



PREFEITURA MUNICIPAL DE ENGENHEIRO COELHO
ESTADO DE SÃO PAULO

Elaboração da Revisão
PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Consultoria Técnica



Responsável Técnico
Germano Campos Pinto – CREA-SP 5070986815

Coordenador Geral
Ivan Pastro Gomes – CREA-SP 5070717103

Engenheiro Coelho
São Paulo – Brasil

2022

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estipulados pela ONU.	12
Figura 2 - Mapa de localização do município de Engenheiro Coelho.	25
Figura 3 - Mapa geológico representando as principais Formações do município.	26
Figura 4 - Mapa hipsométrico (altitude) representado as áreas de menor cotas (verde) e maiores elevações (vermelho) no município.	27
Figura 5 - Mapa geomorfológico do município de Engenheiro Coelho-SP.	28
Figura 6 - Mapa pedológico do município de Engenheiro Coelho -SP.	29
Figura 7 - Precipitação média registrada no município em milímetros (DAEE).	30
Figura 8 - Principais rios e drenagens presentes no território do município de Engenheiro Coelho.	31
Figura 9 - Mapa de vegetação municipal demonstrando áreas de reflorestamento.	32
Figura 10 - Produção de horticultura na região rural do município de Engenheiro Coelho.	33
Figura 11 - Localização do município de Engenheiro Coelho, pertencente à Região Metropolitana de Campinas, Estado de São Paulo.	34
Figura 12 - Estimativa populacional do município de Engenheiro Coelho-SP (SEADE, 2022).	36
Figura 13 - Estimativa de crescimento populacional do município de Engenheiro Coelho-SP.	37
Figura 14 - Evolução econômica por setores do município de Engenheiro Coelho-SP (IBGE, 2019).	39
Figura 15 - Distribuição do PIB no município de Engenheiro Coelho-SP (IBGE, 2019).	39
Figura 16 - PIB per capita anual dentro das regiões de estudo (IBGE, 2019).	40
Figura 17 - Geração de RSU nas regiões do Brasil (ABRELPE, 2021).	42
Figura 18 - Campanha operacional de campo para a realização dos estudos gravimétricos de RSU no aterro sanitário (município de Conchal-SP).	43
Figura 19 - Utilização de balança (esquerda) para o aferimento do peso total e líquido (direita) do caminhão coletor destinado para a realização do estudo de gravimetria.	44
Figura 20 - Sequência do descarregamento dos resíduos sólidos urbanos antecedendo as etapas de preparação do estudo gravimétrico.	44
Figura 21 - Sequência do descarregamento dos resíduos sólidos urbanos antecedendo as etapas de preparação do estudo.	45
Figura 22 - Mistura dos montes selecionados no quarteamento, visando obter homogeneização da amostragem.	45

Figura 23 - Balanças para aferição da massa conforme a separação dos tipos dos resíduos sólidos urbanos.....	46
Figura 24 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil (IPEA, 2011).	47
Figura 25 - Tipos de resíduos com suas respectivas porcentagens demonstrativas do resultado da análise gravimétrica realizada.	49
Figura 26 - Principais tipos de resíduos comparados pelos seus resultados gravimétricos (%).	50
Figura 27 - Resultado da análise gravimétrica do Estado de São Paulo (Marques Neto, 2003).	54
Figura 28 - Destinação de RSS no Brasil (ABRELPE, 2021).....	56
Figura 29 - Resíduos agrossilvopastoris localizados na área rural do município de Engenheiro Coelho-SP.....	60
Figura 30 - Levantamento do número de habitantes por domicílio (SEADE, 2022).	63
Figura 31 - Projeção média da geração dos diferentes tipos de resíduos conforme demanda populacional (SEADE, 2022).....	64
Figura 32 - Local destinado aos planos de curto prazo da gestão pública para as tratativas dos resíduos sólidos, com aproximadamente 15.000 m ²	69
Figura 33 - Vista frontal da entrada do local destinado ao início das obras de infraestrutura para contemplar a CTR	69
Figura 34 - Serviço de coleta de lixo domiciliar e comercial realizado no ano de 2022.....	89
Figura 35 - Modelo de cartilha para o Programa de educação Ambiental do município de Engenheiro Coelho-SP.	90
Figura 36 - Participação das Centrais de Triagem nos canais reversos pós-consumo (LEITE, 2009).....	94
Figura 37 - Programa de rastreabilidade dos resíduos através da utilização de softwares online para o gerenciamento e controle municipal.....	96
Figura 38 - Modelo de ecoponto - Bairro Turmalina, Governador Valadares – MG. (Foto: Antônio Cândido/PMGV, 2020).	98
Figura 39 - Área de transbordo de resíduos sólidos urbanos, município de Jundiaí (2021). ...	98
Figura 40 - Modelo de operação de triagem de resíduos, município de Jundiaí (2021).	99
Figura 41 - Planta de beneficiamento de reciclado de PET, província de Buenos Aires (FARN, 2022).....	100
Figura 42 - Beneficiamento do RCC segregado, município de Jundiaí (2021).....	101
Figura 43 - Beneficiamento do Resíduo Verde (RV), município de Jundiaí (2021).....	101
Figura 44 - Aproveitamento energético da biomassa. Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2008).	103

Figura 45 - Modelo esquemático de planta de incineração (SANTOS, 2021).....	107
Figura 46 - Processos de gaseificação a vapor (GORDILLO & BELGHIT, 2010).....	109
Figura 47 - Diagrama de blocos de um processo de pirólise rápida (ESPINDOLA, 2014)...	111
Figura 48 - Modelo do processo de hidrocarbonização (FAGNANI, 2016).....	112
Figura 49 - Recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Mogi Guaçu.....	122
Figura 50 - Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ, 2020).....	123
Figura 51 - Fluxo dos Resíduos das Bacias PCJ (2020).....	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População do Estado de São Paulo (IBGE, 2020).	33
Tabela 2 - População da região Metropolitana de Campinas (SIDRA - IBGE, 2020).....	34
Tabela 3 - Comparação entre as densidades demográficas (SIDRA- IBGE, 2020).....	35
Tabela 4 - Taxa de urbanização comparativa entre Engenheiro Coelho-SP, Região Metropolitana de Campinas -RMC e o Estado de São Paulo (SIDRA- IBGE, 2020).....	35
Tabela 5 - População do município de Engenheiro Coelho-SP (SEADE, 2022).....	36
Tabela 6 - Demonstrativo econômico regional (SEADE, 2022).	38
Tabela 7 - Salário médio e empregados registrados no município de Engenheiro Coelho (SEADE, 2022).	40
Tabela 8 - Geração de RSU nas regiões do Brasil (ABRELPE, 2021).	42
Tabela 9 - Resultado da análise gravimétrica realizado no município de Engenheiro-Coelho.	47
Tabela 10 - Comparativo gravimétrico de RSU entre diferentes escalas no Brasil.	50
Tabela 11 - Recursos aplicados nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Brasil e regiões (ABRELPE, 2021).....	51
Tabela 12 - Empregos diretos gerados pelo setor de limpeza urbana no Brasil e regiões (ABRELPE, 2021).	51
Tabela 13 - Coleta de RCC pelos municípios nas regiões (ABRELPE, 2021).	52
Tabela 14 - Gravimetria média do Estado de São Paulo (Marques Neto, 2003).....	53
Tabela 15 - Coleta de RSS pelos municípios nas regiões (ABRELPE, 2021).	55
Tabela 16 - Potencial de redução das emissões decorrentes dos materiais recicláveis recuperáveis em 2019 (ABRELPE, 2020).	57
Tabela 17 - Destinação dos diferentes tipos de resíduos gerados pelo município.	61
Tabela 18 - Projeção de geração por habitante dos diferentes tipos de resíduos (ABRELPE, 2021).....	62
Tabela 19 - Projeção de habitantes por domicílio (SEADE, 2022).....	62
Tabela 20 - Projeção média da geração de resíduos (Ton/ ano).	63
Tabela 21 - Progressões para a implementação do reaproveitamento dos RSU e RCC.....	65
Tabela 22 - Projeção do reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos da construção civil e demolição (RCC).	65
Tabela 23 - Projeção para a reutilização dos resíduos verdes no município. Ressalta-se que o mesmo possui uma taxa de aproveitamento integral para este estudo.	66

Tabela 24 - Levantamento dos principais pontos de descarte dos diferentes tipos de resíduos.	67
Tabela 25 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de triagem (ABRELPE, 2015).	72
Tabela 26 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de compostagem (ABRELPE, 2015).	73
Tabela 27 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de britagem (ABRELPE, 2015).	73
Tabela 28 - Resumo das principais intervenções a curto, médio e longo prazo.	74
Tabela 29 - Cronograma de investimentos a serem realizados, com seus respectivos graus de intervenção para cada faixa de tempo.	74
Tabela 30 - Investimentos necessários para as principais intervenções.	75
Tabela 31 - Preço unitário dos materiais recicláveis (CEMPRE, 2022).	75
Tabela 32 – Receitas obtidas com a comercialização dos resíduos pela central de reciclagem.	77
Tabela 33 - Projeção de receita dos resíduos orgânicos.	78
Tabela 34 – Projeção de receitas pela usina de britagem de RCC.	79
Tabela 35 - Projeção de receita municipal com a comercialização dos subprodutos através das etapas de beneficiamentos.	80
Tabela 36 - Projeção de custo unitário do serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos, entre os anos de 2023 a 2042.	81
Tabela 37 – Projeção de retorno dos investimentos.	82
Tabela 38 - Quadro relação custo x benefício. Fonte: (KÜHL et al., 2015; MUNIZ, 2015b).	116
Tabela 39 - Quadro impactos ambientais.	116
Tabela 40 - Principais fontes de financiamentos para as gestões públicas.	130

SUMÁRIO

PARTE 1 - APRESENTAÇÃO	8
1.1 Contratação e Fiscalização	8
1.2 Elaboração	8
1.3 Equipe Técnica	9
1.4 Introdução	9
1.4.1 Marco Legal e Normativo	12
1.4.2 Lei Nacional de Saneamento Básico	13
1.4.3 Política Nacional Sobre Mudanças do Clima	13
1.4.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	14
1.4.5 Lei Federal de Consórcios Públicos	15
1.4.6 Legislação Estadual	15
1.4.7 Legislação Municipal	16
1.4.8 Normas Brasileiras Aplicáveis	20
1.5 Metodologia.....	22
1.6 Diretrizes e Objetivos Gerais.....	23
PARTE 2 - PANORAMA MUNICIPAL	24
2.1 Histórico	24
2.2 Localização	24
2.3 Aspectos Fisiográficos.....	25
2.3.1 Geologia	25
2.3.2 Geomorfologia.....	26
2.3.3 Pedologia	28
2.3.4 Clima e Pluviosidade.....	29
2.3.5 Hidrografia	30
2.3.6 Vegetação	31
2.4 Uso e Ocupação do Solo.....	32
2.4.1 Panorama Demográfico Municipal	33
2.4.1.1 Panorama Atual.....	33
2.4.1.2 Projeções Populacionais.....	35
2.4.2 Panorama Econômico Municipal	37
2.4.2.1 Produto Interno Bruto	37

2.4.2.2 Emprego e Renda	39
CAPÍTULO 3 - DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS	41
3.1 Resíduos Sólidos Urbanos	41
3.1.1 Análise Gravimétrica.....	42
3.2 Resíduos da Limpeza Urbana	50
3.3 Resíduos da Construção Civil.....	51
3.4 Resíduos Volumosos	54
3.5 Resíduos de Serviço de Saúde	54
3.6 Resíduos com Logística Reversa	56
3.7 Resíduos de Serviço Público de Saneamento	57
3.8 Resíduos de Serviço de Transporte	58
3.9 Resíduos Industriais.....	58
3.10 Resíduos Minerários	59
3.11 Resíduos Agrossilvopastoril.....	59
CAPÍTULO 4 - SETORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	61
4.1 Fluxo de Resíduos	61
4.2 Projeção de Geração e Aporte de Resíduos Sólidos.....	61
4.3 Reaproveitamento de Resíduos	64
4.4 Áreas com Descarte Inapropriado de Resíduos.....	67
4.4.1 Levantamento dos Principais Locais	67
4.4.2 Planejamento e Ações Mitigadoras	67
4.5 Área para Destinação Final de Resíduos	68
4.6 Formulação e Organização das Propostas Alternativas.....	70
4.6.1 Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	70
4.6.1.1 Sistema de Limpeza Urbana	70
4.6.1.2 Manejo de Resíduos Sólidos.....	70
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCEIRA	72
5.1 Estimativa dos Investimentos e Despesas	72
5.1.1 Metodologia Utilizada	72
5.1.2 Central de Triagem.....	72
5.1.3 Usina de Compostagem.....	72
5.1.4 Central de Britagem.....	73

5.1.5 Custos Não Considerados.....	73
5.2 Intervenções Principais, Composição de Custos e Cronograma de Implantação.....	73
5.2.1 Resumo das Intervenções Principais	73
5.2.2 Cronograma de Implantação.....	74
5.3 Estudo de Viabilidade Econômico-Financeiro para Intervenções Principais.....	75
5.3.1 Investimentos Necessários.....	75
5.3.2 Sustentação Econômico-Financeiro	75
5.3.3 Receitas Estimadas	76
CAPÍTULO 6 - GESTÃO INTEGRADA.....	83
6.1 Metas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem.....	83
6.2 Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas com outros Municípios.....	86
6.3 Procedimentos Operacionais no Manejo de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva	87
6.4 Divisão do Município para o Programa de Coleta Seletiva.....	88
6.5 Programas de Educação Ambiental	89
6.5.1 Capacitação Técnica de Cooperativas e Técnicos Municipais na Gestão de Resíduos	90
6.5.2 Programas e Ações para a Participação das Cooperativas e Associações.....	92
6.6 Programa de Monitoramento Ambiental	95
6.6.1 Rastreabilidade dos Resíduos	95
CAPÍTULO 7 - ÁREAS PARA DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS.....	97
7.1 Ecopontos	97
7.2 Área de Triagem e Transbordo	98
7.3 Tratamento e Beneficiamento de Resíduos	100
CAPÍTULO 8 - TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	102
8.1 Energia da Biomassa	102
8.2 Tratamentos Biológicos.....	104
8.2.1 Compostagem.....	104
8.2.2 Digestão Anaeróbica	104
8.2.3 Aterros	105
8.3 Tratamentos Térmicos	106

8.3.1 Incineração	106
8.3.2 Gaseificação	107
8.3.3 Pirólise.....	110
8.3.4 Hidrocarbonização.....	112
8.3.5 Plasma	112
8.4 Comparativo das Tecnologias	113
CAPÍTULO 9 - PROPOSTAS ALTERNATIVAS PARA ÁREAS RURAIS	117
9.1 Programa de Microbacias	117
9.2 Demais Programas Aplicáveis à Área Rural	118
9.3 Programa Nacional de Saneamento Rural	119
CAPÍTULO 10 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PIRACICABA, CAPIVARI, JUNDIAÍ E MOGI GUAÇÚ.....	121
10.1 Características das Bacias Hidrográficas.....	121
10.2 Resíduos Sólidos	123
10.3 Metas Qualitativas	125
10.3.1 Metas para melhor gestão da bacia PCJ	126
10.3.2 Resíduos Sólidos	126
CAPÍTULO 11 - PROGRAMAS DE FINANCIAMENTO E FONTE DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS.....	127
11.1 Requisitos Gerais.....	128
11.2 Formas de Obtenção de Recursos.....	129
11.3 Fonte de Captação de Recursos	129
11.4 Lista de Programas e suas Fontes de Financiamento	130
CAPÍTULO 12 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
REFERÊNCIAS	137

Parte 1

APRESENTAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Engenheiro Coelho e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, através de consultoria técnica especializada da SABBA Saneamento e Meio Ambiente, apresenta o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Este projeto é composto de informações relevantes, no que tange o município nas questões ambientais, sociais e econômicas, as quais possibilitarão através deste conhecimento a melhor avaliação das tomadas de decisões da gestão pública.

1.1 Contratação e Fiscalização

PREFEITURA MUNICIPAL DE ENGENHEIRO COELHO

Endereço: Rua Euzébio Batistela, Parque das Industrias, nº 2000

CEP: 13445-048 – CNPJ: 67.996.363/0001-08

Prefeito Municipal: Zeedivaldo Alves de Miranda

Secretário Municipal de Meio Ambiente: Rossard Ribeiro de Oliveira

1.2 Elaboração

SABBA SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Rua União, nº 681, Vila Jundiainópolis, Jundiáí-SP

E-mail: comercial@sabbasaneamento.com.br

Telefone: +55 (11) 99813-0525

A SABBA é uma empresa de engenharia, projetos, serviços e pesquisas em inovação tecnológica, atuando nas áreas de meio ambiente, energia e resíduos. Oferecemos soluções sustentáveis através do aproveitamento energético de resíduos, cogeração de energia com fontes renováveis e economia de energia com eficiência energética. Elaboramos e executamos projetos e planos de manejo de resíduos, saneamento ambiental com aproveitamento energético de resíduos, relatórios de análise e impacto ambiental, projetos de eficiência energética e assessoria técnica em gestão integrada de resíduos e energia.

1.3 Equipe Técnica

Responsáveis Técnicos		
SABBA Saneamento	Formação	Função
Germano Campos Pinto	Engenheiro Agrônomo, Engenheiro de Produção. Mestre em Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Pós-graduando em Gestão de Áreas Contaminadas e Desenvolvimento Urbano.	Diretor de Operações e Projetos.
Ivan Pastro Gomes	Geólogo, Mestrando em Recursos Minerais e Meio Ambiente.	Coordenador de Projetos. Responsável pela elaboração do plano.
Sofia Neres de Jesus	Gestora Ambiental.	Auxílio na elaboração e revisão dos dados.
Denis Gomes Fernandes	Químico.	Operacional e executor da gravimetria com etapas de campo.
Rafael Ninno Muniz	Engenheiro Eletricista, Mestre em Sistemas de Energia, Doutorado em Planejamento Energético	Consultor e Pesquisador

1.4 Introdução

Nos últimos anos o panorama brasileiro de geração de resíduos sólidos sofreu impactos diretamente relacionados a situação econômica da sociedade em sua forma de consumo, proporcionalmente influenciada com o aporte financeiro familiar na obtenção de renda.

Com o aumento da geração de resíduos domiciliares, a quantidade de materiais para a coleta efetuado pelos serviços de limpeza urbana elevou-se para o patamar de 76,1 milhões de toneladas no ano de 2020, sendo a região sudeste a maior responsável dentre as regiões do país, ultrapassando 40 milhões de toneladas por ano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PUBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2021).

Enquanto a média da geração (kg/ hab/ dia) do Brasil está em 1,067, a da região sudeste encontra-se com 1,262, um aumento de 15 % em relação à média nacional. Em contra partida, o índice de cobertura da coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na região sudeste ultrapassou a média nacional de 92,2 %, alcançando a marca de 98,2 %.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, alterada pela Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (atualiza o marco legal do saneamento básico), e regulamentado pelo Decreto Federal nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2010).

A elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é um instrumento fundamental para o incremento do Saneamento Básico no Município de Engenheiro Coelho, em conformidade com a Lei Federal Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, no qual designa as diretrizes nacionais para os serviços públicos do setor (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2007).

Conforme a Constituição Federal de 1988, no referido Artigo 23: “Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”, consolidou-se atualmente com a efetivação da Lei Nº 12.305/10, deliberando a definição de resíduos sólidos como “material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade”.

Os objetivos principais da PNRS são: proteger a saúde pública junto com a qualidade ambiental; manter o foco da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, além da disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

Com base nestes preceitos regulamentares e utilizando-se do caráter de especificidade destacado, o Município de Engenheiro Coelho apresenta neste documento o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado com embasamento nas Leis Federais 12.305/2010 e 11.445/2007.

A composição do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Engenheiro Coelho exigiu a definição de uma metodologia eficiente e assertiva, capaz de diagnosticar satisfatoriamente o quadro do saneamento, no que compete aos resíduos sólidos, propondo medidas de caráter estruturais (construções civis de infraestrutura) e não estruturais (estudos e acompanhamentos técnicos), garantindo assim a solução gradual e global das especificidades destes serviços no escopo da política pública do município.

Para enquadrar o atual cenário da situação dos resíduos sólidos no município, buscou-se solucionar os problemas identificados através de projeções de metas, estas divididas e categorizadas em curto prazo, médio prazo e longo prazo, conforme os critérios de urgência. Juntamente inserido nessas projeções foram direcionados programas, projetos e ações com o intuito de melhorar a eficiência e qualidade dos serviços de manejo de resíduos sólidos.

A compreensão de que este Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos não se encerra com a produção e publicação deste trabalho é de fundamental importância, uma vez que a gestão pública ambiental dos resíduos sólidos é um processo dinâmico de planejamento das ações e serviços, indispensável o acompanhamento técnico permanente.

O principal desafio a ser desenvolvido no atual cenário da administração pública brasileira é encontrar alternativas para uma gestão eficiente que consiga atender as demandas da sociedade diante do aumento da complexidade da lógica mundial, surge a necessidade de ser

criada soluções criativas e inovadoras visando a construção de políticas públicas que promovam um gestão integrada, capazes de amenizar os problemas e promover o desenvolvimento estabelecendo novas formas de atuação e planejamento.

