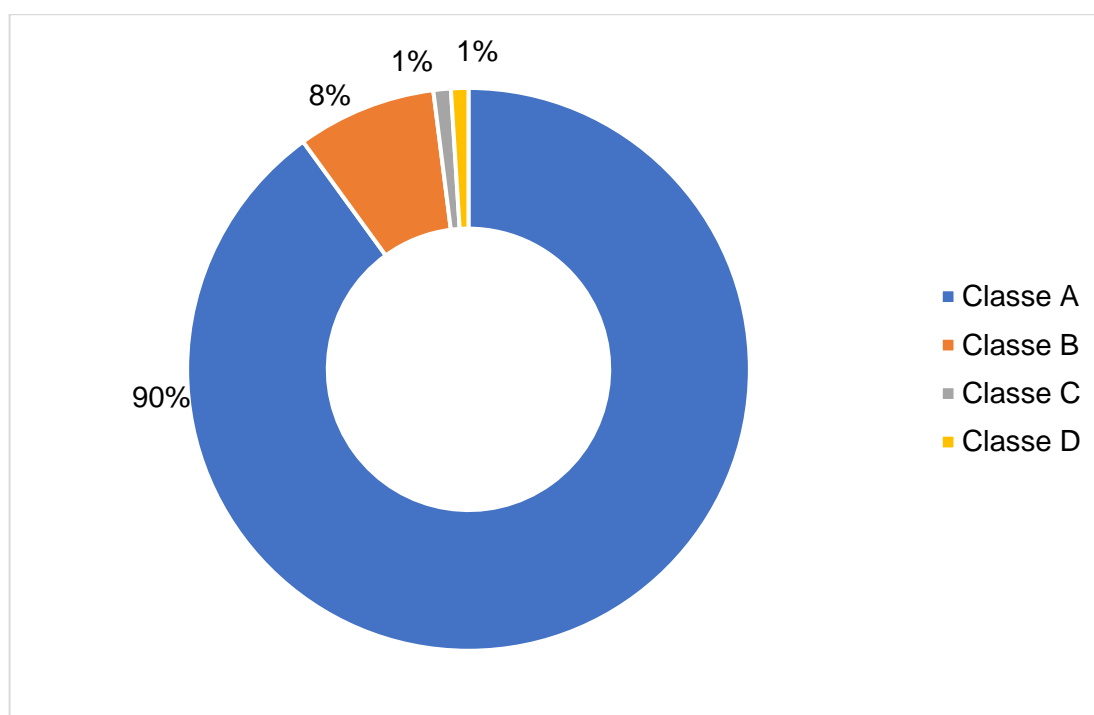
**Tabela 47** - Estimativa da geração de RCC no município de Morro Agudo

Agente coletor	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /mês) <sup>(1)</sup>	Geração de RCC (t/dia)	População SEADE (2021)	Geração per capita (kg/hab.dia)
Prefeitura Municipal	267,8	10,0	32.603	0,31
Empresas Privadas	900,0	33,6	32.603	1,02
<b>Média Total</b>	<b>1.167,8</b>	<b>43,6</b>	<b>32.603</b>	<b>1,33</b>

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição média dos RCC informada pela Prefeitura, pode ser visualizada na Figura 73.

**Figura 73** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Morro Agudo





Com relação à disposição dos RCC, o município não possui áreas licenciadas, porém o material é depositado temporariamente em terreno da prefeitura e utilizado na pavimentação de estradas rurais(Figura 74).

**Figura 74** - Área de descarte de RCC de Morro Agudo/SP



O Município não elaborou o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, e de acordo com o questionário, existe falta de interesse pelo poder público para cumprimento dessa exigência segundo a legislação em vigor.

Morro Agudo participa do Consórcio dos Municípios da Mogiana, criado em 2017, e atende 20 municípios da região de Ribeirão Preto no tratamento dos resíduos sólidos urbanos, reciclando, gerando gás e energia, com meta de eliminar na região da Mogiana o aterramento de lixo.

O engenheiro da prefeitura afirma que a maior dificuldade para a implementação da gestão dos RCC são a falta de recursos financeiros, de infraestrutura, recursos humanos, falta de conscientização ambiental, ausência de legislação e alto custos para a valorização do resíduo através da reciclagem. Destaca como melhor forma de gestão dos RCC uma gestão privada (coleta e transporte executados por empresas com destinos em áreas privadas).

O Quadro 23 apresenta os dados da gestão dos RCC em Morro Agudo.

**Quadro 23** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Morro Agudo/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Morro Agudo</b>
Modelo de Gestão	Público/Privado <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	43,6
Sistema de Coleta	Misto <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Existem
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Público/Privado - manejo dos RCC executado pela Prefeitura e por empresa privada

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por caminhão caçamba basculante da Prefeitura e caçambas metálicas privadas

#### 4.4.10 Município de Orlandia

Fundada em 1910, Orlandia é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 7ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Ribeirão Preto. Ocupa uma extensão territorial de 291,8 km².

A cidade de Orlandia está a 701 metros acima do nível do mar. Distante a 364 km da cidade de São Paulo e a 57 km de Ribeirão Preto. Sua posição geográfica é 20° 43' 13" de latitude sul e 47° 53' 12" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de São Joaquim da Barra ao norte, Morro Agudo a oeste, Nuporanga a leste e Sales Oliveira ao sul (Figura 75).

A região do estado de São Paulo a qual pertence o município de Orlandia possui como principais rodovias de acesso a Anhanguera (SP 330), que segmenta a sede, bem como as rodovias Armando Salles de Oliveira (SP 322), Brigadeiro Faria Lima (SP 326) e Assis Chateaubriand (SP 425).

Em Orlandia existem dois corpos hídricos na sede do município, o córrego dos Palmitos e o Ribeirão dos Agudos. O Córrego dos palmitos é utilizado para a captação



de água bruta no município e o Ribeirão dos Agudos recebe o esgoto tratado da ETE do município.

**Figura 75** - Localização geográfica do município de Orlandia/SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

A população é estimada em 42.436 habitantes com um taxa de urbanização de 97,42%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,60%. A densidade demográfica em 2021 era de 145,44 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

O sistema de abastecimento de água do município, operado pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE), é composto por mananciais superficial e subterrâneos. A captação de água superficial é feita no Córrego dos Palmitos e é encaminhada para uma Estação de Tratamento de Água (ETA) de ciclo completo. Já o manancial subterrâneo é explorado por dez poços espalhados pela malha urbana.

No município 99,39% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%).

O esgoto coletado é encaminhado por gravidade para a Estação de Tratamento de Esgoto, sendo que na chegada o esgoto passa por tratamento preliminar, numa

estrutura formada por grades médias e duas caixas de areia do tipo convencional de fluxo longitudinal. Essa estrutura está em estado precário de conservação e operação, necessitando ser reformada. No município 99,94% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%).

Orlândia foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido do setor de agropecuária, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 48 (SEADE, 2019).

**Tabela 48** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Orlândia	62,6	28,9	2,93	1.738.396.097	41.358	0,07
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Dinâmicos", ou seja, municípios com índice elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais (longevidade e escolaridade médio/alto). A Tabela 49 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Orlândia entre 2014 e 2018.

**Tabela 49** - Resultados dos indicadores do IPRS de Orlândia/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	43	92 <sup>a</sup>	41	100 <sup>a</sup>	42	96 <sup>a</sup>
Longevidade	62	545 <sup>a</sup>	77	116 <sup>a</sup>	77	135 <sup>a</sup>
Escolaridade	53	166 <sup>a</sup>	56	243 <sup>a</sup>	61	231 <sup>a</sup>

Fonte: Adaptado de SEADE (2019)

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a Prefeitura terceiriza a coleta regular. Para a execução deste serviço foi contratada a empresa Serviços Orlândia de Limpeza LTDA (SOL). Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 0,93 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

A coleta do resíduo domiciliar é executada no sistema "porta a porta" com frequência diária, abrangendo os períodos da manhã e tarde, em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação ou que venham a serem abertas durante a

vigência do contrato, acessíveis aos veículos de coleta. As áreas rurais mais próximas não são atendidas pelos serviços contratados pela Prefeitura, sendo que a coleta é feita pelos chacareiros.

. O resíduo domiciliar é coletado e transportado até o CGR8 , aterro sanitário situado em Jardinópolis/SP, distante aproximadamente 45 km do centro da cidade de Orlandia (Figura 76). A coleta e o transporte são realizados pela empresa SOL, em todos os bairros do município. A estrutura utilizada para execução do serviço se resume a quatro caminhões coletores/compactadores; quatro motoristas e 12 coletores.

**Figura 76** - Instalação da CGR Jardinópolis/SP



A empresa contratada transporta os resíduos para o município de Jardinópolis, sendo que antes era enviado para o antigo lixão, encerrado no ano de 2010. Há carência, a priori, de uma análise socioeconômica, financeira e ambiental da possibilidade de se implantar um aterro na cidade de Orlandia ou de um consórcio com cidades vizinhas.

A varrição regular das vias e logradouros públicos apresenta frequência diária na região central e nos bairros em dias alternados três vezes por semana, realizada pela empresa SOL (Figura 77).

**Figura 77** – Equipe realizando a roçada em canteiros centrais



Todo o resíduo oriundo deste serviço de varrição é acondicionado em sacos, deixados em pontos pré-estabelecidos e são coletados juntamente com os resíduos domiciliares pela coleta regular. Não há uma estimativa do volume correspondente a este serviço de limpeza, já que os resíduos são coletados juntamente com os demais.

A medição da prestação do serviço, no entanto, é realizada através da quilometragem varrida, mensalmente. O resíduo oriundo do serviço de limpeza possui a mesma destinação dos resíduos domiciliares, sendo acondicionados e levados diretamente ao aterro sanitário de Jardinópolis.

O município possui desde 2006 uma cooperativa denominada Cooperativa de Trabalho de recicladores de Orlandia (COOPERLOL), situada na Avenida H, nº 338 (Figura 78). Os serviços realizados pela cooperativa consistem na coleta seletiva e na triagem do material recolhido. A coleta abrange 45% do território municipal, realizado no sistema porta a porta.

Segundo informações da prefeitura, a média de material coletado é de 4,5 ton/dia. É realizada uma triagem preliminar, onde cerca de 5% deste volume (aproximadamente 225kg) é classificado como rejeito e é enviado para o aterro sanitário.

Nos bairros atendidos pelo programa, a coleta é realizada uma vez por semana, sempre respeitando os dias de coleta pré-definidos, ou seja, cada munícipe sabe exatamente qual dia e horário que o caminhão da coleta vai passar em sua rua. O sistema de coleta é o “porta a porta”, com acesso direto as residências.



**Figura 78** - Cooperativa dos Recicladores de OrLândia



O diagnóstico da situação dos RCC no município, foi elaborado a partir de informações coletadas em questionário respondido pela Prefeitura Municipal; de informações do CBH-BPG; e dados colhidos em trabalho de campo realizado em visita ao município no dia 19 de junho de 2021.

Os serviços de locação de caçamba e coleta são realizados a partir de solicitação dos munícipes (Figura 79). Em OrLândia, cinco empresas fornecem esse serviço. Esse serviço é cobrado pelas empresas da seguinte forma: são caçambas estacionárias de 3m<sup>3</sup>, para o armazenamento dos resíduos, com preço médio cobrado de R\$ 270,00/caçamba.

**Figura 79** - Coleta de RCC no município de OrLândia



A empresa SOL também coleta os resíduos da construção civil que são jogados nos canteiros e a Prefeitura paga por tonelada coletada. A empresa utiliza três caminhões e equipe formada por três motoristas e dois ajudantes. A Tabela 50 apresenta dados relativos às empresas caçambeiras.

**Tabela 50** - Dados das empresas privadas de coleta de RCC em Orândia

<b>Empresas de coleta de RCC</b>	<b>Nº de funcionários</b>	<b>Nº de caçambas<sup>(1)</sup></b>	<b>Nº de caminhões</b>	<b>Nº médio de viagens por mês <sup>(2)</sup></b>
SOL	5	160	2	144
Nova Opção	3	120	2	120
Santo Expedito	3	60	2	96
JL	2	40	2	72
PW	2	40	2	48
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>107</b>	<b>6</b>	<b>480</b>

<sup>(1)</sup> Caçambas de 3m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup> Estimativa do movimento de caçambas coletadas em um mês (22 dias de segunda a sábado ½ período)

Em média, o movimento de cargas das empresas é de 480 viagens por mês de 3m<sup>3</sup> cada, o que corresponde a uma produção média mensal de 1.440 m<sup>3</sup>/mês. Para uma densidade média do RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, a média estimada é de 53,76 t/dia com geração *per capita* de 1,26 kg/hab.dia. A Tabela 51 apresenta a estimativa da geração de RCC e a provável geração per capita no município.

**Tabela 51** - Estimativa da geração de RCC no município de Orândia

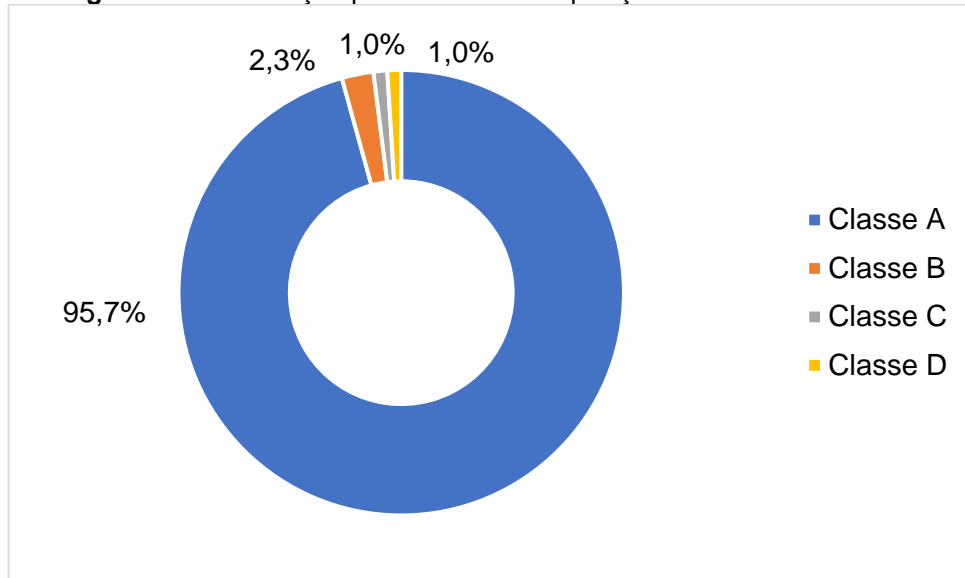
<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Empresas Privadas	1.440	53,76	42.436	1,26

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

Gonçalves (2016) realizou a caracterização qualitativa dos RCC no município de Orândia. O método de caracterização foi o sugerido por Marques Neto (2005). A massa unitária dos RCC oriunda da relação massa/volume das amostras coletadas, em condições úmidas em Orândia, foi de 1,12 t/m<sup>3</sup>. Desta forma, adotou-se esse parâmetro para os demais municípios pertencentes a UGRHI 12.

A composição média dos RCC de Orândia, levantados a partir dos dados da caracterização qualitativa desse material, mostrou que 95,7% dos RCC do município pertence a classe A, conforme apresentado na Figura 80.

**Figura 80** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Orândia



**Fonte:** Gonçalves (2016)

O recebimento e destinação de RCC de Orândia é realizado sob responsabilidade da empresa Codrate Locação de Máquinas e Caçambas LTDA EPP, localizada na Avenida Dr. Antonio Barbosa Filho, 1048, Franca/SP. O material passa por triagem e os rejeitos são encaminhados ao destino final, aterro controlado licenciado de resíduos inertes, localizado a uma distância de 83 km do município de Orândia (Figura 81).

**Figura 81** - Localização do aterro de inertes de Franca/SP



Os resíduos destinados para o local são dispostos previamente em área pré-estabelecida para posteriormente passarem por uma segregação. Os resíduos recicláveis são separados e acondicionados em caçambas para posterior comercialização. Já os resíduos classificados como “rejeito” são encaminhados para o aterro.

Orlândia possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e como meta em médio prazo (até 2030), o município considera a viabilidade de realização de estudos para implantação de uma usina móvel de tratamento e recuperação de resíduos da construção civil, visando reaproveitamento do material.

Orlândia participa do Consórcio dos Municípios da Mogiana. O engenheiro da prefeitura afirma que a maior dificuldade para a implementação da gestão dos RCC são a falta de recursos financeiros, de infra-estrutura e de conscientização ambiental. Destaca como melhor forma de gestão dos RCC uma gestão privada (coleta e transporte executados por empresas com destinos em áreas privadas).

O Quadro 24 apresenta os dados da gestão dos RCC em Orlândia.

**Quadro 24** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Orlândia/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Orlândia</b>
Modelo de Gestão	Privado <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	67,20
Sistema de Coleta	Caçamba <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Existem
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Privado - manejo dos RCC executado por empresas privadas

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por caçambas metálicas das empresas

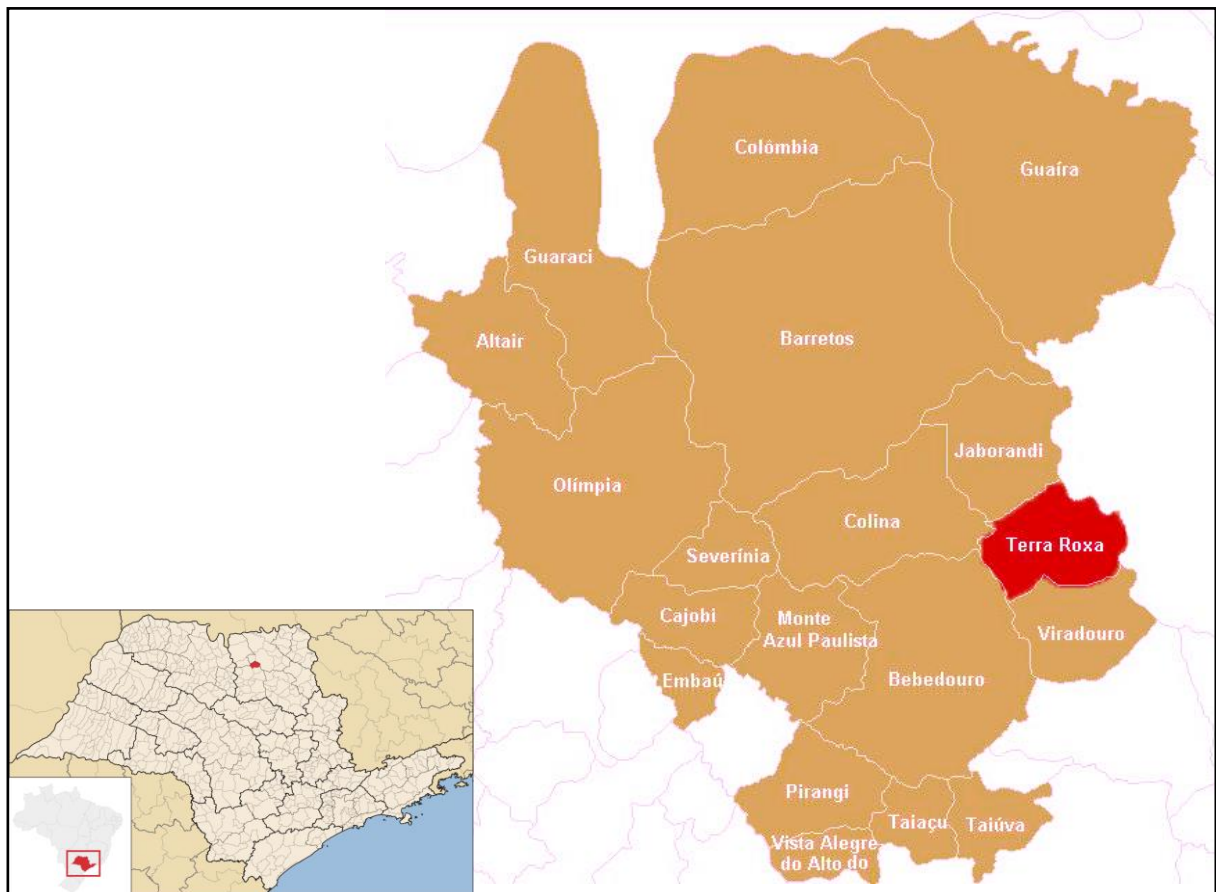


#### 4.4.11 Município de Terra Roxa

Fundada em 1951, Terra Roxa é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado de São Paulo, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 221,5 km<sup>2</sup>.

A cidade de Terra Roxa está a 494 metros acima do nível do mar. Distante a 405 km da cidade de São Paulo, capital e a 78 km de Ribeirão Preto, sua posição geográfica é 20° 47' 20" de latitude sul e 48° 19' 47" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Jaborandi e Morro Agudo ao norte, de Viradouro ao sul, Morro Agudo a leste e Bebedouro e Colina a oeste (Figura 82).

**Figura 82** - Localização geográfica do município de Terra Roxa /SP



**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

O acesso principal a cidade é pela rodovia Doutor Oswaldo Prudente Correa (SP- 353).

A área do município está inserida em sua maior parte na sub-bacia 3 (Córrego da Sucuri/Ribeirão do Banharão/Ribeirão das Areias) e possui parte da sua área também na Sub-bacia 7 (Ribeirão das Palmeiras).

A população estimada é de 9.170 habitantes com um taxa de urbanização de 96,30%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,69%. A densidade demográfica em 2021 era de 41,39 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

Terra Roxa foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido pelo setor de agropecuária, por fim, do industrial, conforme pode ser observado na Tabela 52 (SEADE, 2019).

**Tabela 52** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Terra Roxa	69,9	21,7	8,4	138.705.115	15.310	0,005
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Em transição", ou seja, municípios com baixos níveis de riqueza e indicadores intermediários de longevidade e/ou escolaridade (níveis baixos). A Tabela 53 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Terra Roxa entre 2014 e 2018.

**Tabela 53** - Resultados dos indicadores do IPRS de Terra Roxa/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	30	484 <sup>a</sup>	29	493 <sup>a</sup>	30	484 <sup>a</sup>
Longevidade	59	600 <sup>a</sup>	62	590 <sup>a</sup>	66	538 <sup>a</sup>
Escolaridade	49	271 <sup>a</sup>	66	58 <sup>a</sup>	72	42 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O tratamento e abastecimento de água no município são terceirizados para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Em Terra Roxa 83,43% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). No município, 87,98%

da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Terra Roxa capta a água para o abastecimento de cinco poços, também pertencendo à hidrologia do município o córrego das palmeiras e córrego Banharão. Na área urbana, está presente a micro-bacia de drenagem do Córrego Banharão o qual recebem os efluentes da Estação de Tratamento de Esgotos. A área central da cidade está a uma distância de 7 km do ponto mais próximo do Rio Pardo.

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a prefeitura é responsável pela coleta regular, que ocorre diariamente. Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 0,88 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

Atualmente Terra Roxa participa do Consórcio de Desenvolvimento do Vale do Rio Grande (CODEVAR).

Os serviços de limpeza urbana incluem a coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos. A prefeitura realiza diretamente a maior parte dos serviços e para isso possui um total de 20 funcionários envolvidos com os diversos serviços de limpeza urbana, o que equivale a 1 funcionário/425 hab.

Os serviços de coleta regular realizados exclusivamente pela Prefeitura abrangem os resíduos: domiciliares e públicos e da construção civil. A coleta seletiva de materiais recicláveis é realizada com a participação de catadores que pertencem a um projeto da prefeitura. A coleta dos resíduos de serviços de saúde é terceirizada.

A coleta com um caminhão compactador é realizado por uma equipe composta por um motorista e três coletores. A coleta é feita de segunda a sábado, em toda a cidade. Após a coleta, os RSU são transportados e depositados no aterro em valas sanitárias, distante cerca de 5 km do centro da cidade (Figura 83).

Os resíduos de poda de árvores e galhos são coletados diariamente utilizando um caminhão carroceria, com um motorista e dois auxiliares e são destinados a um depósito de resíduos vegetais, onde passam por um sistema de trituração e depois doação para interessados.

A coleta de materiais recicláveis é feita diariamente em vários pontos de entrega voluntário (PEV's) por quatro catadores, utilizando um caminhão. Os materiais coletados são transportados até pontos centrais dos setores de coleta, onde são depositados em bags e classificados em plástico, lata, papel e vidro. O transporte até a central de triagem, tratamento e expedição é feito pela prefeitura. A central de triagem é dotada de sanitários, baias de materiais selecionados e uma prensa e

bancada para classificação de 21 itens distintos. A produção é comercializada com empresas atacadistas que fazem a retirada dos materiais no local.

**Figura 83** - Localização do aterro sanitário de Terra Roxa



**Fonte:** Google (2002)

O diagnóstico da situação dos RCC teve como base os dados e informações do questionário respondido pelo engenheiro civil da Prefeitura Municipal, que informou vários aspectos referentes à gestão dos RCC; os dados obtidos do CBH-BPG e também as observações diretas do trabalho de campo realizado aos 20 de junho de 2021.

Em Terra Roxa, a prefeitura executa os serviços de coleta, transporte e destinação dos RCC, de segunda a sexta-feira. A coleta é feita utilizando um caminhão, uma máquina pá carregadeira recolhendo e destinando ao depósito. A equipe é composta por um motorista do caminhão, um da máquina e mais três para ajudar no carregamento.

Quanto à gestão dos RCC, segundo o fiscal de tributos da prefeitura, por ser uma cidade muito pequena, não existem empresas privadas de caçambas interessadas em prestar serviços de manejo no município. Assim, os RCC são deixados diretamente nas ruas a espera da coleta municipal (Figura 84).

**Figura 84** - RCC aguardando coleta da prefeitura de Terra Roxa



Com relação a disposição final, o município não possui aterros de inertes, porém locais temporários para depósitos destes resíduos, ou bota-fora, para posteriormente realizar a destinação final que compõe-se em utilizar estes resíduos para controle de erosão e cascalhamento de estradas rurais (Figura 85).

**Figura 85** - Área de deposição temporária de RCC em Terra Roxa





Segundo dados levantados, em 2020 a Prefeitura coletou aproximadamente 2.360,85 m<sup>3</sup> de RCC, o que representou média mensal de 196,73 m<sup>3</sup>. Adotando a densidade média de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, a produção média do município foi de 7,24 t/dia. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 0,49 kg/hab.dia (Tabela 54).

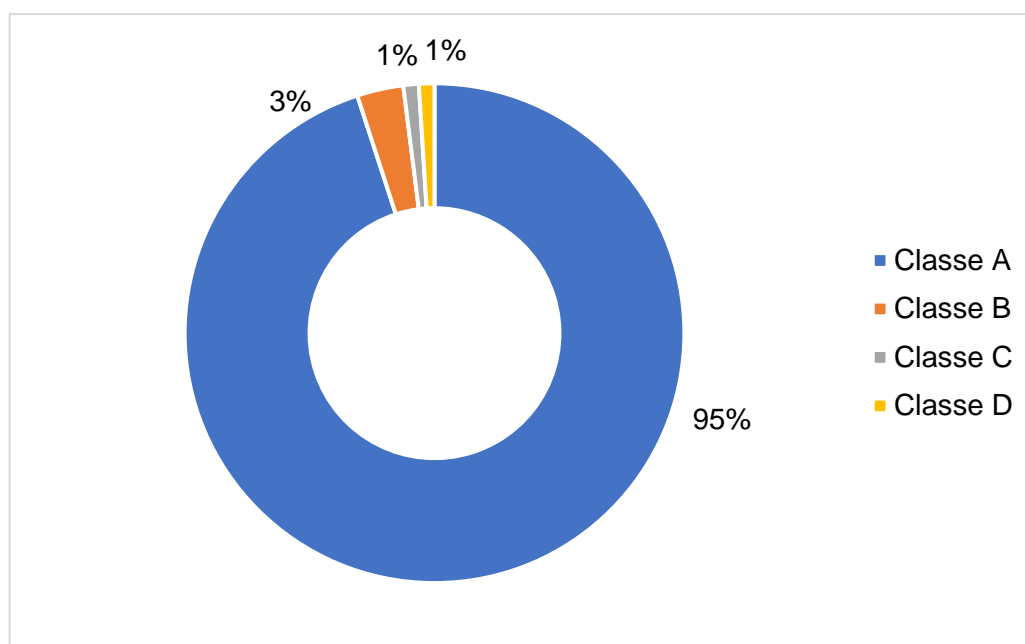
**Tabela 54** - Estimativa da geração de RCC no município de Terra Roxa

Agente coletor	Geração de RCC (m <sup>3</sup> /mês) <sup>(1)</sup>	Geração de RCC (t/dia)	População SEADE (2021)	Geração per capita (kg/hab.dia)
Prefeitura Municipal	196,73	7,24	9.170	0,79

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição dos RCC de Terra Roxa também foi obtida do questionário e pode ser visualizada na Figura 86.

**Figura 86** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Terra Roxa



De acordo com o fiscal de tributos, a atual gestão tem conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002, porém não começou a elaborar seu plano de gerenciamento dos RCC. Para o entrevistado, todas as ações demandam recursos financeiros e infraestrutura o qual, no momento Terra Roxa não possui. Em sua opinião, o ideal para o município, seria a gestão privada dos resíduos. Os dados de Terra Roxa podem ser visualizados no Quadro 25.

**Quadro 25** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Terra Roxa/SP

<b>Indicadores</b>	<b>Terra Roxa</b>
Modelo de Gestão	Público <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	7,24
Sistema de Coleta	Tradicional <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Não Existem
Carroceiros	Não existem
Catadores de materiais recicláveis	Existem
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Possui
Áreas para pequenos volumes	Não possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Privado - manejo dos RCC executado pela Prefeitura

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC por meio de caminhão com caçamba basculante

#### 4.4.12 Município de Viradouro

Fundada em 1918, Viradouro é um município brasileiro do Estado de São Paulo situado na porção noroeste da mesorregião de Ribeirão Preto. Pertence a 13ª região administrativa do Estado, cujo centro de região é a cidade de Barretos. Ocupa uma extensão territorial de 217,7 km².

O acesso à cidade, partindo da capital, pode ser feito pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) até o município de Campinas, seguindo pela Rodovia Anhanguera (BR-050), até o município de Ribeirão Preto. Segue-se pela Rodovia Armando de Sales Oliveira (SP322) e utiliza-se a saída para o município de Viradouro.

Viradouro está inserido na sub-bacia do Córrego da Sucuri/Ribeirão do Banharão/Ribeirão dos Areais, sendo o sistema de drenagem natural do município composto, principalmente, pelos Córregos da Água Limpa, do Bebedouro, dos Macacos e do Sucuri.

A cidade está a 528 metros acima do nível do mar. Distante a 385 km da cidade de São Paulo, capital e a 70 km de Ribeirão Preto, sua posição geográfica é 20° 52' 17" de latitude sul e 48° 17' 57" de longitude oeste. Os limites territoriais contemplam os municípios de Terra Roxa ao norte, Bebedouro ao oeste, Pitangueiras ao sul e Morro Agudo a leste (Figura 87).

**Figura 87** - Localização geográfica do município de Viradouro/SP

**Fonte:** Adaptado de São Paulo (2022b)

A população estimada é 18.421 habitantes com um taxa de urbanização de 97,07%. O município apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual entre 2010 e 2021 de 0,58%. A densidade demográfica em 2021 era de 84,60 habitantes por km<sup>2</sup> (SEADE, 2021).

Viradouro foi classificado com perfil de serviços, uma vez que este setor apresenta maior participação no PIB do município, seguido do setor industrial, por fim, da agropecuária, conforme pode ser observado na Tabela 55 (SEADE, 2019).

**Tabela 55** - Participação do valor adicionado setorial no PIB total e o PIB per capita em 2019

Unidade Territorial	Participação do valor adicionado (%)			PIB (a preço corrente)		
	Serviços	Agropecuária	Indústria	PIB (milhões de reais)	PIB <i>per capita</i> (reais)	Participação no Estado (%)
Viradouro	79,6	9,2	11,3	343.340.305	18.816	0,014
Estado de São Paulo	81,49	1,41	17,10	2.348.338.000.289	52.992	100,0

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)



O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) indicou que, em 2018, o município se enquadrava no Grupo "Em transição", ou seja, municípios com baixos níveis de riqueza e indicadores intermediários de longevidade e/ou escolaridade (níveis baixos). A Tabela 56 apresenta os resultados dos indicadores do IPRS de Viradouro entre 2014 e 2018.

**Tabela 56** - Resultados dos indicadores do IPRS de Viradouro/SP

IPRS	2014		2016		2018	
	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking	Pontuação	Ranking
Riqueza	32	430 <sup>a</sup>	30	457 <sup>a</sup>	31	447 <sup>a</sup>
Longevidade	69	352 <sup>a</sup>	75	196 <sup>a</sup>	72	335 <sup>a</sup>
Escolaridade	44	423 <sup>a</sup>	50	439 <sup>a</sup>	51	517 <sup>a</sup>

**Fonte:** Adaptado de SEADE (2019)

O sistema de abastecimento de água do município, operado pelo Saneamento Ambiental de Viradouro (SAV), é constituído por um único sistema interligado e sete setores de abastecimento. É atendido por águas superficiais captadas em barragens no Córrego do Sucuri e no Córrego Viradouro (Água Limpa); e, águas subterrâneas captadas por meio de três poços tubulares profundos em operação. Estes poços estão instalados em praça próxima à Rua Sete de Setembro e operam durante cerca de 10 horas/dia.

Em Viradouro 97,22% da população total tem acesso aos serviços de abastecimento de água (a média do estado de São Paulo é 96,2% e, do país, 83,71%). No município, 97,22% da população tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (a média do estado de São Paulo é 90,28% e, do país, 65,87%).

Em relação aos resíduos sólidos domiciliares, a Prefeitura é responsável pela coleta regular, que ocorre diariamente. Se considerada a população total do município, coleta, por dia, 0,72 kg de resíduos por habitante (SNIS, 2019).

Os serviços de coleta regular realizados exclusivamente pela Prefeitura abrangem os resíduos: domiciliares e públicos e da construção civil. A coleta seletiva de materiais recicláveis é realizada com a participação de catadores em um projeto vinculado a prefeitura. A coleta dos resíduos de serviços de saúde é terceirizada.

Os resíduos sólidos de origem domiciliar ou comercial com características domiciliares são previamente acondicionados e oferecidos à coleta pública pelo usuário. A coleta é realizada utilizando dois caminhões compactadores. As equipes são compostas por um motorista e três coletores, para cada caminhão. A coleta é feita de segunda a sábado, em toda a cidade.



Municipal; de informações do CBH-BPG; de informações prestadas pelo proprietário da empresa de caçambas e do trabalho de campo realizado em 21 de junho de 2021.

Em Viradouro, os RCC são coletados pela empresa terceirizada Multserv Viradouro Ltda., que recolhe as caçambas depois de cheias e as envia para os locais adequados. A empresa coletora em atividade gerencia a coleta de RCC no município, e cobra pelo serviço o valor de R\$ 130,00 pelo aluguel da caçamba (Figura 89).

**Figura 89** - Caminhão Poliguindaste carregando caçamba estacionária em Viradouro



A coleta diferenciada é feita exclusivamente pela empresa terceirizada, utilizando caçambas e um caminhão, recolhendo e destinando ao depósito, totalizando 21 t/dia. A equipe é formada somente por um motorista. A coleta é feita diariamente de segunda a sexta em toda a cidade.

Além disso, Viradouro possui dois ecopontos onde os munícipes podem descartar RCC (até 1 m<sup>3</sup>), madeira, poda de árvores, volumosos, pneus e recicláveis (papel, plástico, isopor, metais, vidros, etc.). Cada ecoponto contém duas caçambas para recebimento de RCC. Segundo dados levantados, os ecopontos recebem cada um cerca de três toneladas de RCC por dia.

O município não possui aterros de inertes, porém locais de depósitos destes resíduos temporários, ou bota-fora para posteriormente realizar a destinação final que se compõe em utilizar estes resíduos para controle de erosão e cascalhamento de estradas rurais (Figura 90).

**Figura 90** - Área de deposição de RCC em Viradouro

Adotando a densidade média de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>, a produção média do município foi de 723,21 m<sup>3</sup> por mês. A geração *per capita* do município pode ser considerada em 1,46 kg/hab.dia (Tabela 57).

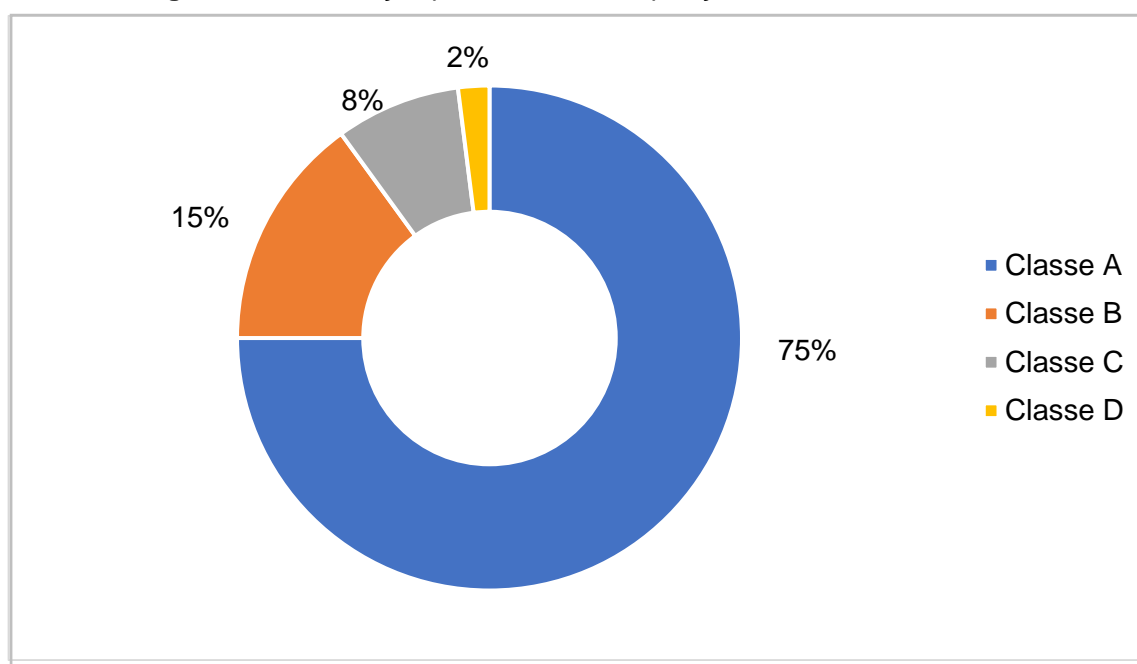
**Tabela 57** - Estimativa da geração de RCC no município de Viradouro

<b>Agente coletor</b>	<b>Geração de RCC (m<sup>3</sup>/mês)<sup>(1)</sup></b>	<b>Geração de RCC (t/dia)</b>	<b>População SEADE (2021)</b>	<b>Geração per capita (kg/hab.dia)</b>
Prefeitura Municipal	160,71	6	18.421	0,33
Empresa privada	562,50	21	18.421	1,13
<b>Média Total</b>	<b>723,21</b>	<b>27</b>	<b>18.421</b>	<b>1,46</b>

<sup>(1)</sup> Adotada massa específica de RCC de 1,12 t/m<sup>3</sup>

A composição dos RCC de Viradouro também foi obtida do questionário e pode ser visualizada na Figura 91.

A secretária municipal de meio ambiente disse ter conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002. Para a entrevistada a gestão consorciada seria uma excelente alternativa para Viradouro e municípios vizinhos. A formação do consórcio poderia equacionar os problemas relacionados à escassez de recursos financeiros e de infraestrutura necessários para o correto gerenciamento dos sistemas de manejo dos RCC.

**Figura 91** - Distribuição percentual da composição dos RCC de Viradouro

O Quadro 26 apresenta as principais informações referentes à gestão dos RCC em Viradouro.

**Quadro 26** - Principais indicadores sobre a gestão de RCC em Viradouro/SP

Indicadores	Viradouro
Modelo de Gestão	Misto <sup>(1)</sup>
Geração de RCC (t/dia)	27
Sistema de Coleta	Mista <sup>(2)</sup>
Empresas privadas	Existe
Carroceiros	Existem
Catadores de materiais recicláveis	Existem
Programa municipal de coleta seletiva	Possui
Cooperativa de materiais recicláveis	Possui
Áreas para pequenos volumes	Possui
Áreas de transbordo e triagem	Não possui
Aterro de inertes	Não possui
Centrais de reciclagem	Não possui
Conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?	Esta a par
Plano Integrado de Gerenciamento de RCC	Não possui
Consórcio regional de resíduos sólidos	Participa

<sup>(1)</sup> Manejo dos RCC executado pela Prefeitura e por empresas privadas

<sup>(2)</sup> Coleta de RCC realizada por caçambas metálicas das empresas privadas e coleta da Prefeitura

## **5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SIGECON)**

Este capítulo apresenta o sistema computacional desenvolvido para apoiar a gestão consorciada de RCC. São descritas as etapas de modelo conceitual, instanciação do modelo, calibração e validação do software.

### **5.1 MODELO CONCEITUAL**

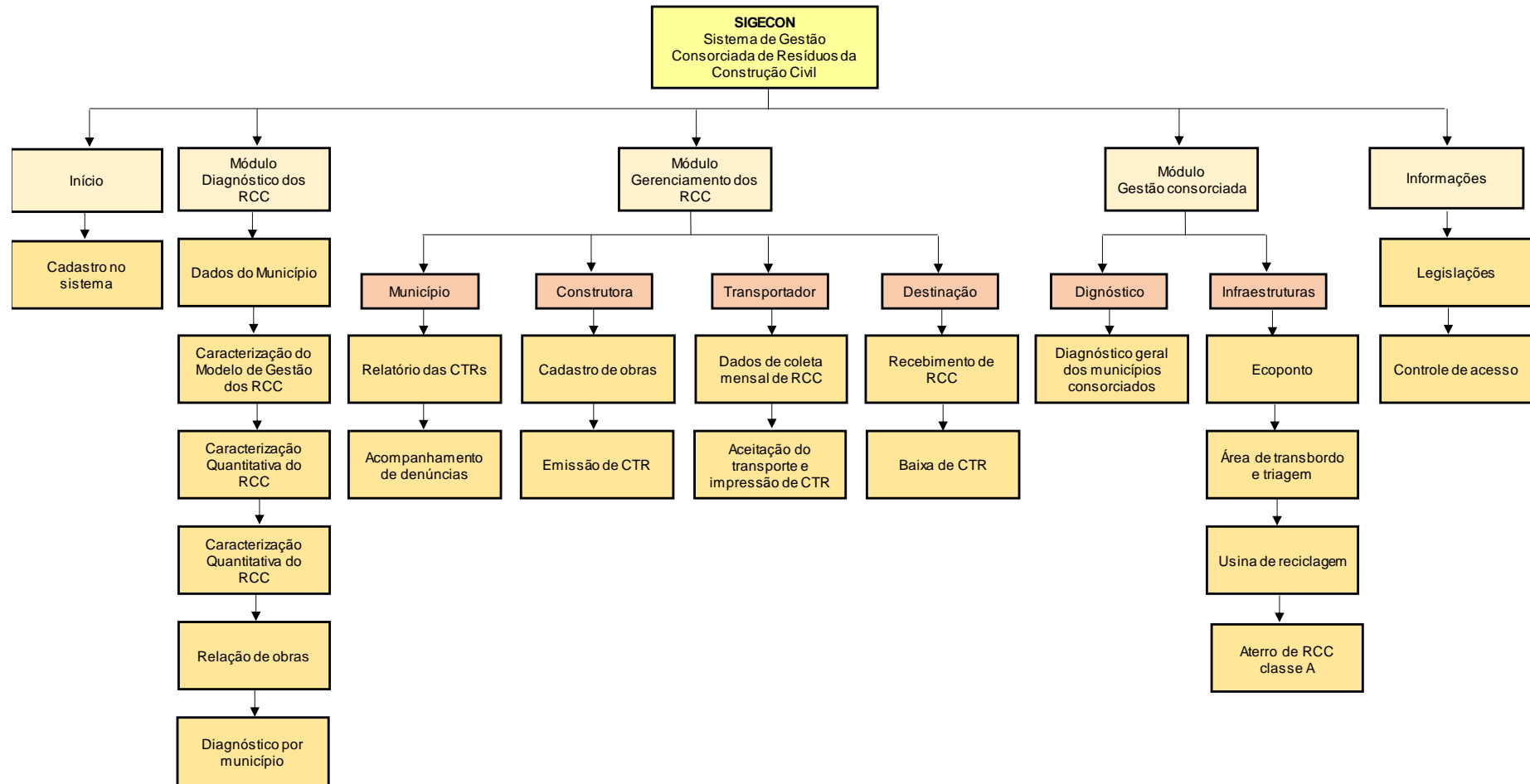
A partir dos dados coletados nas municipalidades, foi estabelecido o modelo conceitual do SIGECON, abrangendo os três módulos principais do sistema, de modo a auxiliar na gestão consorciada de resíduos em municípios brasileiros, a saber:

- Início: apresentação do sistema e cadastro dos usuários.
- Módulo I - Diagnóstico dos RCC nos municípios: através dele é possível obter dados gerais dos municípios, informações estratégicas referentes aos resíduos, como a caracterização do modelo de gestão adotada em cada cidade, caracterização do RCC; além do acompanhamento das obras em andamento e as já concluídas.
- Módulo II - Gerenciamento dos RCC nos municípios: atua na coleta e destinação final ambientalmente adequada dos RCC; elabora relatórios de movimentação de resíduos através de emissão de CTRs; permite o acompanhamento de denúncias de descartes irregulares de resíduos.
- Módulo III - Gestão consorciada: fornece dados do diagnóstico geral dos consorciados; possui a ferramenta de infraestrutura, que dimensiona os ecopontos e as áreas de transbordo e triagem para cada município, usina de reciclagem e aterro de RCC.
- Informações: apresenta os instrumentos legais voltados à gestão dos RCC, e o controle de acesso ao sistema.

A definição do modelo conceitual partiu das dificuldades observadas pelos usuários que atuam na gestão de RCC, como a rastreabilidade dos resíduos, a emissão de relatórios periódicos, o conhecimento do volume de resíduos a ser gerado.

A Figura 92 apresenta o fluxograma da distribuição dos módulos do SIGECON.

**Figura 92 - Fluxograma do modelo conceitual do sistema SIGECON**



## 5.2 INSTANCIÇÃO DO MODELO

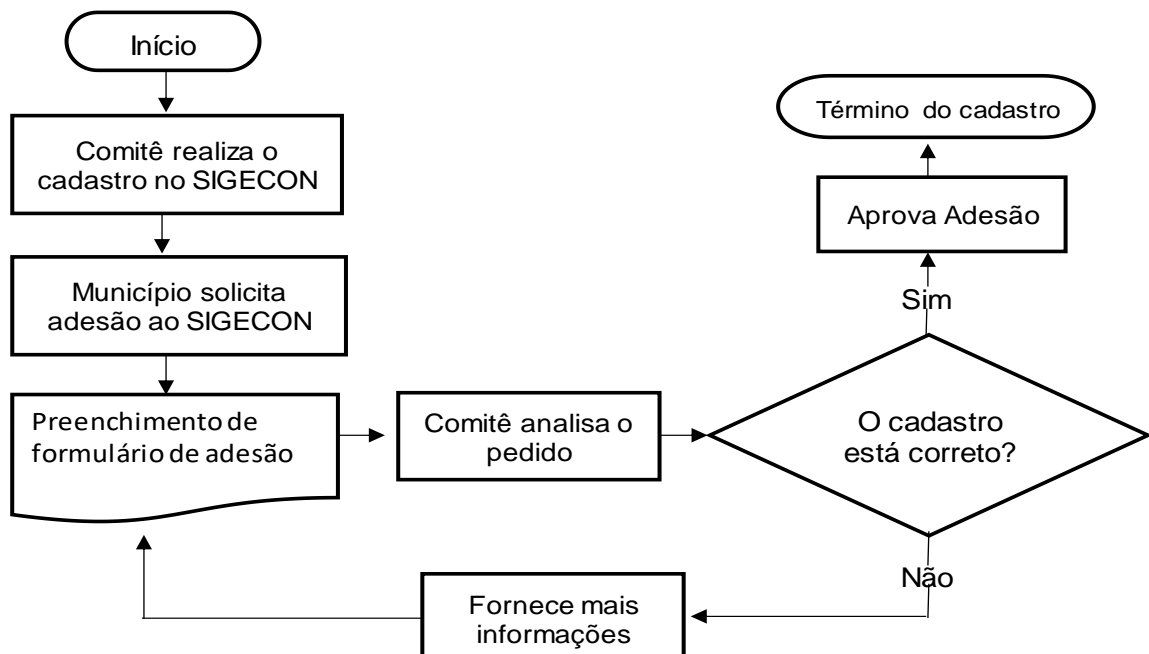
Após o estabelecimento do modelo conceitual a ser utilizado no sistema, foram incluídos os dados obtidos na etapa de aquisição de conhecimentos. Esses conhecimentos foram estruturados na forma de fluxogramas, baseado na metodologia utilizada por Scremin (2007), que após a instanciação serviu de base para a codificação do sistema.

### 5.2.1 Informações e cadastro para a utilização do sistema

O primeiro passo para utilização do sistema é a liberação do SIGECON ao Comitê ou pessoa jurídica formada na criação do consórcio.

Após realização do cadastro do Comitê, cada município solicita a adesão ao sistema, informando os dados do município e dos resíduos da construção civil (Figura 93).

**Figura 93** - Fluxograma do cadastro do Comitê e dos municípios



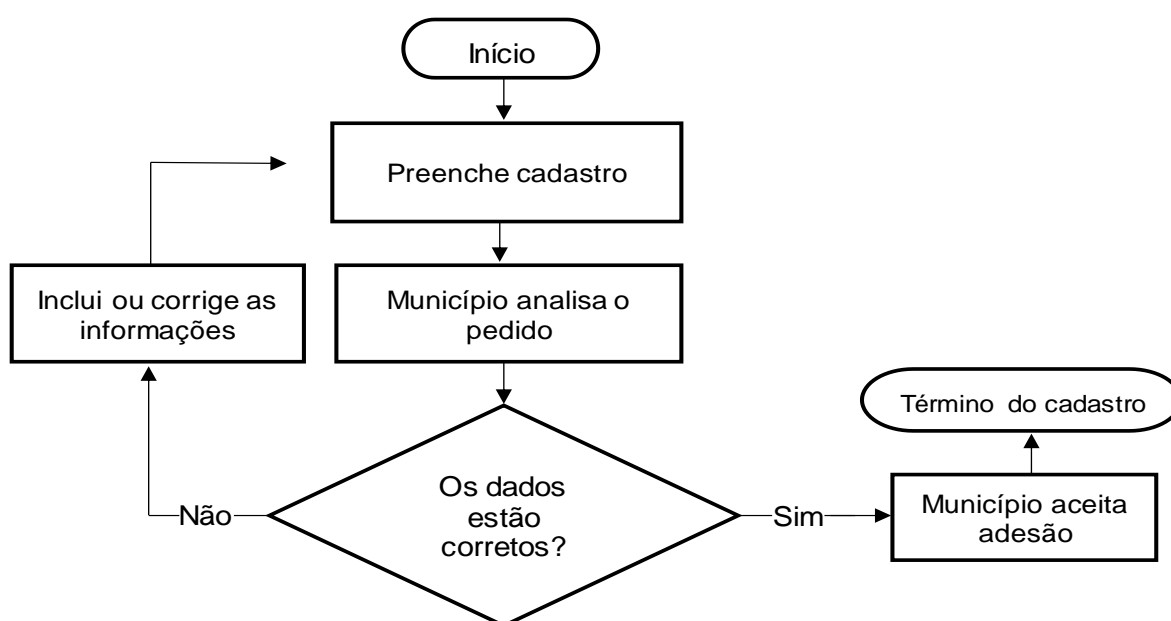
As informações do município e os dados referentes ao RCC são o mínimo necessário para que o sistema tenha condições de realizar o diagnóstico no município.



Na ferramenta “Município” são cadastradas todas informações referentes ao município usuário do sistema, tais como os dados populacionais, responsáveis pela coleta de RCC, composição percentual do RCC por classe e por tipo de material.

Após aprovação do cadastro do município, ele passa a ter acesso ao sistema e fica responsável pela liberação de construtoras, transportadores e destinações para os resíduos, após estes também realizarem seus cadastros no SIGECON. Este processo segue o fluxograma apresentado na Figura 94.

**Figura 94** - Fluxograma do cadastro de agentes envolvidos com a gestão do RCC



### 5.2.2 Módulo Diagnóstico dos RCC nos municípios

O módulo foi idealizado para que os municípios tivessem informações referentes à situação dos RCC e seus impactos, para que possam definir as estratégias de gestão a serem adotadas.

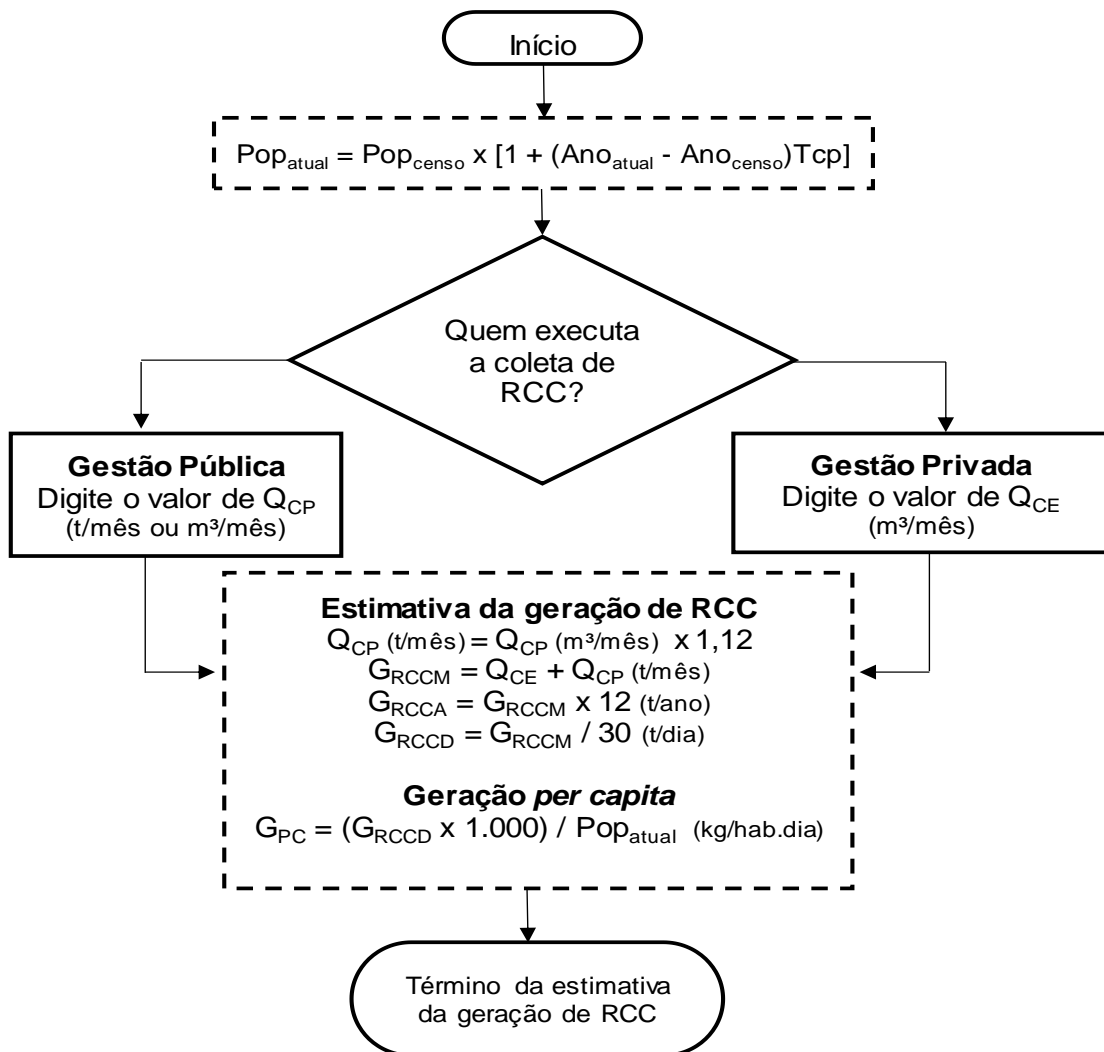
Os parâmetros definidos para o módulo de diagnóstico dos RCC são descritos a seguir.

#### 5.2.2.1 Estimativa da geração de RCC no município

A estimativa da geração diária atual de RCC no município pode ser realizada pelo SAD através dos dados coletados dos agentes envolvidos no transporte de RCC, sendo possível a existência de três cenários distintos:

- I. Apenas a prefeitura realiza a coleta de RCC no município;
- II. A coleta é realizada por empresas privadas, através de aluguel de caçambas (caçambeiros);
- III. A coleta de RCC é realizada tanto pela Prefeitura como por empresas privadas.  
Através da soma dos dados cadastrados por esses agentes o sistema estima a geração de RCC e a geração per capita do município (Figura 95).