A ONU e seus parceiros no Brasil estão trabalhando para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Estes são uma junção global de ações capazes de acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, garantindo que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

São direcionamentos para planos de ação que devem ser adotados pelos países membros com intuito de alcançar uma série de mudanças na situação atual, sendo 17 objetivos interconectados, abordando os principais desafios enfrentados por pessoas durante o desenvolvimento dos países (Figura 1).

Destacados pela ONU como os seguintes objetivos:

ODS 1 – Erradicação da pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;

ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável: erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável;

ODS 3 – Saúde e bem-estar: Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

ODS 4 – Educação de qualidade: Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;

ODS 5 – Igualdade de gênero: Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;

ODS 6 – Água potável e saneamento: Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos;

ODS 7 – Energia limpa e acessível: Garantir o acesso a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas para todos;

ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego pleno, produtivo e o trabalho digno para todos;

ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

ODS 10 – Redução das desigualdades: Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países;

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis: Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis;

ODS 12 – Consumo e produção responsáveis: Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima: Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos;

ODS 14 – Vida na água: Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;

ODS 15 – Vida terrestre: Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade;

ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis;

ODS 17 – Parcerias e meios de implementação: Reforçar os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.



Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estipulados pela ONU.

1.4.1 Marco Legal e Normativo

A Lei Federal nº 14.026/2020 vigente em todo território nacional, sancionada em julho de 2020 representa o Marco Legal do Saneamento, estabelecendo diretrizes para garantir a sustentabilidade econômica – financeira dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU), possibilitando que os municípios possam cobrar pelos serviços de coletas e disposição adequada de resíduos urbanos.

O Marco Legal irá promover que os municípios possam ter disponíveis recursos para melhoria dos serviços de coleta e limpeza pública, garantindo a qualidade de vida da população e o gerenciamento adequado dos resíduos urbanos gerados. Sendo assim, os recursos públicos deixam de subsidiar o manejo de resíduos sólidos urbanos, de responsabilidade dos municípios que passariam a ter recursos para melhoria dos serviços e encerramento de lixões, tendo investimento para aterros sanitários que realizem a destinação correta dos resíduos.

1.4.2 Lei Nacional de Saneamento Básico

A Lei Federal de Saneamento Básico nº11.445/2007 aborda um conjunto de normas para serviços e infraestrutura de instalações para saneamento básico, como: Abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Os serviços públicos considerados na Lei como: limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, coleta, transporte dos resíduos, triagem para fins de reciclagem, tratamento e disposição final. Institui como diretrizes para a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: o planejamento; a regulação e fiscalização; a prestação de serviços com regras; a exigência de contratos precedidos de estudo de viabilidade técnica e financeira; definição de regulamento por lei; definição de entidade de regulação; controle social assegurado princípios a universalidade e integralidade na prestação dos serviços, além da interação com outras áreas como recursos hídricos, saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano.

1.4.3 Política Nacional Sobre Mudanças do Clima

A Política Nacional sobre Mudanças do Clima - PNMC visa ditar princípios, diretrizes e instrumentos para realização de metas nacionais, incentivando o desenvolvimento e aprimoramento de ações mitigadoras no território nacional, em colaboração com planos internacionais de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), objetivando a diminuição dos impactos das mudanças climáticas globais.

Em seu decreto é proposto planos de ação para prevenção e controle de desmatamento nos biomas nacionais, com prevenção e controle do desmatamento como os planos de: PPCDAm (Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal); PPCerrado (Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado); PDE (Plano Decenal de expansão de energia); Plano ABC (Plano setorial de mitigação

e de adaptação às mudanças climáticas para consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura) e Plano Setorial de redução de emissões da siderurgia.

O Plano estabelece projeções de quantidades de emissões de GEEs, visando reduzir as emissões estimadas em caráter voluntário de compromisso nacional, protegendo projetos como Amazônia Legal; Bioma Cerrado; expansão de fontes alternativas limpas para geração de energia; recuperação de áreas degradadas; implantação de projetos ecos sustentáveis como agro floresta, plantio direto e redução do uso de fertilizantes com fixação biológica de nitrogênio no solo.

Com objetivo de diminuir os impactos provenientes das emissões dos GEE, se faz necessário um comitê interministerial sobre mudanças climáticas que monitorara e estabelecerá metas de redução das emissões acompanhadas pelo Fórum Brasileiro de Mudanças do Clima.

1.4.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

O decreto 10.936 publicado em 12 de janeiro de 2022 regulamenta a PNRS, instituída pela lei de 12.305 de 2010, direcionando os critérios e procedimentos abrangentes, contribuindo para o encerramento dos lixões, assim como atraindo investimento e aumentando o percentual de reciclagem por métodos de gestão compartilhada pela geração de resíduos.

É implementada na lei a responsabilidade direta ou indireta a todos que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento dos resíduos, instituindo o programa de logística reversa. Este visa otimizar a operação pelos geradores e consumidores, com implantação de documento auto declaratório, válido ao território nacional, do uso de matérias que precisam da logística reversa após o consumo, fiscalizando a transferência e destinação dos materiais.

A PNRS nº12.305/10 estabelece princípios, objetivos e instrumentos para gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, ressaltando a responsabilidade dos geradores e do poder público dentro dos instrumentos econômicos aplicáveis. Propõe a corresponsabilidade para o país lidar com lixo de forma responsável, sendo exigido de empresas públicas e privadas transparência no gerenciamento de resíduos, visando a entrega do descarte de forma correta, além da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos.

As empresas são responsáveis pela destinação dos resíduos gerados, proposto como responsabilidade compartilhada, evitando que seja descartado de maneira incorreta ou não reaproveitado durante o processo de reciclagem, principalmente de matérias perigosos classes I ou II, estabelecidos pela Norma NBR 10.004 – Resíduos sólidos classificação (ABNT).

Dentro da PNRS estão estabelecidos princípios, instrumentos, objetivos, ordem de prioridade dentro de gerenciando, como: não geração; desenvolver meios para a redução; reutilização; reciclagem; tratamento e disposição final. Para que seja de responsabilidade geral o comprometimento dos cuidados com a geração de resíduos, é de responsabilidade dos municípios o planejamento do Plano de Gerenciamento de Resíduos de forma integrada.

1.4.5 Lei Federal de Consórcios Públicos

A Lei Federal de Consórcios Públicos nº11.107/2005 estabelece normas de contratação, instituindo o contrato de consórcio celebrado entre os entes, contendo as regras da associação e o contrato de rateio para a transferência de recursos dos consorciados aos consórcios, assim como o contrato de programa que regula a delegação da prestação de serviços públicos.

O objetivo é a resolução de conflitos entre diversos municípios, que são impossibilitados se realizar serviços sem equipe especializada no seguimento, priorizando a aplicação de recursos por meio de consórcios públicos. Esta medida visa fortalecer a gestão dos municípios para regularizar serviços de forma que atenda a demanda da população e possibilite a cooperação entre entidades privadas e públicas.

Os consórcios são formados e protocolados das intenções pelo poder executivo e sancionado pelo poder legislativo, redigidos pela lei que autoriza a constituição do consórcio e prestação de serviços entre os entes. Com isso, torna-se um instrumento de gestão compartilhada com alto grau de importância, organizando o município por um responsável definindo competência e dando responsabilidade aos envolvidos pela execução do serviço.

1.4.6 Legislação Estadual

A Lei nº12.300/06 Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes para a integração sustentável dentro do estado de São Paulo, sendo definida por instrumentos para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, a qual tem por objetivo a prevenção e o controle da poluição, visando o crescimento sustentável dos municípios no Estado.

Está contemplado na Lei que seja planejado de forma integrada e compartilhada o gerenciamento dos resíduos, por meio de planos geradores que possam avaliar e preparar metas na gestão, como a realização de monitoramento de qualidade ambiental, licenciamento e fiscalização de lugares responsáveis pelo gerenciamento da coleta de resíduos urbanos, educação ambiental para ajudar na prevenção dos cuidados ambientais.

São definidos e classificados os tipos de serviços prestados no segmento como: aterro sanitários; gestão compartilhada de resíduos; coleta seletiva; aterro industrial; reciclagem de matérias; logística reversa; áreas contaminadas; áreas de degradação e outras definições que se faz importante para gestão sustentável dos municípios.

Sendo de responsabilidade dos municípios a instalações de unidades receptoras de resíduos, projetadas, licenciadas e instaladas para realização de serviços como transporte e triagem dos matérias, com destinação correta de reciclagem e disposição final dos rejeitos que não tem mais valor de mercado agregado, desta forma atendendo os requisitos para proteção ambiental e de saúde pública com base do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

1.4.7 Legislação Municipal

- LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE ENGENHEIRO COELHO – SP

CAPÍTULO II - DA COMPETÊNCIA

Art. 4º- Ao Município compete, no exercício de sua autonomia, legislar sobre tudo quanto respeite ao interesse local, tendo como objetivo o pleno desenvolvimento de suas funções sociais e garantir o bem estar de seus habitantes, cabendo-lhe privativamente, entre outras, as seguintes atribuições:

III - Instituir e arrecadar os tributos de sua competência, fixar e cobrar preços, bem como aplicar suas rendas, sem prejuízo da obrigatoriedade de prestar contas e publicar balancetes nos prazos fixados em lei;

X - Construir e conservar estradas, parques, jardins e caminhos municipais;

XII - Estabelecer normas de edificação, de loteamento, de arruamento e de zoneamento urbano, bem como das limitações urbanísticas convenientes à organização do seu território;

XIV - Promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento, controle de uso, parcelamento e ocupação do solo urbano;

XIX - Promover a limpeza das vias e logradouros públicos, a remoção e destino do lixo domiciliar, hospitalar e de resíduos de qualquer natureza.

Art. 5º - Compete ao Município, concorrentemente com a União e o Estado, as seguintes atribuições:

IV - Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

V -Reservar as florestas, a fauna, a flora, as nascentes e cursos d'água.

- SEÇÃO II DA POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL
SUBSEÇÃO I - DO PLANO DIRETOR

Art. 4º - São princípios fundamentais do Plano Diretor do Município de Engenheiro Coelho – PDMEC:

II. O direito à cidade sustentável e para todos, entendido como o direito à terra urbana, a moradia, ao saneamento ambiental, a infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho, a cultura e ao lazer;

III. A proteção, preservação e recuperação do ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico;

Art. 5º - Decorrentes dos princípios fundamentais estabelecidos no artigo 3º, são objetivos gerais do Plano diretor municipal do município de Engenheiro Coelho:

IV. Aumentar a eficiência econômica da cidade, maximizando os benefícios disponíveis a população e minimizando os recursos necessários aos investimentos nas áreas social, ambiental, urbanísticas e econômica, para os agentes públicos e privados, privilegiando sempre os investimentos geradores de bem-estar social;

IX. Garantir a todos os munícipes a qualidade do ambiente urbano, através de preservação dos recursos naturais, especialmente os recursos hídricos, do saneamento ambiental, do controle da qualidade do ar, do combate à poluição visual e sonora;

X. Garantir a preservação e recuperação do ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, arquitetônico e paisagístico.

Art. 101 - O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, e o instrumento básico da política de desenvolvimento, devendo expressar os interesses da população local e as exigências de ordenação do território, através de normas e diretrizes de ordem econômica, social, físico territorial, ambiental e administrativa do Município, nos seguintes casos:

I - Proteção de mananciais, de áreas de preservação ecológica, do patrimônio paisagístico, histórico e cultural:

- Racionalização do uso dos recursos naturais.

IV - Desenvolvimento do meio rural, observando os seguintes aspectos:

- Apoio a geração, a difusão e a implementação de tecnologias adaptadas aos ecossistemas locais, observando a conservação do solo e dos recursos hídricos. Bem como o controle no uso de agrotóxicos.

VI - Desenvolvimento urbano, em especial, os seguintes aspectos:

- Estabelecimento adequado do ordenamento territorial, mediante planejamento e controle de uso, parcelamento e ocupação do solo urbano, zoneamento e controle das edificações.

SUBSEÇÃO II - SANEAMENTO BÁSICO

Art. 105 - O Município, em consonância com a sua política de desenvolvimento e segundo o disposto em seu Plano Diretor, promoverá programas de saneamento básico destinados a melhoria das condições sanitárias e ambientais e dos níveis de saúde da população, garantindo:

- a) Coleta, tratamento e deposição de esgoto sanitário;
- b) De limpeza pública, de coleta e deposição adequada de lixo domiciliar e hospitalar

CAPÍTULO I DA POLÍTICA DO MEIO AMBIENTE

SEÇÃO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Parágrafo Único – Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Município, na esfera de sua competência, entre outras medidas:

I - Garantir a educação ambiental, em todos os níveis de sua rede educacional e difundir os princípios e objetivos a proteção ambiental através dos meios de comunicação de massa:

III - Colaborar para o zoneamento agrícola e ambiental, estabelecendo, para utilização dos solos e águas, normas que evitem o assoreamento, a erosão, a redução de fertilidade e a poluição, estimulando o manejo integrado e a difusão de técnicas de controle biológico.

Art. 120 - As empresas concessionárias ou permissionárias de serviços públicos deverão cumprir rigorosamente os dispositivos legais de proteção ambiental.

Art. 122 - O Poder Público determinará a realização periódica, por instituições capacitadas e preferencialmente sem fins lucrativos, de auditorias ambientais e programas de monitoramento que possibilitem a correta avaliação e minimização da poluição, às expensas dos responsáveis por sua ocorrência.

Art. 136 - O Município manterá efetivo controle e vigilância sobre o meio ambiente, concorrentemente com a União e o Estado, especialmente nos seguintes casos:

IV - Impedir que indústrias despejem resíduos químicos e tóxicos em rios, lagos e lagoas, e os que poluam a atmosfera, visando à instalação de filtros para controle da poluição;

Art. 177 - A saúde é direito de todos, e é dever do Município assegurá-la mediante políticas sociais, econômicas e ambientais que visem à eliminação do risco de doenças e de outros agravos, e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação, com base no disposto nas Constituições Federal e Estadual e nesta Lei.

CAPÍTULO I – POLÍTICA MUNICIPAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

SEÇÃO I – AGRICULTURA E AGROINDÚSTRIA

VI. Favorecer instrumentos de cooperação em planejamento e atividades intermunicipais vinculadas ao meio ambiente;

IX. Difundir tecnologias de manejo do meio ambiente e divulgar dados e informações ambientais, visando à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico.

XII. implementar e fomentar a educação ambiental no âmbito municipal;

Art. 39 - A Política Municipal relativa ao meio ambiente do município tem como diretrizes:

IV. O desenvolvimento de programas de formação e capacitação técnica na área do meio ambiente;

VI. A adoção, pelas atividades de qualquer natureza, de meios e sistemas de segurança contra acidentes que acarretem risco à saúde pública ou ao meio ambiente.

Art. 40 - São ações estratégicas aplicáveis da Política Municipal do meio ambiente:

III. Criar, equipar e capacitar equipe municipal responsável pelas fiscalizações ambiental.

SECÃO IV – SANEAMENTO BÁSICO

SUBSEÇÃO I – ÁGUA E ESGOTO

Art.50 - São objetivos da Política Municipal de Saneamento Básico do município:

II. A coleta, o tratamento adequado e a disposição, sem prejuízo ao meio ambiente, de todo o efluente gerado no município.

SUBSEÇÃO II – RESÍDUOS SÓLIDOS

Art. 51 - São objetivos da Política Municipal de Resíduos sólidos:

I. Minimizar a geração de resíduos incentivando a reciclagem e o reuso;

II. Reduzir os riscos à saúde da população, controlando a insalubridade provocada pela disposição inadequada de resíduos sólidos nos diversos ambientes urbanos;

III. Evitar a instalação de aterros sanitários e de passivos ambientais dentro do território municipal.

Art. 88 - O direito de preempção poderá ser aplicado em todo o território municipal, normalizado por lei específica, sempre que o poder público municipal necessitar de áreas destinadas a:

VII. Criação de unidades de conservação e proteção de outras áreas de interesse ambiental.

Art. 93 - O poder executivo municipal poderá autorizar o proprietário de imóvel, privado ou público, a exercer em outro local ou no mesmo local o direito de construir, ou ainda aliená-lo, mediante escritura pública, quando o imóvel for necessário para:

II. Preservação, desde que seja considerado de interesse cultural, ambiental e paisagístico;

SEÇÃO XII – ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA

Art. 100 - Os empreendimentos ou atividades consideradas de impacto urbanístico, a serem definidas pela lei de uso e ocupação de solo, dependerão de estudos de impacto de vizinhança para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do poder público municipal.

Art. 123 - Serão realizadas audiências públicas nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades de significativo impacto urbanístico ou ambiental com efeitos potencialmente danosos em seu entorno e no caso de alteração do:

II. Código de zoneamento, uso e ocupação do solo.

V. Código de meio ambiente.

§2º - Todos os Planos Municipais, mesmo aqueles em vigor, deverão prever nos seus textos prazos para revisões não superiores a 5 anos.

Art. 136 - Ficam revogadas todas as demais leis e decretos que estabeleçam disposições em contrário, em especial as leis complementares nº11/2012, 05/2015, 15/2016, 24/2016 e 08/2018, bem como a lei nº 959/2014.

1.4.8 Normas Brasileiras Aplicáveis

- NORMA NBR ABNT 10004 - CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

De acordo com a NBR 10004, a classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo que lhe deu origem, de suas características, a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Essa classificação é necessária para segregação dos resíduos na fonte geradora e identificação quanto

a sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, no qual a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado possam ser explicitados.

A classificação e gestão dos resíduos é essencial no manejo ecologicamente correto de dejetos industriais. O gerador tem a responsabilidade de realizar a classificação transparente e dar a destinação correta para os seus rejeitos, sendo que todos os detalhes deste processo devem estar contidos no Plano de Gerenciamento de Resíduos. O não cumprimento da legislação, Lei 12.305 e ANTT 5.232 sendo passível de punição legal pelos danos ambientais causados.

Com isso, os resíduos podem ser classificados através da origem, tipo de resíduo, sua composição e característica. São informações que consistem em auxiliar na escolha da destinação correta para o resíduo, visando qualificar quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. A norma classifica conforme o seu risco em relação ao homem e ao meio ambiente e são divididos nos seguintes grupos:

a) Resíduos classe I – Perigosos:

Possuem propriedades que podem prejudicar a saúde humana e o meio ambiente, podendo ser gerado de várias fontes, variando de resíduos de processos de fabricação industrial ou até mesmo líquidos e gases.

b) Resíduos classe II – Não perigosos:

São resíduos considerados não-perigosos, mas que apesar da denominação, não devem ter seu potencial de causar impactos ao meio ambiente e à saúde pública ignorados.

c) Resíduos classe II A – Não inertes:

A ABNT NBR 100004 define resíduos classe II A, como aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

d) Resíduos classe II B – Inertes:

Resíduos classe II inertes são definidos como um tipo de resíduo que, por apresentar determinadas características e composição físico-química específica, não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas quando descartados, e assim esse tipo de resíduo se mantém inalterado por um longo período de tempo. Os resíduos classe II B não têm nenhuma das características dos resíduos de classe I.

- ABNT NBR 10007 – AMOSTRAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

A NBR 10.007 refere a estudo de amostragem e quantidade de resíduos gerados, sendo um levantamento para quantificar os resíduos gerados e facilitar a classificação através de outras normas de compostos regentes nos matérias. São tipos de amostra definidos pela NBR:

- Amostra composta: constituídas de parcelas individuais dos resíduos a ser estudada;
- Amostra homogênea: amostra após mistura das alíquotas; amostra representativa, amostra estuda que representa a massa total dos resíduos;
- Amostra simples: parcela de um ponto único ou profundidade estudada; amostrador, equipamento utilizado para amostra de resíduos;
- Contêiner de resíduos: qualquer recipiente portátil no qual o resíduo possa ser transportado;
- Pilha ou monte: qualquer acúmulo de resíduos não contido;
- Quarteamento: processo de divisão em quatro partes igual da amostra pré-homogeneizada; tambor, recipiente portátil cilíndrico com capacidade máxima de 250 L.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada para a confecção do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos – PMGIRS foi definida com o objetivo de levantar as informações necessárias com a maior efetividade possível, dividindo-as em quatro etapas principais:

- I. Caracterização: levantamento de informações através de métodos diretos (coletas de campo) e indiretos (dados públicos municipais, estadual e federal);
- II. Tratamento de dados: tabulação das informações obtidas;
- III. Diagnósticos: conjunto de informações tabuladas que configuram o atual cenário municipal na gestão pública dos resíduos sólidos;
- IV. Prognósticos: formulação de metas a curto, médio e longo prazo, assim como programas a serem adotadas conforme viabilidade técnica-financeira apresentada.

Para assegurar a veracidade e a qualidade das informações obtidas por métodos indiretos, utilizou-se do acompanhamento nos principais locais exigidos para a gestão pública dos resíduos no município, através de mapeamentos de locais com descartes irregulares, realização da análise gravimétrica, confecção de mapas temáticos representativos das informações levantadas.