**Figura 95** - Fluxograma do cálculo da estimativa de geração de RCC do município



Onde:

$Q_{CP}$  = quantidade de resíduos coletados pela Prefeitura (t/mês);

$Q_{CE}$  = quantidade de resíduos coletados pelas empresas privadas (m³/mês);

$G_{RCC}$  = geração de resíduos da construção civil (diário, mensal e anual);

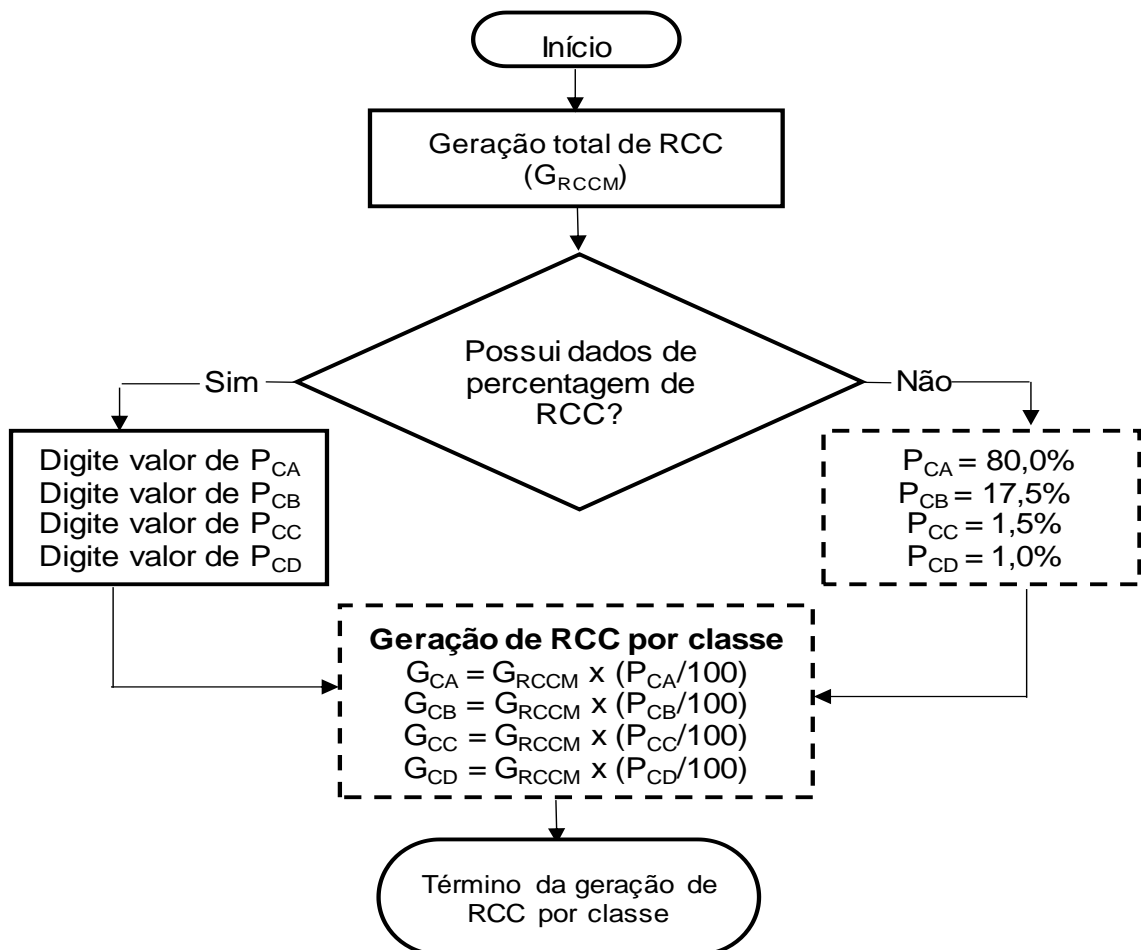
$G_{PC}$  = geração *per capita*

No sistema foi adotado a densidade do RCC de 1,12t/m<sup>3</sup> obtido por Gonçalves (2016) no município de Orlandia/SP.

### 5.2.2.2 Caracterização qualitativa do RCC no município

Após a estimativa da geração total de resíduos do município, o sistema irá calcular a quantidade de resíduos por classe, segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 (Figura 96) e a geração por tipo de material (Figura 93). Com essas informações é possível definir estratégias de reciclagem a serem adotadas pelas prefeituras e pelo consórcio.

**Figura 96** - Fluxograma do cálculo da geração de RCC por classe



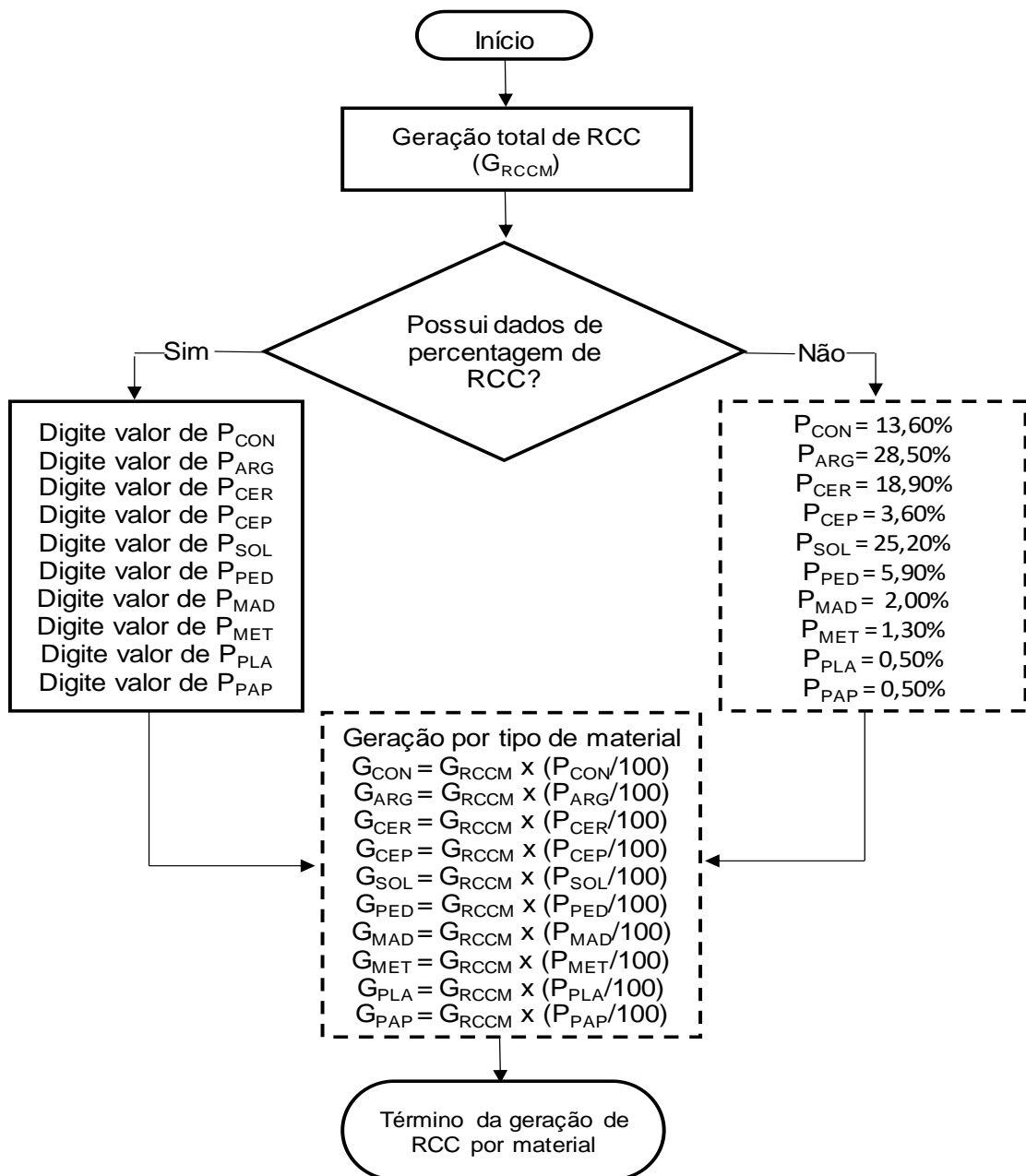
Onde:

$P_{C(A,B,C,D)}$  = percentual de resíduo classe A, B, C e D (%);

$G_{C(A,B,C,D)}$  = geração de resíduo classe A, B, C e D (t/mês).

Se usuário já possuir os dados referentes à composição de RCC do município, o sistema permite que sejam inseridos os dados para a estimativa. Caso o usuário não possua, o sistema utiliza os indicadores obtidos por Gonçalves (2016) no município de Orlandia/SP. Em relação aos materiais estimados, considerou-se o concreto, argamassa, cerâmica, cerâmica polida, areia e solo, pedra, madeira, metais, plástico, papel.

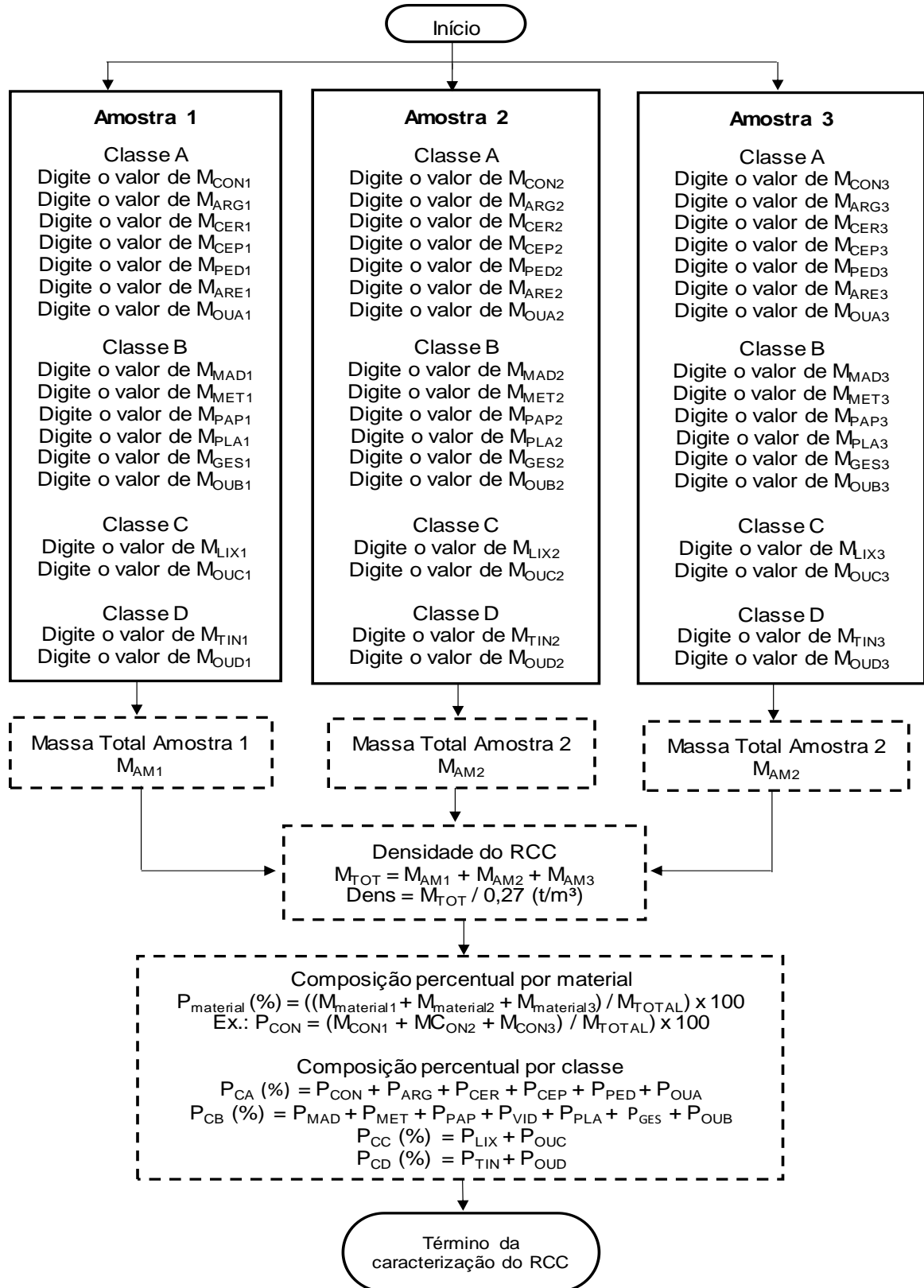
**Figura 97** - Fluxograma do cálculo da geração de RCC por material



Outra alternativa que o sistema oferece ao usuário, é a ferramenta para auxiliar no cálculo de composição percentual e densidade do resíduo. O sistema utiliza a

metodologia proposta por Marques Neto (2005) e o seu fluxograma é apresentado na Figura 98.

**Figura 98 - Cálculo da densidade e composição percentual do RCC**



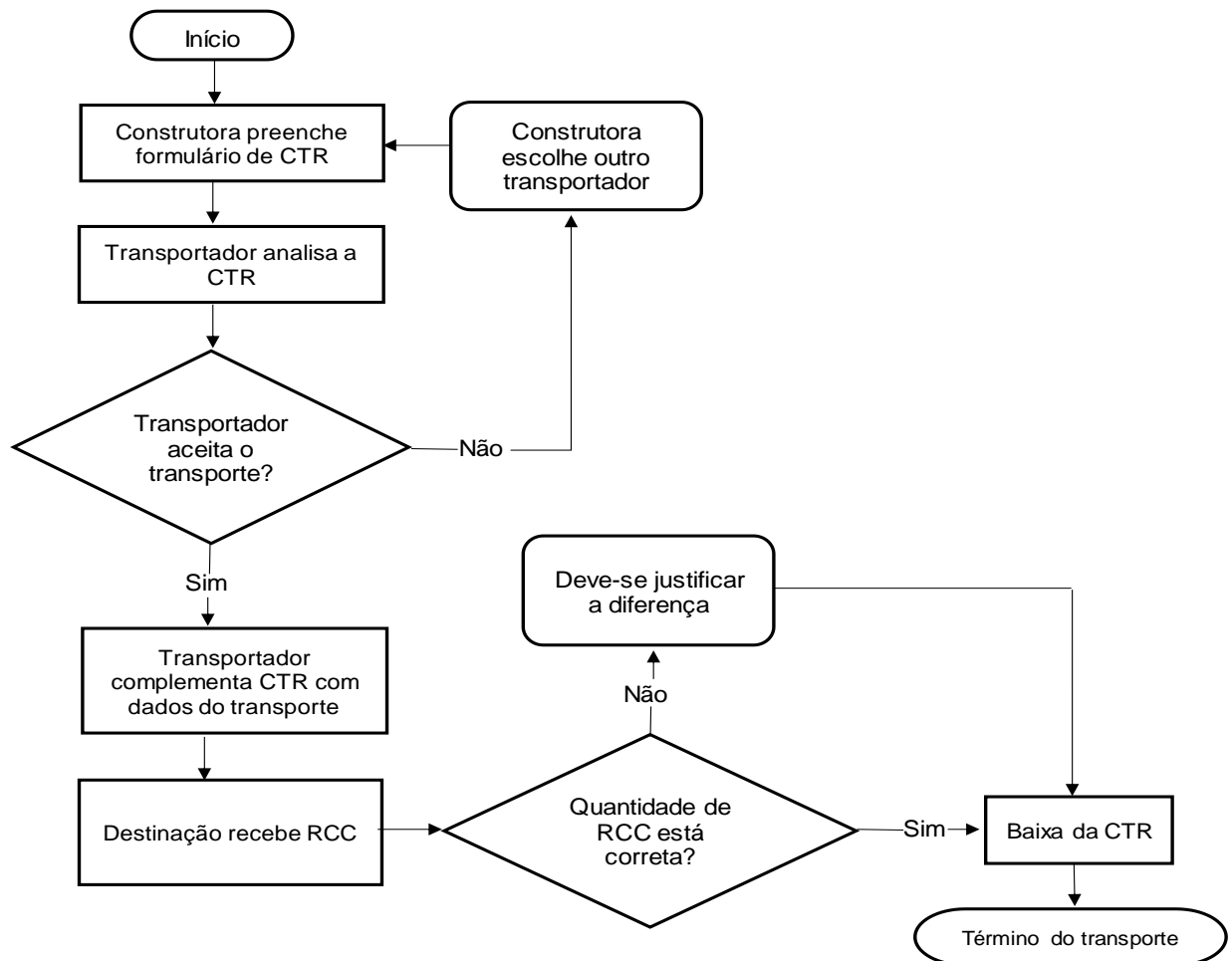
### 5.2.2 Módulo Gerenciamento dos RCC nos municípios

O sistema SIGECON fornece ao usuário a possibilidade de gerenciar as etapas de manejo e disposição final dos RCC nos municípios.

Através do Controle de Transporte de Resíduos (CTR) é possível que o processo de geração, transporte de destinação final de resíduos seja fiscalizado, o que inibe o descarte irregular desse material (Figura 99).

Após a geração do resíduo na obra, a construtora deverá preencher a CTR no sistema, e indicar um transportador para remoção do material da obra. O transportador, por sua vez, aceita realizar o transporte, e insere os dados referente ao motorista e caminhão. Ao chegar na destinação final, é dado baixa da CTR, finalizando o manejo e disposição final do material.

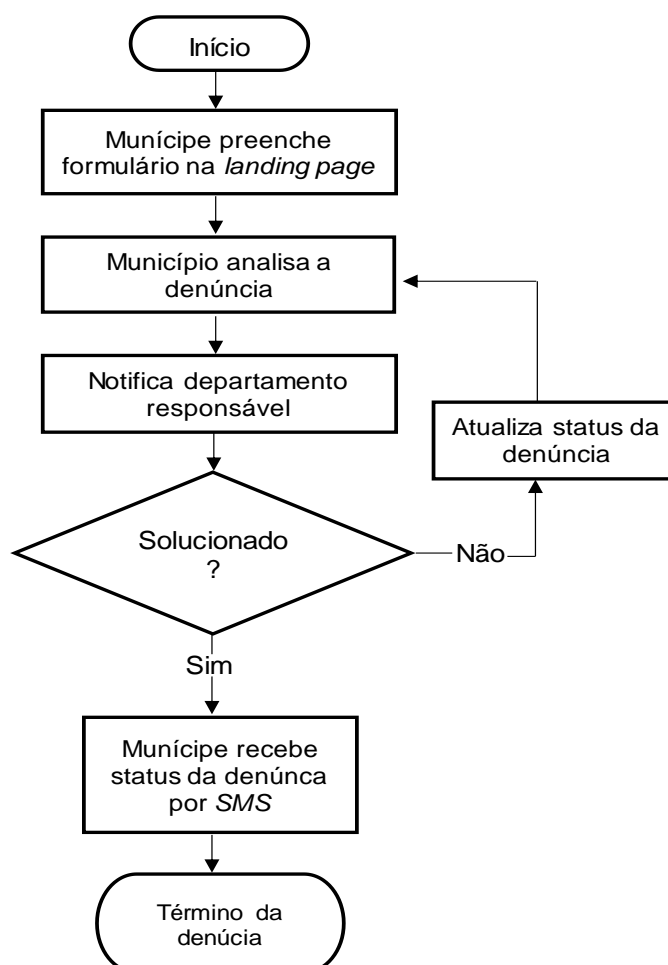
**Figura 99** - Fluxograma do Controle de Transporte de Resíduos



Através dessa ferramenta, é possível conectar todas as destinações presentes nos municípios consorciados, no caso de um município não possuir uma cooperativa de materiais recicláveis, por exemplo, o gerador poderá direcionar esse material para uma cidade vizinha, integrando todas as destinações possíveis do consórcio.

A população poderá realizar denúncias de deposição irregular de RCC em qualquer um dos municípios cadastrados no sistema (Figura 100). Os pontos de deposição enviados ao sistema são classificados inicialmente como “pendentes”. O gestor deve então analisar cada denúncia e confirmar se é de fato um ponto de deposição irregular de RCC, para que seja encaminhado ao setor responsável para fazer a coleta do resíduo. Após a conclusão do processo de limpeza, o munícipe que realizou a denúncia, recebe uma mensagem SMS no celular com o status da sua denúncia.

**Figura 100** - Fluxograma de funcionamento da ferramenta de denúncia de descarte irregular de RCC



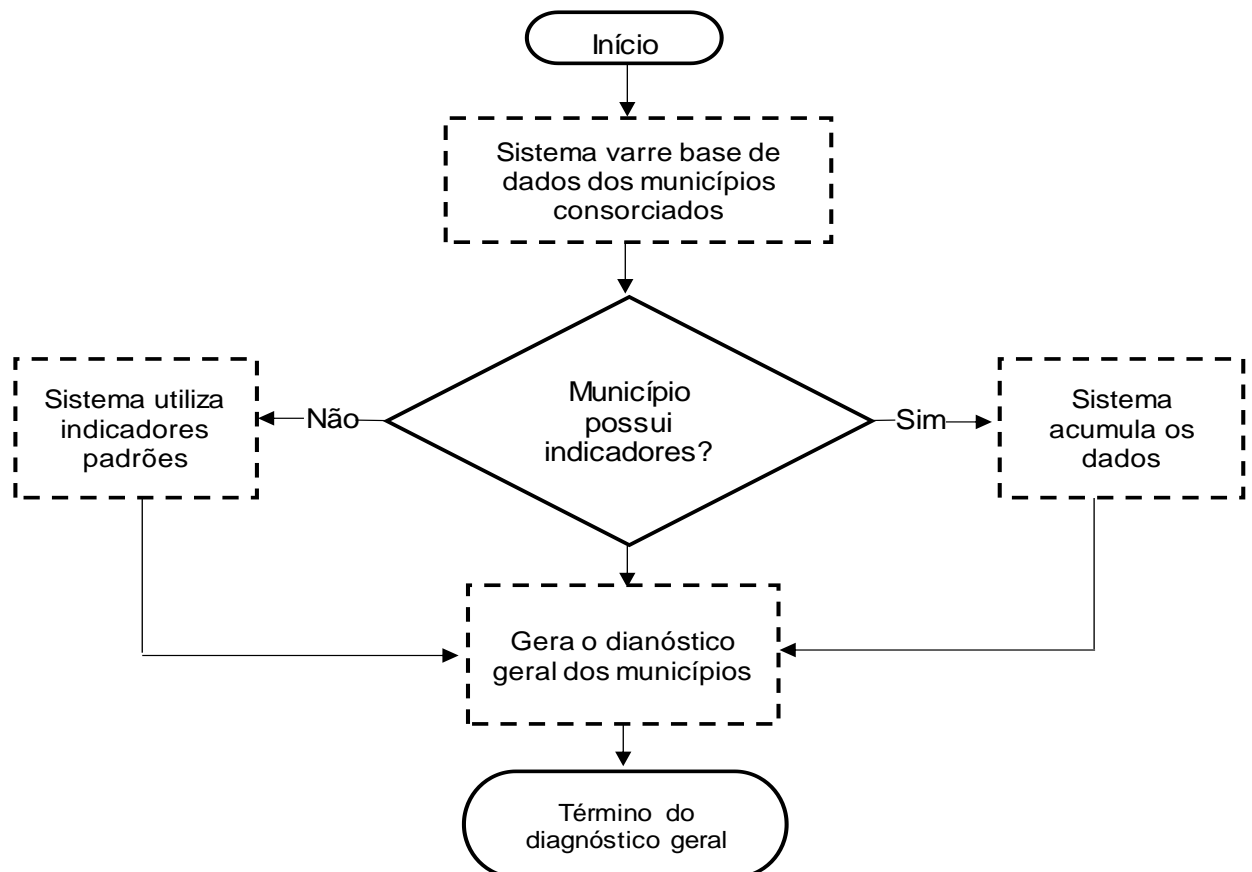
### 5.2.3 Módulo Gestão Consorciada

A instanciação do Módulo III, voltado para gestão consorciada dos resíduos da construção civil, foi realizado considerando o menu de “Diagnóstico geral” e o “Infraestruturas”. Além disso, o módulo conta com a ferramenta "Documentos", reservado para o upload de atas das reuniões e legislações referentes ao consórcio, como decretos, licitações, documentos constitutivos. A seguir são descritas as funcionalidades de cada ferramenta.

#### 5.2.3.1 Diagnóstico geral dos RCC nos municípios consorciados

Na ferramenta “Diagnóstico geral” é possível obter a soma da geração de RCC de todos os municípios integrantes do consórcio, bem como da caracterização qualitativa do resíduo, como percentual de resíduos classe A gerado mensalmente, de modo essas informações possam facilitar a tomada de decisão de estratégias para reciclagem e disposição final dos RCC que são gerados (Figura 101).

**Figura 101** - Fluxograma do diagnóstico geral dos municípios



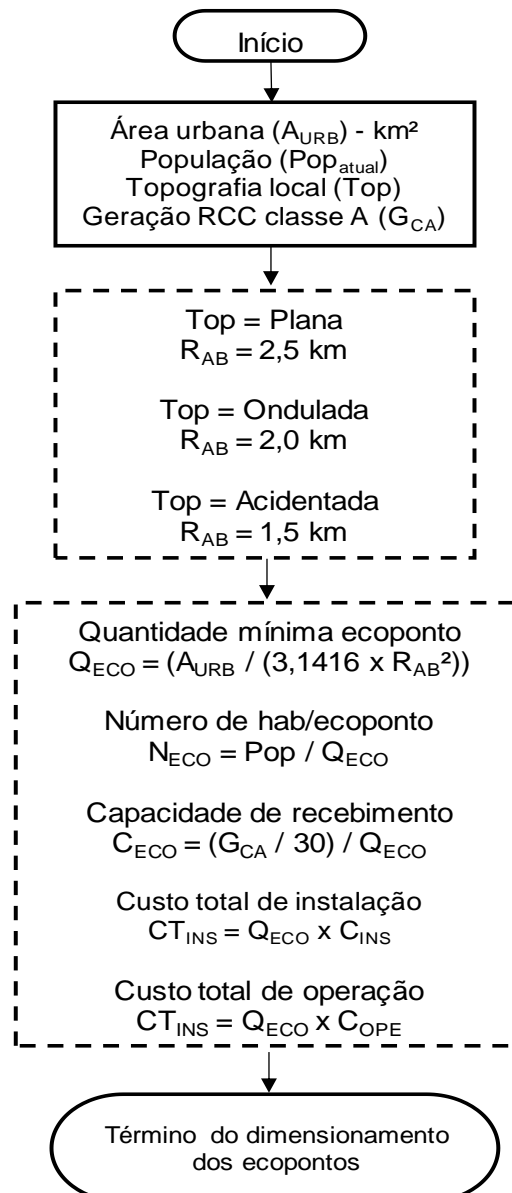


### 5.2.3.2 Infraestruturas para gerenciamento dos RCC

O *menu* “Infraestruturas” possui as ferramentas de “Ecoponto”, “Áreas de Transbordo e Triagem”, “Usina de reciclagem”, “Aterro” e “Investimentos”. Essa ferramenta SAD é utilizada para dimensionamento da estrutura necessária para uma gestão adequada dos RCC nos municípios.

Após a estimativa da quantidade de resíduos gerados no município, a ferramenta de “Ecoponto” o sistema realiza uma avaliação dos ecopontos necessários para a realização da triagem, coleta e destinação adequada dos RCC proveniente dos pequenos geradores (Figura 102).

**Figura 102** - Fluxograma do dimensionamento de ecopontos



Caso o município já possua ecopontos em funcionamento, o sistema verifica se a quantidade está de acordo com a quantidade mínima de mínima necessária.

O cálculo da quantidade mínima de ecopontos ( $Q_{ECO}$ ) necessárias em cada município, e baseia-se na Equação 5, proposta por Scremin (2007), que considera a área urbana do município ( $A_{URB}$ ) e o raio de abrangência da bacia de captação do ecoponto ( $R_{AB}$ ):

$$Q_{ECO} = \frac{A_{URB}}{\pi \times R_{AB}} \quad (5)$$

Após o cálculo da quantidade mínima, o sistema calcula o índice de Número de habitantes por ecoponto ( $N_{ECO}$ ), conforme a Equação 6:

$$N_{ECO} = Pop_{atual} / Q_{ECO} \quad (6)$$

Também é calculada a capacidade de recebimento de cada ecoponto ( $C_{ECO}$ ), em toneladas por dia, levando-se em consideração a geração de resíduos classe A de cada município (Equação 7):

$$C_{ECO} = (G_{CA} / 30) / Q_{ECO} \quad (7)$$

Em relação ao aspecto econômico, o sistema calcula o custo total de instalação ( $CT_{INS}$ ) e o custo total de operação ( $CT_{OPE}$ ) dos ecopontos. A Equação 8 apresenta o cálculo referente ao custo de instalação e a Equação 9 apresenta o cálculo do custo de operação:

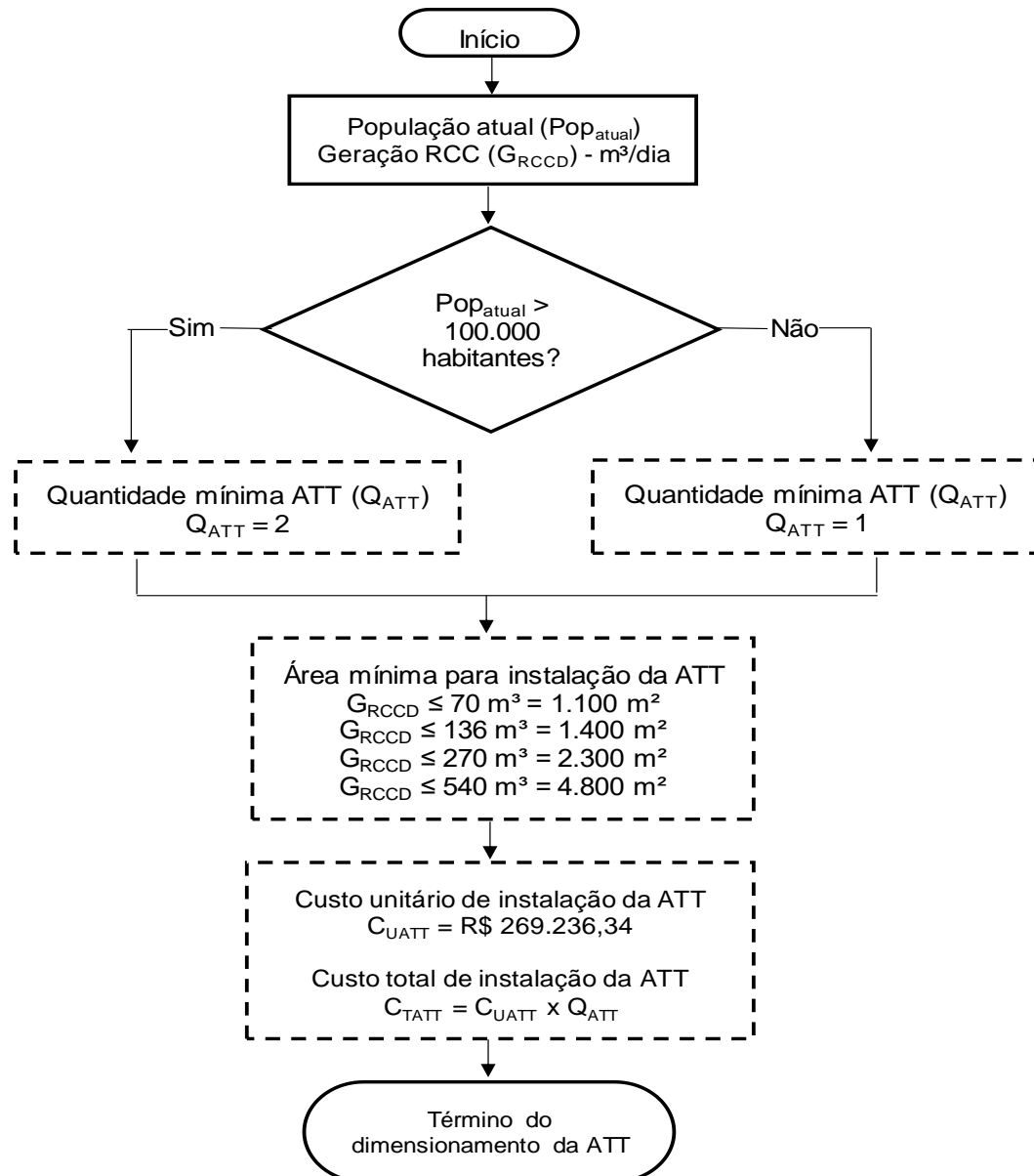
$$CT_{INS} = Q_{ECO} \times C_{INS} \quad (8)$$

$$CT_{OPE} = Q_{ECO} \times C_{OPE} \quad (9)$$

Os valores referentes aos custos unitários para instalação e operação de cada ecoponto foram extraídos de Gonçalves *et al.* (2022).

A ferramenta “Área de transbordo e triagem” dimensionada a quantidade necessária de ATT para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada dos RCC (Figura 103).

**Figura 103** - Fluxograma do dimensionamento das ATT



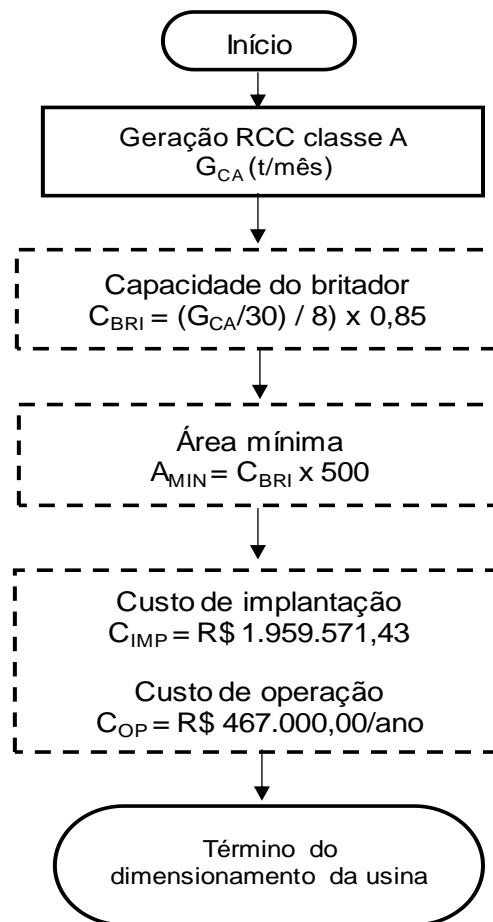
As informações referentes a quantidade mínima de ATT e a área mínima necessária para instalação de cada área foram extraídas de Brasil (2010b). Já o valor referente ao custo unitário para instalação foi baseado no levantamento realizado por Gonçalves *et al.* (2022).

Para a destinação correta dos RCC classe A, o sistema propõe a instalação de uma usina de reciclagem de resíduos (Figura 104). Em termos econômicos, foram utilizadas as composições de custo referente à implantação, operação e manutenção de usinas de RCC na Tabela 5, descrita no item 2.2.8.5.

Para esse dimensionamento, foram calculados os custos de implantação referentes a: aquisição e instalação de equipamentos, aquisição do terreno, aquisição de veículos, obras civis, capital de giro, licenciamento ambiental e abertura da empresa.

Em relação à operação, considerou-se os custos de: mão de obra, energia elétrica, combustíveis, insumos, despesas administrativas e manutenção.

**Figura 104** - Fluxograma do dimensionamento da usina de reciclagem de RCC



Para o dimensionamento da usina, calculou-se inicialmente a capacidade do britador, considerando 8 horas de funcionamento da usina, conforme a Equação 10.

$$C_{BRI} = \frac{G_{CA}}{30} \times 0,85 \quad (10)$$

Onde:

$C_{BRI}$  = Capacidade do britador (t/h);

$G_{CA}$  = Geração de resíduos classe A.

A Equação 11 apresenta o cálculo da área mínima necessária ( $A_{MIN}$ ) para a instalação da usina, baseado em pesquisas anteriores (LEITE *et al.*, 2010; PORTO, 2011; CARDOSO, 2011; PAIVA *et al.*, 2012; NICOLAU, 2018), onde se observou uma taxa de 500 m<sup>2</sup>/t.h de RCC britado na usina.

$$A_{MIN} = C_{BRI} \times 500 \quad (11)$$

A ferramenta “Aterro” apresenta o investimento necessário para implantação de um aterro de RCC classe A com capacidade de 10 t/h.

Após o sistema dimensionar as infraestruturas necessárias para gestão do resíduo da construção civil nos municípios consorciados, a ferramenta “Investimentos” apresenta os valores estimados referentes aos custos de implantação, operação e manutenção das infraestruturas previstas (Apêndice I).

### 5.2.3 Módulo Informações

O módulo de informações do SIGECON disponibiliza os instrumentos legais voltados para a gestão do RCC.

As informações referentes aos resíduos da construção civil são o mínimo necessário para que o usuário tenha condições de realizar a coleta de dados que servirá de base para a realização do diagnóstico dos municípios e das demais funcionalidades do sistema. A ferramenta disponibiliza para *download* as Resoluções do CONAMA nº 307, 348, 431, 448, 469; a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Além disso, o módulo possui a ferramenta "Controle de acesso" onde é possível realizar a alteração de login e senha dos usuários, bem como ter acesso a todos os usuários cadastrados no sistema.

## 5.3 CODIFICAÇÃO DO SISTEMA

Na etapa de codificação do sistema, são apresentadas as telas desenvolvidas para o sistema. A partir da estruturação dos módulos do SIGECON, realizou-se a codificação dos menus e ferramentas do sistema. São apresentadas a seguir as telas desenvolvidas nesta pesquisa (Figuras 105 a 124).

Figura 105 - Interface de *login* do sistema

Controle de acesso

ledumelo.com.br/admin/sigemcon/app\_Login/

Recarregar

### Controle de acesso

**LOGIN**

Name

**SENHA**

Password

Digite os caracteres

[NOVO USUÁRIO](#)

[DENUNCIE O DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL](#)

[Recuperar senha](#)

Lembrar-me

SISTEMA DE GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Versão 1.8 - 20/07/2022

Figura 106 - Interface referente à solicitação de adesão ao sistema

SOLITAÇÃO DE ADESÃO PARA TRANSPORTADOR

SOLITAÇÃO DE ADESÃO PARA TRANSPORTADOR

**⊖ Dados básicos**

Selecione o tipo de prestador de serviços  PESSOA JURIDICA  PESSOA FISICA

CNPJ

Selecione tipo empresa  PUBLICO  PRIVADO

Razão social

Telefone fixo

**⊖ Dados do endereço**

CEP da empresa \*   Logradouro

Numero \*  Complemento do endereço

Bairro  Cidade

Unidade da federação (UF)

**⊖ Dados do contato**

**Figura 107** - Interface referente ao registro de denúncia de descarte irregular de RCC

**REGISTRO DE DENÚNCIA**

**Identificação**  
Faça a sua identificação

**Localização**  
Informe a localização do entulho

**Características**  
Informe as características do entulho

Informe o seu CPF \*

Informe o seu nome \*

Telefone para envio de status \*

Informe um email para contato

\* Campos obrigatórios

Avançar Voltar

**Figura 108** - Interface referente à tela inicial do sistema

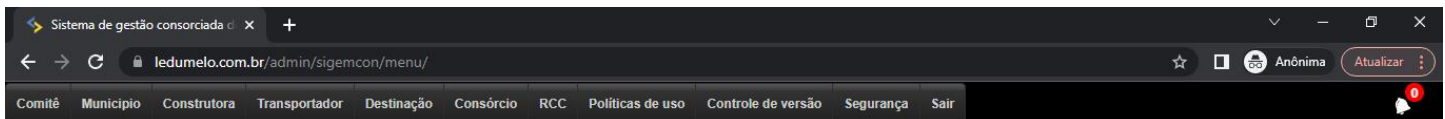


Figura 109 - Interface referente à análise do pedido de adesão ao sistema

The screenshot shows a web browser window with the URL `ledumelo.com.br/admin/sigemcon/menu/`. The navigation menu includes: Comitê, Município, Construtora, Transportador, Destinação, Consórcio, RCC, Políticas de uso, Controle de versão, Segurança, and Sair. The active page is 'Análise de pedido'. The main content area is titled 'RELAÇÃO DE MUNICIPIOS PENDENTE DE APROVAÇÃO DA ADESÃO'. It features a search bar labeled 'Busca Rápida', an 'Exportação' button, and a 'Pesquisar' button. Below is a table with the following data:

Município	UF	Nome do contato	Email do contato	Cargo na prefeitura	Telefone do contato	Login
Bebedouro	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	guvital1@hotmail.com	Engenheiro	16993940004	bebedouosp
Colina	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	guvital1@hotmail.com	Engenheiro	16993940004	colinasp

At the bottom of the table, there are pagination controls: 'Ir para' with a field containing '1', 'Visualizar' with a dropdown set to '10', and a page indicator '[ 1 a 2 de 2 ]'. The user name 'usuário:admin' is visible in the bottom right corner.

Figura 110 - Interface referente à aprovação de destinações

The screenshot shows the same web browser window as Figure 109. The active page is 'Aprovar Destinação'. The main content area is titled 'RELAÇÃO DE DESTINAÇÃO PENDENTES DE APROVAÇÃO DA ADESÃO'. It features a 'Pesquisar' button and a 'recarregar' button. Below is a table with the following data:

Razão social	CNPJ	Cidade	UF	Nome do contato	Cargo na empresa	Telefone contato
Ecoponto California Barretos	07.641.400/0001-25	Barretos	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004
Area de Transbordo e Triagem Bebedouro	07.876.443/0001-90	Bebedouro	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004
Ecoponto Expositio Barretos	24.122.898/0001-39	Barretos	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004
Usina de Reciclagem URECC Barretos	60.404.407/0001-06	Barretos	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004

At the bottom of the table, there are pagination controls: 'Ir para' with a field containing '1', 'Visualizar' with a dropdown set to '10', and a page indicator '[ 1 a 4 de 4 ]'. The user name 'usuário:barretossp' is visible in the bottom right corner.



Figura 111 - Interface referente à relação de empresas ativas no sistema

The screenshot shows a web application interface for managing active companies. The browser address bar indicates the URL is ledumelo.com.br/admin/sigemcon/menu/. The navigation menu includes: Comitê, Município, Construtora, Transportador, Destinação, Consórcio, RCC, Políticas de uso, Controle de versão, Segurança, and Sair. The active tab is 'Relação de empresas ativas'. On the left, there are filters for 'Tipo de empresa' (CONSTRUTORA (2), DESTINACAO (4), TRANSPORTADOR (5)) and 'Pessoa física ou Jurídica' (CNPJ (11)). The main table lists the following data:

Tipo de empresa	Razão social	CNPJ	Cidade	UF	Nome do contato	Cargo na empresa	Telefone contato	Login
DESTINACAO	Ecoponto California Barretos	07.641.400/0001-25	Barretos	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004	ecocalifornia
DESTINACAO	Area de Transbordo e Triagem Bebedouro	07.876.443/0001-90	Bebedouro	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004	attbebedouro
CONSTRUTORA	Construtora EHBL	14.585.475/0001-00	Barretos	SP	Luiz Gustavo Silva	Proprietário	16993940004	construtoraehb
DESTINACAO	Ecoponto Exposio Barretos	24.122.898/0001-39	Barretos	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Engenheiro	16993940004	ecoexposicao
TRANSPORTADOR	Remov Cacambas	28.163.469/0001-60	Viradouro	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Proprietário	16993940004	removcacamba
CONSTRUTORA	Construtora Proarch	34.466.587/0001-40	Barretos	SP	Marcelo Gonçalves	Proprietário	16993940004	construtorapro
TRANSPORTADOR	Bebedouro Cacambas	49.281.281/0001-97	Bebedouro	SP	Gustavo Henrique Vital Gonçalves	Proprietário	16993940004	bebedourocac

usuário:barretossp

Figura 112 - Interface referente ao cadastro de dados do município

The screenshot shows a web application interface for municipal data registration. The browser address bar indicates the URL is ledumelo.com.br/admin/sigemcon/menu/. The navigation menu includes: Comitê, Município, Construtora, Transportador, Destinação, Consórcio, RCC, Políticas de uso, Controle de versão, Segurança, and Sair. The active tab is 'Caracterização'. The form is titled 'CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO' and has four tabs: 'Dados básicos', 'Gestão de RCC', 'Caracterização quantitativa do RCC', and 'Caracterização qualitativa do RCC'. The 'Dados básicos' tab is active, showing the following data:

Dados básicos		
UF	Área territorial (km²)	Ano do último censo
SP	1.566	2.010
Município	Área urbana (km²)	Taxa geométrica de crescimento anual
Barretos	55,000	0,51
População do último censo	Topografia local	
118.416	<input type="radio"/> Plana <input type="radio"/> Ondulada <input checked="" type="radio"/> Acidentada	

Salvar

usuário:barretossp

Figura 113 - Interface referente à caracterização quantitativa do RCC

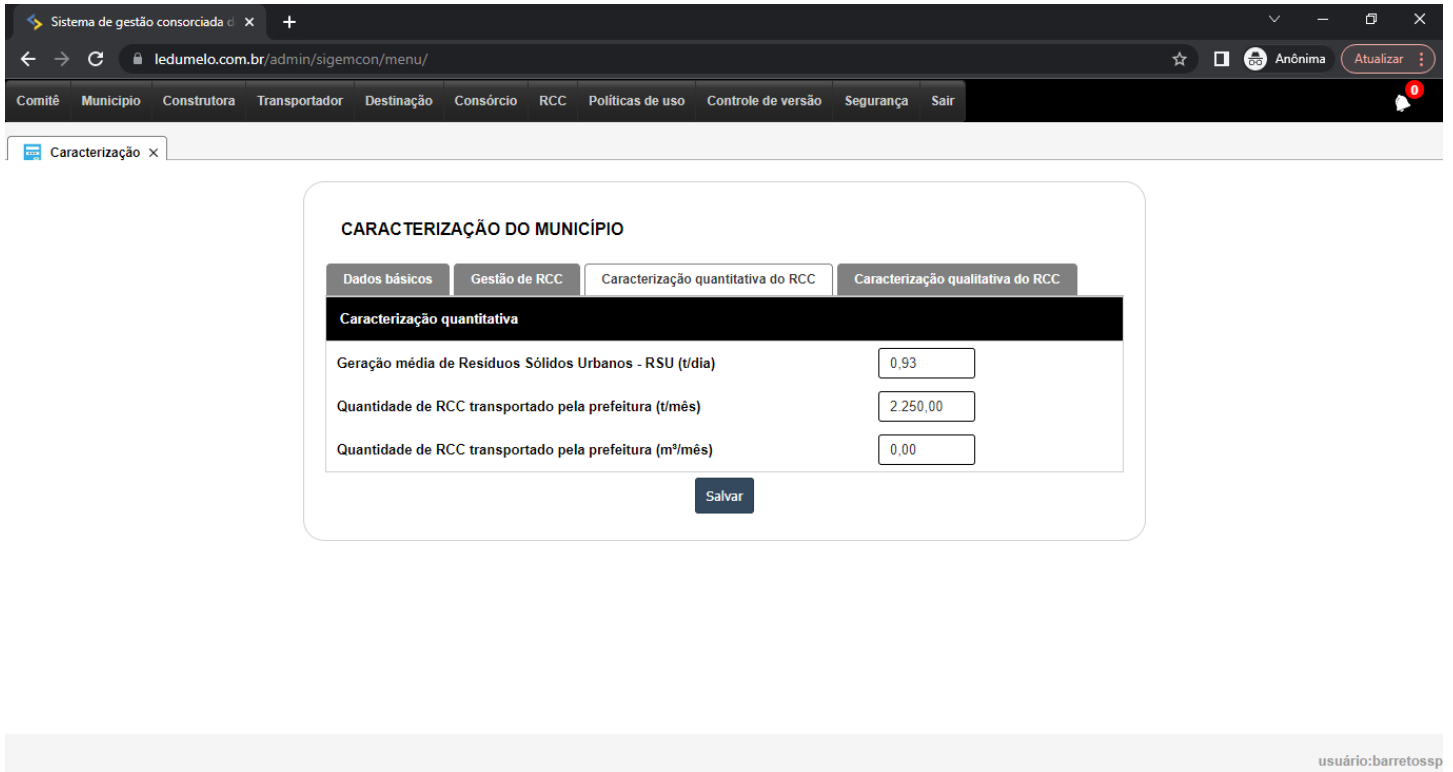


Figura 114 - Interface referente à caracterização qualitativa do RCC

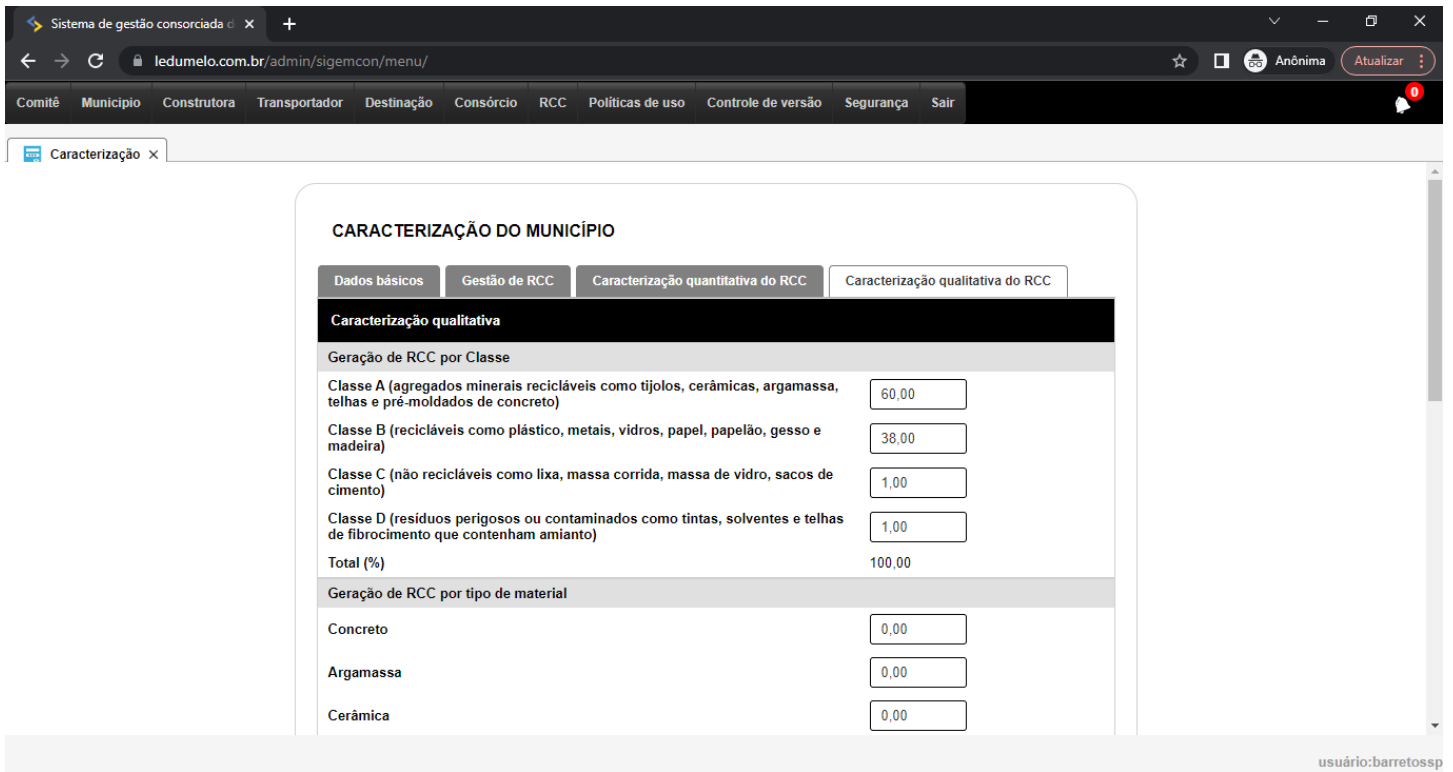


Figura 115 - Interface referente ao cálculo da densidade e composição do RCC

**CÁLCULO DA DENSIDADE E COMPOSIÇÃO DO RCC**  
Cada amostra de 90 litros corresponde a 5 amostras de 18 litros, conforme metodologia proposta por Marques Neto (2005)

CLASSE A			
	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3
Concreto	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Armagassa	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Cerâmica	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Cerâmica polida	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Pedra	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Areia e solo	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
Outros	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>
CLASSE B			
Madeira	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>	<input type="text" value="kg"/>

usuário:barretosp

Figura 116 - Interface referente ao cadastro de dados complementares das empresas privadas de coleta de RCC

**DADOS COMPLEMENTARES**

Dados básicos | Frota de veículos e capacidades | **Volumes**

**Volume e origem dos RCC e outros resíduos coletados**

Volume médio mensal (m³)

**Origem (%)**

Novas construções	<input type="text" value="0,00"/>	Reformas	<input type="text" value="0,00"/>	Demolições	<input type="text" value="0,00"/>
Deposições irregular	<input type="text" value="0,00"/>	Poda	<input type="text" value="0,00"/>	Volumosos	<input type="text" value="0,00"/>

**Tipo de resíduo que transporta**

Resíduo classe A  Resíduo classe B  Resíduo classe C

Resíduo classe D  Outros tipos (descrição)

Preço médio (R\$/viagem)

usuário:golcacasbas

Figura 117 - Interface referente ao cadastro de dados complementares de Destinação

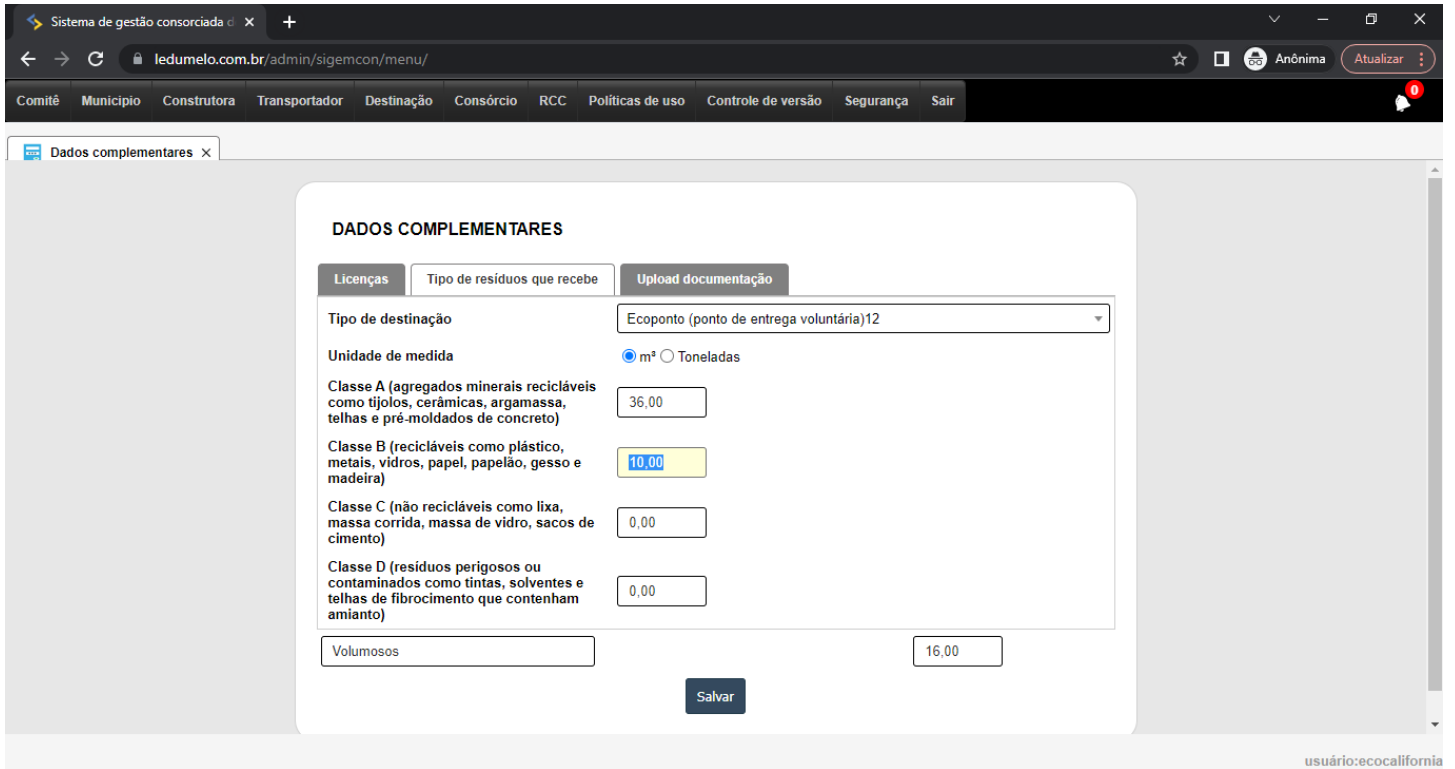


Figura 118 - Interface referente ao registro de obras

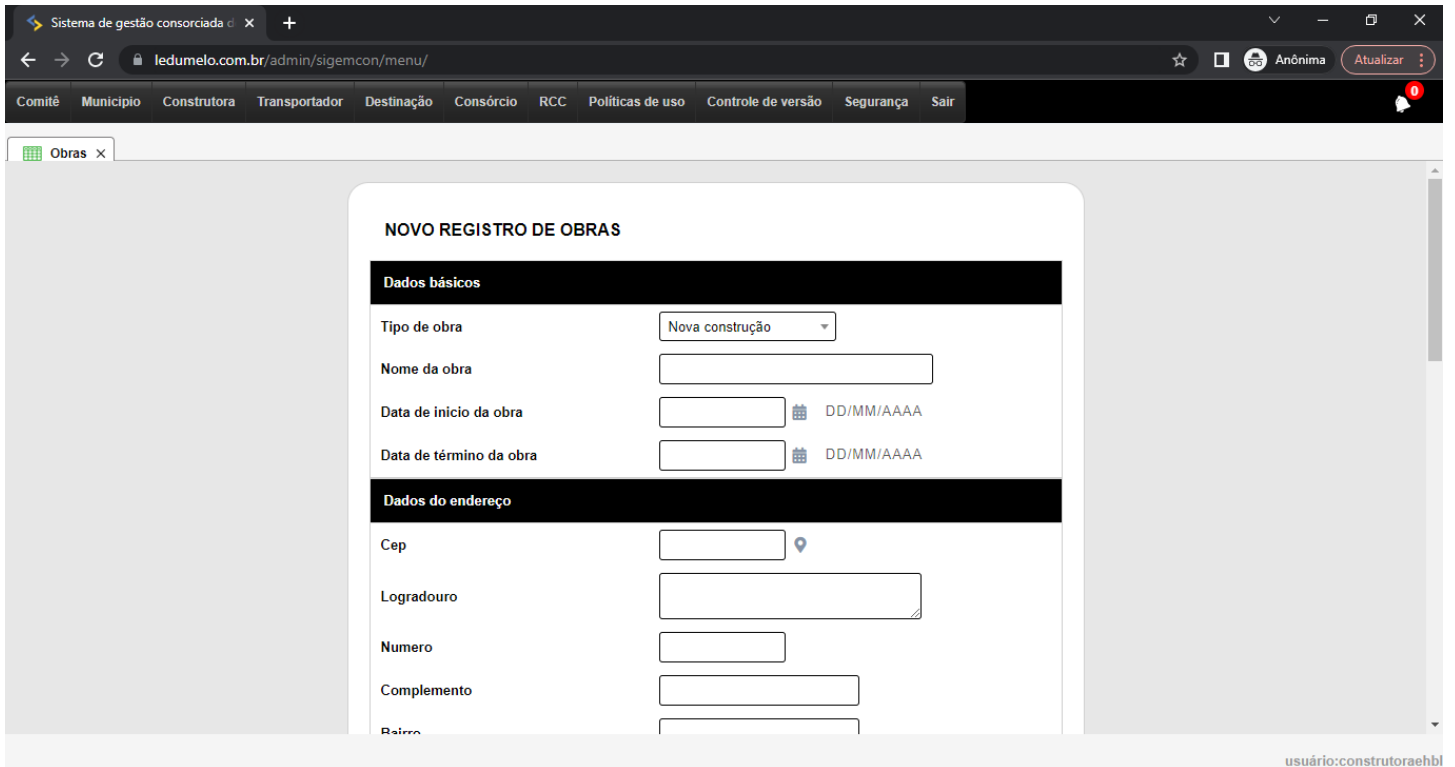


Figura 119 - Interface referente à emissão de CTR (construtora)