1.6 Diretrizes e Objetivos Gerais

No atual cenário dos resíduos que caracterizam os municípios brasileiros, é importante destacar a importância que o correto sistema de coleta de resíduos gerados pela população assegura o retorno na qualidade de vida dos moradores através da saúde pública, concomitantemente o beneficiamento na reparação dos passivos ambientais ocasionados de maneira inadequada pelo mesmo.

No Estado de São Paulo, segundo levantamento realizado no ano de 2019 pelo Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE-SP), 20,7 % (133 municípios) não elaboraram o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS, conforme Lei nº 12.305/2010. Dentre os 79,3 % municípios que realizaram o Plano, 51,7 % das cidades não cumpriram as metas no prazo estipulado no documento.

De acordo com os dados do Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental (CONSAB), tendo em vista a necessidade de se encontrar maneiras e soluções para melhorar a qualidade do meio ambiente, tanto dos moradores das áreas urbanas quanto de áreas rurais do município de Engenheiro Coelho, ações foram realizadas nos últimos anos.

Nos primeiros anos do surgimento da cidade, o resíduo sólido urbano era queimado, sendo criado o primeiro aterro sanitário no ano de 1994, situado no bairro Céu Azul (zona rural). No ano de 2009 o mesmo teve suas atividades interrompidas pela CETESB, sendo todo o lixo recolhido direcionado para o aterro ESTRE, no município de Paulínia-SP. Atualmente, todo o resíduo doméstico é direcionado para o aterro sanitário particular no município de Conchal-SP.

O engajamento da população é ferramenta fundamental para que o funcionamento das políticas públicas ambientais caminhe em coerência com as metas previamente acordadas.

Uma vez alinhado, esta relação traz vantagens tanto nos campos econômico, social e não menos importante, ambiental. Este último se potencializa com as diminuições da exploração de recursos naturais renováveis e não renováveis, da poluição do solo, da água e do ar, promovendo o reaproveitamento na utilização de materiais que iriam para aterro sanitário.

Com isso, dimensionar o panorama atual da gestão dos resíduos sólidos traz consigo a possibilidade de direcionar recursos através de estudos técnicos, ambientais e econômicos, viabilizando a curto, médio e longo prazo cenários factíveis de captação de recursos financeiros e técnicos, para a melhoria das tratativas dos resíduos no município.

2.1 Histórico

O atual município de Engenheiro Coelho, antigamente denominado povoado de Guaiquica, estava inserido como parte da fazenda do mesmo nome, de propriedade de Júlio Cardoso de Moraes. Através da chegada dos primeiros imigrantes oriundos da Bélgica, em 1891, foi instalada a Usina Ester por iniciativa de Artur Nogueira e companhia e adquiriu-se a fazenda São Pedro nos anos seguintes (IBGE, 2022).

Visando o escoamento da produção da usina e dos produtos agrícolas gerados na região, foi implantada a Estrada de Ferro Funilense no ano de 1891.

Passados 21 anos, em 1912, para ver a produção de sua fazenda ser escoada, Pedro Hereman inicia a construção de uma estação e a obra foi entregue ao engenheiro José Luiz Coelho, este sendo influente na escolha do nome do povoado, Engenheiro Coelho.

O crescente desenvolvimento do povoado o fez se transformar em distrito, com sede no bairro do mesmo nome, do município de Artur Nogueira. O desmembramento desse município ocorreu em 14 de maio de 1980, no qual após 11 anos, foi elevado à categoria de município, em 30 de dezembro de 1991.

2.2 Localização

O município de Engenheiro Coelho está localizado na latitude 22°29'18" sul e na longitude 47°12'57" oeste, estando a uma altitude de 655 metros. Possui sua área na parte leste do estado de São Paulo, pertencendo a Região Metropolitana de Campinas (RMC), limitando-se com os municípios de Arthur Nogueira, Conchal, Araras, Limeira e Mogi Mirim (Figura 2).

Encontra situado a 159 km da capital, posicionada entre as rodovias:

- SP-147 - Rodovia Engenheiro João Tosello;
- SP-332 - Rodovia Zeferino Vaz.

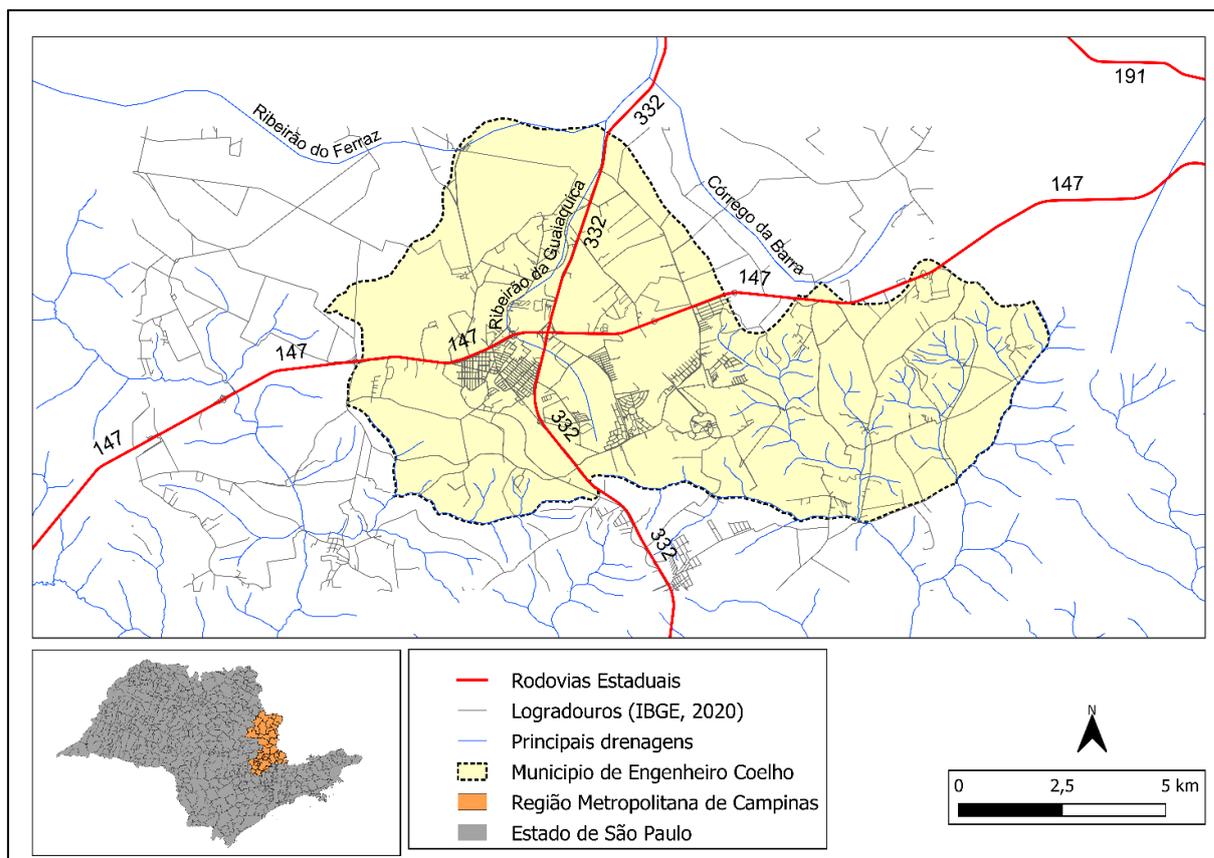


Figura 2 - Mapa de localização do município de Engenheiro Coelho. Fonte: Autor

2.3 Aspectos Fisiográficos

2.3.1 Geologia

O município está situado na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, entre as unidades metamórficas e intrusivas do Embasamento Cristalino do Estado de São Paulo (CPRM, 1998).

O substrato rochoso é formado por unidades estratigráficas da Formação Aquidauna (Subgrupo Itararé Indiviso), constituída por corpos interdigitados de rochas sedimentares (siltitos, arenitos, ritmitos, argilitos e diamictitos), presentes em todos os níveis da unidade (AZEVEDO, 1984). Outras rochas sedimentares também são encontradas na região, como a presença de arenitos calcíferos e folhelhos betuminosos, pertencentes a Formação Tatuí e Irati, datadas do Permiano (Figura 3).

Além das porções litológicas sedimentares, estão presentes no município rochas intrusivas tabulares, como sills de diabásio, andesitos, traquitos e dioritos, datados do período Jurássico (AZEVEDO, 1984).

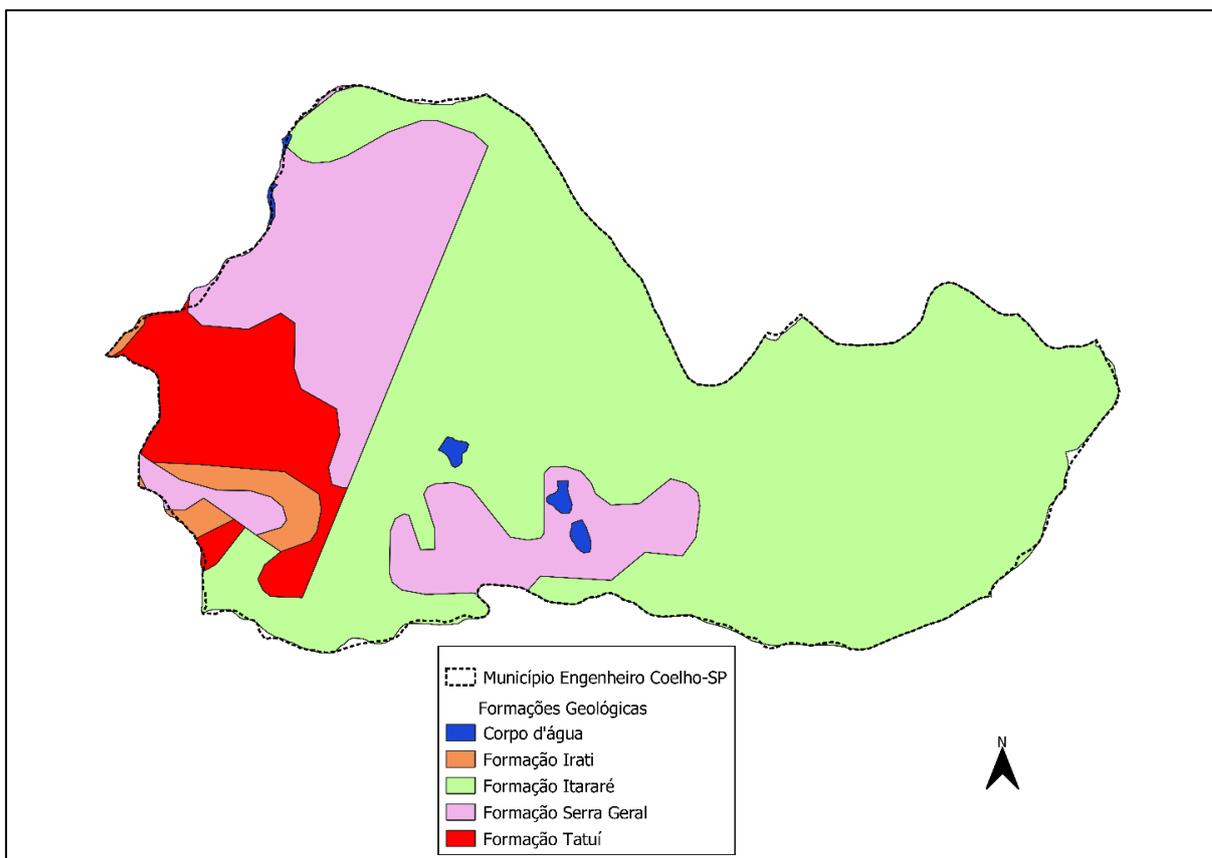


Figura 3 - Mapa geológico representando as principais Formações do município.

2.3.2 Geomorfologia

Caracterizado por cotas altimétricas entre 500 m a 750 m, o município de Engenheiro Coelho (Figura 4) está contido entre dois domínios geomorfológicos (IPT, 1981): i) Depressão Periférica; ii) Planalto Atlântico.

Os morros de topos arredondados estão constituídos pelo Embasamento Cristalino, juntamente com vertentes de perfis retilíneos, presença de serras restritas e com alta densidade de drenagem. Já os terrenos pertencentes à Depressão Periférica estão caracterizados por um relevo com formas suavizadas e levemente onduladas, constituído por colinas amplas (ALMEIDA, 1964).

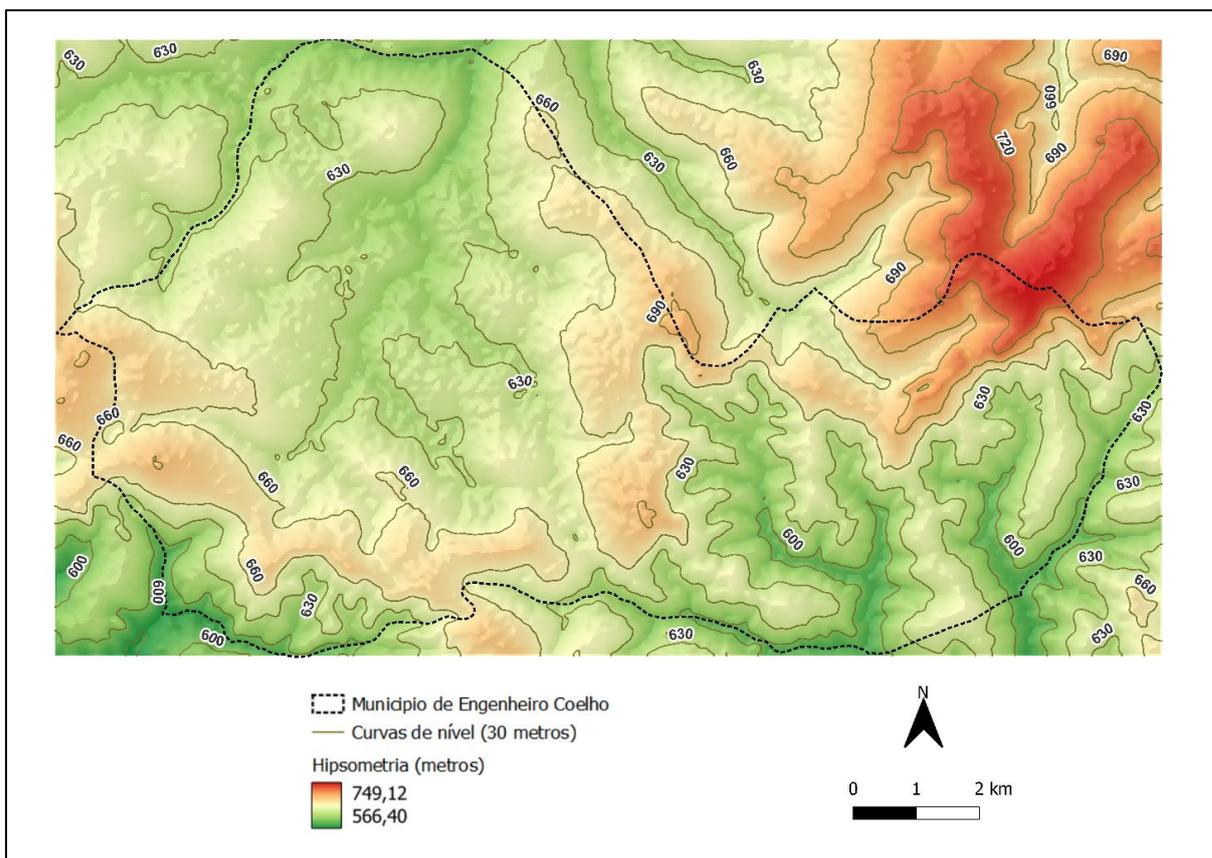


Figura 4 - Mapa hipsométrico (altitude) representado as áreas de menor cotas (verde) e maiores elevações (vermelho) no município.

Em uma escala menor, o contexto da geomorfologia da área de estudo resume-se na Depressão Periférica (zona do rio Mogi Guaçu) em áreas de relevo de planaltos dissecados (Figura 5), classificados como Colinas Amplas e Médias (IPT, 1981).

Essas Colinas estão dispostas na porção ocidental do município, possuindo zonas de interflúvios superiores a 4 km², com presença de topos extensos, vertentes retilíneas a convexas. Sua drenagem está caracterizada por baixa densidade, com padrão sub-dendrítico, vales abertos e planícies aluviais interiores (IPT, 1981).

Na porção oriental do município, concentram-se as Colinas Médias de interflúvios predominante com 1 a 4 km², topos aplainados, vertentes com perfis convexas a retilíneos. Sua drenagem caracteriza-se por ser de média à baixa densidade, padrão sub-retangular, vales abertos a fechados e planícies aluviais interiores restritas (IPT, 1981).

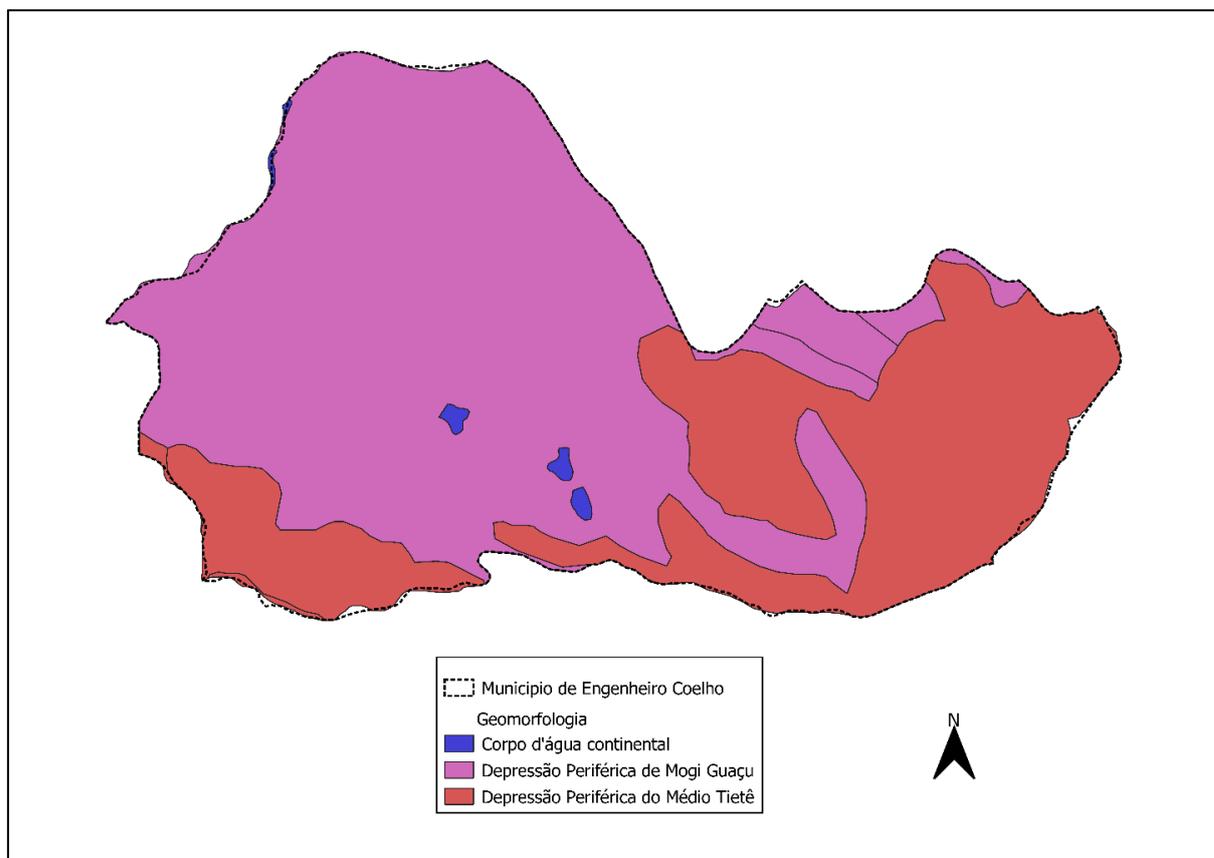


Figura 5 - Mapa geomorfológico do município de Engenheiro Coelho-SP.

2.3.3 Pedologia

Os solos deste município caracterizam-se por forte heterogeneidade litológica, englobando rochas sedimentares, pertencentes à Formação Aquidauana (Subgrupo Itararé Indiviso), dos períodos Carbonífero/ Permiano, e Formações Tatuí e Irati (Permiano) representadas por arenitos, siltitos, argilitos, diamictitos, arenitos entre outras (CPRM, 1998).

Segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA, J.B et al, 1999) realizado pela Embrapa-Solos/ IAC na escala 1:500.000, os solos dominantes na região podem ser divididos em dois: i) Latossolos Vermelhos; ii) Argissolos Vermelho-Amarelos.

Os Latossolos Vermelhos são encontrados na porção ocidental do município, com presença de elevado estágio de intemperização (IBGE, 2004), formados do substrato de rochas intrusivas básicas, com predominância de diabásios (GOLDEMBERG; COELHO, 2004; MUNIZ, 2015a). São constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto horizonte H. estes estão diretamente relacionados ao desenvolvimento em relevo suave a pouco ondulado, com declividades variando entre 0% e 10% e predominância de 0% a 5%,

relacionados a áreas com densidade de drenagem baixa (OLIVEIRA, J.B et al, 1999) (Figura 6).

Já os Argissolos Vermelho-Amarelos estão localizados na direção oriental do município, constituídos por argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o horizonte H hístico (IBGE, 2004), estando relacionados a relevo suave a suave-ondulado com declividades entre 5% e 10% (OLIVEIRA, J.B et al, 1999).

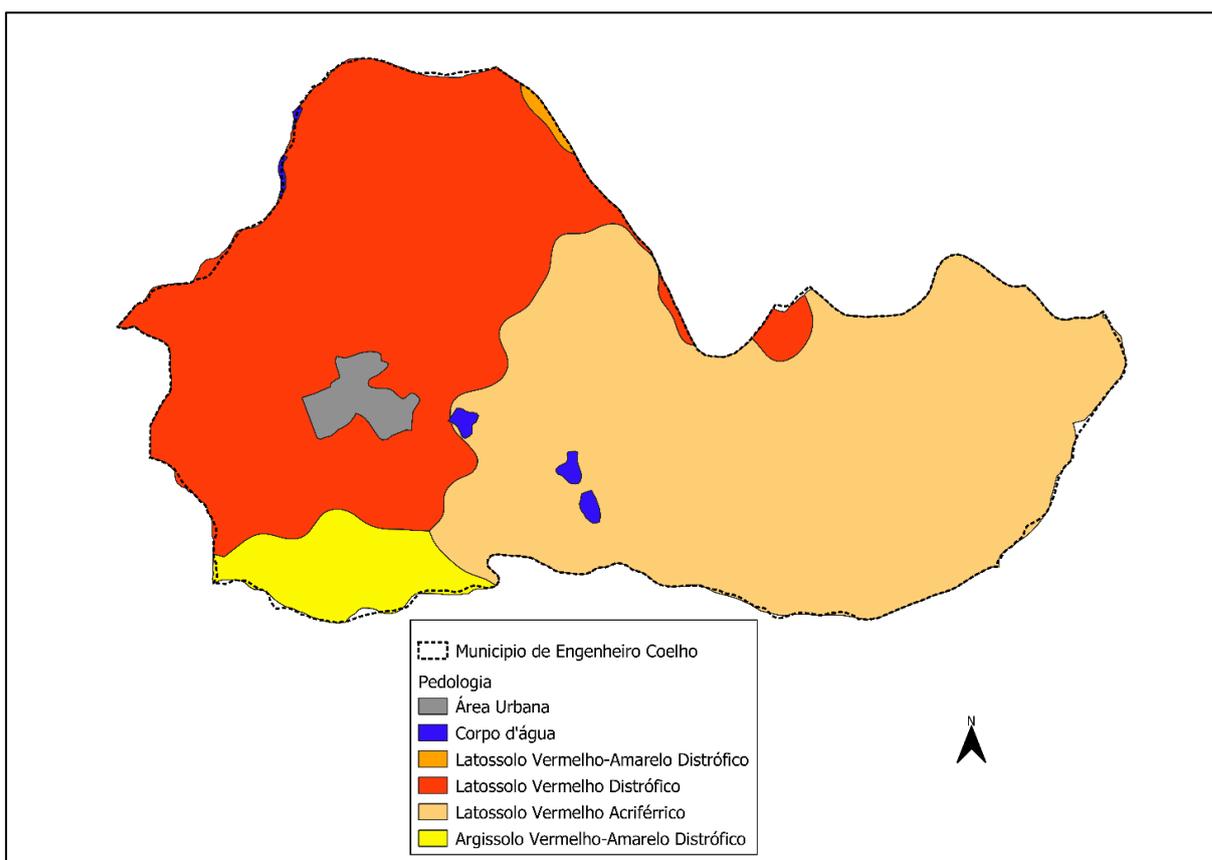


Figura 6 - Mapa pedológico do município de Engenheiro Coelho -SP.

2.3.4 Clima e Pluviosidade

O município está inserido em um clima do tipo Mesotérmico Subtropical Úmido, de regime pluvial com os maiores índices de precipitação historicamente registrados entre os meses de dezembro à março, registrados pelo banco de dados do portal hidrológico do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Os dados obtidos foram registrados entre os anos de 1978 até 2000, representados pelo hietograma (Figura 7).

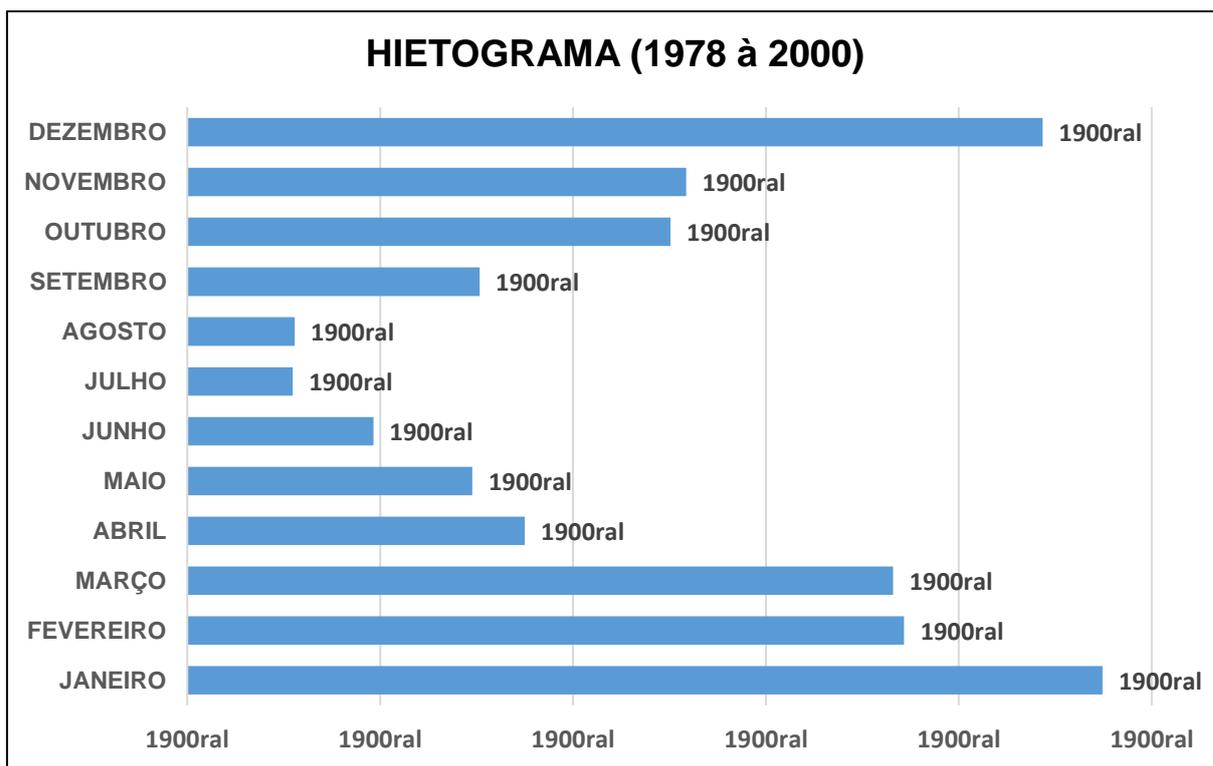


Figura 7 - Precipitação média registrada no município em milímetros (DAEE).

As alturas mensais de chuva são as acumuladas entre 7 horas do último dia do mês anterior até às 7 horas do último dia do mês considerado e unidade de medida, 1mm de chuva, equivale ao volume de 1 litro precipitado sobre uma superfície de 1 m² de área (DAEE).

2.3.5 Hidrografia

O Sistema hidrográfico de abastecimento de água de Engenheiro Coelho (Figura 8) é composto integralmente por manancial superficial, através do Ribeirão Ferraz, que se enquadra como curso d'água na classe 2. Este sistema está inserido na Sub-Bacia do Alto Mogi, sendo o sistema de drenagem composto pelo Ribeirão Guaiaquica e Córrego Guaiaquica (afluente do Ribeirão).

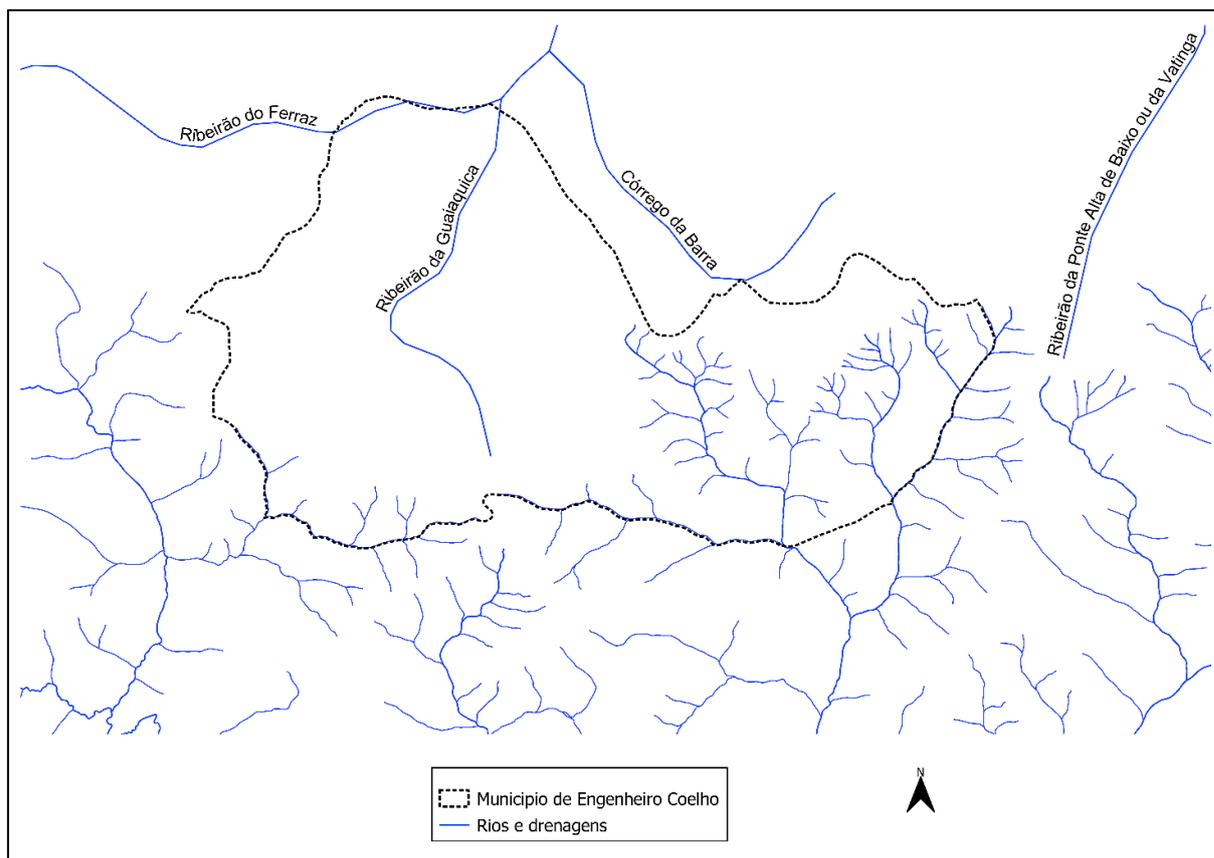


Figura 8 - Principais rios e drenagens presentes no território do município de Engenheiro Coelho.

2.3.6 Vegetação

Segundo levantamento realizado pelo Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo – SIFESP juntamente com o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2009) o município de Engenheiro Coelho possui 41 hectares de superfície reflorestada, correspondendo a 0,37% da área total municipal.

Dos 11.200 hectares de superfície de cobertura original, segundo o SIFESP restam apenas 408 hectares preenchidos por Floresta Ombrófila Densa, 70 hectares por Formações Arbóreo-Arbustiva-Herbácea em Regiões de Várzea e 2 hectares por vegetação não classificada, totalizando 480 hectares, correspondendo a 4,28% da cobertura original total (Figura 9).

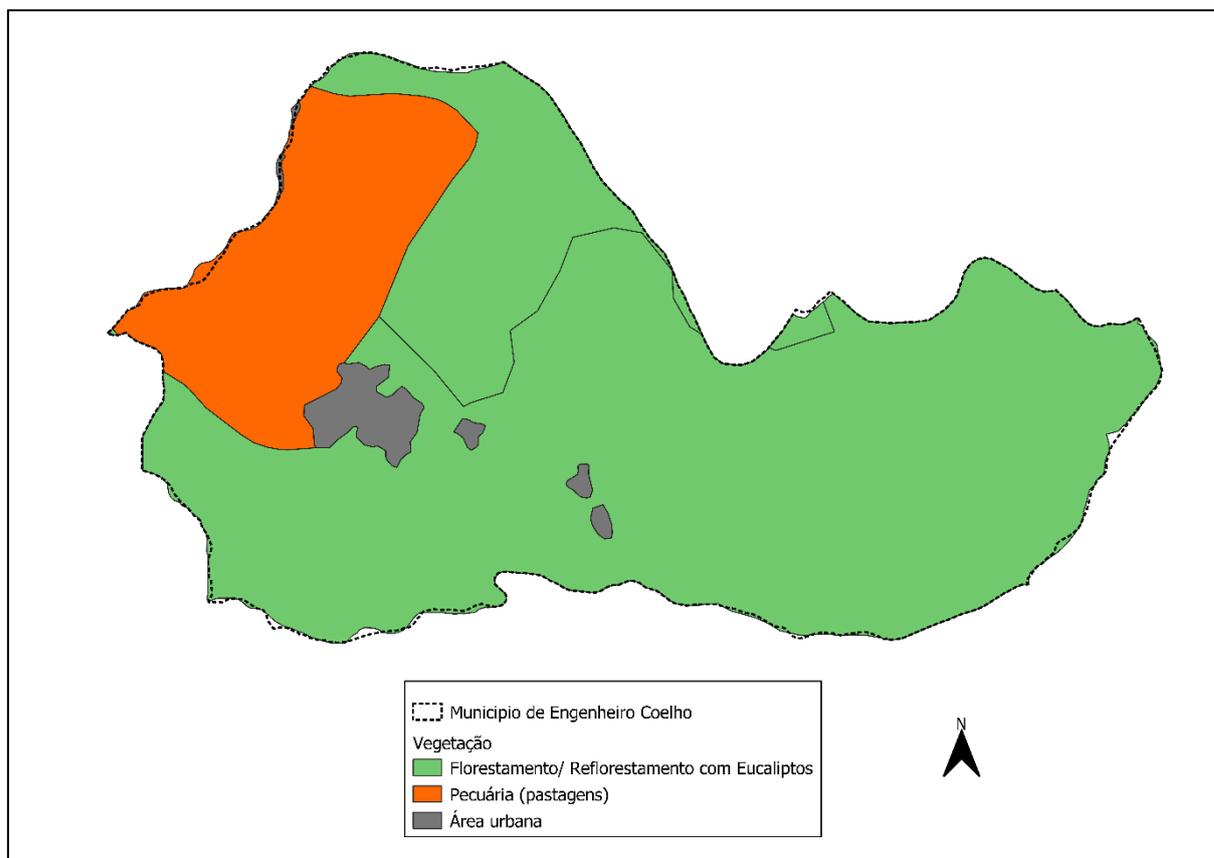


Figura 9 - Mapa de vegetação municipal demonstrando áreas de reflorestamento. Fonte: SABBA

2.4 Uso e Ocupação do Solo

Segundo o levantamento realizado dos setores censitários do IBGE (2010), o município de Engenheiro Coelho está caracterizado com ocupação do solo representado principalmente pela agricultura da região no setor rural, com os cultivos majoritários de cana de açúcar, laranja e outras culturas (Figura 10).

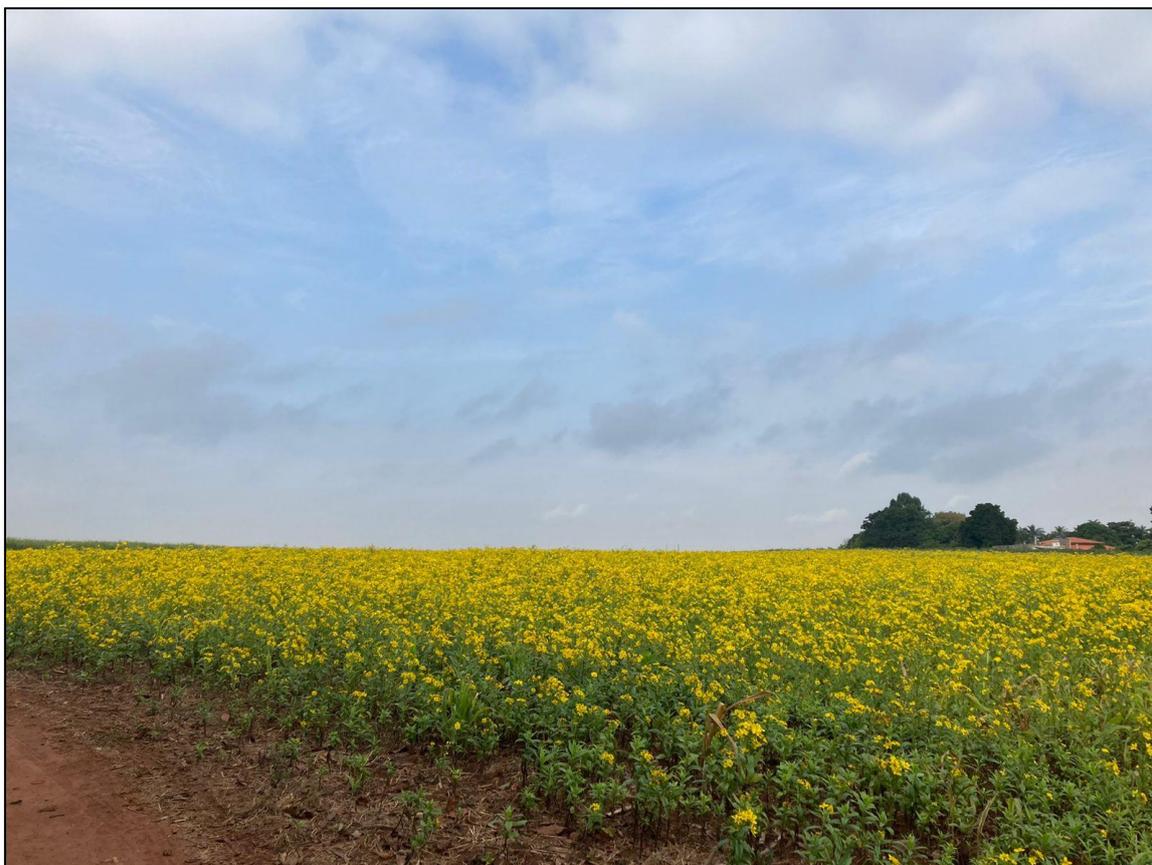


Figura 10 - Produção de horticultura na região rural do município de Engenheiro Coelho.

2.4.1 Panorama Demográfico Municipal

2.4.1.1 Panorama Atual

O Estado de São Paulo alcançou no ano de 2020 uma população total de 46.239.333 habitantes, correspondendo a 48,76 % de homens e 51,24 % de mulheres (Tabela 1) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

Tabela 1 - População do Estado de São Paulo.

HISTÓRICO POPULACIONAL DO ESTADO DE SP			
ANO	TOTAL	HOMENS	MULHERES
2000	37.712.838	18.475.518	19.237.320
2010	42.298.906	20.607.272	21.691.634
2020	46.289.333	22.572.327	23.717.006

Fonte: IBGE, 2020

O município de Engenheiro Coelho-SP está inserido dentro da Região Metropolitana de Campinas (RMC) (Figura 11), na porção nordeste do Estado de São Paulo, a qual possui atualmente 19 municípios, totalizando 3.070.079 habitantes (IBGE, 2020) (Tabela 2).