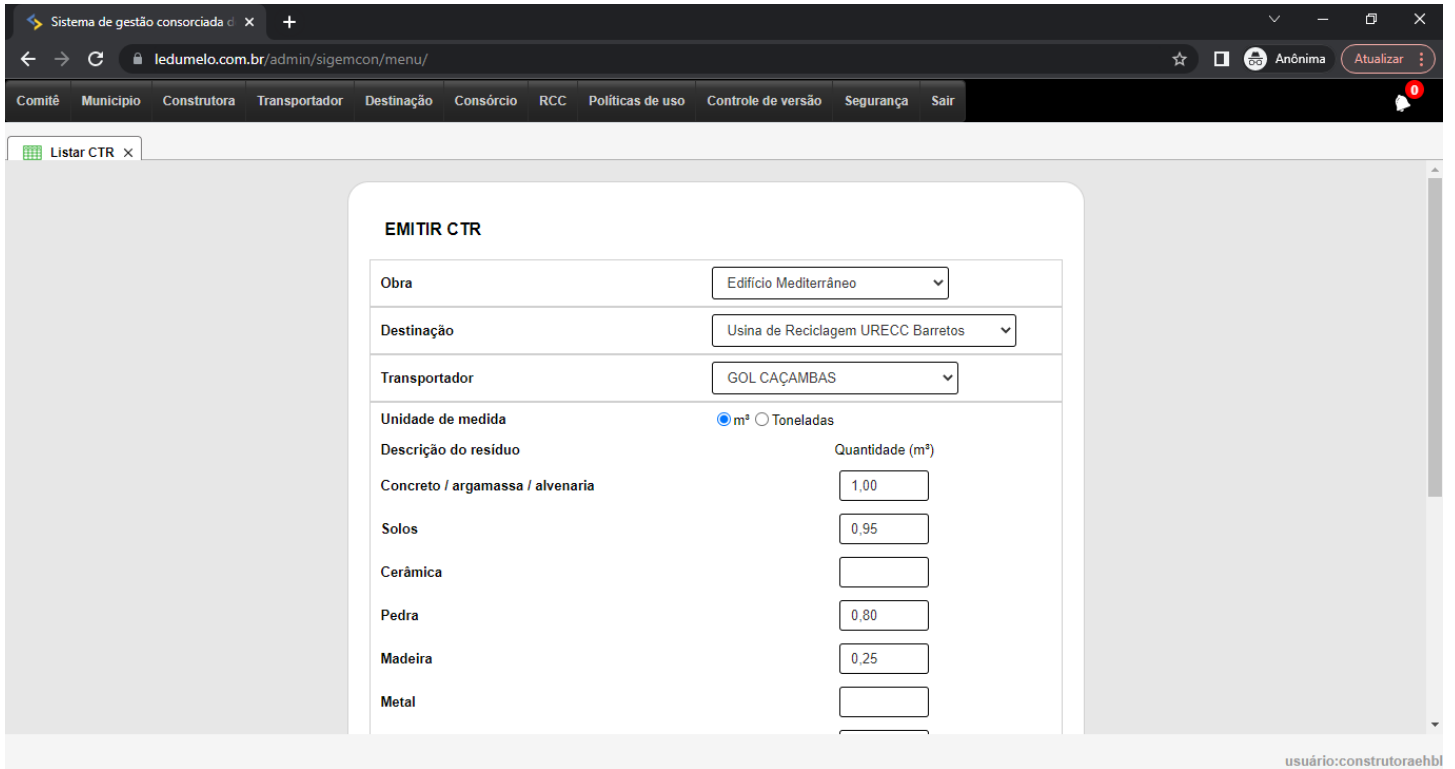


Figura 120 - Interface referente ao aceite de transporte de RCC e impressão de CTR

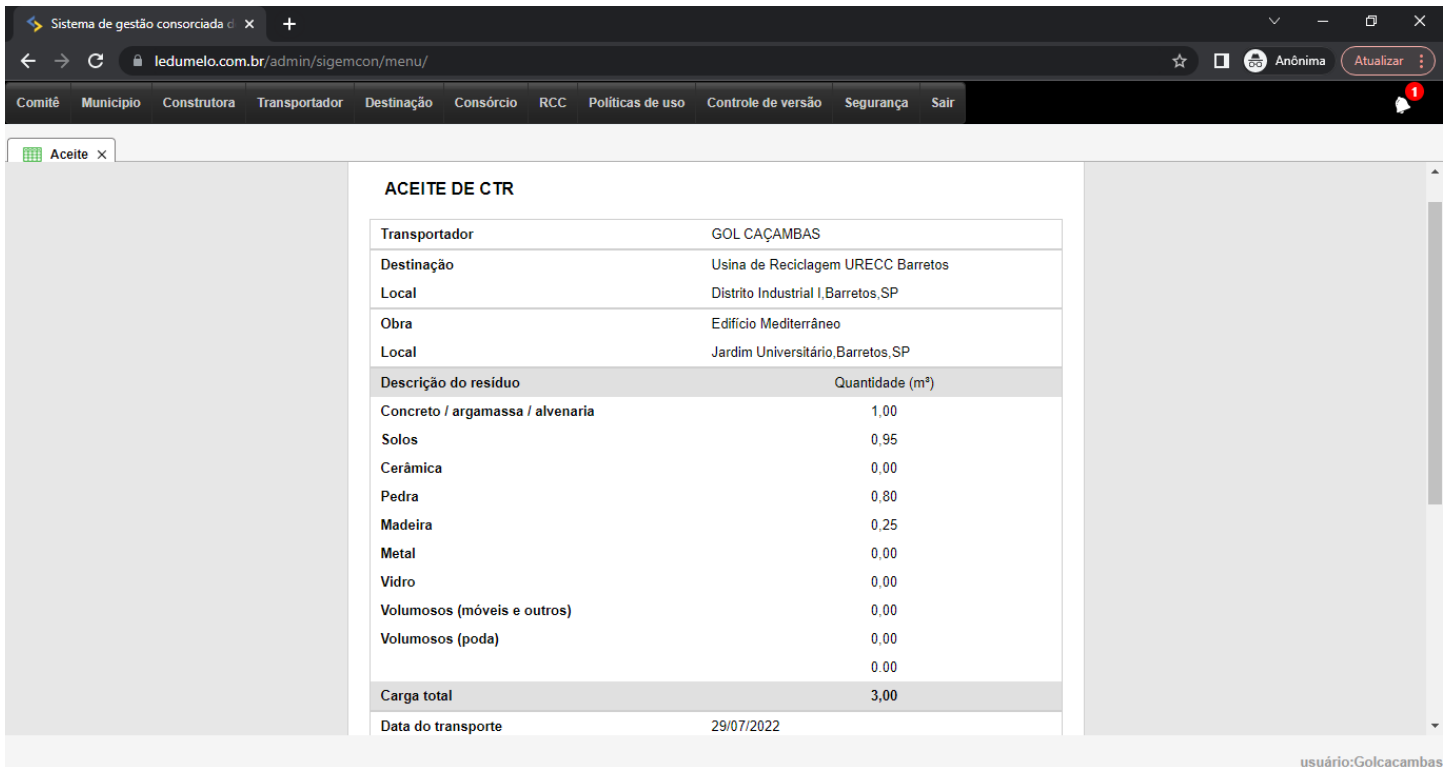


Figura 121 - Interface referente à baixa de CTR na Destinação

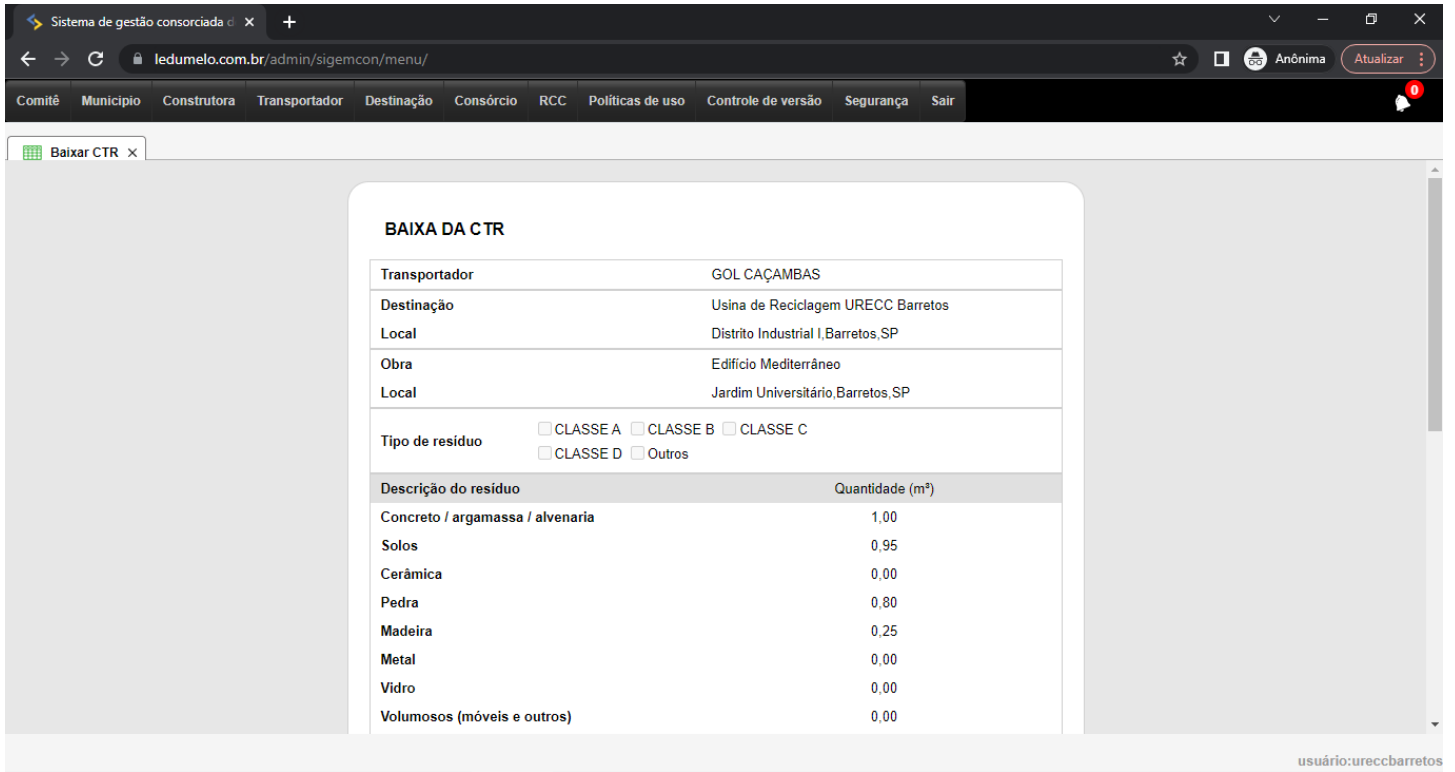


Figura 122 - Interface referente à listagem de usuários cadastrados no sistema

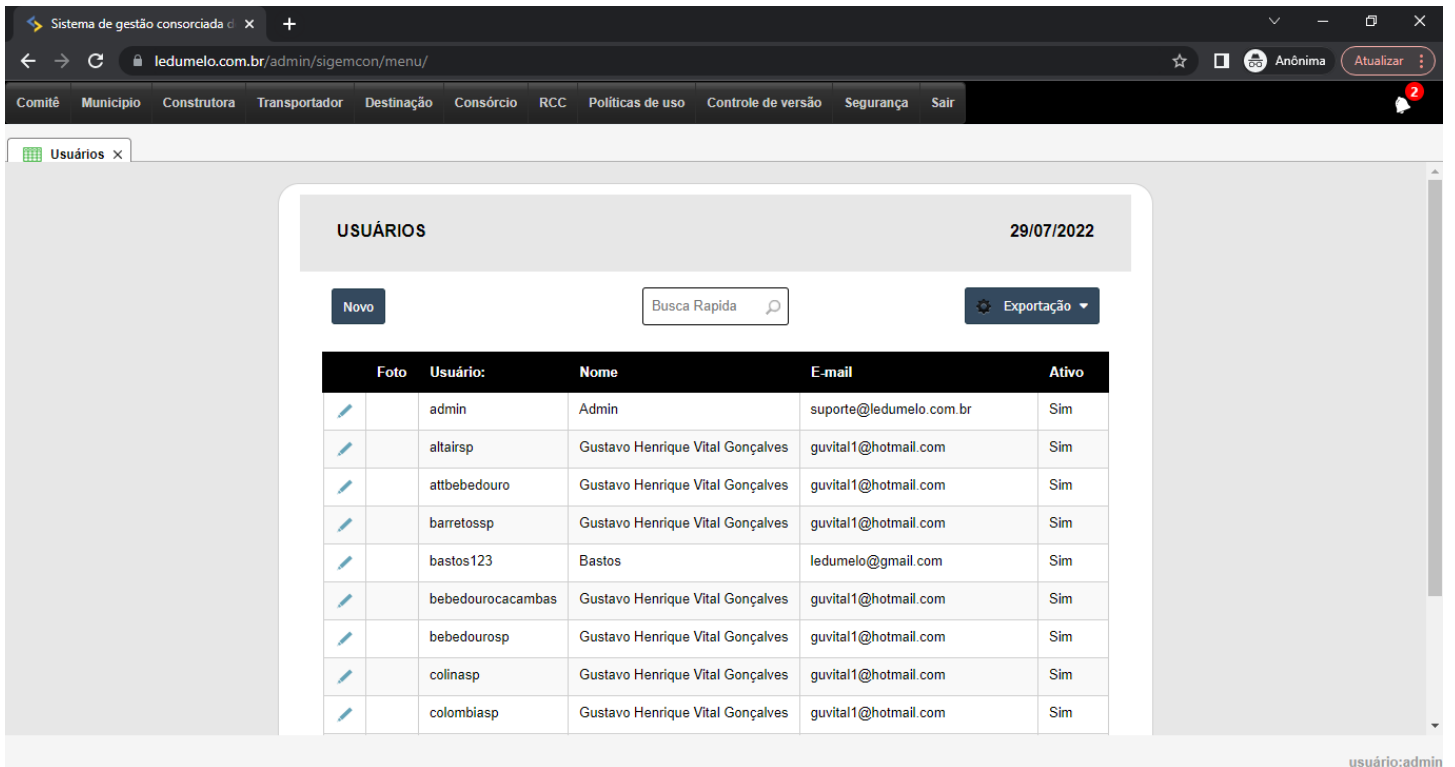


Figura 123 - Interface referente às legislações de RCC

**LEGISLAÇÃO**

Busca Rápida  recarregar

Capa	Nome	Descrição	Download
	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Estabelece as diretrizes, responsabilidades, princípios e objetivos que norteiam os diferentes participantes na implementação da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.	<a href="#">Lei 12.305(2).pdf</a>

usuário:barretoss

Figura 124 - Interface referente ao diagnóstico por município

**Diagnóstico da gestão dos RCC**

Nome do município	Altair
UF	SP
Área do territorial (km²)	316
Área urbana (km²)	0.729
População estimada	4.067
Ano do último censo	2.010
Taxa geométrica de crescimento anual	0.55
Geração média de resíduos sólidos urbanos (t/dia)	1.51
Possui unidades de recebimento de pequenos volumes?	Não
Possui área de transbordo e triagem de resíduos pública?	Não
Possui usina de reciclagem de RCC pública?	Não
Responsável pela coleta de RCC no município	Público

**Estimativa da geração de RCC**

Quantidade de RCC coletado pela Prefeitura	125,44 t/mês
Quantidade de RCC coletado por empresas privadas	0,00 t/mês
Provável geração do município	1.505,28 t/ano

usuário:barretoss

## 5.4 VALIDAÇÃO DO SISTEMA

A primeira etapa da validação do SIGECON foi realizada durante a codificação do *software*, onde foram realizadas as revisões e as correções dos *bugs*. Ao final da programação, foram testadas a funcionalidade do fluxo de informações entre os módulos do sistema.

Como forma de verificar a aplicabilidade do sistema com a realidade dos municípios da UGRHI 12, realizou-se uma comparação das ferramentas do sistema com o diagnóstico realizado nesse trabalho. Para validação do banco de dados do sistema, utilizou-se a ferramenta de projeto e de diagnóstico individual e geral para os 12 municípios da bacia, de modo a comparar os dados estimados do modelo com a realidade dessas cidades.

Os dados de entrada cadastrados no SIGECON encontram-se descritos no item 4.3, tais como: área urbana, população do último censo, taxa geométrica de crescimento, geração média de resíduos sólidos urbanos, geração média de resíduos da construção civil, destinação final de RCC.

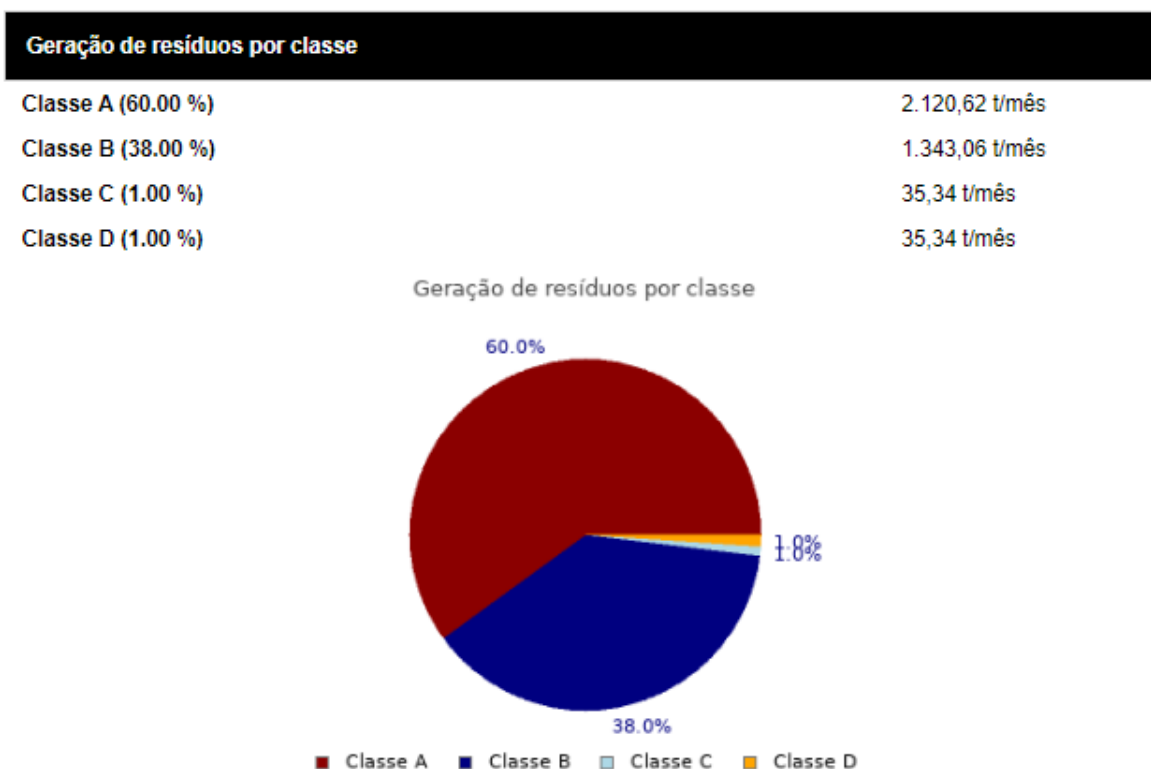
A partir dos dados cadastrados, o sistema realizou a estimativa da geração de resíduos no município (Figura 125), a classificação por classe (Figura 126) e por tipo de material (Figura 127). O relatório completo do diagnóstico emitido para o município de Bebedouro encontra-se disponível no Apêndice J.

**Figura 125 - Estimativa de geração de resíduos em Bebedouro/SP**

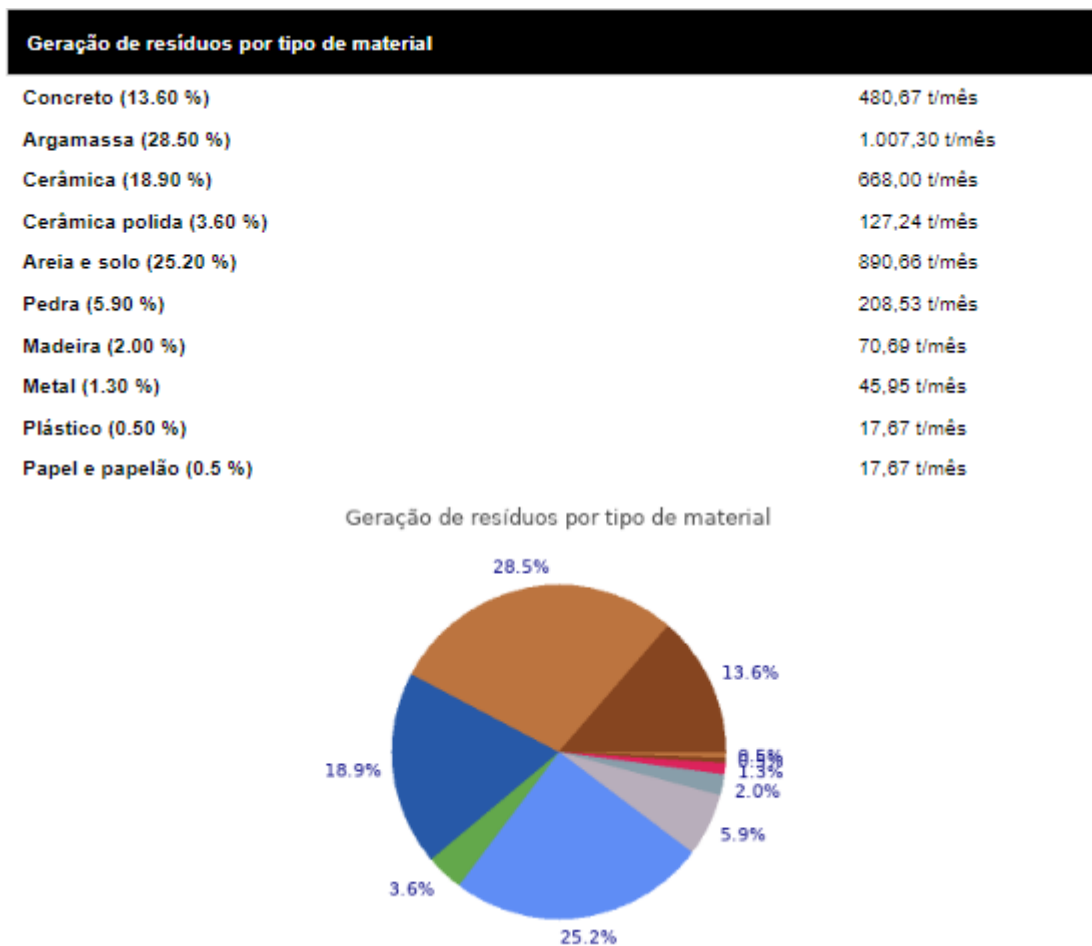
<b>Estimativa da geração de RCC</b>	
Quantidade de RCC coletado pela Prefeitura	2.219,17 t/mês
Quantidade de RCC coletado por empresas privadas	1.315,20 t/mês
Provável geração do município	42.412,47 t/ano
	3.534,37 t/mês
	117,81 t/dia
Geração per capita	0,94 kg/hab.dia
	337,51 kg/hab.ano



**Figura 126 - Estimativa de geração de resíduos por classes em Bebedouro/SP**



**Figura 127 - Estimativa de geração de resíduos por tipo de material em Bebedouro/SP**



Considerando que o município não dispõe de ecopontos para triagem dos resíduos proveniente de pequenos geradores nem área de transbordo e triagem, o SAD realizou o dimensionamento da quantidade e custo da ATT (Figura 128) e dimensionamento e custo dos ecopontos (Figura 129).

**Figura 128** - Dimensionamento da área de transbordo e triagem para o município de Bebedouro/SP

DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM	
Município	Bebedouro
UF	SP
Geração de RCC	101,79 m <sup>3</sup> /dia
Quantidade de ATT que o município possui	Não possui
Quantidade de ATT a serem instaladas	1
Área mínima necessária para implantação da ATT	4800 m <sup>2</sup>
Custo unitário de implantação da ATT (R\$/unid.)	R\$ 267.000,00
Custo unitário de operação da ATT (R\$/mês)	R\$ 5.200,00
Custo unitário de manutenção da ATT (R\$/mês)	R\$ 2.222,23
Custo total de implantação das ATT	R\$ 267.000,00

[PDF](#)
[Imprimir](#)
[Voltar](#)

**Figura 129** - Dimensionamento dos ecopontos para o município de Bebedouro/SP

DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ECOPONTOS	
Município	Bebedouro
UF	SP
Raio de abrangência	1,50
Quantidade mínima de ecopontos	3
Quantidade de ecopontos que o município já possui	0
Quantidade de ecopontos a serem implantados	3
Quantidade de habitantes atendidos por ecoponto	25.402
Capacidade de recebimento de cada ecoponto	30,40 t/dia
Custo unitário de implantação de cada ecoponto (R\$/unid.)	R\$ 117.000,00
Custo unitário de operação de cada ecoponto (R\$/mês)	R\$ 5.100,00
Custo unitário de manutenção de cada ecoponto (R\$/mês)	R\$ 1.267,43
Custo total de implantação dos ecopontos	R\$ 351.000,00

[PDF](#)
[Imprimir](#)
[Voltar](#)

Considerando uma capacidade de recebimento de 25 t/dia de resíduos, e com uma área de abrangência de 1,5 km, estimou-se a necessidade de instalação de três ecopontos para o município de Bebedouro, com um custo de instalação de quase trezentos e trinta e três reais mil reais.