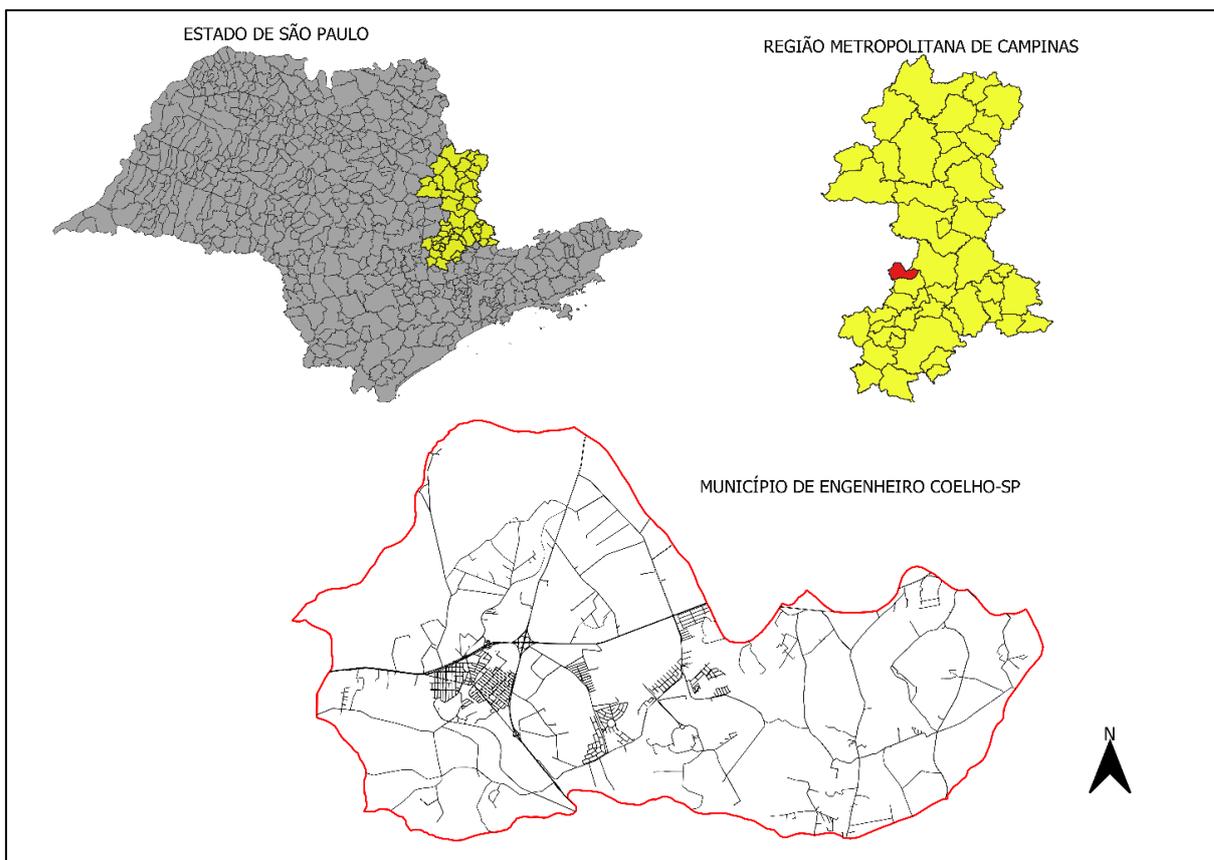


Figura 11 - Localização do município de Engenheiro Coelho, pertencente à Região Metropolitana de Campinas, Estado de São Paulo.

Tabela 2 - População da região Metropolitana de Campinas (SIDRA - IBGE, 2020).

POPULAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS			
MUNICÍPIOS	2001	2011	2020
Americana	185.552	212.791	242.018
Artur Nogueira	34.782	45.026	55.340
Campinas	982.977	1.090.386	1.213.792
Cosmópolis	45.345	59.938	73.474
Engenheiro Coelho	10.458	16.158	21.249
Holambra	7.453	11.613	15.272
Indaiatuba	152.462	205.808	256.223
Itatiba	83.246	103.028	122.581
Jaguariúna	30.293	45.441	58.722
Monte Mor	38.529	49.841	60.754
Morungaba	10.129	11.912	13.781
Nova Odessa	43.049	51.946	60.956
Paulínia	53.027	84.512	112.003
Pedreira	36.135	42.045	48.463
Santa bárbara D' Oeste	172.739	180.772	194.390

Santo Antônio de Posse	18.623	20.844	23.529
Sumaré	202.813	242.960	286.211
Valinhos	84.601	108.622	131.210
Vinhedo	48.761	64.870	80.111
POPULAÇÃO TOTAL	2.240.974	2.648.513	3.070.079

A densidade demográfica do Estado de São Paulo corresponde a 181,2 hab/ km², enquanto a da Região Metropolitana de Campinas com 856,4 hab/ km² e o município de Engenheiro Coelho com 143,2 hab/ km² (Tabela 3).

Com relação as taxas de urbanização, o Estado de São Paulo possui 96,6 %, enquanto a Região Metropolitana de Campinas com 97,7 % e o município de Engenheiro Coelho com 76,7 % (Tabela 4).

Tabela 3 - Comparação entre as densidades demográficas (SIDRA- IBGE, 2020).

COMPARATIVO ENTRE AS DENSIDADES DEMOGRÁFICAS		
REGIÕES	DENSIDADE (Hab/km²)	ANO
Engenheiro Coelho	143,22	2022
Região Metropolitana de Campinas	856,4	2022
Estado de São Paulo	181,99	2022

Tabela 4 - Taxa de urbanização comparativa entre Engenheiro Coelho-SP, Região Metropolitana de Campinas - RMC e o Estado de São Paulo (SIDRA- IBGE, 2020).

COMPARATIVO DAS TAXAS DE URBANIZAÇÃO (%)		
Engenheiro Coelho	76,70%	Ano base
Região Metropolitana de Campinas	97,70%	2022
Estado de São Paulo	96,60%	

2.4.1.2 Projeções Populacionais

Para compor as projeções populacionais do município, foi adotado a metodologia utilizada pelo levantamento demográfico realizado pela Fundação do Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) (Tabela 5). A mesma está vinculada à Secretaria de Governo do Estado de São Paulo, sendo referência nacional na produção e disseminação de análises e estatísticas socioeconômicas e demográficas.

Além das suas pesquisas diretas, a Fundação realiza também levantamentos de informações produzidas por outras fontes, compondo um amplo acervo público, permitindo assim a caracterização dos diferentes aspectos que compõe a realidade socioeconômica do Estado.

Tabela 5 - População do município de Engenheiro Coelho-SP (SEADE, 2022).

ESTIMATIVA POPULACIONAL DE ENGENHEIRO COELHO				
ANO	POPULAÇÃO TOTAL	CRESCIMENTO	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL
2000	10.000	0,00%	6.986	3.014
2010	15.662	56,62%	8.902	3.874
2020	20.535	31,11%	11.455	4.207
2030	23.737	15,59%	13.699	4.644
2040	25.618	7,92%	15.639	4.896
2050	26.527	3,55%	17.331	5.012

As projeções populacionais para o município de Engenheiro Coelho podem ser observadas na Figura 12 a seguir, considerado como amostragem do estudo a perspectiva de 50 anos.

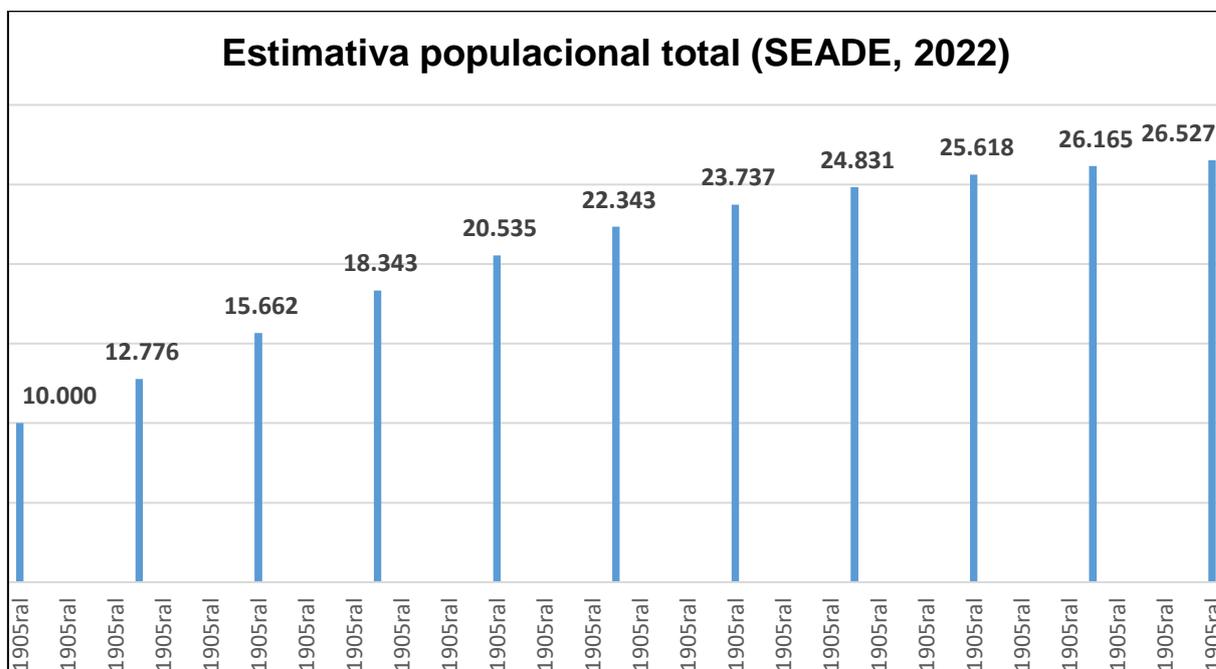


Figura 12 - Estimativa populacional do município de Engenheiro Coelho-SP (SEADE, 2022).

Com a projeção realizada é possível observar o expoente aumento populacional entre os anos 2000 (10.000 hab.) até 2020 (20.535 hab.). Quando projetado para os anos seguintes, as taxas de crescimento diminuem até o ano final de 2050 (1,38 %), não correspondendo ao crescimento inicial esperado nos primeiros anos do município (22,59%) (Figura 13).

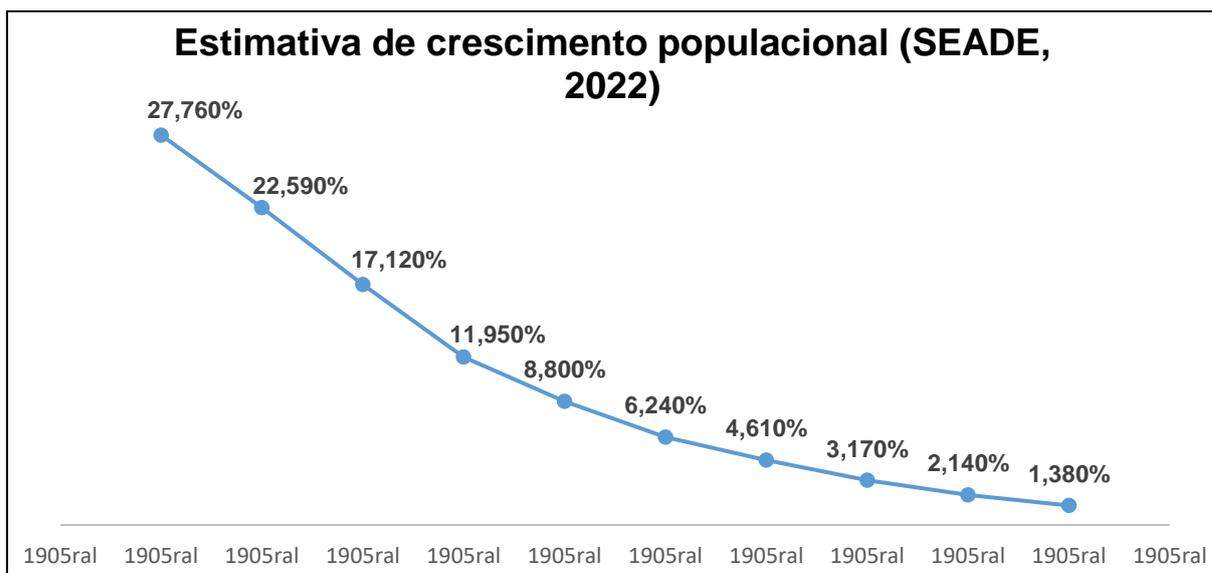


Figura 13 - Estimativa de crescimento populacional do município de Engenheiro Coelho-SP.

2.4.2 Panorama Econômico Municipal

2.4.2.1 Produto Interno Bruto

O panorama econômico municipal está diretamente relacionado ao seu pertencimento à Região Metropolitana de Campinas, com suas respectivas influências condizentes ao Estado de São Paulo (Tabela 6).

Nos primeiros anos do município, nota-se que sua fonte principal do PIB era do setor de serviços (38,94%), sucedidos pelas décadas seguintes de 2010 (40,23 %) e 2019 (53,28%).

Enquanto na Região Metropolitana de Campinas, seu histórico de PIB está configurado pelos serviços de administração pública em 2002 (47,23%), seguidos pelos anos de 2010 (48,85%) e 2019 (54,55%). Para a escala do Estado de São Paulo, sua principal geração de PIB está relacionada com os mesmos serviços de administração pública, com os valores em 2002 de 57,52%, seguidos em 2010 com 58,63 % e em 2019 com o índice de 65,64 % (SEADE, 2022).

Tabela 6 - Demonstrativo econômico regional (SEADE, 2022).

DEMONSTRATIVO ECONÔMICO REGIONAL			
PIB MUNICÍPIO DE ENGENHEIRO COELHO-SP			
Ano	2002	2010	2019
PIB (R\$)	109.240.764	283.626.973	531.112.578
Per capita (R\$)	9.844	18.109	26.454
Valor adicionado (R\$)	98.287.167	252.724.789	472.680.782
Imposto (R\$)	10.953.597	30.902.184	58.431.795
Agricultura e Agropecuária (R\$)	15.255.647 (15,52%)	17.380.914 (6,88%)	30.334.226 (6,42%)
Indústria (R\$)	33.500.432 (34,08%)	94.476.836 (37,38%)	77.025.500 (16,3%)
Serviços (R\$)	38.268.372 (38,94)	101.678.659 (40,23%)	280.199.106 (59,28%)
Serviços de administração pública (R\$)	11.262.716 (11,46%)	39.188.377 (15,51%)	85.121.951 (18,01%)
PIB REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS			
Ano	2002	2010	2019
PIB (R\$)	42.221.500.231	112.141.155.257	217.471.385.211
Per capita (R\$)	17.318	39.985	68.863
Valor adicionado (R\$)	33.876.285.590	90.593.733	178.922.729.266
Imposto (R\$)	8.345.214.643	21.547.569.527	38.548.655.944
Agricultura e Agropecuária (R\$)	1,30%	0,58%	0,82%
Indústria (R\$)	19,77%	19,21%	17,73%
Serviços (R\$)	31,70%	31,35%	26,90%
Serviços de administração pública (R\$)	47,23%	48,85%	54,55%
PIB ESTADO DE SÃO PAULO			
Ano	2002	2010	2019
PIB (R\$)	518.878.815.174	1.294.695.988.452	2.348.338.000.289
Per capita (R\$)	13.688	31.407	52.992
Valor adicionado (R\$)	430.781.193.225	1.071.840.401.675	1.975.310.484.222
Imposto (R\$)	88.097.621.942	222.855.586.778	373.027.516.049
Agricultura e Agropecuária (R\$)	2,72%	1,75%	1,41%
Indústria (R\$)	16,98%	17,21%	15,88%
Serviços (R\$)	22,78%	22,41%	17,07%
Serviços de administração pública (R\$)	57,52%	58,63%	65,64%

A evolução econômica municipal de Engenheiro Coelho, segundo IBGE (2019), está indicada entre os anos de 2002 a 2019, com a estabilidade de crescimento nos setores agropecuário/ agricultura e de serviços, enquanto o setor industrial obteve queda entre os anos de 2010 a 2019 (Figura 14). Atualmente, o PIB municipal está configurado por: serviços (59%), serviços de administração pública (18%), indústria (16%) e agricultura/ agropecuária (7%) (Figura 15).

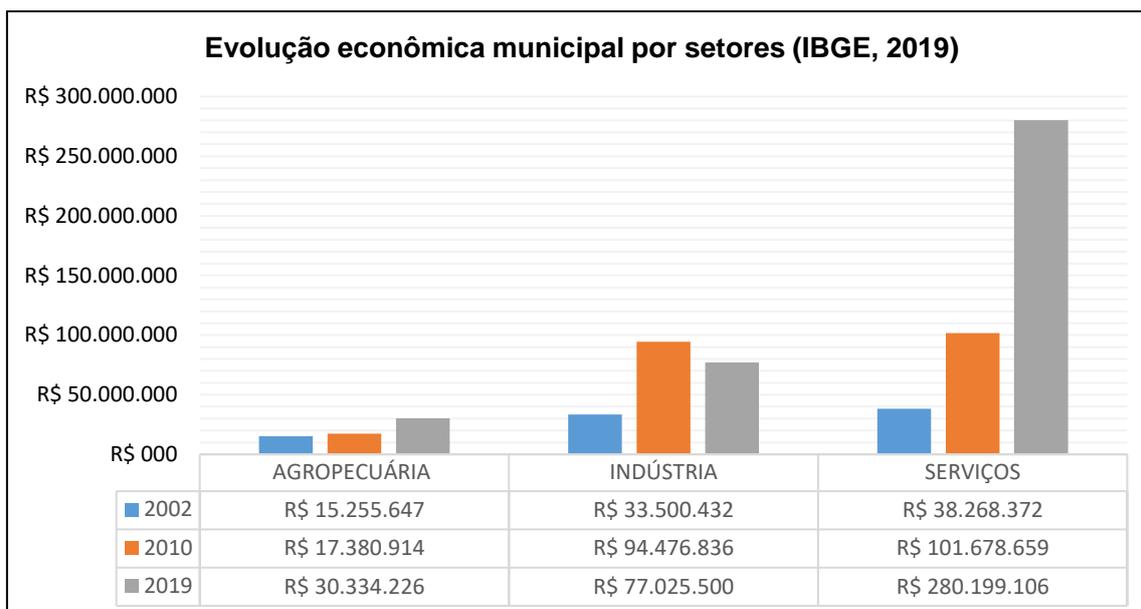


Figura 14 - Evolução econômica por setores do município de Engenheiro Coelho-SP (IBGE, 2019).

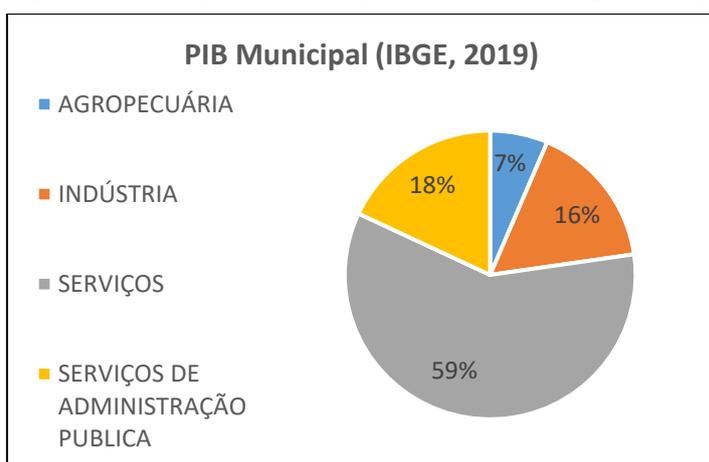


Figura 15 - Distribuição do PIB no município de Engenheiro Coelho-SP (IBGE, 2019).

2.4.2.2 Emprego e Renda

O município de Engenheiro Coelho-SP, segundo levantamento realizado pelo SEADE (2022) com ano base 2019, possuía 4.721 empregados registrados, com uma média salarial de 2,6 salários-mínimos (Tabela 7).

Isto reflete diretamente nos índices do PIB per capita anual do município, no qual segundo IBGE (2019), posicionou a cidade com o valor de R\$ 26.454,00, diferentemente da Região Metropolitana de Campinas com R\$ 68.863,00 e da média do Estado de São Paulo com R\$ 52.992,00 (Figura 16).

Tabela 7 - Salário médio e empregados registrados no município de Engenheiro Coelho (SEADE, 2022).

ECONOMIA MUNICIPAL		
Salário médio	2,6 salários mínimos	
Empregados registrados	4.721	Ano base 2019

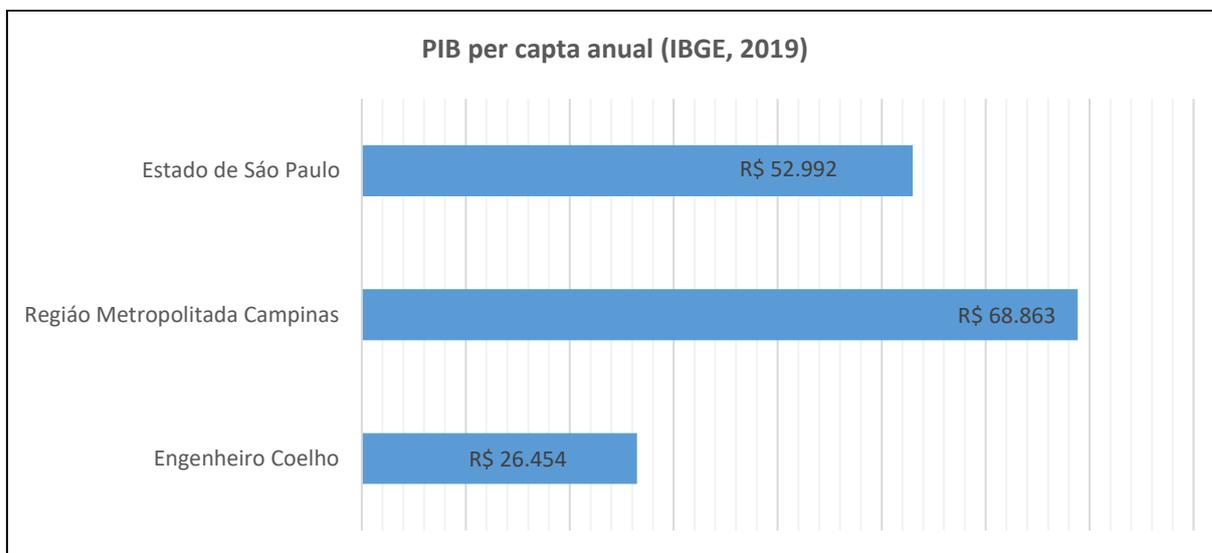


Figura 16 - PIB per capita anual dentro das regiões de estudo (IBGE, 2019).