Para realizar o diagnóstico geral dos municípios pertencentes à bacia, o sistema varre o banco de dados, acumulando os dados lançados de cada município e

apresenta o relatório final (Figura 130). O relatório completo do diagnóstico geral encontra-se disponível no Apêndice K.

**Figura 130 – Diagnóstico geral dos municípios da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande**

<b>Diagnóstico da gestão do RCC nos municípios consorciados</b>	
Quantidade de municípios consorciados	12
População estimada	339.044
Geração média de resíduos sólidos urbanos (t/dia)	0,99
Quantidade total de Ecopontos	8
Quantidade total de ATT	2
Quantidade total de usinas de reciclagem	1
<b>Modelo de Gestão adotada</b>	
Público	66.7 %
Privado	8.3 %
Público/Privado	25.0 %

Quanto à destinação final de RCC na bacia, foi estimado pelo sistema uma usina com um britador de 42 t/h (Figura 131).

**Figura 131 - Dimensionamento da Usina de Reciclagem de RCC**

<b>Usina de reciclagem</b>	
Capacidade do britador (t/h)	41,59 t/h
Área mínima necessária	20.796,55 m <sup>2</sup>
<b>Custo de implantação</b>	
Terreno	R\$ 800.000,00
Aquisição e instalação de equipamentos	R\$ 515.000,00
Aquisição de veículos	R\$ 500.000,00
Obras civis	R\$ 304.000,00
Mobiliário	R\$ 8.000,00
Licença ambiental	R\$ 60.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 2.177.000,00</b>
<b>Custo de operação</b>	
Mão de obra e leis sociais	R\$ 25.000,00
Insumos	R\$ 2.500,00
Energia elétrica	R\$ 4.000,00
Água	R\$ 540,00
Telefone	R\$ 300,00
Combustível	R\$ 5.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 37.340,00</b>

Dessa forma, observou-se que os dados de saída do SAD favoreceu o planejamento da gestão consorciada de RCC nos municípios, ao apresentar alternativas viáveis para a coleta, transporte e destinação final desses resíduos nos municípios analisados.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O SIGECON, a partir dos testes e validação dos seus módulos, favorece a implementação do sistema de gestão consorciada de RCC em municípios brasileiros, considerando a especificidade de cada município e cada região, visto que foram incluídas no banco de dados do sistema informações de diversos municípios e pesquisas já realizadas no país.

O sistema favorece a gestão integrada considerando a dimensão política, pois auxilia no cumprimento das leis e normas, bem como na implementação de boas práticas e soluções viáveis para os resíduos (dimensão econômica). Nos quesitos culturais e sociais, reduz-se os impactos socioambientais pela deposição irregular dos RCC, e auxilia na implementação de programas de educação ambiental, permitindo ainda que a sociedade participe de forma mais efetiva da gestão dos RCC, na fiscalização e na destinação de resíduos em ecopontos.

O objetivo de estudar a situação dos RCC nos municípios integrantes da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (BH-BPG) pertencente à 12ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI 12), também foi alcançado a partir dos objetivos específicos. O diagnóstico da gestão nesses municípios favoreceu a definição das ferramentas necessárias para a criação dos módulos do sistema.

As informações sobre a situação dos RCC foram levantadas por meio de questionário-padrão enviado à prefeitura de cada município, às empresas privadas de coleta de resíduos e por meio de visitas técnicas realizadas pelo autor.

Foi possível levantar e analisar os dados referentes às diversas variáveis que compõem a gestão dos resíduos da construção civil, através do uso das respostas dadas aos questionários, além das informações obtidas realizadas in loco. Também foram feitos contatos com os proprietários de todas as empresas privadas de coleta de RCC nos municípios em que estivessem instaladas.

Os indicadores levantados na pesquisa, a respeito da gestão dos RCC nos municípios estudados, podem servir como subsídio a novas políticas públicas dos referidos resíduos. Este objetivo foi cumprido, conforme análise descritiva dos municípios.

Através do estudo da gestão municipal dos RCC na Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande (UGRHI 12), conclui-se que a maioria dos 12 municípios integrantes ainda tem muito a caminhar para implantar as atuais diretrizes propostas pela legislação federal. De acordo com os resultados obtidos, o município que apresentou maior geração de RCC foi Bebedouro (129,83 t/dia), com geração *per capita* de 1,70 kg/hab.dia. Tal fato pode ser explicado devido ao fato do município estar recebendo investimentos na área imobiliária, com a construção de edifícios residenciais.

Além de Bebedouro, os municípios de Barretos (117,81 t/dia), Orlandia (53,76 t/dia) e Morro Agudo (43,6 t/dia) também produzem elevados volumes, o que indica a necessidade urgente de implantação de políticas municipais específicas.

A partir das taxas *per capita* de todos eles, foi obtida a média *per capita* da bacia do Baixo Pardo/Grande de 1,31 kg/hab.dia.

Foi possível verificar que nenhum município da UGRHI 12 possui Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme diretrizes da Resolução CONAMA nº 307/2002. Além disso, os municípios não possuem áreas de transbordo e triagem, aterros de resíduos da construção civil e usinas públicas de reciclagem de resíduos classe A, infraestruturas essenciais para o gerenciamento dos RCC.

Com resultados obtidos no diagnóstico da situação dos RCC dos municípios, foi possível avaliar a viabilidade econômica para gestão dos resíduos da construção em consórcio intermunicipais. A formação de um consórcio entre os municípios em que eles compartilhariam áreas de transbordo e triagem e uma usina de reciclagem fixa, resultou em uma TIR de 78,79% e um VPL de R\$ 29.094.983,16 e um payback de 1 ano e 7 meses. Nos três cenários analisados foi possível demonstrar que esse modelo de gestão pode ser viável e lucrativo.

O desinteresse dos municípios na formação de consórcios e na busca de parcerias ainda nos dias de hoje só se justifica pelo desconhecimento de suas vantagens, incompreensão dos procedimentos técnicos ou fatores político-partidários. Por conseguinte, o sistema de apoio a gestão desenvolvido pode ser de grande potencial para prefeituras que possuem uma quantidade limitada de profissionais e poucos gestores com conhecimento técnico acerca da gestão de resíduos da construção civil, devido ao fato do *software* permitir a automação de diversos processos que demandariam uma maior equipe.

Constatou-se que o sistema desenvolvido é de grande potencial para prefeituras que possuem uma quantidade limitada de profissionais e poucos gestores com conhecimento técnico acerca da gestão de resíduos da construção civil, devido ao fato do *software* permitir a automação de diversos processos que demandariam uma maior equipe.

A implementação da ferramenta de denúncias de deposição irregular agiliza as atividades de fiscalização e coleta dos RCC dispostos ilegalmente. Foi possível incluir também a sociedade em geral, como atores no processo de gerenciamento dos resíduos, ampliando a capacidade de fiscalização e mapeamento dos resíduos.

Conclui-se, portanto, que a ferramenta computacional desenvolvida, testada com um banco de dados, acerca da gestão consorciada de RCC, possibilita identificar uma melhor alternativa de gestão, integrando os municípios e considerando a realidade de cada um.

Considerando algumas limitações encontradas no desenvolvimento do sistema, sugere-se os seguintes estudos visando o aprimoramento do mesmo:

- Avaliar a viabilidade econômica para formação de consórcios intermunicipais em outros conjuntos de municípios, pois outros cenários podem se tornar mais viáveis ou não, a depender das características de outras localidades e regiões do país.
- Utilização da matriz SWOT como ferramenta de análise para avaliar a possibilidade de criação de um consórcio intermunicipal na gestão e gerenciamento dos RCC na UGRHI 12 e em outras regiões.
- Criação de um manual, impresso ou digital, levando em consideração que o usuário pode não ter familiaridade com a tecnologia em uso;
- Aplicação do SIGECON em outros municípios e regiões do Brasil;
- Aperfeiçoar o sistema com um aplicativo de mapeamento, em tempo integral, dos pontos de deposição irregular de RCC, de modo que a população possa fazer denúncias via aplicativo integrado ao *software*;
- Expansão do sistema com um módulo para quantificar a geração de resíduos em obras. Além disso, são necessárias pesquisas relacionadas à geração de resíduos por fase de construção, com o intuito de identificar em quais etapas há uma maior geração de resíduos;

- O desenvolvimento de estudos e projetos para auxiliar na implantação de soluções para a destinação adequada de resíduos da construção civil, principalmente para as cidades de pequeno porte, que sofrem com a falta de recursos financeiros e técnicos.

## REFERÊNCIAS

- ABRECON - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Relatório de Pesquisa Setorial 2014/2015**. São Paulo, 2015.
- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. Disponível em: < <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/> > Acesso em 19 de abril de 2022.
- AKHTAR, A.; SARMAH, A.K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: a global perspective. **Journal of Cleaner Production**. 186, 262-281. 2018.
- ALBUQUERQUE, E. L. S. **Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras: contribuição ao ordenamento territorial do setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2015. 258p.
- ALYOUBI, B. A. Decision Support System and Knowledge-based Strategic Management. **Procedia Computer Science**, 65, 278–284. Elsevier. 2015.
- ANGULO, S. C.; TEIXEIRA, C. E.; CASTRO, A. L. de; NOGUEIRA, T. P. Resíduos de Construção e Demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011.
- ASLAM, M.S.; HUANG, B.; CUI, L. Review of construction and demolition waste management in China and USA. **Journal of Environmental Management**, 264, 110445. 2020. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110445
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.113**: Resíduos da construção civil e resíduos inertes - aterros - diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.
- AREIAS, G. P. C. **Dos Instrumentos de Gestão à Tomada de Decisão-Evidências na Estrutura Empresarial do Alto Minho**. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Viana do Castelo. 2016.
- AYRES, P.H.F. **Etapas iniciais e fundamentais para desenvolvimento de um software de gestão de resíduos sólidos da construção civil**. 2014. 84 f.



Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Engenharia do Paraná, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2014.

BATISTA, S. **O papel dos prefeitos e das prefeitas na criação e na gestão dos consórcios públicos**. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2011. 115 p.

BORDEUAX-RÊGO, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOTES, LUIS PÉREZ. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.170p.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. 2.ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro-RJ, 2007. P:153-223.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES)**. Brasília, agosto de 2020. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/conesan/sites/253/2020/11/pnrs\\_2020.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/conesan/sites/253/2020/11/pnrs_2020.pdf). Acesso em 20 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2019**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 469, de 30 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 448, de 19 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. **Diário Oficial da União**, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, 2010a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos da construção civil em consórcios públicos**. Projeto internacional de cooperação técnica para melhoria da gestão ambiental no Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2010b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Manual para Implantação de Compostagem e Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos**. Brasília, 2010c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Manual para Implantação de Sistema de Apropriação e Recuperação de Custos dos Consórcios Prioritários de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010d.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de Julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da União**, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, 2002.

BRASIL. Caixa Econômica Federal – CEF. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: Caixa, 2005a. 194p.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 2005b.

BRUM, E.M. **Aspectos econômico, social e ambiental da sustentabilidade de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil**. 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Infraestrutura e Meio Ambiente, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

CABRAL, A.E.B.; MOREIRA, K.M.V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Programa Qualidade de Vida na Construção. Fortaleza: SINDUSCON/CE, 2011.

CALDERAN, T. B.; MAZZARINO, J.; KONRAD, O. Consórcios intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos domésticos e como elemento de desenvolvimento regional sustentável. **Revista de Direito Ambiental**. Curitiba, v. 17, n. 66, p. 317-333, 2012.

CALVO, N.; VARELA-CANDAMIO, L.; NOVO-CORTI, I. A dynamic model for construction and demolition (C&D) waste management in Spain: driving policies based on economic incentives and tax penalties. **Sustainability** 6, 416-435. 2014.

CARNASCIALI, A.M.S.; DELAZARI, L.S. A localização geográfica como recurso organizacional: utilização de sistemas especialistas para subsidiar a tomada de decisão locacional do setor bancário. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 103-125, jan./fev. 2011.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. - João Pessoa, 2005. 131 p.

CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. Reciclagem de Entulho da Região Metropolitana de Salvador Para a Produção de Materiais de Construção de Baixo Custo. In: **Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental**, 9., Porto Seguro. ABES, 2000.

CARVALHO, A. T. F. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos**

**hídricos no Brasil.** Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 42, p. 140-161, jan./jun. 2020.

CHAVES, L. C.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; VALMORBIDA, S. M. I. ROSA, F. S. da.. Sistemas de apoio à decisão: mapeamento e análise de conteúdo. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 12, n. 1, p. 6, 2013.

CHIECO, T. A. O papel dos consórcios públicos no setor de saneamento básico à luz da Lei 11.445/2007 e do decreto 7.217/2010. In: **Estudos sobre o marco regulatório de saneamento básico no Brasil.** Belo Horizonte: Fórum, 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. 338-52, 2013.

COSTA, L. N.; FRANÇA, A. A.; FRANÇA, P. S. DA S.; BORGES, J. A.; MADUREIRA, H. P.; MACIEL, R. F. COVID-19: O isolamento social e a geração de resíduos sólidos na cidade de São Luís-MA. **Holos**. 36 (5), 1-11. 2020.

COSTA, R. V. G. da; ATHAYDE JUNIOR, G. B.; OLIVEIRA, M. M. de. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 127-137, jan./mar. 2014.

CÓRDOBA, R. E. **Estudo do sistema de gerenciamento integrado de resíduos de construção e demolição do município de São Carlos - SP.** 406 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CORRÊA, B. C.; CURSINO, D.; SILVA, G. Viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem da construção civil na cidade de São José dos Campos/SP. In: **Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria.** Taubaté, 2019. IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2019.

CRUZ, M. do **C. Consórcios Intermunicipais: uma alternativa de integração regional ascendente.** São Paulo: Polis; Programa Gestão Pública e Cidadania/EAESP/FGV, 2001, 96p.

DAMASCENO, T. M.; RODRIGUES, T. C. Análise de viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil na cidade Itabira-MG. **Revista Científica Doctum: Multidisciplinar.** DOCTUM. Caratinga. v. 2, n. 3, Novembro 2019.

DUAN, H.; WANG, J.; HUANG, Q. Encouraging the environmentally sound management of C&D waste in China: an integrative review and research agenda. **Renew. Sustain. Energy Rev.** 43, 611–620. 2015.

EC. **European Green Deal.** European Commission. European Union Wastes. 2021. Disponível em: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europeangreen-deal\\_pt](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europeangreen-deal_pt). Acesso em 10 de janeiro de 2021.

EVANGELISTA, P. de A.; COSTA, D.B.; ZANTA, V.M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

EPA. **Construction and Demolition Debris: Material-Specific Data**. Environmental Protection Agency. 2020. Disponível em: <https://www.epa.gov/factsand-figures-about-materials-waste-and-recycling/construction-and-demolitiondebris-material>. Acesso em 20 de julho de 2022.

EUROPEAN COMMISSION. **Construction and Demolition Waste (CDW)**. 2019. Disponível em: [https://ec.europa.eu/environment/waste/construction\\_demolition.htm](https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm). Acesso em 20 de julho de 2022.

EUROSTAT - EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Generation of waste by waste category, hazardoussness and nace** Rev. 2 activity. 2020a. Disponível em: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>. Acesso em 30 abril de 2022.

EUROSTAT - EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Eurostat Statistics Energy, transport and environment statistics 2020**. 2020b. European Commision. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. Acesso em 30 abril de 2022.

EUROSTAT - EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Real GDP per capita**. 2020c. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_08\\_10/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table?lang=en). Acesso em 30 abril de 2022.

EUROSTAT - EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Waste generation by economic activities and Households**. 2018a. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Waste\\_statistics#Total\\_waste\\_generation](https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Waste_statistics#Total_waste_generation). Acesso em 30 abril de 2022.

EUROSTAT - EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Eurostat Statistics for Waste Flow Generation 2018**. European Commision. 2018b. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>. Acesso em 30 abril de 2022.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FERREIRA, V. V. **Projeto de um Software de Gestão Integrada de Resíduos**. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG. 59 f. 2019.

FONSECA, I. G. da.; BURSZTYN, M.; MOURA, A. M. M. de. Conhecimentos técnicos, políticas públicas e participação: o caso do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). **Revista Sociol. Polit.** 20. 2012.

- FREITAS, W.C. **Análise da geração de resíduos da construção civil no município de Batatais-SP para implantação de gerenciamento integrado**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.
- FREITAS, H.; BECKER, J. L.; KLADIS, C. M.; HOPPEN, N. **Informação e decisão: sistemas de apoio e seu impacto**. Porto Alegre/RS: Ed. Ortiz, 1997, 214 p.
- FU, P.; LI, H.; WANG, X.; LUO, J.; ZHAN, S.-L.; ZUO, C. Multiobjective Location Model Design Based on Government Subsidy in the Recycling of CDW. **Mathematical Problems in Engineering**, 2017.
- GEUS. L. M., MOURA. E. N., GARCIAS. C. M. Uso do SIG como suporte à definição da localização de pontos de entrega voluntária de resíduos de construção e demolição. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 15, n. 37, p. 23-39, jul/set. 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; de ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas. 2009.
- GONÇALVES, G. H. V.; ROCHA, L. B. G. da; MARQUES NETO, J. da C. Proposição de soluções para destinação de resíduos da construção civil para municípios de pequeno porte. **Revista DAE**, São Paulo, 2022, no prelo.
- GONÇALVES, G. H. V. **Diagnóstico dos resíduos da construção civil no município de Orlandia-SP como subsídio ao estudo e proposição de soluções tecnológicas**. 2016. 158 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016.
- GOOGLE. **Google Earth** website. <http://earth.google.com/>, 2022.
- GHISELLINI, P.; JI, X.; LIU, G.; ULGIATI, S. Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: A review, **Journal of Cleaner Production**, 195, 418-434. 2018.
- GRUBBA, D. C. R. P. **Estudo do comportamento mecânico de um agregado reciclado de concreto para utilização na construção rodoviária**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 2009.
- GRUSSING, M. N.; MARRANO, L. R.; WALTERS, M. C. Development of Army Facility Functionality Assessment Criteria and Procedures. Champaign: US Army Engineer Research and Development Center - **Construction Engineering Research Laboratory**. 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa da população 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019b.

ICF Incorporated. **Construction and demolition waste**. U.S.A.: Draft Report, 1995.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JIN, R.; LI, B.; ZHOU, T.; WANATOWSKI, D.; PIROOZ FAR, P. An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. **Resources, Conservation & Recycling**, 2017. v. 126, pp. 86-98.

KABIRIFAR, K.; MOJTAHEDI, M.; WANG, C.; TAM, V.W.Y. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: a review. **Journal of Cleaner Production**. 263, 121265. 2020.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Edipucs. Porto Alegre, 2009. 163 p.

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.

KUHN, C.; BRUM, E. M.; BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; PASQUALI, P.B. análise de viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de Resíduos da construção civil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 478 - 494, jul./set. 2017.

LEITE. J. A. G. **Gestão dos resíduos de construção civil procedentes de pequenas construções no Município de Belém- Pa**. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2019.

LI, J.; YAO, Y.; ZUO, J.; LI, J. Key policies to the development of construction and demolition waste recycling industry in China. **Waste Management**, 108, 137-143. 2020. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.04.016

LIN, B.C. Sustainable Growth: A Circular Economy Perspective. **Journal of Economic Issues**, 54(2), 465-471. 2020. DOI: 10.1080/00213624.2020.1752542.

LEITE, W. C. de A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) como referência**. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

LIMA, R. M. S. R. **Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil na esfera municipal**. Tese (Doutorado em Saúde Pública), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

- LLATAS, C. A. A model For Quantifying Construction Waste in Projects According to the European Waste List. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1261-1276, 2011.
- LOPES, A. A. **Estudo da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na Bacia Tietê-Jacaré (UGRHI-13)**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- LOPES, A. A.; AMARAL, A. R.; SOARES, A. F. S. Implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção civil em município de médio porte. In: **2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, Foz do Iguaçu, 2019.
- LÓPEZ, G. Gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la comunidad de Madrid (España). In: **3º Seminário Iberoamericano de Ingeniería de Resíduos**, 2010, João Pessoa.
- LORENTZ, J.; CALIJURI, M. L.; MARQUES, E. A. G.; BAPTISTA, A. C. Multicriteria Analysis Applied to Landslide Susceptibility Mapping. **Natural Hazards**, v. 1, p. 12-27, 2016.
- LUPATINI, G. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à decisão em Escolha de Áreas para aterros sanitários**. 2002. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- MACHADO, P.J.O; TORRES, F.T.P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- MAIA, A.L.; MACHADO, F.M.; FREITAS, F.A.M.; SILVA, L.M.C.; SANTOS, R.R.D.; FERREIRA, R.H. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos da construção civil - PGIRCC**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro. 44 p. 2009.
- MÁLIA, M.; BRITO, J.; BRAVO, M. Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, nº 3, p. 117-130, jul./set. 2011.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- MARQUES, E. **Proposição e análise econômica de arranjos logísticos para a gestão e reciclagem de resíduos da construção civil em consórcios intermunicipais**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.
- MARQUES NETO, J.C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. 2009. 669 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Diagnóstico Ambiental Para Gestão Sustentável dos Resíduos de Construção e Demolição. In: **Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental**, 12., Figueira da Foz, Portugal, 2006. Anais... Figueira da Foz, Portugal: APRH/ABES, 2006.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RIMA, 2005. 162p.

MELO JUNIOR, D. R. de. O novo regime dos consórcios públicos e o federalismo compartilhado: um desafio para o controle externo brasileiro. **Revista do TCU**, n. 115, p. 36-55, 2009.

MORAIS, G. M. D. de. **Diagnóstico da deposição clandestina de Resíduos de Construção e Demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma gestão sustentável**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2006. 201 p.

MOREIRA, E. H.; CUNHA, N. B. J. **Alternativas para a destinação de resíduos da construção civil**. 2º Ed. Belo Horizonte: SINDUSCON - MG, 2008. 84 p.

MORESCO, J. M. **Análise de fatores que influenciam aspectos financeiros de implantação e operação de usinas de reciclagem de RCD**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2017. 134p.

NASCIMENTO, W. M.; VILAÇA, M. G.. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. **Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, n. 7, maio de 2008.

NASCIMENTO NETO, P. N.; MOREIRA, T. A. Consórcio intermunicipal como instrumento de gestão de resíduos sólidos urbanos em regiões metropolitanas: reflexões teórico-conceituais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 3, p. 239-282, 2012.

NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014, 176p.

NEGRINI, Ricardo Augusto. Os Consórcios Públicos no Direito Brasileiro. 2009. 221 f. Dissertação (Mestrado em Direito). Faculdade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto-SP, 2009.

NICOLAU, M. F. **Estudo de viabilidade econômica com concepção de projeto de usina de reciclagem de RCC classe A para municípios de pequeno porte**. 2018. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016.

NOGUEIRA, N. G.; GONÇALVES, R. S. R.; CAMPOS, R. de. Analysis of the application of business process management in a section of a public university.



**Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 13, n. 4, p.289-309, 1 nov. 2018.

NOTARO, K. A.; SILVA, R. C. da. RCC – Resíduos da Construção Civil: Caracterização de sua Gestão Integrada. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, São Paulo, v. 03, n. 16, p. 157-171, 2015.

OLIVEIRA, F. C. de. **Usina de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição: Análise de viabilidade de implantação no município de Ouro Preto - MG**. 132 F. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2020.

OLIVEIRA, C.; GANZELI, P. Relações intergovernamentais na educação: fundos, convênios, consórcios públicos e arranjos de desenvolvimento da educação. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano 34, n.125, p. 1031-1047, out. 2013.

OLIVEIRA, V. F.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q. O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. **Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria**. Taubaté, 2011.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B.. Caracterização morfológica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

OLIVEIRA NETO, R.; GASTINEAU, P.; CAZACLIU, B. G.; GUEN, L. L.; PARANHOS, R. S.; PETTER, C. O. An economic analysis of the processing technologies in CDW recycling platforms. **Waste Management**, 2017. v. 60, pp. 277-289.

OSSA, A.; GARCÍA, J. L.; BOTERO, E. Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: a sustainable alternative for the pavement construction industry. **Journal of Cleaner Production**, 135, 379–386. 2016.  
DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.06.0880959-6526.

PAIVA, I. V. L. de. **Análise da viabilidade econômica e ambiental para criação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil em uma abordagem simbiótica: um estudo para a região metropolitana de Natal**. 2016. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2016.

PARCHOMENKO, A.; NELEN, D.; GILLABEL, J.; VRANCKEN, K.C.; RECHBERGER, H. Evaluation of the resource efficiency of circular economy strategies through the analysis of multilevel statistical entropy. **Resources, Conservation & Recycling**, 161, 104925. 2020.

PEIXOTO, J. B. **Manual de implantação de consórcios públicos de saneamento**. Brasília, 2008.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PAZ, D.H.F. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de edificações urbanas**. 2014. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

PINTO, T.P.; GONZÁLEZ, J. L. R. (Coord.) **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. 196 p., Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PORTO, M. F A. **Gestão de bacias hidrográficas**. estudos avançados, v. 22, n. 63. 43-60, São Paulo 2008.

PRATES, A. M. Q. Os consórcios públicos municipais no Brasil e a experiência europeia: alguns apontamentos para o desenvolvimento local. In: **Congresso Consad de Gestão Pública**, III, 2012, Brasília.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2010.

REBELATTO, D. A. N. **Projeto de Investimento**. 1. ed. Barueri - SP: Editora Manole, 2004.v. 01. 329p.

RODRIGUES, W.; MAGALHÃES FILHO, L. M.; PEREIRA, R. dos S. Análise dos determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais estaduais brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n. 1, 2016.

ROSA, L. A. S. **A Bacia Hidrográfica como Unidade Territorial de Gestão Ambiental no Programa de Revitalização**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. 91p.

ROSSI, R. de C.; SILVA, S. A. da. O Consórcio do Nordeste e o federalismo brasileiro em tempos de Covid-19. Espaço e Economia. **Revista brasileira de geografia econômica**, n. 18, 2020.

SÁEZ, P. V.; OSMANI, M. A diagnosis of construction and demolition waste generation and recovery practice in the European Union. **Journal of Cleaner Production**. Rev. 241. 2019.

SALVI, C. R. S. **Estudo da viabilidade da utilização de agregados reciclados provenientes de rcd em estradas rurais e florestais**. Dissertação (Mestrado em Estruturas de Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal p. 129, 2020.

SÃO PAULO (ESTADO). **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. CBH-PBG. 2022a. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhbpg/apresentacao>. Acesso em 20 de julho de 2022.

SÃO PAULO (ESTADO). Departamento de Estradas e Rodagem. **Tabelas - Mapas**. 2022b. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/Mapas>. Acesso em 20 de julho de 2022.

SAPATA, S. M. M. **Diagnóstico e proposta para gerenciamento do resíduo da construção civil no município de Maringá-PR. Potencialidades de uso em obras públicas**. Florianópolis, 2002. 203f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, A. H. L.; CASTRO, M. C. A. A.; LORENZO, H. C. **Metodologia de avaliação de consórcios públicos de manejo de resíduos sólidos**. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente - ENEMA, 18, 2016, São Paulo, SP. Anais eletrônicos. São Paulo: USP, 2016.

SCHALCH, V.; CASTRO, M.A. S. de; CÓRDOBA, R. E. **Tratamento e disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos**. São Carlos, EESC-USP, 2015, 52 p.

SCHALCH, V.; CÓRDOBA, R.E. **Estratégia para gestão de resíduos sólidos**. 2009. Material didático para a disciplina de Sistema de Gestão Ambiental (CD-ROM). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2009.

SCHALCH, V. **Estratégia para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SCREMIN, L.B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos da construção e demolição para municípios de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de análise de Dados. **Perfil dos Municípios Paulistas**. 2021. Disponível em: <http://perfil.seade.gov.br/>. Acesso em 15 de abril de 2022.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de análise de Dados. **Índice Paulista de Responsabilidade Social**. 2019. Disponível em: <http://www.iprs.seade.gov.br/>. Acesso em 15 de abril de 2022.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de análise de Dados. **Municípios**. 2019. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/economia/>. Acesso em 15 de abril de 2022.

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

SILVA, W. M. F.; IMBROSI, D.; NOGUEIRA, J. M. Municipal solid waste management: public consortia as an alternative sacale-efficient?: lessons from the Brazilian experience. **Current Urban Studies**, v. 5, p. 185-201, 2017.

SILVEIRA, R. C. E.; PHILIPPI, L. S. Consórcios públicos: uma alternativa viável para a gestão regionalizada de resíduos sólidos urbanos. **Revista Redes**, v. 13, n. 1, p. 205-224, 2008.

SINDUSCON. SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo: Sinduscon, 2012. 85 p.