3.1 Histórico

3.2 Resíduos Sólidos Urbanos

O desenvolvimento da população e aparecimento de novas tecnologias resulta em descarte de produtos que se tornam obsoleto ao decorrer do tempo, os resíduos sólidos urbanos são todos os matérias gerados pela aglomeração urbana, sendo resíduos residenciais, comerciais, industriais, dos serviços de saúde, da construção civil e aqueles provenientes da limpeza pública. Cada tipo de resíduos deve ser avaliado dentro da Classificação da NBR10.004, que divide as classes de resíduos e proporciona a destinação adequada de cada qual com os cuidados necessários a saúde pública e a o meio ambiente possibilitando a reciclagem de matérias e reuso do valor comercial.

Segundo a ABRELPE (2020) durante o último ano a região sudeste produziu a maior quantidade de RSU no Brasil, corresponde a 49,7% de resíduos gerados, o desafio encontrado no gerenciamento dos RSU é o processo de coleta seletiva adequada antes de chegar aos pontos de recebimento para triagem, a reciclagem de forma adequada já deveria ser destinada antecipadamente com resíduos de potencial econômico, proporcionando o reuso e reciclagem deste matérias integrando de volta ao mercado, já os matérias orgânicos, se destinado adequadamente, podem voltar ao solo e gerar compostos orgânicos com decomposição (Figura 17).

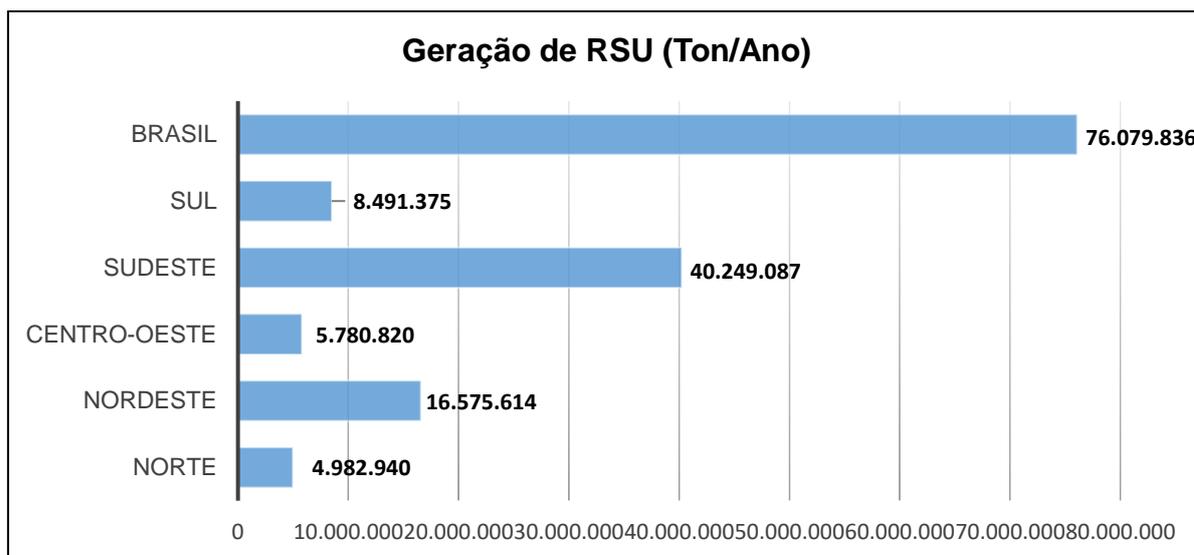


Figura 17 - Geração de RSU nas regiões do Brasil (ABRELPE, 2021).

No processo de coleta dos RSU para as áreas públicas de destinação, são recolhidos os materiais como: papel, papelão, embalagem, jornal, plástico, garrafas, vidros, metais, roupas, brinquedos, entre outros. Esses materiais ainda no processo de destinação final devem ser passados por alguns processos podendo se voltar ao mercado se estiver em condições de reuso ou se não reciclagem de materiais que podem ser reutilizados no mercado, já que somente é disposto em aterros os rejeitos que não tem mais valor comercial e é disposto ao processo de degradação (Tabela 8).

Tabela 8 - Geração de RSU nas regiões do Brasil (ABRELPE, 2021).

DISPOSIÇÃO DO RSU POR REGIÃO			
REGIÕES	DISPOSIÇÃO ADEQUADA	DISPOSIÇÃO INADEQUADA	
Norte	1.773.927	35,60%	3.209.013 64,40%
Nordeste	6.016.948	36,30%	10.558.666 63,70%
Centro-oeste	2.456.849	42,50%	3.323.972 57,50%
Sudeste	29.542.830	73,40%	10.706.257 26,60%
Sul	6.011.894	70,80%	2.479.482 29,20%
Brasil	45.802.448	60,20%	30.277.390 39,80%

3.2.1 Análise Gravimétrica

Os resíduos podem ser classificados quanto as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre as características físicas dos resíduos sólidos pode-se citar: composição gravimétrica, peso específico, teor de umidade, compressibilidade, granulometria, geração per capita, entre outros.

O objetivo da análise gravimétrica está em informar o percentual de cada fração dos resíduos em relação a massa total amostrada. O conhecimento da participação de cada tipologia

na massa total permite o equacionamento das potencialidades com relação à reciclagem ou outros tipos de tratamentos de resíduos, uma vez que é feita a proporcionalidade estatística das porcentagens obtidas na análise.

Para as finalidades deste trabalho, foi utilizado como método a realização do estudo gravimétrico dos resíduos sólidos (Figura 18). A indicação das normas técnicas (NBR 10.004 e NBR 10.007) é uma tentativa de padronização que alguns especialistas em limpeza pública recomendam no sentido de reduzir as incertezas nas análises e na formulação das composições do resíduo.



Figura 18 - Campanha operacional de campo para a realização dos estudos gravimétricos de RSU no aterro sanitário (município de Conchal-SP).

Os procedimentos metodológicos adotados para a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares foram:

i. Aferição do peso bruto e líquido caminhão coletor através da balança (Figura 19), dentro da área licenciada para o recebimento dos resíduos sólidos urbanos (aterro sanitário de Conchal-SP), gerenciada pela empresa CTR Ambiental, totalizando uma amostragem de 6690 quilos (peso líquido);

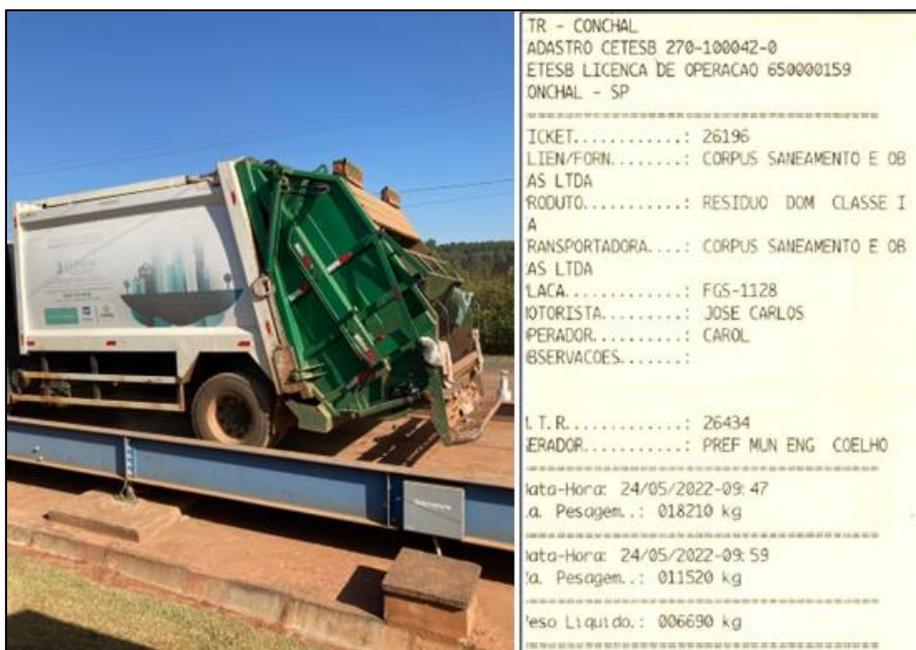


Figura 19 - Utilização de balança (esquerda) para o aferimento do peso total e líquido (direita) do caminhão coletor destinado para a realização do estudo de gravimetria.

ii. Descarregamento do veículo coletor contendo 6.690 quilos de peso líquido em resíduos, em área adequada para o manejo (Figura 20);



Figura 20 - Sequência do descarregamento dos resíduos sólidos urbanos antecedendo as etapas de preparação do estudo gravimétrico.

iii. Execução do quarteamento, que consiste em repartir a amostra de resíduo total em quatro montes de forma homogênea (Figura 21);



Figura 21 - Sequência do descarregamento dos resíduos sólidos urbanos antecedendo as etapas de preparação do estudo.

iv. Mistura e revolvimento dos montes escolhidos e execução de novo quarteamento, escolhendo-se dois montes opostos para que seja efetuada a triagem (Figura 22);



Figura 22 - Mistura dos montes selecionados no quarteamento, visando obter homogeneização da amostragem.

vi. Separação dos diferentes tipos de resíduos sólidos urbanos até atingir uma amostragem de 1.000 quilos aferidos em balança. A triagem será realizada separando-se os seguintes componentes: papel, papelão, madeira, têxteis, couro, borracha, plástico duro, plástico mole, metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, minerais e alumínio (Figura 23).



Figura 23 - Balanças para aferição da massa conforme a separação dos tipos dos resíduos sólidos urbanos.

Após o término dessas atividades de campo, os dados de pesagem obtidos devem ser tratados e assim tem-se a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do município. Através destas informações torna-se de grande valia para uma operação sustentável do serviço de limpeza pública, caracterizando as gerações dos resíduos.

Os principais fatores que influenciam nos resultados obtidos pela gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares estão em função: do número de habitantes; área relativa de produção (atividade predominante); sazonalidade; condições climáticas; hábitos e costumes da população; nível educacional; poder aquisitivo; tipo de equipamento de coleta; segregação na origem; sistematização da origem; controle dos pontos produtores e legislação específica.

A composição gravimétrica média dos resíduos sólidos domiciliares coletados no Brasil (IPEA, 2011), está detalhada a seguir (Figura 24).

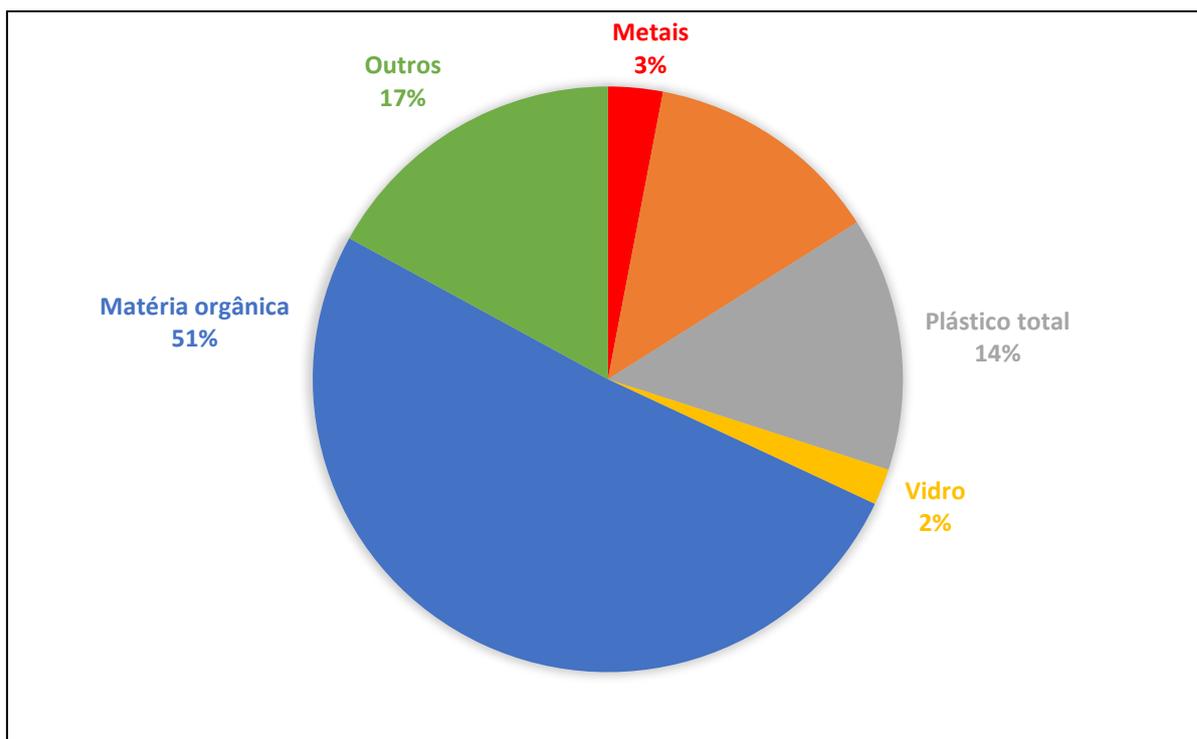


Figura 24 - Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil (IPEA, 2011).

Após a realização do estudo gravimétrico estatístico nos resíduos sólidos urbanos do município de Engenheiro Coelho-SP, pode-se notar elevados índices (Tabela 9) nos materiais como matéria orgânica (56,56 %), plástico mole (10,72 %) e fraldas/ papel higiênico (9,99 %). Os menores índices demonstrados ficaram por conta dos resíduos: eletrônicos (0,09 %), espumas (0,05 %) e metais ferrosos (0,55 %) (Figura 25).

Tabela 9 - Resultado da análise gravimétrica realizado no município de Engenheiro-Coelho.

Gravimetria de RSU do Município de Engenheiro Coelho (%)	
Matéria Orgânica	56,56
Papel, Papelão e Jornal	3,64
Embalagem longa vida (Tetrapack)	1,24
Embalagem Pet	0,72
Isopor	0,48
Plástico Mole	10,72
Plástico Duro	2,02
Metais ferrosos	0,55

Pilhas e Baterias	0,00
Vidros	2,30
Terra e Pedra	0,78
Madeira	2,33
Trapos e panos (Têxtil)	5,36
Diversos	0,00
Alumínio	0,38
Borracha	0,32
Fraldas / Papel Higiênico	9,99
Espuma	0,05
Resíduo Eletrônico	0,09
Perdas no Processo	2,48

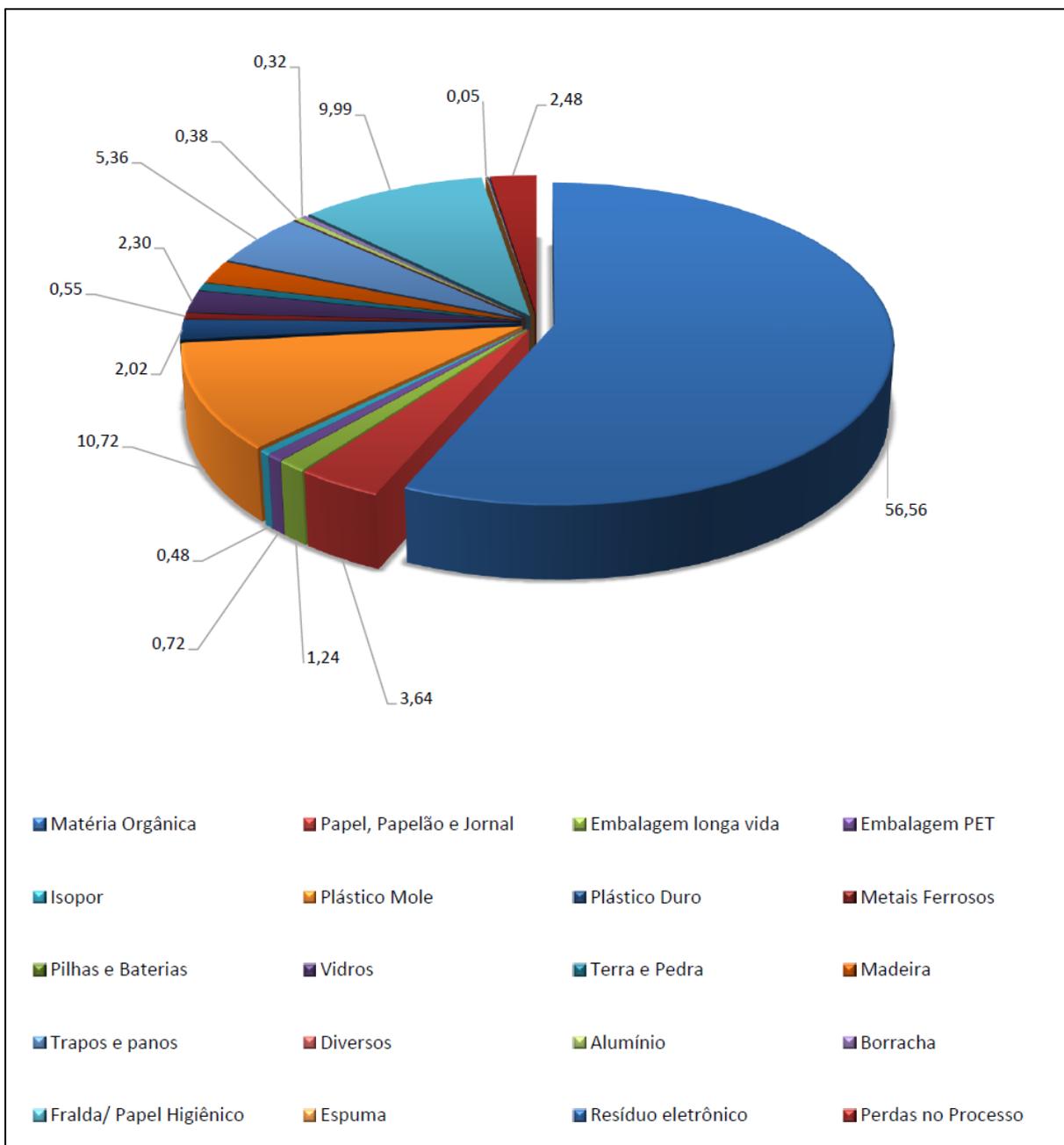


Figura 25 - Tipos de resíduos com suas respectivas porcentagens demonstrativas do resultado da análise gravimétrica realizada.

Após tratamento e análise dos dados obtidos nestas campanhas observa-se que os dados referentes ao município de Engenheiro Coelho diferem da média nacional (Tabela 9 e 10). Nota-se que há diferença nos tipos de resíduos como papelão, metais ferrosos e vidro, embora em outros a média prevaleça, como é o caso dos orgânicos, rejeitos e plásticos (Figura 26).

Tabela 10 - Comparativo gravimétrico de RSU entre diferentes escalas no Brasil.

MATERIAL	REGIÃO		
	Brasil*	Sudeste*	Engenheiro Coelho
Metais Ferrosos	10,00%	11,00%	0,60%
Papel e Papelão	22,00%	42,00%	3,60%
Plástico	13,00%	27,00%	13,90%
Rejeito	26,00%	8,00%	13,30%
Vidro	9,00%	12,00%	2,30%
Orgânico	51,40%	52,00%	56,60%
Outros	3,00%	8,00%	8,20%

*BRASIL: (CEMPREREVIEW, 2019).

*SUDESTE: SNIS (CETESB, 2019).