SINDUSCON. SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil - Avanços Institucionais e Melhorias Técnicas: Manual técnico**. São Paulo, 2015.

SOBRAL, R. F. C. **Viabilidade econômica de Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil: Estudo de caso da USIBEN - João Pessoa/PB**. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Saneamento Ambiental-PPGEUA) – Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa, 2012. 114p.

SOUZA, F. F. de. Breves considerações acerca dos consórcios públicos instituídos pela lei nº 11.107/2005: oportunidades e desafios deste instrumento de cooperação federativa. **Revista Eletronica de Direito Administrativo Econômico**, Salvador, ano 28, p. 2-51, nov/dez. 2012.

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

TAQUETTE, S.R.; BORGES, L. **Pesquisa qualitativa para todos**. Petrópolis: Vozes, 2020.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Annual Report 2020**. Oxford University Press, New York. 2020.

ULUBEYLI, S.; KAZAZ, A.; ARSLAN, V. Construction and demolition waste recycling plants revisited: management issues. **Procedia Engineering**, 2017. v. 172, pp. 1190-1197.

US EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Advancing sustainable materials management: 2017 fact sheet**. 2019. Washington, D.C.: US EPA. 2019.

US EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Advancing sustainable materials management: 2018 fact sheet**. 2018. Washington, D.C.: US EPA. 2018.

VITALE, P.; ARENA, N.; DI GREGORIO, F.; ARENA, U. Life cycle assessment of the end-of-life phase of a residential building. **Waste Manag.** 60, 311-321. 2017.

WESTMACOTT, S. Developing decision support systems for integrated coastal management in the tropics: Is the ICM decision-making environment too complex for the development of a useable and useful DSS? **Journal of Environmental Management**, London, n. 62, p. 55-74, 2001.

YUAN, H. Barriers and countermeasures for managing construction and demolition waste: a case of Shenzhen in China. **Journal of Cleaner Production** 157, 84-93. 2017.

WIERZBICKI, A.P. Decision support methods and applications: the cross-sections of economics and engineering or environmental issues. **Annual reviews in Control**, Oxford, n. 24, p. 9-19, 2000.

ZORDAN, S. E. **Entulho da indústria da Construção Civil**. Artigo, São Paulo: PCC, EPUSP, 2002.

**APÊNDICE A - Questionário destinado aos municípios pertencentes à UGRHI 12**



Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão consorciada de resíduos da construção civil

Nome do município

Responsável pela resposta

Órgão Municipal que pertence

Cargo que ocupa

Telefone

E-mail para contato

**1. Quem é responsável pelo manejo de resíduos da construção civil (RCC) no município?**

Prefeitura Municipal  Empresas privadas  Prefeitura/Empresas privadas

**2. Há trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de resíduos da construção civil (RCC) no município?** (Funcionários, dirigentes ou outros alocados permanentemente e com ônus nos agentes públicos executores dos serviços de manejo de RCC.)

Não  Sim Quantos? Indicar número de trabalhadores  Ano Base

**3. Os serviços de manejo de RCC no município são executados por empresa contratada?** (Indicar o número de trabalhadores pertencentes ao quadro da empresa exclusivamente para execução dos serviços de manejo de RCC).

Não  Sim Quantos? Indicar número de trabalhadores  Ano Base

**4. O município conhece a metragem quadrada de todas as áreas licenciadas destinadas a construções novas, reformas e demolições em um ano?** (Estimativa de todas as áreas aprovadas nos alvarás de construção, regularização de construções existentes, reformas e demolições emitidos pelos órgãos competentes em um ano).

Não  Sim Áreas licenciadas (m<sup>2</sup>)  Ano Base

**5. O município conhece a estimativa da produção anual de resíduos da construção civil?** (Estimativa da quantidade anual total de resíduos coletados pela prefeitura ou empresa contratada por ela, empresas especializadas (caçambeiros), coletores autônomos (carroceiros) e próprios geradores. Indicar a unidade).

Não  Sim Produção de RCC  t.  m<sup>3</sup>  Ano Base

**6. Existem empresas especializadas de coleta de RCC (caçambeiros) que atuam no município?** (Ocorrência de execução de serviço de coleta de RCC feita por empresas especializadas (caçambeiros) contratadas pelo próprio gerador. Indicar todas as empresas que esteja oficialmente cadastradas na prefeitura.

Não  Sim Quantas? (Indicar número de empresas cadastradas  Ano Base

**7. O município conhece os volumes estimados de RCC recolhidos pela Prefeitura ou Serviço de Limpeza Pública por tipos de obras do município ou origem de resíduo?** (Indicar os volumes mensais estimados de RCC coletados pela prefeitura ou mesmo por empresas contratadas por ela por tipo de obra.

Não  Sim

Tipo de obra ou origem do resíduo	%	Volume Estimado
Construções novas	<input type="text"/>	<input type="text"/> m³/mês
Reformas / ampliações	<input type="text"/>	<input type="text"/> m³/mês
Demolições	<input type="text"/>	<input type="text"/> m³/mês
Deposições irregulares	<input type="text"/>	<input type="text"/> m³/mês

**8. Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de carroças de tração animal ou outro veículo com baixa capacidade volumétrica no município?** (Ocorrência de serviço de coleta de RCC por trabalhadores autônomos que utilizam carroças com tração animal ou outro tipo de veículo com pequena capacidade volumétrica (até 1m³). Agentes oficialmente cadastrados na prefeitura).

Não  Sim Quantas? (Indicar número de coletores)  Ano Base

**9. Há outros agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões basculantes ou carroceria no município?** (Ocorrência de execução de serviço de coleta de RCC por trabalhadores autônomos que utilizam caminhões tipo basculantes ou carroceria que estejam oficialmente cadastrados na prefeitura. Indicar as empresas nessa situação).

Não  Sim Quantas? (Indicar número de empresas)  Ano Base

**10. O município possui catadores de RCC em lixões, depósitos clandestinos ou dispersos pela cidade?** (Catadores autônomos que vivem da separação e comercialização de materiais recicláveis oriundos dos RCC).

Não  Sim Quantas? (Indicar número de catadores)  Ano Base

**11. O município possui Associações ou Cooperativas de Catadores de Materias recicláveis?** (Organizações de catadores que contam com o apoio técnico-operacional do agente público por meio de serviço de coleta seletiva).

Não  Sim Quantas? (Indicar número de associações)  Ano Base

**12. O município possui coleta seletiva de materiais recicláveis?** (Ocorrência do serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares executado por agente público ou empresa contratada, por empresa do ramo ou sucateiro, por associações ou cooperativas de catadores, ou por outros agentes).

Não  Sim Qual o custo estimado da coleta seletiva no município? Valor em R\$

**13. A prefeitura ou Serviço de Limpeza Pública cobra pelo manejo do RCC?** (Valor cobrado para disponibilização e coleta de caçamba estacionária em torno de 3m³ por período variável de uma semana. Considera-se como prefeitura qualquer órgão da administração direta centralizada - secretaria, departamento, divisão ou seção).

Não  Sim Custo da caçamba. Valor em R\$

**14. O município possui áreas oficiais para recebimento voluntário de pequenos volumes de RCC (Ecopontos)?** (Áreas públicas destinadas ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos limitados a 1m³ por viagem, gerados e entregues por munícipes ou pequenos coletores autônomos (carroceiros). Áreas de triagem e armazenamento temporário para futura destinação final adequada).

Não  Sim Ecopontos. Indicar quantidade.

Público  Privado  Licenciado  Em licenciamento

**15. O município possui áreas oficiais para triagem e transbordo de RCC (ATT)?** (Áreas destinadas ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, gerados e coletados por agentes privados, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente).

Não  Sim ATT. Indicar quantidade.

Público  Privado  Licenciado  Em licenciamento

**16. O município possui Aterro de Inertes e resíduos da construção civil licenciado pela CETESB ou em fase de licenciamento?** (Áreas onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos de construção civil de origem mineral, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente).

Não  Sim Aterro de inertes e RCC. Indicar quantidade.

Público  Privado  Licenciado  Em licenciamento

**17. O município possui usina de reciclagem de RCC licenciada pela CETESB ou em fase de licenciamento?** (Áreas destinadas ao beneficiamento e reciclagem dos resíduos da construção civil de origem mineral, visando seu reaproveitamento como agregado reciclado em obras públicas e de interesse social ou novos materiais de construção).

Não  Sim Usina de Reciclagem de RCC. Indicar quantidade.

**18. Tem conhecimento da Resolução CONAMA nº 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos?**

Não  Sim Qual sua opinião?

---



---



---

**19. O município possui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme exigência da Resolução CONAMA nº 307/2002?** (Se tiver poderia encaminhar?)

Não  Sim Em que fase se encontra? \_\_\_\_\_

---

**20. O município participa de algum consórcio intermunicipal?** (Conforme Lei de Consórcios Públicos e seu Regulamento - Lei 11.107/2005 e Dec. 6.017/2017 e da Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei 11.445/2007).

Não  Sim Quais principais atribuições: \_\_\_\_\_

---

**21. Descreva de forma sucinta como é realizado o manejo dos resíduos da construção civil no município.** (O manejo corresponde a coleta e transporte dos RCC gerados nas obras da cidade e sua destinação final em alguma área do município).

---



---



---



---



**22. Quais os tipos de veículos utilizados pela prefeitura ou Serviço de Limpeza Pública na execução da coleta de RCC no município e o número de viagens por mês?**

Descrição dos veículos e Equipamentos	Qtde (número de veículos)	Capacidade (m <sup>3</sup> por viagem)	Número de viagens mensais
Caminhões com Poliguindastes e caçambas estacionárias			
Caminhões com caçamba basculante e de madeira			
Pá carragadeira			
Retroescavadeira			
Motoniveladora			
Trator com carroceria			

**23. Indique a área onde o RCC é descartado atualmente no município? (Indique com números caso exista mais que uma área de descarte).**

Tipo de área	Corpos de água	Terrenos baldios	Estradas rurais	Depósitos autorizados	Vias públicas	Lixões	Aterro em vala
Nº Deposições?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Outro: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**24. Qual a composição do RCC produzido no município em porcentagem? (Porcentagem estimada)**

Tipo de resíduo ( Segundo Resolução CONAMA nº 307/2002)	%
<b>Classe A</b> concreto, argamassa, materiais cerâmicos, solos, rochas	<input type="text"/>
<b>Classe B</b> plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso, e outros	<input type="text"/>
<b>Classe C</b> materiais de construção não recicláveis	<input type="text"/>
<b>Classe D</b> tintas, solventes, óleos, materiais de isolamento e de amianto	<input type="text"/>

**25. Informe quanto o município gasta por mês, em média, com a gestão dos resíduos da construção civil? (Assinale a faixa de valores em R\$ correspondentes aos custos mensais das atividades de gestão dos RCC).**

Faixa de Valores (R\$)	Funiconarios	Combustível	Manutenção de veículos	Destinação final	Empresa contratada
Nada					
até 19.999,99					
20.000,00 a 39.999,99					
40.000,00 a 59.999,99					
60.000,00 a 79.999,99					
80.000,00 a 99.999,99					
Acima de 100.000,00					

**26. Quais os fatores de maior dificuldade para implementação da gestão dos RCC no âmbito dos municípios? (Atribua notas 1, 2, 3, 4 e 5 para os fatores descritos a seguir. Considere a nota 1 para os fatores de menor dificuldade e a nota 5 para os fatores de maior dificuldade).**

**Fatores**

Falta de recursos financeiros  
 Falta de infra-estrutura  
 Falta de recursos humanos  
 Funcionários desqualificados  
 Falta de conscientização ambiental  
 Ausência de legislação  
 Falta de incentivos  
 Falta de informações  
 Altos custos para valorização do resíduo através da reciclagem  
 Outras prioridades do município como educação e saúde

**Nota**


**27. Em sua opinião qual a melhor forma de gestão dos resíduos de construção civil?** (Atribua notas 1, 2, 3, 4 e 5 aos modelos de gestão abaixo. Considere a nota 1 para os piores modelos e a nota 5 para os melhores modelos).

**Modelos de Gestão**

Gestão pública dos RCC (coleta e transporte executada pela prefeitura com destino em área pública)  
 Gestão pública parcial dos RCC (coleta e transporte executada pela prefeitura com destino em área privada)  
 Gestão privada dos RCC (coleta e transporte executada por empresas com destino em área privada)  
 Reciclagem do RCC pública (licenciamento e operação de unidade de reciclagem realizado pela prefeitura)  
 Reciclagem do RCC privada (licenciamento e operação de unidade de reciclagem realizado por empresas)  
 Gestão consorciada (consórcio de municípios para gestão dos RCC - coleta, transporte, destino e reciclagem).

**Nota**


**APÊNDICE B - Questionário destinado aos agentes envolvidos na coleta e transporte de RCC**



Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão consorciada de resíduos da construção civil

**QUESTIONÁRIO AOS AGENTES PRIVADOS ENVOLVIDOS NA COLETA E TRANSPORTE DE RCC**

Nome/Razão social

Responsável

Município que atua

Endereço

Telefone

E-mail para contato

**ATIVIDADE** (Marcar com "x" a resposta)

Carroceiro	<input type="checkbox"/>
Empresa de aluguel de caçamba	<input type="checkbox"/>
Carro de aluguel (Frete)	<input type="checkbox"/>

**TIPO DE VEÍCULO**

	Nº de veículos	Nº de caçambas	Capacidade volumétrica (m³/viagem)
Caminhão Poliguindaste e caçambas metálicas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caminhão Basculante	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caminhonete	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Carroça de tração animal	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Carretão	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**VOLUME E ORIGEM DOS RCC E OUTROS RESÍDUOS COLETADOS**

Vol. Médio mensal (m³)	<input type="text"/>
Preço médio (R\$/viagem)	<input type="text"/>

Origem	Percentual
Novas construções	<input type="text"/>
Reformas	<input type="text"/>
Demolições	<input type="text"/>
Disposição Irregular	<input type="text"/>

Destino do RCC

**APÊNDICE C - Proposta de Protocolo de Intenções para formação do consórcio intermunicipal**

**CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BAIXO PARDO/GRANDE (COPIREC)**

PROJETO DE LEI Nº \_\_\_\_\_

**PROTOCOLO DE INTENÇÕES**

PROTOCOLO DE INTENÇÕES QUE ENTRE SI CELEBRAM OS MUNICÍPIOS DE ALTAIR, BARRETOS, BEBEDOURO, COLINA, COLÔMBIA, GUARACI, ICÉM, JABORANDI, MORRO AGUDO, ORLÂNDIA, TERRA ROXA E VIRADOURO PARA INSTITUIR O CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

OS MUNICÍPIOS DE ALTAIR, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Praça Joaquim Carlos Garcia, 384, bairro Centro, CEP 15430-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.152.782/0001-12, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; BARRETOS, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Quarenta, 2603, bairro Centro, CEP 14.783-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 44.780.609/0001-04, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; BEBEDOURO, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Praça Valêncio de Barros, 45, Centro, CEP 14.700-009, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.709.920/0001-11, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; COLINA, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à R. Antônio Paulo de Miranda, 314, Centro, CEP 14.770-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.291.234/0001-73, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; COLÔMBIA, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Antônio Prado, 1161, Centro, CEP 14.795-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 52.381.720/0001-48, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; GUARACI, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua José Corrêa da Silva, 837, Centro,

CEP 15.420-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 46.596.318/0001-88, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; ICÉM, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Av. Armando Sáles de Oliveira, 408, Centro, CEP 15.460-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.726.742/0001-37, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; JABORANDI, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Antônio Bruno, 466, Centro, CEP 14.775-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 52.382.702/0001-80, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; MORRO AGUDO, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Nove de Julho, 80, Centro, CEP 14.640-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.345.899/0001-12, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; ORLÂNDIA, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Praça Coronel Francisco Orlando, 600, Centro, CEP 14.640-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.351.749/0001-11, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; TERRA ROXA, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Fernando Costa, 13, Centro, CEP 14.745-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 75.587.204/0001-70, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_; VIRADOURO, pessoa jurídica de direito público interno, com sede administrativa à Rua Espírito Santo, 543, Centro, CEP 14.740-000, inscrito no CNPJ sob o n.º 45.709.912/0001-75, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Sr. \_\_\_\_\_, C.P.F. \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, resolvem celebrar o presente PROTOCOLO DE INTENÇÕES, para constituir o Consórcio Público Intermunicipal de Resíduos da Construção Civil, que se regerá, pela Lei Federal Nº \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ e seu Decreto Nº \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, bem como pelas seguintes cláusulas e condições.

#### CLÁUSULA PRIMEIRA

#### DA DENOMINAÇÃO E FINALIDADE

Art. 1º O consórcio terá a denominação de CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BAIXO

PARDO/GRANDE (COPIREC) e terá como finalidade a realização dos objetivos de interesse comum, visando à promoção, o desenvolvimento sustentável e a gestão associada de serviços públicos de manejo de resíduos da construção civil dos entes consorciados.

## CLÁUSULA SEGUNDA

### DOS OBJETIVOS

Art. 2º O presente Protocolo de Intenções tem como objeto a criação do CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BAIXO PARDO/GRANDE, que terá os seguintes objetivos:

I - realizar os objetivos de interesse comum, na temática de resíduos da construção civil, visando à promoção e o desenvolvimento político, administrativo, econômico, social e ambiental dos municípios e da região a que pertencem, para a gestão e o manejo associado dos resíduos da construção civil;

II – prestar assessoramento na elaboração e execução de planos, programas e projetos relacionados com os setores sociais, econômicos, de infraestrutura e institucionais, na área de resíduos da construção civil;

III - articular os entes consorciados na defesa dos seus interesses face à esfera Federal;

IV – realizar a gestão associada dos serviços públicos relacionados aos resíduos da construção civil, através do exercício das atividades de planejamento, regulação, ou fiscalização; acompanhada ou não da prestação dos serviços, ou transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos;

V – outorgar concessão, permissão ou autorização de obras ou serviços públicos relacionados ao manejo dos resíduos da construção civil, realizando as licitações e todos os atos necessários à efetivação das referidas delegações, bem como gerir os contratos e atos administrativos delas decorrentes, exercendo todos os poderes legais e regulamentares que lhe forem conferidos;

VI - prestar serviços, inclusive de assistência técnica, de execução de obras e serviços;

VII - promover o uso racional de recursos naturais e a proteção do meio ambiente, promovendo o fortalecimento e a criação dos conselhos ambientais, nos municípios, ou de forma regionalizada, a cargo do consórcio;

VIII – apoiar e fomentar o intercâmbio de experiências e de informações entre os entes consorciados;

IX - desenvolver ações e serviços de manejo de resíduos da construção civil, obedecidos aos princípios, diretrizes nacionais que regulam a matéria, conforme instituído pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 e pela Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002;

X - estimular e promover eventos sociais, políticos, econômicos e científicos relacionados com os interesses individuais ou regionais dos entes consorciados;

XI – representar os titulares, ou parte deles, em Contrato de Programa em que figure como contratado órgão ou entidade da administração dos entes consorciados e que tenha por objeto a delegação da prestação de serviço público ou de atividade dele integrante;

XII - representar os titulares, ou parte deles, em contrato de concessão celebrado após licitação que tenha por objeto a delegação da prestação de serviço público ou de atividade dele integrante;

XIII – contratar, com dispensa de licitação - nos termos do inciso XXVII, do caput do art. 24, da Lei nº 8666/93 - associações ou cooperativas, formadas exclusivamente por pessoas físicas, de baixa renda, reconhecidas como catadores de materiais recicláveis, para prestar serviços de coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva de lixo;

XIV – promover atividades de mobilização social e educação ambiental para gestão de resíduos sólidos, resíduos da construção civil e para o uso racional dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente;

XV – promover atividades de capacitação técnica do pessoal encarregado da gestão dos serviços públicos dos entes consorciados para a gestão e o manejo dos resíduos da construção civil;

XVI – nos termos do acordado entre entes consorciados, viabilizar o compartilhamento ou o uso em comum de: a) instrumentos e equipamentos, inclusive de gestão, de manutenção e de informática; b) pessoal técnico; c) procedimentos de admissão de pessoal;

XVII – realizar estudos técnicos para subsidiar o licenciamento ambiental promovido por ente consorciado, nos casos em que possuir órgão licenciador.

§ 1º Para fins do contido no inciso XI, do art. 4º, da Lei 11.107/05, os entes consorciados autorizam a gestão associada de seus serviços públicos, compreendendo a transferência do exercício de sua competência para o consórcio público, por meio de Contrato de Programa, no tocante aos serviços ocorrentes nas áreas: administrativa, arrecadação, pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e proteção do meio ambiente, ainda que de forma indireta, além de todos aqueles diretamente ligados aos objetivos do consórcio.

§ 2º Os entes consorciados igualmente autorizam o COPIREC a licitar e outorgar (contratar) concessão, permissão ou autorização da prestação dos serviços cujas competências restarão transferidas por força do presente instrumento.

§ 3º Para o cumprimento de seus objetivos o consórcio poderá:

I – firmar convênio, contratos, acordos de qualquer natureza, receber auxílios, contribuições, subvenções sociais ou econômicas de outras entidades e órgãos governamentais;

II – promover desapropriações e instituir servidores nos termos de declaração de utilidade pública ou interesse social, realizada pelo Poder Público;

III – ser contratado pela administração direta ou indireta dos entes consorciados, dispensada a licitação;

IV – emitir documentos de cobrança e exercer atividades de arrecadação de tarifas e outros preços públicos, pela prestação de serviços, ou pelo uso, ou outorga de uso, de bens públicos por ele administrados;

V – realizar operação de crédito com vistas ao financiamento de equipamentos, obras e instalações vinculadas aos seus objetivos, entregando como pagamento ou como garantia receitas futuras da prestação de serviços ou tendo como garantidores os entes consorciados interessados.

§ 4º A garantia por parte de entes consorciados em operação de crédito prevista no § 3º, V, exige autorização específica dos respectivos legislativos.

CLÁUSULA TERCEIRA

DA ÁREA DE ATUAÇÃO



Art.3º O COPIREC terá como área de atuação a soma dos territórios de todos os municípios consorciados, que ratificarem o presente Protocolo de Intenções, podendo ser ampliada nas hipóteses de eventuais alterações para inclusão de outros Municípios, de Estados, do Distrito Federal, e da União nos termos do disposto no § 1º, incisos II e IV do art. 4º, da Lei 11.107/95, c/c letras b e c do inciso IV, do art. 2º, do Decreto Regulamentar nº 6.017/2007.

#### CLÁUSULA QUARTA

##### DA NATUREZA JURÍDICA

Art.4º O COPIREC será definido como Associação Pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, a qual será constituída a partir da conversão do presente instrumento em Contrato de Consórcio, depois de ratificado pelas Câmaras Municipais de cada Município subscritor e da Assembleia Legislativa do Estado, e integrará a administração indireta de todos os entes consorciados.

#### CLÁUSULA QUINTA

##### DA VIGÊNCIA E DA SEDE

Art.5º O COPIREC terá vigência por prazo indeterminado, e a sua sede será fixada no Município do Bebedouro/SP.

#### CLÁUSULA SEXTA

##### DA ORGANIZAÇÃO

Art.6º CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO BAIXO PARDO/GRANDE (COPIREC) tem a seguinte organização:

- I - Assembleia Geral;
- II - Diretoria Executiva;
- III - Conselho Fiscal.
- IV - Secretaria Executiva;
- V - Núcleos de Gestão.

Parágrafo Único - O Estatuto do COPIREC também disporá sobre a organização e funcionamento de cada um de seus órgãos constitutivos.

## CLÁUSULA SÉTIMA

### DA ASSEMBLÉIA GERAL

Art.7º Como instância máxima a Assembleia Geral, composta por todos os Chefes dos Poderes Executivos, dos entes consorciados, reunir-se-á ordinariamente uma vez a cada dois meses, para, além de outras deliberações oportunas, apreciar as contas, os relatórios gerenciais da Diretoria Executiva e os pareceres do Conselho Fiscal, quando for o caso; ficando estabelecido que qualquer convocação, seja de caráter ordinário ou extraordinário, será feita com antecedência mínima de (08) oito dias, por ofício, contendo a Ordem do Dia dos assuntos a serem discutidos, dia, hora e local da reunião, e ainda se regerá pelas seguintes disposições:

- I - a Assembleia Geral se reunirá preferencialmente na sede do COPIREC, podendo ocorrer na sede de qualquer dos entes consorciados, desde que conste tal designação na ata da assembleia imediatamente anterior;
- II - na data e hora determinada a Assembleia Geral tomará as deliberações constantes da convocação, estando presente, pessoalmente, dois terços dos representantes legais dos entes consorciados, sendo vedada a representação por procuração;
- III - não havendo número suficiente conforme o determinado no parágrafo anterior, a Assembleia Geral tomará as deliberações constantes da convocação, uma hora após o horário previsto na convocação, com metade mais um de consorciados presentes;
- IV - quando o assunto versar sobre aprovação e modificação do Estatuto Social, ou do Contrato de Consórcio Público, exclusão de consorciado, eleição e destituição dos membros, componentes da estrutura organizacional será exigido o voto concorde de 2/3 dos presentes à Assembleia Geral, especialmente convocada para esse fim, não podendo ela deliberar, em qualquer convocação, sem a maioria absoluta dos entes consorciados;
- V - as demais decisões da Assembleia Geral serão tomadas por votos da maioria simples dos entes consorciados presentes, e todas elas serão registradas em atas individuais por cada reunião, as quais serão subscritas por todos os votantes;
- VI - a cada ente consorciado será assegurado o direito de proferir apenas 01 (um) voto na Assembleia Geral;

VII - não poderá ser objeto de deliberação a modificação da finalidade e dos objetivos do COPIREC que extrapole os limites da Lei Federal Nº \_\_\_\_\_ que instituiu as normas gerais;

VIII – a Assembleia Geral poderá ser convocada extraordinariamente a qualquer tempo, por iniciativa do presidente, por solicitação do Conselho Fiscal e, ainda, no mínimo, por um terço dos entes consorciados;

IX - os entes consorciados que solicitarem convocação da Assembleia Geral Extraordinária deverão formalizar o pedido por escrito ao Presidente do Consórcio, relatando os motivos e indicando os assuntos a serem tratados;

X - no início de cada reunião da Assembleia Geral a ata da reunião anterior deverá ser submetida à aprovação do plenário;

XI - a Diretoria do Consórcio executará ou fará executar as deliberações da Assembleia Geral Ordinária ou Extraordinária;

XII - a Assembleia Geral poderá constituir comissões especiais para instruir as proposições a serem submetidas à deliberação do plenário. Participarão dos trabalhos das comissões especiais o Secretário (a) executivo (a) e técnicos das áreas relacionadas com as proposições encaminhadas à Assembleia Geral;

XIII - compete às comissões especiais da Assembleia Geral elaborar pareceres e sugerir emendas às proposições a elas submetidas;

XIV – o Estatuto do Consórcio será elaborado e aprovado na primeira Assembleia Geral, que se realizará após a ratificação do Protocolo de Intenções pelos Legislativos dos entes Consorciados, respeitando todos os princípios estatuídos neste protocolo.

## CLÁUSULA OITAVA

### DOS NÚCLEOS DE GESTÃO

Art.8. Compete aos Núcleos de Gestão a execução e o funcionamento necessários, ao atendimento do previsto no Contrato de Programa, específico para a prestação dos serviços públicos contratados.

§ 1º - O COPIREC poderá instituir tantos Núcleos de Gestão quantos forem suas atividades específicas demandadas pela Assembleia Geral.

§ 2º - Como primeiros Núcleos do COPIREC ficam criados o Núcleo de Gestão Operacional de Coleta, transporte, transbordo de resíduos da construção civil e o

Núcleo de Gestão Operacional de Sistemas de Tratamentos e Disposição final dos resíduos da construção civil.

§ 3º - A criação de novos Núcleos de Gestão do COPIREC se dará por meio de resolução da Assembleia Geral, devidamente ratificada pelos entes consorciados, conforme previsão do Estatuto Social, e se fará também por meio de apêndice a este anexo.

§ 4º - Cada Núcleo de Gestão será composto de no mínimo (01) um coordenador geral, (01) um gerente administrativo/financeiro e (01) um gestor técnico, (01) um analista de nível superior e pessoal de apoio técnico e administrativo, conforme apêndice I deste instrumento.

## CLÁUSULA NONA

### A EXECUÇÃO DAS RECEITAS E DAS DESPESAS

Art.9. A execução das receitas e despesas do COPIREC obedecerá às normas do direito financeiro aplicáveis às entidades públicas.

Parágrafo único – O COPIREC está sujeito à fiscalização contábil, operacional e patrimonial pelo Tribunal de Contas competente para apreciar as contas do Chefe do Poder Executivo, representante legal do Consórcio, inclusive quanto à legalidade, legitimidade e economicidade das despesas, atos, contratos e renúncia de receitas, sem prejuízo do controle externo a ser exercido em razão de cada um dos contratos que os entes consorciados vierem a celebrar com o consórcio público.