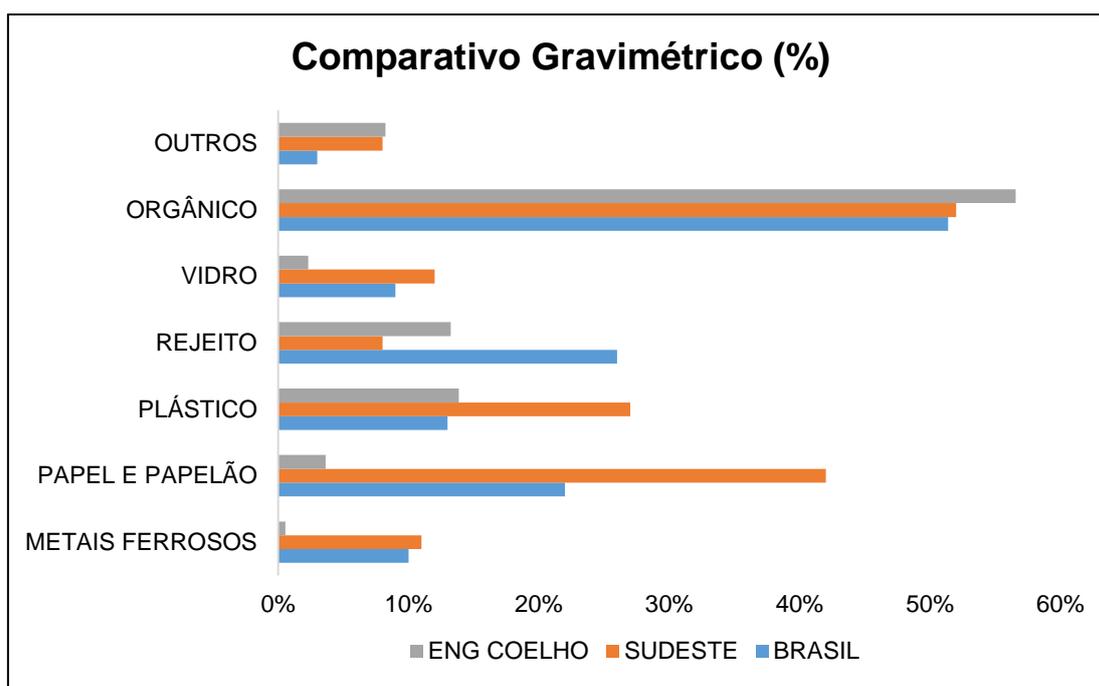


Figura 26 - Principais tipos de resíduos comparados pelos seus resultados gravimétricos (%).

3.3 Resíduos da Limpeza Urbana

Serviço de limpeza urbana se entende por atividades públicas que visam preservar e conservar o bem estar em locais públicos, sendo atendidas as necessidades em vias de circulação de pedestres ou ciclistas; lavagem em áreas que acontecem feiras livres; reposição e troca de sacos de lixo em lixeiras em ambientes públicos é a coleta de resíduos urbanos domiciliares (Tabela 11).

Tabela 11 - Recursos aplicados nos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Brasil e regiões (ABRELPE, 2021).

RECURSOS APLICADOS	
REGIÃO	R\$/ ANO
Norte	1.917.000
Nordeste	6.230.000
Centro-oeste	1.337.000
Sudeste	14.764.000
Sul	3.072.000
Brasil	27.320.000

As atividades relacionadas a limpeza publicam são essenciais ao manejo de resíduos sólidos da cidade, ajudam a evitar alagamentos por resíduos depositados próximos as sarjetas das vias e logradouros, assegura a saúde pública com diminuição de áreas de enfoque de risco com proliferação de doenças patogênicas, e mantem o bem-estar da cidade para proporcionar o bom convívio social é destinação adequada dos resíduos gerados sem impactar a natureza ali presente (Tabela 12).

Tabela 12 - Empregos diretos gerados pelo setor de limpeza urbana no Brasil e regiões (ABRELPE, 2021).

EMPREGOS DIRETOS GERADOS	
REGIÃO	QUANTIDADE
Norte	24.587
Nordeste	98.035
Centro-oeste	27.915
Sudeste	143.146
Sul	40.896
Brasil	334.579

3.4 Resíduos da Construção Civil

Os resíduos gerados pela construção civil, conhecido como RCC ou RCD (Resíduos de construção e demolição) são resíduos inertes constituídos de detritos provenientes de entulhos e restos de construção civil, da qual o processo de reciclagem é necessário sendo em instalações diferente dos RSU.

Estudos feitos pela ABRELPE (2020), aponta que na região sudeste foi coletado total de 24.496.975 ton/ ano de RCD, representando a maior quantidade de material coletado comparado às outras regiões. O descarte incorreto de destes resíduos segue sendo encontrado em vias públicas, áreas abandonadas, margens de córregos e rios, sendo um risco a saúde pública

com proliferação de animais causadores doenças, poluição visual, risco de enchentes, entre outros (Tabela 13).

Tabela 13 - Coleta de RCC pelos municípios nas regiões (ABRELPE, 2021).

COLETA DE RCC POR REGIÕES		
REGIÃO	Ton/ Ano	Kg/ Hab/ Ano
Norte	1.812.955	97,09
Nordeste	9.046.890	157,68
Centro-Oeste	5.270.965	319,38
Sudeste	24.496.975	275,21
Sul	6.369.615	210,97
Brasil	46.997.400	221,19

Os materiais de resíduos de construção civil são classificados pela CONAMA 307/ 02, classificando suas atividades e riscos ao meio ambiente:

“Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma: I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras; II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros; III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso; IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.”

Os aterros responsáveis por recepção dos RCC devem seguir as normas citadas pelo CONAMA 307/02 sobre a disposição e tratamento adequado dos resíduos de construção civil, e terão que constar no plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil, promovendo programa de coleta dos geradores, cadastramento de áreas públicas para recebimento e triagem dos materiais, proibição e fiscalização de disposição de RCC em áreas

não licenciadas, incentivo a reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo (Figura 27).

Dentro dos processos realizados em uma unidade de recebimento dos resíduos de construção civil devem conter a caracterização dos materiais, triagem para destinação correta dos materiais que chegam junto aos RCC ou RCD (Tabela 14), acondicionamento garantindo que seja possível o processo de reciclagem e reutilização, transporte que devem ser seguidos pelas normas técnicas para o transporte de resíduos e destinação final adequando sendo em estabelecimentos públicos licenciados estando aptos para receber os materiais de RCC. O processo de reciclagem dos resíduos de construção civil também é protocolado pelo CONAMA 307/02 seguindo suas normas na realização dos processos dependendo das classes:

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas: I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Tabela 14 - Gravimetria média do Estado de São Paulo (Marques Neto, 2003).

GRAVIMETRIA DE RCC NO ESTADO DE SÃO PAULO	
MATERIAL	%
Cerâmica	2%
Areia/ Solo	9%
Pedra	19%
Gesso	1%
Madeira	7%
Argamassa	8%
Fibrocimento	2%
Plástico	8%
Ferro	2%
Vidro	10%
Concreto	19%
Cerâmica Polida	14%

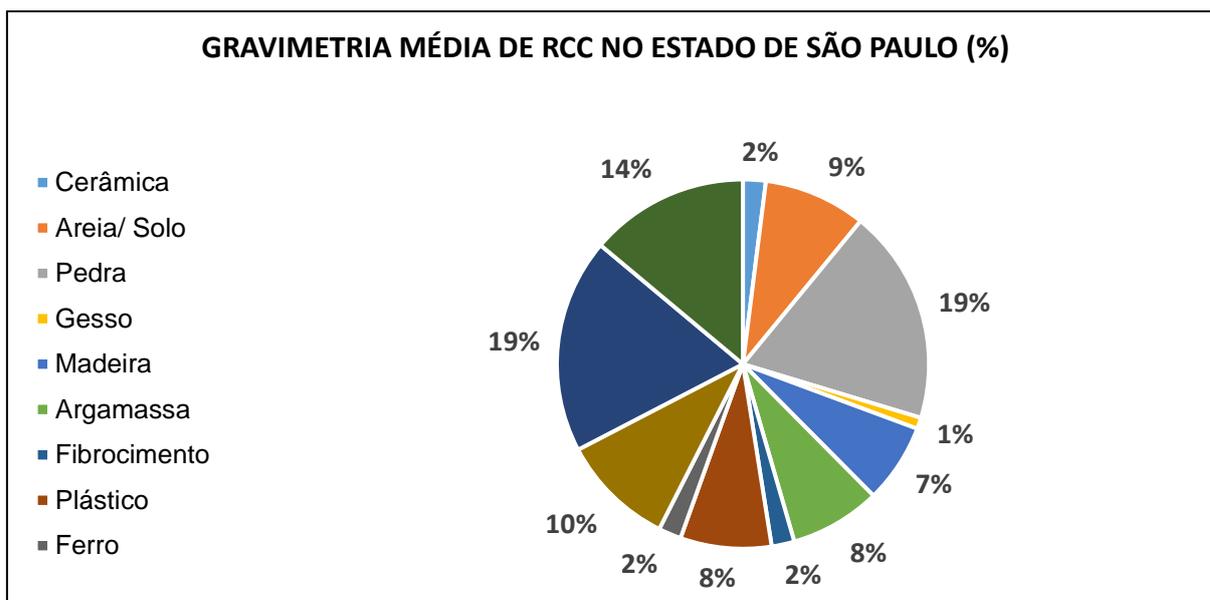


Figura 27 - Resultado da análise gravimétrica do Estado de São Paulo (Marques Neto, 2003).

3.5 Resíduos Volumosos

São conhecidos por resíduos volumosos, todos os materiais que são descartados de grandes dimensões que não são removidos pelo sistema de coleta pública convencional, como móveis, equipamentos domésticos de grande porte, resíduos verdes resultantes de podas ou serviços semelhantes, entre outros.

A PNRS sancionada em 2012 dispõe de um parágrafo sobre responsabilidade compartilhada entre poder público, consumidores e fabricantes. Visto isso, é de responsabilidade social o descarte correto destes materiais volumosos quando não são mais úteis para a população, o descarte incorreto causa poluição visual, prejudicam o meio ambiente e possibilita a proliferação de vetores e causando risco de enchentes e incêndios dependendo dos materiais descartados.

Para a realização a destinação correta destes materiais são propostos alguns projetos adotados por alguns municípios de implantação de pontos de coletas ou programas de coletas que atendam a demanda da cidade e direciona estes materiais de forma sustentável com o crescimento populacional.

3.6 Resíduos de Serviço de Saúde

Os resíduos provenientes de serviços de saúde, conhecidos como RSS, são gerados por estabelecimentos como hospitais, prontos-socorros, farmácias, postos de saúde, laboratórios,

ambulatoriais, clínicas médicas e entre outros. Os RSS são avaliados pela NBR 10004/ 2004 (ABNT) – classificação de resíduos sólidos. Os resíduos de serviço de saúde necessitam de uma coleta diferenciada devido as suas periculosidades, devem ser agrupados no seu descarte com somente matérias da mesma classe é destinado após a coleta separada de outros resíduos a pontos que possam fazer a desinfecção antes da disposição final (Tabela 15).

Segundo o ABRELPE (2020), os RSS no ano de 2020 teve uma alta demanda por conta da pandemia existente, a região sudeste obteve 192.732 ton/ ano de resíduos usados no estado. Cerca de 30% segundo a ABRELPE (2020) dos municípios brasileiros não fazem a destinação correta dos resíduos coletados sem nenhum tratamento prévio, proporcionando risco a saúde pública e o meio ambiente, sendo atitudes contra a normas vigentes dos descartes de RSS, que devem ser direcionados após as coletas a processos de desinfecção como: Autoclave, Micro-ondas, incineração e entre outros métodos de limpeza e destinação final adequada (Figura 28).

Tabela 15 - Coleta de RSS pelos municípios nas regiões (ABRELPE, 2021).

COLETA DE RSS POR REGIÃO		
REGIÃO	Ton/ Ano	Kg/ Hab/ Ano
Norte	10.995	0,59
Nordeste	45.018	0,79
Centro-oeste	23.744	1,44
Sudeste	192.732	2,17
Sul	17.426	0,58
Brasil	289.915	1,37

A resolução CONAMA 358 (2005) trata sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, propondo Plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde PGRSS para que seja realizado a geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, reciclagem, tratamento e disposição final, tendo em vista a proteção a saúde pública e ao meio ambiente. A resolução também enfatiza que é de responsabilidade do gerador o manejo seguro dos resíduos infectantes, ao evitar a contaminação e tendo a disposição adequada destes materiais.

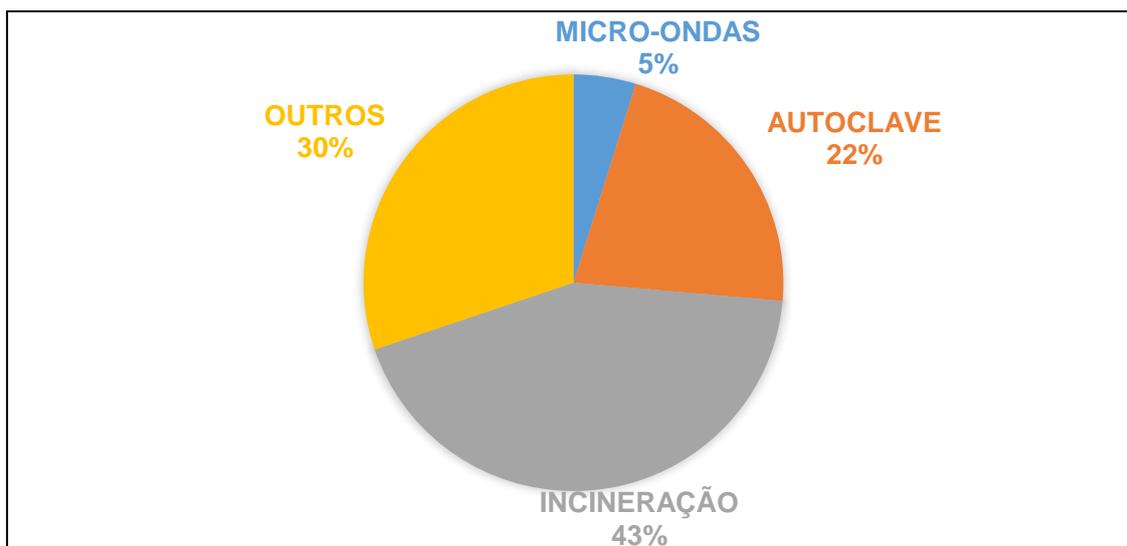


Figura 28 - Destinação de RSS no Brasil (ABRELPE, 2021).

3.7 Resíduos com Logística Reversa

Os resíduos com logística reversa obrigatória são todos os materiais que possam proporcionar risco à natureza ou à saúde que não podem ser descartados como RSU ou qualquer outra forma que não seja a sua destinação correta pelo fabricante, a resolução do CONAMA nº 401 (2008) estabelece limites máximos de chumbo; cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Todos os materiais como pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, óleos lubrificantes e agrotóxicos e suas embalagens e resíduos devem ser realizado o processo de logística reversa pelos seus produtores por conta dos riscos em descarte incorreto junto com resíduos domiciliares.

Dentro da PNRS é estabelecido a logística reversa como instrumento de implementação do princípio de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, com intuito de direcionar seu retorno para um novo ciclo de aproveitamento. Estudos feitos pela ABRELPE (2020), aponta a t/ano de alguns produtos que necessitam de logística reversa, como: embalagens de defensivos agrícolas; embalagens de óleos lubrificantes; pneus inservíveis; lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; medicamentos; equipamentos eletrônicos; bateria e chumbo-ácido inservíveis; embalagens de aço e embalagens em geral (Tabela 16).

Tabela 16 - Potencial de redução das emissões decorrentes dos materiais recicláveis recuperáveis em 2019 (ABRELPE, 2020).

POTENCIAL DE REDUÇÃO DAS EMISSÕES POR MATERIAL				
MATERIAL	VOLUME COLETADO		EMISSIONES	
	TONELADA	%	TCO²EQ	%
Pead	15.445	3,9	16.710	9,6
Pebd	23.613	5,9	33.253	19,1
Pet	23.452	5,9	29.049	16,7
PP + os	11.831	2,9	8.761	5
Plástico	74.341	18,6	87.773	50,4
Alumínio	3.217	0,8	27.022	15,5
Aço	27.914	7	35.451	20,3
Metal	31.131	7,8	62.473	35,8
Papel	190.822	47,6	22.827	13,1
Vidro	104.204	26	1.235	0,7
Total	400.498	100%	174.308	100%

3.8 Resíduos de Serviço Público de Saneamento

Dentro do processo de tratamento de água ou esgoto, existe o material sólido retirado dos mananciais de abastecimento. As ETEs realizam o processo de retirada de poluente e de qualquer matéria orgânica presente, o processo irá proporcionar subprodutos como espuma, material gradeado e areia, que são destinadas as zonas de tratamento de resíduos, os lodos que são resultados também do tratamento de esgoto devem ser tratados antes de entrar em contato ao solo, pois eles carregam grande quantidade de nutriente e podem ser entregues na sua disposição final em zona de aterro, incineração ou compostagem.

Para meios de compostagem com o lodo proveniente de ETEs deve ser seguido e avaliando o CONAMA 375 (2006) referente ao uso agrícola de lodos de esgoto gerado em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.

Considera que o lodo proveniente de esgoto corresponde a uma fonte potencial de risco a saúde pública, podendo conter metais pesados e compostos orgânicos persistentes e patogênicos em concentrações nocivas à saúde e meio ambiente, se utilizado em atividades agrícolas deve ser acompanhando como prevê na norma do CONAMA 375 é seguindo as normas de uso do lodo no solo.

3.9 Resíduos de Serviço de Transporte

Resíduos de serviços de transporte (RST) são produtos gerados em aeroportos, terminais alfandegários, rodoviárias, ferroviários e passagens de fronteiras. Esses materiais redobram a necessidade de cuidados pois proporcionam risco a saúde humana se descartado incorretamente ao meio ambiente. De acordo com a PNRS as empresas que são responsáveis por esses resíduos devem ter um plano de manejo e gerenciamento adequado para cada resíduos específico.

Os resíduos que podem ser gerados são: Resto de cargas, resíduos de papel e plástico, resíduos domésticos gerados nas cantinas, lavanderias, sanitários e restos de mercadorias, pneus e veículos inutilizáveis, lubrificantes, vernizes, solventes e baterias usadas, os produtos são classificados pelo seu potencial de risco pela NBR 10004 - Classificação de resíduos sólidos, que proporciona a idealização da destinação adequada dos materiais considerados perigosos.

As destinações adequadas para os RST podem ser entre reciclagem da sucata metálica e embalagens de óleos, incineração de resíduos contendo patógenos, aterro sanitário, coprocessamento de resíduos com alto teor calorífico, compostagem de resíduos orgânicos, todos os processos de destinação final iram depender da classificação prevista na NBR 10004 por conta dos materiais que compõe os resíduos de serviço de transporte.

3.10 Resíduos Industriais

Resíduos industriais são materiais providos de descarte de industriais, da qual aquele material não tem mais valor econômico ou ocupacional dentro da operação. Os elementos que não tem mais função para a indústria apresentam uma composição mista muitas vezes, podendo ser um composto perigoso, portanto se faz necessário diagnóstico dos tipos de matérias que iram ser descartados para terem a destinação final adequada, devendo ser classificados dentro da NBR10.004 para direcionar o descarte correto dos materiais.

Dentro dos resíduos perigosos gerados pela indústria temos solventes, borra oleosa, tintas, eletrodutos, EPI's contaminados, areia misturado com óleo e água, resíduos de caixa de decantação e outros subprodutos de resultado do serviço industrial.

Os contaminantes devem ser armazenados em locais seguros para a sua neutralização antes de poder ser reutilizado no processo de reciclagem ou descartado se não houver mais valor comercial dentro do processo produtivo, os resíduos líquidos devem ser direcionados no tratamento de esgoto industrial. O descarte correto e de responsabilidade da empresa como previsto na PNRS no artigo de responsabilidade compartilhada, e o descarte inapropriado e

caracterizado crime ambiental como regente nas leis de Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Política Nacional de Saneamento básico, Política Nacional do Meio Ambiente, e empresas certificadas pela ISO14001 são notificadas e perdem sua certificação após seus crimes ambientais.

3.11 Resíduos Minerários

O processo de mineração consiste em atividades de escavação para retirada de minérios do solo, resultando em alguns resíduos estéreis. Estes são resíduos sólidos de extração, que não tem valor econômico para o processo e são descartados durante a operação, com a grande demanda de matérias e máquinas são existentes mais resíduos sólidos que são descartados após o tempo de operação ou vida útil do produto, como: sucata de metais ferros ou não ferrosos, resíduos de borracha, resíduos de construção civil, resíduos de madeiras contaminadas ou não, e os rejeitos que são sobra do beneficiamento do minério, apresentam em sua composição água que é usada para separar o minério de ferro de matérias que não tem valor comercial, para operações de mineração deve ser seguida a Lei nº 12.334/10 Política Nacional de Segurança de Barragens, sendo de responsabilidade da empresa conter os rejeitos produzidos durante a produção e dar a destinação adequada no tratamento da água redigindo um plano de uso durante a produção.

Dentro da PNRS está estabelecido que as empresas de mineradoras tenham um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, tendo responsabilidade de todos os subprodutos gerados durante sua operação, devendo haver fiscalização por conta da grande quantidade de matérias que possam ser perigosos a saúde pública e meio ambiente.

3.12 Resíduos Agrossilvopastoril

Denominado por resíduos agrossilvopastoril (RASP), são todos os resíduos gerados pelas atividades agropecuárias e silviculturais, sendo de produção rural ou em uso industrial, os resíduos gerados por essas atividades de grande parte são de origem orgânica, sendo reutilizados no solo pelo ciclo da matéria orgânica proveniente nas atividades agrícolas. Porém, o uso intensivo do solo ou atividades que possam ser perigosos ao meio ambiente se faz necessário destinação correta como reaproveitamento, reciclagem ou incineração, sendo de responsabilidade dos produtores a realização de PGRS das atividades de produção.