## CLÁUSULA DÉCIMA

### DOS BENS DO CONSÓRCIO

Art.10. O Contrato de Programa disporá sobre os bens que pertencerão ao Consórcio, os que serão cedidos e a sua forma de cessão.

§ 1º Os bens alienados, cedidos em uso ou destinados ao Consórcio pelo consorciado que venha a se retirar somente serão revertidos ou retrocedidos no caso de expressa previsão do instrumento de transferência ou de alienação.

§ 2º Havendo declaração de utilidade ou necessidade pública, emitida pelo ente, em que o bem ou direito se situe, fica o Consórcio autorizado a promover a

desapropriação, proceder a requisição ou instituir a servidão necessária à consecução de seus objetivos.

## CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA

### DAS OUTRAS OBRIGAÇÕES DOS CONSORCIADOS

Art. 11. Além das obrigações já previstas neste instrumento, os consorciados ficam sujeitos, também, às seguintes:

I - A retirada de ente ou a extinção do consórcio não prejudicará as obrigações já constituídas, inclusive os Contratos de Programa, cuja extinção dependerá do prévio pagamento das indenizações eventualmente devidas;

II – Em caso de extinção do Contrato de Consórcio, até que haja decisão que indique os responsáveis por cada obrigação, os entes consorciados responderão solidariamente pelas obrigações remanescentes, garantindo o direito de regresso em face dos entes beneficiados ou dos que deram causa à obrigação.

## CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA

### OUIDORIA DO CONSÓRCIO

Art.12. O COPIREC criará o serviço de Ouvidoria para atender à demanda da população e dar visibilidades às suas ações. A Ouvidoria será composta por servidor integrante do quadro de pessoal do Consórcio, e a ela incumbe:

I – receber críticas, sugestões e reclamações dos usuários e demais interessados quanto à atuação dos prestadores de serviços públicos de gestão e manejo de resíduos sólidos na área da gestão associada;

II - solicitar informações, analisar e, quando cabível, solicitar providências ao Secretário Executivo do COPIREC, para encaminhar solução para problemas apresentados;

III – dar resposta fundamentada às críticas, sugestões e reclamações recebidas; IV – preparar e encaminhar relatório sistematizando as ocorrências de que tomou conhecimento por prestador e município integrante da área de gestão associada.

PARÁGRAFO ÚNICO - O Estatuto do Consórcio definirá os procedimentos e prazos para encaminhamento das críticas, sugestões e reclamações e para envio de resposta ao solicitante ou reclamante.

## CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA

### DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art.13 Para consecução dos objetivos previstos neste instrumento fica estabelecido que:

I - deverá ser publicado anualmente um relatório geral das atividades do Consórcio;

II - é vedado ao Consórcio envolver-se em assuntos que não estejam de acordo com seus objetivos;

III - no término do mandato dos Chefes dos Poderes Executivos, a eleição da Diretoria e do Conselho Fiscal do Consórcio dar-se-á em Assembleia Geral Extraordinária com os Eleitos, convocada para a primeira segunda-feira do mês de fevereiro do ano da posse dos eleitos;

IV - considerar-se-ão subscritores, se assim manifestarem interesse, todos os Municípios criados através de desmembramento ou de fusão de quaisquer dos entes mencionados neste instrumento;

V - será automaticamente admitido como consorciado, o ente que efetuar a ratificação em até 02 (dois) anos da subscrição deste Protocolo de Intenções;

VI - a ratificação realizada após 02 (dois) anos da subscrição somente será válida após homologação pela Assembleia Geral do Consórcio;

VII – a retirada de qualquer dos entes consorciados, ou ingresso de novo ente federativo, no quadro do consórcio constituirá alteração contratual para fins do que determina o art. 12, da lei nº 11.107/2005, de sorte que os respectivos atos somente ganharão eficácia, depois de aprovados pela Assembleia Geral e ratificados mediante lei pelos entes interessados;

VIII – o ente consorciado que desejar se retirar do COMETRO deverá requerer, por escrito, com antecedência mínima de (60) sessenta dias.

E por estarem certas e ajustadas, assinam o presente Protocolo de Intenções, que se regerá pela Lei Federal Nº. 11.107, de 6 de abril de 2005 e pelo Decreto N.º 6.017 de 17 de janeiro de 2007, em 12 (doze) vias de igual teor e forma, para um só efeito.

Bebedouro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_\_.

Prefeito do Município de Altair:\_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Barretos: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Bebedouro: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Colina: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Colômbia: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Guaraci: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Icém: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Jaborandi: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Morro Agudo: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Orlandia: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Terra Roxa: \_\_\_\_\_

Prefeito do Município de Viradouro: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D - Detalhamento dos equipamentos e obras civis para as infraestruturas previstas

**Tabela 58** - Detalhamento dos equipamentos e obras civis previstas para as infraestruturas

Infraestrutura	Detalhamento
1. Ecoponto	1.1 Equipamentos 1.1.1 Pá 1.1.2 Caçambas 1.1.3 Balança
2. Área de Transbordo e Triagem	2.1 Equipamentos 2.1.1 Pá 2.1.2 Caçambas 2.1.3 Balança
3. Aterro de resíduos classe A	3.1 Obras civis 3.1.1 Cerca de isolamento 3.1.2 Placas de sinalização e identificação 3.1.3 Portaria para controle de entrada e saída de veículos 3.1.4 Escritório, refeitório e banheiro 3.1.5 Acessos internos revestidos de no mínimo brita ou cascalho 3.2 Equipamentos 3.2.1 Balança rodoviária com capacidade mínima para 60 toneladas
4. Usina de reciclagem de RCC	4.1 Equipamentos 4.1.1 Pás 4.1.2 Correia transportadora 4.1.3 Britador 4.1.4 Peneira vibratória 4.1.5 Retroescavadeira 4.1.6 Correia transportadora
5. Usina de reciclagem móvel de RCC	5.1 Equipamentos 5.1.1 Unidade recicladora 5.1.2 Caminhão



## APÊNDICE E - Detalhamento dos custos para as infraestruturas previstas

**Tabela 59** - Detalhamento dos custos para o Ecoponto

Tipo	Detalhamento	Valor total (R\$)
1. Custos de implantação	1.1 Terreno	0,00
	1.2 Obras civis	
	1.2.1 Terraplanagem e piso de concreto	9.000,00
	1.2.2 Escritório 20m <sup>2</sup>	30.000,00
	1.2.3 Fechamento em cerca de alambrado	11.000,00
	1.3 Equipamentos (pá, caçambas, balança)	60.000,00
	1.4 Computadores	3.000,00
	1.5 Móveis para escritório	4.000,00
	<b>Total</b>	<b>117.000,00</b>
	2. Custos de operação	2.1 Mão de obra e leis sociais
2.2 Água		300,00
2.3 Energia		400,00
2.4 Telefone		200,00
<b>Total</b>		<b>5.100,00</b>
3. Custos de manutenção	3.1 Manutenção	1.170,00
	3.2 Depreciação	97,43
	<b>Total</b>	<b>1.267,43</b>

**Tabela 60** - Detalhamento dos custos para a Área de Transbordo e Triagem

Tipo	Detalhamento	Valor total (R\$)
1. Custos de implantação	1.1 Terreno	0,00
	1.2 Obras civis	
	1.2.1 Terraplanagem e limpeza de terreno	12.000,00
	1.2.2 Escritório 20m <sup>2</sup>	30.000,00
	1.2.3 Fechamento em cerca de alambrado	13.000,00
	1.3 Equipamentos (pá, caçambas, balança)	55.000,00
	1.4 Computadores	3.000,00
	1.5 Móveis para escritório	4.000,00
	1.6 Retroscavadeira	150.000,00
	<b>Total</b>	<b>267.000,00</b>
2. Custos de operação	2.1 Mão de obra e leis sociais	4.200,00
	2.2 Água	400,00
	2.3 Energia	400,00
	2.4 Telefone	200,00
	<b>Total</b>	<b>5.200,00</b>
3. Custos de manutenção	3.1 Manutenção	2.000,00
	3.2 Depreciação	222,33
	<b>Total</b>	<b>2.222,33</b>

**Tabela 61** - Detalhamento dos custos para o aterro de resíduos da construção civil classe A (10 t/h)

<b>Tipo</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
1. Custos de implantação	1.1 Terreno	0,00
	1.2 Obras civis	150.000,00
	1.3 Equipamentos	100.000,00
	<b>Total</b>	<b>250.000,00</b>
2. Custos de operação	2.1 Mão de obra e leis sociais	4.200,00
	2.2 Água	400,00
	2.3 Energia	500,00
	2.4 Insumos	1.200,00
	<b>Total</b>	<b>6.300,00</b>
3. Custos de manutenção	3.1 Manutenção	2.500,00
	3.2 Depreciação	208,18
	<b>Total</b>	<b>2.708,18</b>

**Tabela 62** - Detalhamento dos custos para a usina de reciclagem de RCC (50 t/h)

<b>Tipo</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
1. Custos de implantação	1.1 Terreno	800.000,00
	1.2 Aquisição e instalação de equipamentos	515.000,00
	1.3 Aquisição de veículos	500.000,00
	1.4 Obras civis	304.000,00
	1.5 Mobiliário	8.000,00
	1.6 Licença ambiental	50.000,00
	<b>Total</b>	<b>2.177.000,00</b>
2. Custos de operação	2.1 Mão de obra e leis sociais	25.000,00
	2.2 Insumos	2.500,00
	2.3 Energia elétrica	4.000,00
	2.4 Água	540,00
	2.5 Telefone	300,00
	2.6 Combustível	5.000,00
	<b>Total</b>	<b>37.340,00</b>
3. Custos de manutenção	3.1 Manutenção	2.700,00
	3.2 Depreciação	952,00
	<b>Total</b>	<b>3.652,00</b>

**Tabela 63** - Detalhamento dos custos para a usina de reciclagem móvel de RCC (50 t/h)

<b>Tipo</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
1. Custos de implantação	1.1 Equipamento móvel para reciclagem de RCC	1.059.300,00
	1.2 Aquisição de veículo	400.000,00
	<b>Total</b>	<b>1.459.300,00</b>
2. Custos de operação	2.1 Mão de obra e leis sociais	6.300,00
	2.3 Energia elétrica	2.000,00
	<b>Total</b>	<b>8.300,00</b>

3. Custos de manutenção	3.1 Manutenção	2.700,00
	3.2 Depreciação	1.215,16
	<b>Total</b>	<b>3.915,16</b>

---

**APÊNDICE F - Tabela de análise econômica para o cenário 1**

Ano	Geração de RCC classe A (t/ano)	Receita (R\$)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Operação (R\$)	Custo de Manutenção (R\$)	Custo de Transporte (R\$)	Custo Imposto (PIS/COFINS) (R\$)	Margem Bruta (R\$)	IRPJ / CSLL (R\$)	Fluxo de Caixa Líquido (R\$)	Payback (R\$)
2022			7.401.000,00							-7.401.000,00	-7.401.000,00
2023	120.558,2	8.304.341,47		2.374.080,00	654.893,40	1.061.336,83	303.108,46	3.910.922,78	938.621,47	2.972.301,31	-4.787.987,86
2024	120.909,4	8.827.517,66		2.523.647,04	696.151,68	1.128.201,05	322.204,39	4.157.313,50	997.755,24	3.159.558,26	-2.346.112,14
2025	121.262,5	9.359.491,19		2.682.636,80	740.009,24	1.199.277,71	341.621,43	4.395.946,01	1.055.027,04	3.340.918,97	-76.186,00
2026	121.617,7	9.900.701,21		2.851.642,92	786.629,82	1.274.832,21	361.375,59	4.626.220,67	1.110.292,96	3.515.927,71	2.023.886,64
2027	121.974,9	10.451.614,85		3.031.296,43	836.187,50	1.355.146,64	381.483,94	4.847.500,34	1.163.400,08	3.684.100,26	3.958.411,94
2028	122.334,1	11.012.729,04		3.222.268,10	888.867,31	1.440.520,87	401.964,61	5.059.108,14	1.214.185,95	3.844.922,19	5.733.333,33
2029	122.695,3	11.584.572,55		3.425.270,99	944.865,95	1.531.273,69	422.836,90	5.260.325,02	1.262.478,00	3.997.847,01	7.355.764,69
2030	123.058,6	12.167.708,02		3.641.063,06	1.004.392,51	1.627.743,93	444.121,34	5.450.387,17	1.308.092,92	4.142.294,25	8.833.612,47
2031	123.424,0	12.762.734,29		3.870.450,04	1.067.669,24	1.730.291,80	465.839,80	5.628.483,41	1.350.836,02	4.277.647,39	10.175.272,05
2032	123.791,5	13.370.288,72		4.114.288,39	1.134.932,40	1.839.300,18	488.015,54	5.793.752,21	1.390.500,53	4.403.251,68	11.389.386,02
2033	124.161,1	13.991.049,83		4.373.488,56	1.206.433,14	1.955.176,09	510.673,32	5.945.278,72	1.426.866,89	4.518.411,83	12.484.653,90
2034	124.532,8	14.625.740,00		4.649.018,34	1.282.438,43	2.078.352,19	533.839,51	6.082.091,53	1.459.701,97	4.622.389,56	13.469.684,40
2035	124.906,5	15.275.128,35		4.941.906,49	1.363.232,05	2.209.288,38	557.542,18	6.203.159,24	1.488.758,22	4.714.401,03	14.352.882,76
2036	125.282,5	15.940.033,91		5.253.246,60	1.449.115,67	2.348.473,54	581.811,24	6.307.386,86	1.513.772,85	4.793.614,01	15.142.366,86
2037	125.660,5	16.621.328,91		5.584.201,14	1.540.409,96	2.496.427,38	606.678,51	6.393.611,94	1.534.466,86	4.859.145,07	15.845.906,85
2038	126.040,8	17.319.942,32		5.936.005,81	1.637.455,78	2.653.702,30	632.177,89	6.460.600,53	1.550.544,13	4.910.056,40	16.470.883,79
2039	126.423,1	18.036.863,62		6.309.974,17	1.740.615,50	2.820.885,55	658.345,52	6.507.042,88	1.561.690,29	4.945.352,59	17.024.263,68
2040	126.807,7	18.773.146,85		6.707.502,55	1.850.274,27	2.998.601,34	685.219,86	6.531.548,83	1.567.571,72	4.963.977,11	17.512.583,63
2041	127.194,5	19.529.914,87		7.130.075,21	1.966.841,55	3.187.513,22	712.841,89	6.532.643,00	1.567.834,32	4.964.808,68	17.941.947,82
2042	127.583,4	20.308.364,01		7.579.269,95	2.090.752,57	3.388.326,55	741.255,29	6.508.759,66	1.562.102,32	4.946.657,34	18.318.030,83

### APÊNDICE G - Tabela de análise econômica para o cenário 2

Ano	Geração de RCC classe A (t/ano)	Receita (R\$)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Operação (R\$)	Custo de Manutenção (R\$)	Custo de Transporte (R\$)	Custo Imposto (PIS/COFINS) (R\$)	Margem Bruta (R\$)	IRPJ / CSLL (R\$)	Fluxo de Caixa Líquido (R\$)	Payback (R\$)
2022			5.265.000,00							-5.265.000,00	-5.265.000,00
2023	120.558,2	8.304.341,47		1.874.880,00	456.758,88	617.091,06	303.108,46	5.052.503,07	1.212.600,74	3.839.902,33	-1.889.261,69
2024	120.909,4	8.827.517,66		1.992.997,44	485.534,69	655.967,79	322.204,39	5.370.813,35	1.288.995,20	4.081.818,14	1.265.385,84
2025	121.262,5	9.359.491,19		2.118.556,28	516.123,37	697.293,76	341.621,43	5.685.896,35	1.364.615,12	4.321.281,22	4.201.401,14
2026	121.617,7	9.900.701,21		2.252.025,32	548.639,15	741.223,27	361.375,59	5.997.437,88	1.439.385,09	4.558.052,79	6.923.937,75
2027	121.974,9	10.451.614,85		2.393.902,92	583.203,41	787.920,34	381.483,94	6.305.104,23	1.513.225,02	4.791.879,22	9.440.159,06
2028	122.334,1	11.012.729,04		2.544.718,80	619.945,23	837.559,32	401.964,61	6.608.541,08	1.586.049,86	5.022.491,22	11.758.678,57
2029	122.695,3	11.584.572,55		2.705.036,09	659.001,78	890.325,55	422.836,90	6.907.372,23	1.657.769,34	5.249.602,90	13.889.105,36
2030	123.058,6	12.167.708,02		2.875.453,36	700.518,89	946.416,06	444.121,34	7.201.198,36	1.728.287,61	5.472.910,76	15.841.677,66
2031	123.424,0	12.762.734,29		3.056.606,92	744.651,58	1.006.040,28	465.839,80	7.489.595,70	1.797.502,97	5.692.092,74	17.626.969,91
2032	123.791,5	13.370.288,72		3.249.173,16	791.564,63	1.069.420,81	488.015,54	7.772.114,58	1.865.307,50	5.906.807,08	19.255.661,05
2033	124.161,1	13.991.049,83		3.453.871,07	841.433,20	1.136.794,32	510.673,32	8.048.277,92	1.931.586,70	6.116.691,22	20.738.353,57
2034	124.532,8	14.625.740,00		3.671.464,95	894.443,49	1.208.412,37	533.839,51	8.317.579,68	1.996.219,12	6.321.360,56	22.085.434,54
2035	124.906,5	15.275.128,35		3.902.767,24	950.793,43	1.284.542,35	557.542,18	8.579.483,15	2.059.075,95	6.520.407,19	23.306.971,04
2036	125.282,5	15.940.033,91		4.148.641,57	1.010.693,42	1.365.468,51	581.811,24	8.833.419,17	2.120.020,60	6.713.398,57	24.412.633,99
2037	125.660,5	16.621.328,91		4.410.005,99	1.074.367,11	1.451.493,03	606.678,51	9.078.784,28	2.178.908,23	6.899.876,05	25.411.644,85
2038	126.040,8	17.319.942,32		4.687.836,37	1.142.052,23	1.542.937,09	632.177,89	9.314.938,73	2.235.585,30	7.079.353,44	26.312.740,95
2039	126.423,1	18.036.863,62		4.983.170,06	1.214.001,52	1.640.142,13	658.345,52	9.541.204,39	2.289.889,05	7.251.315,33	27.124.155,70
2040	126.807,7	18.773.146,85		5.297.109,78	1.290.483,62	1.743.471,08	685.219,86	9.756.862,51	2.341.647,00	7.415.215,51	27.853.610,66
2041	127.194,5	19.529.914,87		5.630.827,69	1.371.784,09	1.853.309,76	712.841,89	9.961.151,44	2.390.676,35	7.570.475,10	28.508.316,83
2042	127.583,4	20.308.364,01		5.985.569,84	1.458.206,48	1.970.068,27	741.255,29	10.153.264,13	2.436.783,39	7.716.480,74	29.094.983,17

**APÊNDICE H - Tabela de análise econômica para o cenário 3**

Ano	Geração de RCC classe A (t/ano)	Receita (R\$)	Custo de Implantação (R\$)	Custo de Operação (R\$)	Custo de Manutenção (R\$)	Custo de Transporte (R\$)	Custo Imposto (PIS/COFINS) (R\$)	Margem Bruta (R\$)	IRPJ / CSLL (R\$)	Fluxo de Caixa Líquido (R\$)	Payback (R\$)
2022			6.083.300,00							6.083.300,00	-6.083.300,00
2023	120.558,2	8.304.341,47		2.025.600,00	673.260,47	143.306,63	303.108,46	5.159.065,91	1.238.175,82	3.920.890,09	-2.636.363,66
2024	120.909,4	8.827.517,66		2.153.212,80	715.675,88	152.334,95	322.204,39	5.484.089,64	1.316.181,51	4.167.908,13	584.818,81
2025	121.262,5	9.359.491,19		2.288.865,21	760.763,46	161.932,05	341.621,43	5.806.309,05	1.393.514,17	4.412.794,88	3.583.011,39
2026	121.617,7	9.900.701,21		2.433.063,71	808.691,56	172.133,77	361.375,59	6.125.436,58	1.470.104,78	4.655.331,80	6.363.653,01
2027	121.974,9	10.451.614,85		2.586.346,73	859.639,13	182.978,19	381.483,94	6.441.166,86	1.545.880,05	4.895.286,81	8.934.173,76
2028	122.334,1	11.012.729,04		2.749.286,57	913.796,39	194.505,82	401.964,61	6.753.175,65	1.620.762,16	5.132.413,49	11.303.436,40
2029	122.695,3	11.584.572,55		2.922.491,63	971.365,56	206.759,69	422.836,90	7.061.118,78	1.694.668,51	5.366.450,27	13.481.282,93
2030	123.058,6	12.167.708,02		3.106.608,60	1.032.561,59	219.785,55	444.121,34	7.364.630,94	1.767.511,43	5.597.119,52	15.478.169,23
2031	123.424,0	12.762.734,29		3.302.324,94	1.097.612,97	233.632,04	465.839,80	7.663.324,53	1.839.197,89	5.824.126,65	17.304.873,16
2032	123.791,5	13.370.288,72		3.510.371,41	1.166.762,59	248.350,85	488.015,54	7.956.788,32	1.909.629,20	6.047.159,13	18.972.263,74
2033	124.161,1	13.991.049,83		3.731.524,81	1.240.268,63	263.996,96	510.673,32	8.244.586,11	1.978.700,67	6.265.885,45	20.491.121,11
2034	124.532,8	14.625.740,00		3.966.610,87	1.318.405,56	280.628,77	533.839,51	8.526.255,29	2.046.301,27	6.479.954,02	21.871.998,31
2035	124.906,5	15.275.128,35		4.216.507,36	1.401.465,11	298.308,38	557.542,18	8.801.305,32	2.112.313,28	6.688.992,04	23.125.117,59
2036	125.282,5	15.940.033,91		4.482.147,32	1.489.757,41	317.101,81	581.811,24	9.069.216,13	2.176.611,87	6.892.604,26	24.260.294,81
2037	125.660,5	16.621.328,91		4.764.522,60	1.583.612,13	337.079,22	606.678,51	9.329.436,46	2.239.064,75	7.090.371,71	25.286.886,93
2038	126.040,8	17.319.942,32		5.064.687,53	1.683.379,69	358.315,21	632.177,89	9.581.382,00	2.299.531,68	7.281.850,32	26.213.757,86
2039	126.423,1	18.036.863,62		5.383.762,84	1.789.432,61	380.889,07	658.345,52	9.824.433,58	2.357.864,06	7.466.569,52	27.049.259,34
2040	126.807,7	18.773.146,85		5.722.939,90	1.902.166,87	404.885,08	685.219,86	10.057.935,14	2.413.904,43	7.644.030,71	27.801.223,47
2041	127.194,5	19.529.914,87		6.083.485,11	2.022.003,38	430.392,84	712.841,89	10.281.191,65	2.467.486,00	7.813.705,65	28.476.964,59
2042	127.583,4	20.308.364,01		6.466.744,68	2.149.389,59	457.507,59	741.255,29	10.493.466,87	2.518.432,05	7.975.034,82	29.083.288,20

## APÊNDICE I – Investimento necessário para implantação das infraestruturas propostas para o consórcio

<b>Investimento necessário para infraestrutura proposta</b>	
<b>Ecopontos</b>	
Quantidade de Ecopontos	12
Custo total de implantação	R\$ 1.404.000,00
Custo total de operação (R\$/mês)	R\$ 61.200,00
Custo total de manutenção (R\$/mês)	R\$ 15.209,16
<b>Áreas de Transbordo e Triagem</b>	
Quantidade de ATT	12
Custo total de implantação	R\$ 3.204.000,00
Custo total de operação (R\$/mês)	R\$ 62.400,00
Custo total de manutenção (R\$/mês)	R\$ 26.667,96
<b>Usina de Reciclagem de RCC</b>	
Custo total de implantação (R\$)	R\$ 2.177.000,00
Custo total de operação (R\$/mês)	R\$ 37.340,00
Custo total de manutenção (R\$/mês)	R\$ 3.652,00
<b>Aterro de Resíduos Classe A</b>	
Custo total de implantação (R\$)	R\$ 250.000,00
Custo total de operação (R\$/mês)	R\$ 6.600,00
Custo total de manutenção (R\$/mês)	R\$ 2.708,18
<b>Investimento total necessário para a infraestrutura proposta</b>	
Custo total de implantação (R\$)	R\$ 7.035.000,00
Custo total de operação (R\$/mês)	R\$ 167.540,00
Custo total de manutenção (R\$/mês)	R\$ 48.237,30

## APÊNDICE J - Relatório do diagnóstico do município de Bebedouro/SP

### Diagnóstico da gestão dos RCC

Nome do município	Bebedouro
UF	SP
Área do territorial (km <sup>2</sup> )	683
Área urbana (km <sup>2</sup> )	25,255
População estimada	76.206
Ano do último censo	2.010
Taxa geométrica de crescimento anual	0.13%
Geração média de resíduos sólidos urbanos (t/dia)	0,71
Possui unidades de recebimento de pequenos volumes?	Não
Possui área de transbordo e triagem de resíduos pública?	Não
Possui usina de reciclagem de RCC pública?	Não
Responsável pela coleta de RCC no município	Público/Privado

### Estimativa da geração de RCC

Quantidade de RCC coletado pela Prefeitura	1.553,09 t/mês
Quantidade de RCC coletado por empresas privadas	2.341,92 t/mês
Provável geração do município	46.740,15 t/ano
	3.895,01 t/mês
	129,83 t/dia
Geração per capita	1,70 kg/hab.dia
	613,34 kg/hab.ano

### Geração de resíduos por classe

Classe A (80.00 %)	3.116,01 t/mês
Classe B (17.00 %)	662,15 t/mês
Classe C (2.00 %)	77,90 t/mês
Classe D (1.00 %)	38,95 t/mês

### Geração de resíduos por tipo de material

Concreto (13.60 %)	529,72 t/mês
Argamassa (28.50 %)	1.110,08 t/mês
Cerâmica (18.90 %)	736,16 t/mês
Cerâmica polida (3.60 %)	140,22 t/mês
Areia e solo (25.20 %)	981,54 t/mês
Pedra (5.90 %)	229,81 t/mês
Madeira (2.00 %)	77,90 t/mês
Metal (1.30 %)	50,64 t/mês
Plástico (0.50 %)	19,48 t/mês
Papel e papelão (0.5 %)	19,48 t/mês

### Origem da geração dos RCC

Novas construções (18.00 %)	701,10 t/mês
Reformas (48.00 %)	1.869,61 t/mês
Demolições (28.00 %)	1.090,60 t/mês
Deposições irregulares (6.00 %)	233,70 t/mês



## APÊNDICE K - Relatório do diagnóstico geral da Bacia Hidrográfica do Baixo Pardo/Grande

<b>Diagnóstico da gestão do RCC nos municípios consorciados</b>	
Quantidade de municípios consorciados	12
População estimada	339.044
Geração média de resíduos sólidos urbanos (t/dia)	0,99
Quantidade total de Ecopontos	8
Quantidade total de ATT	2
Quantidade total de usinas de reciclagem	1
<b>Modelo de Gestão adotada</b>	
Público	66.7 %
Privado	8.3 %
Público/Privado	25.0 %
<b>Destinação final</b>	
Aterro de inertes ou de RCC	18.69 %
Área de reciclagem de RCC	16.82 %
Área de transbordo e triagem	9.34 %
Ecoponto	1.90 %
Aterro de resíduos sólidos domiciliares	9.34 %
Bota fora	43.91 %
Depósito autorizado	0.00 %
<b>Estimativa da geração de RCC</b>	
Provável geração dos municípios	13.299,44 t/mês
	443,31 t/dia
	159.593,34 t/ano
Geração per capita	1,31 kg/hab.dia
	477,25 kg/hab.ano
<b>Geração de resíduos por classe</b>	
Classe A (75.06 %)	9.982,34 t/ano
Classe B (19.53 %)	2.596,72 t/ano
Classe C (3.50 %)	465,48 t/ano
Classe D (1.92 %)	254,91 t/ano
<b>Geração de resíduos por tipo de material</b>	
Concreto (1.13 %)	1.808,72 t/ano
Argamassa (2.38 %)	3.790,34 t/ano
Cerâmica (1.58 %)	2.513,60 t/ano
Cerâmica polida (0.30 %)	478,78 t/ano
Areia e solo (2.10 %)	3.351,46 t/ano
Pedra (0.49 %)	784,67 t/ano
Madeira (0.17 %)	265,99 t/ano
Metal (0.11 %)	172,89 t/ano
Plástico (0.04 %)	66,50 t/ano
Papel e papelão (0.04 %)	66,50 t/ano