O Brasil realiza grande atividades agrícolas sendo assim segundo a SINIR no ano de 2015 foi estimado geração de aproximadamente 775 milhões de toneladas de RASP, que devem ser gerenciado por planos de resíduos por apresentarem risco também a saúde e ao meio ambiente dependendo da composição dos matérias que podem ter subprodutos tóxicos e acumulativos em contato com a natureza, sendo proposto a reciclagem dos produtos dentro do processo produtivo das atividades com intuito de reduzir os resíduos descartados meio rural (Figura 29).



Figura 29 - Resíduos agrossilvopastoris localizados na área rural do município de Engenheiro Coelho-SP.

Parte 6

SETORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

4.1 Fluxo de Resíduos

A setorização dos resíduos sólidos no município está configurada pelos seus tipos geradores, cada um com uma destinação específica conforme sua legislação pertinente. Conforme a Tabela 17, é possível visualizar as principais destinações para cada tipo de resíduo.

Os resíduos sólidos urbanos do município são destinados para o aterro sanitário particular do município de Conchal-SP, no qual encontra-se disposto com infraestrutura adequada para a captação do chorume em tubulações, assim como a utilização de geomembranas para a impermeabilização dos lixiviados.

Nos resíduos da construção civil e vegetal, sua destinação final dá-se pelo acondicionamento em área de transbordo junto ao mesmo aterro sanitário particular em Conchal-SP. São realizados periodicamente britagem dos RCC, com a finalidade da cogeração de subprodutos, associados e geridos pelo Consórcio Intermunicipal (CONSAB).

Para os resíduos oriundos dos sistemas de saúde, a destinação adequada é realizada direcionando-a para os aterros sanitários em três unidades: Aterro sanitário Casa Branca-SP; Aterro sanitário de Mogi Mirim; e Aterro sanitário de Uberaba-SP.

Tabela 17 - Destinação dos diferentes tipos de resíduos gerados pelo município.

FLUXO DE RESÍDUOS MUNICIPAL	
Tipo de Resíduo	Destinação
Resíduo Sólido Urbano (RSU)	Aterro sanitário de Conchal-SP
Resíduo da Construção Civil (RCC)	Aterro sanitário de Conchal-SP
Resíduo Verde (RV)	Área própria – Prefeitura de Engenheiro Coelho-SP
Resíduo da Saúde (RSS)	Aterro sanitário de Casa Branca-SP
	Aterro sanitário de Mogi Mirim-SP
	Aterro sanitário de Uberaba-SP

4.2 Projeção de Geração e Aporte de Resíduos Sólidos

Segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos elaborado pela CETESB no ano de 2020, o município de Engenheiro Coelho gera, em média, 0,7 kg/ hab/ dia de resíduos sólidos urbanos, aproximadamente 431,2 toneladas de resíduos sólidos domiciliares por mês,

conforme projeção populacional realizada neste Plano, para uma população de 20.535 (SEADE, 2020).

Para a quantificação estimada das frações dos diferentes tipos de resíduos sólidos, adotou-se os resultados obtidos no estudo gravimétrico realizado no município, que possui um índice de 56,56 % de material orgânico. Já para as projeções da geração de resíduos de construção civil (RCC), adotou-se o valor per capita de 275,21 kg/ hab/ ano, divulgado no Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil (ABRELPE, 2021).

Na projeção da geração de resíduos de serviços de saúde (RSS), utilizou-se o valor per capita de 2,165 kg/ hab/ ano (ABRELPE, 2021) (Tabela 18).

Tabela 18 - Projeção de geração por habitante dos diferentes tipos de resíduos (ABRELPE, 2021).

PROJEÇÃO PER CAPTA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS – ENGENHEIRO COELHO				
TIPO DE RESÍDUO	Ton/ dia	Ton/ mês	Ton/ ano	Ton/ hab/ ano
Resíduo Sólido Urbano - RSU	14,37	431,23	5.174,82	0,252
Resíduo da Construção Civil - RCC	15,69	470,95	5.651,43	0,275
Resíduo da Saúde - RSS	0,123	3,7	44,45	0,0022

Como base para a projeção do número de habitantes por domicílio no município de Engenheiro Coelho-SP, utilizou-se do levantamento realizado pelo SEADE (2022), o qual estipulou através da sua metodologia empregada os resultados observados na Tabela 19.

Nota-se uma queda nas taxas da projeção, indo de 2,91 % no ano de 2020 para 2,25 % no ano de 2050, corroborando a projeção do declínio populacional do município (SEADE, 2022) (Figura 30).

Tabela 19 - Projeção de habitantes por domicílio (SEADE, 2022).

PROJEÇÃO DE HABITANTES POR DOMICÍLIO			
Ano	População	Domicílios	Hab/ domicílio
2000	10.000	2.587	3,87
2005	12.776	3.468	3,68
2010	15.662	4.648	3,37
2015	18.343	5.895	3,11
2020	20.535	7.067	2,91
2025	22.343	8.144	2,74
2030	23.737	9.106	2,61
2035	24.831	9.957	2,49
2040	25.618	10.673	2,4
2045	26.165	11.262	2,32
2050	26.527	11.809	2,25

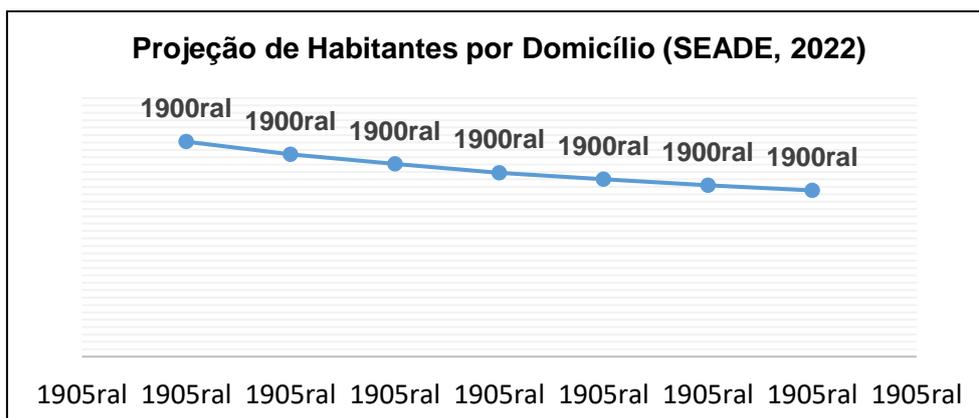


Figura 30 - Levantamento do número de habitantes por domicílio (SEADE, 2022).

A tabela 20 apresenta a projeção da geração dos resíduos brutos do município, considerando as informações pertinentes ao número de habitantes por ano, geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), Resíduos da Construção Civil (RCC) e Resíduos Sólidos da Saúde (RSS) ao ano (tonelada/ habitante/ ano).

Tabela 20 - Projeção média da geração de resíduos (Ton/ ano).

PROJEÇÃO MÉDIA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS							
Ano	Projeção hab.	RSU		RCC		RSS	
		Ton/ hab/ ano	Total (Ton/ ano)	Ton/ hab/ ano	Total (Ton/ ano)	Ton/ hab /ano	Total (Ton/ ano)
2022	20.535	0,252	5.174,82	0,275	5.647,13	0,0022	45,18
2023	20.835	0,2657	5.535,81	0,3088	6.433,79	0,0023	47,49
2024	21.139	0,2794	5.906,24	0,3426	7.242,22	0,0024	49,92
2025	21.448	0,2931	6.286,30	0,3764	8.072,89	0,0024	52,48
2026	21.761	0,3068	6.676,20	0,4102	8.926,27	0,0025	55,17
2027	22.078	0,3205	7.076,15	0,444	9.802,84	0,0026	58
2028	22.401	0,3342	7.486,35	0,4778	10.703,11	0,0027	60,97
2029	22.728	0,3479	7.907,03	0,5116	11.627,58	0,0028	64,09
2030	23.060	0,3616	8.338,39	0,5454	12.576,76	0,0029	67,37
2031	23.237	0,3753	8.720,94	0,5792	13.459,02	0,003	70,34
2032	23.416	0,389	9.108,89	0,613	14.354,12	0,0031	73,44
2033	23.596	0,4027	9.502,31	0,6468	15.262,21	0,0032	76,68
2034	23.778	0,4164	9.901,23	0,6806	16.183,43	0,0034	80,06
2035	23.961	0,4301	10.305,74	0,7144	17.117,93	0,0035	83,59
2036	24.146	0,4438	10.715,89	0,7482	18.065,87	0,0036	87,28
2037	24.332	0,4575	11.131,75	0,782	19.027,39	0,0037	91,12
2038	24.519	0,4712	11.553,38	0,8158	20.002,64	0,0039	95,14
2039	24.708	0,4849	11.980,83	0,8496	20.991,79	0,004	99,33
2040	24.898	0,4986	12.414,19	0,8834	21.994,98	0,0042	103,71
2041	24.985	0,5123	12.799,94	0,9172	22.916,46	0,0043	107,83

2042	25.073	0,526	13.188,23	0,951	23.844,13	0,0045	112,11
2043	25.160	0,5397	13.579,09	0,9848	24.778,00	0,0046	116,57
2044	25.249	0,5534	13.972,52	1,0186	25.718,13	0,0048	121,2
2045	25.337	0,5671	14.368,54	1,0524	26.664,53	0,005	126,01
2046	25.426	0,5808	14.767,16	1,0862	27.617,24	0,0052	131,02
2047	25.515	0,5945	15.168,40	1,12	28.576,29	0,0053	136,23
2048	25.604	0,6082	15.572,26	1,1538	29.541,72	0,0055	141,64
2049	25.693	0,6219	15.978,76	1,1876	30.513,55	0,0057	147,26
2050	25.783	0,6356	16.387,92	1,2214	31.491,83	0,0059	153,11

Geração A.A./hab de RSU: 1,37%

Geração A.A./hab de RCC: 3,38%

Geração A.A./hab de RSS: 3,61%

Projeção elaborada pela SABBA Ambiental.

Pode ser observado de maneira geral para todos os tipos de resíduos que as projeções de geração são ascendentes, como pode ser evidenciado pela Figura 31 a seguir.

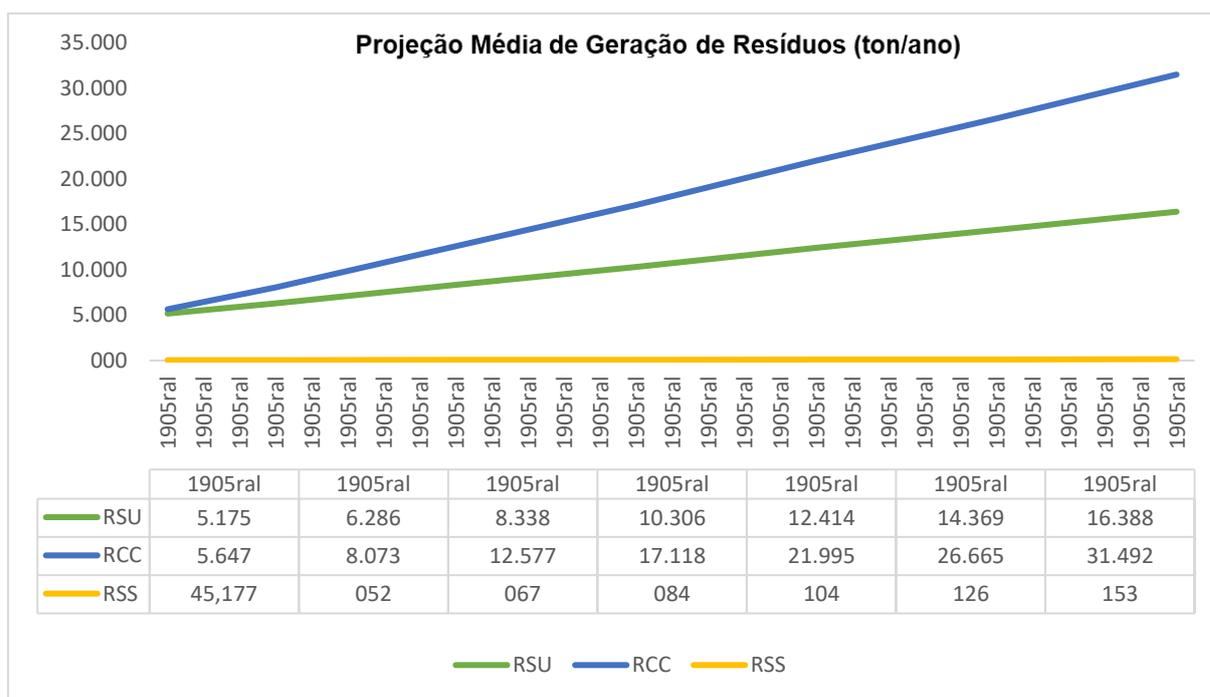


Figura 31 - Projeção média da geração dos diferentes tipos de resíduos conforme demanda populacional (SEADE, 2022).

4.3 Reaproveitamento de Resíduos

O reaproveitamento dos resíduos sólidos passou a ser compromisso obrigatório das municipalidades após a Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Desta forma, focou-se este aspecto nos resíduos sólidos domiciliares e nos resíduos da construção civil, já que, pelos riscos à saúde pública, em função de sua patogenicidade, os resíduos de serviços de saúde não são recicláveis.

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Ministério do Meio Ambiente, 2012), objetiva-se no Plano de Metas atingir uma taxa de reaproveitamento de 70% para os resíduos secos e úmidos (recicláveis e orgânicos), e 100% para os resíduos da construção civil e demolição. No entanto, considerando as condições atuais do sistema no município de Engenheiro Coelho, definiu-se que a meta de reaproveitamento dos RSU seria de 50% e a de RCC de 50%, no período de abrangência deste estudo.

Diante disto, e considerando o horizonte de planejamento de 20 anos para este projeto (Tabela 21), as progressões adotadas para a implementação do reaproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e dos Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCC) no município de Engenheiro Coelho, com índices nulos no Ano 0 (2022), e considerando o Ano 1 (2023) como o ano de implementação do PGIRS.

Tabela 21 - Progressões para a implementação do reaproveitamento dos RSU e RCC.

PROGRESSÕES DE REAPROVEITAMENTO		
Intervalo de Planejamento	Taxas de Reuso (%)	
	RSU	RCC
1 ao 5	0% a 12,5%	0% a 10,5%
6 ao 10	12,5% a 25%	10,5% a 23,7%
11 ao 15	25% a 37,5%	23,7% a 39,5%
16 ao 20	37,5% a 50%	39,5% a 50%
21 em diante	50%	50%

Com isso, seguem as tabelas a seguir, apresentando, respectivamente, as projeções dos quantitativos de dos resíduos reaproveitamento sólidos urbanos, dos resíduos da construção civil e resíduos verdes do município (Tabela 22 e 23).

Tabela 22 - Projeção do reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos da construção civil e demolição (RCC).

PROJEÇÃO MÉDIA DE REÚSO DOS RESÍDUOS							
Ano	Projeção hab.	RSU			RCC		
		Total	Reuso (%)	Total de Reuso	Total	Reuso (%)	Total de Reuso
2022	20.535	5.174,82	0,00%	-	5.647,13	0,00%	-
2023	20.835	5.535,81	2,50%	138,4	6.433,79	2,10%	135,11
2024	21.139	5.906,24	5,00%	295,31	7.242,22	4,20%	304,17
2025	21.448	6.286,30	7,50%	471,47	8.072,89	6,30%	508,59
2026	21.761	6.676,20	10,00%	667,62	8.926,27	8,40%	749,81
2027	22.078	7.076,15	12,50%	884,52	9.802,84	10,50%	1.029,30

2028	22.401	7.486,35	15,00%	1.122,95	10.703,11	13,14%	1.406,39
2029	22.728	7.907,03	17,50%	1.383,73	11.627,58	15,78%	1.834,83
2030	23.060	8.338,39	20,00%	1.667,68	12.576,76	18,42%	2.316,64
2031	23.237	8.720,94	22,50%	1.962,21	13.459,02	21,06%	2.834,47
2032	23.416	9.108,89	25,00%	2.277,22	14.354,12	23,70%	3.401,93
2033	23.596	9.502,31	27,50%	2.613,14	15.262,21	26,86%	4.099,43
2034	23.778	9.901,23	30,00%	2.970,37	16.183,43	30,02%	4.858,27
2035	23.961	10.305,74	32,50%	3.349,37	17.117,93	33,18%	5.679,73
2036	24.146	10.715,89	35,00%	3.750,56	18.065,87	36,34%	6.565,14
2037	24.332	11.131,75	37,50%	4.174,41	19.027,39	39,50%	7.515,82
2038	24.519	11.553,38	40,00%	4.621,35	20.002,64	41,60%	8.321,10
2039	24.708	11.980,83	42,50%	5.091,85	20.991,79	43,70%	9.173,41
2040	24.898	12.414,19	45,00%	5.586,39	21.994,98	45,80%	10.073,70
2041	24.985	12.799,94	47,50%	6.079,97	22.916,46	47,90%	10.976,98
2042	25.073	13.188,23	50,00%	6.594,12	23.844,13	50,00%	11.922,07
2043	25.160	13.579,09	50,00%	6.789,55	24.778,00	50,00%	12.389,00
2044	25.249	13.972,52	50,00%	6.986,26	25.718,13	50,00%	12.859,07
2045	25.337	14.368,54	50,00%	7.184,27	26.664,53	50,00%	13.332,27
2046	25.426	14.767,16	50,00%	7.383,58	27.617,24	50,00%	13.808,62
2047	25.515	15.168,40	50,00%	7.584,20	28.576,29	50,00%	14.288,15
2048	25.604	15.572,26	50,00%	7.786,13	29.541,72	50,00%	14.770,86
2049	25.693	15.978,76	50,00%	7.989,38	30.513,55	50,00%	15.256,78
2050	25.783	16.387,92	50,00%	8.193,96	31.491,83	50,00%	15.745,92

Tabela 23 - Projeção para a reutilização dos resíduos verdes no município. Ressalta-se que o mesmo possui uma taxa de aproveitamento integral para este estudo.

PROJEÇÃO MÉDIA DE REÚSO DE RESÍDUO VERDE (Ton/ ano)		
Ano	Projeção hab.	Ton/ano
2022	20.535	218,55
2023	20.835	221,74
2024	21.139	224,98
2025	21.448	228,27
2026	21.761	231,60
2027	22.078	234,97
2028	22.401	238,41
2029	22.728	241,89
2030	23.060	245,42
2031	23.237	247,31
2032	23.416	249,21
2033	23.596	251,13
2034	23.778	253,06
2035	23.961	255,01
2036	24.146	256,98
2037	24.332	258,96
2038	24.519	260,95
2039	24.708	262,96
2040	24.898	264,98
2041	24.985	265,91
2042	25.073	266,85
2043	25.160	267,77

2044	25.249	268,72
2045	25.337	269,66
2046	25.426	270,60
2047	25.515	271,55
2048	25.604	272,50
2049	25.693	273,45
2050	25.783	274,40

4.4 Áreas com Descarte Inapropriado de Resíduos

4.4.1 Levantamento dos Principais Locais

Dentro do município foram levantadas as principais informações de pontos de descarte inapropriados de resíduos, como mostra a (Tabela 24).

O diagnóstico desses descartes inapropriados deve ser sempre lembrado como uma responsabilidade compartilhada entre os munícipes e o poder público, cada um dentro dos seus limites de ações: os munícipes, através de Programas de Educação Ambiental e informativos sobre o Programa de Coleta Seletiva, havendo a conscientização individual das problemáticas para o convívio social que a poluição desses descartes ocasiona; quanto ao poder público, responsável por leis para realizar as coletas dos resíduos municipal.

Tabela 24 - Levantamento dos principais pontos de descarte dos diferentes tipos de resíduos.

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	
Angelo Forner	Jd. Lago
Dionisio Berton	Jd. Lago
Antônio Benedito	Jd. Lago
Osmar Cruz	Pq. das Industrias
José Gazzoto Sobrinho	Pq. das Industrias
Elaz Nabarreti	Jd. Luiz Fâvero
Alfredo Corrêa da Rocha	Jd. Luiz Fâvero
RESÍDUOS VERDES (RV)	
Dionisio Berton	Jd. Lago
João Berton	Pq. das Industrias
Júlio Cardoso de Moraes	Pq. das Industrias
Diogo Martinez	Jd. São Pedro
Francisco Ribeiro de Souza Filho	Eldorado II
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	
Rua Um	Eldorado II

4.4.2 Planejamento e Ações Mitigadoras

Para a contenção desta problemática dentro da gestão pública de resíduos sólidos, coloca-se como sugestão ações que potencializem a conscientização da população, em diferentes escalas, como por exemplo:

- Realização de campanhas de divulgação em veículos de comunicações locais (rádio, tv e jornais);
- Feiras e programas educacionais, fora da agenda do Programa de Educação Ambiental;
Ações fiscalizadores pelo poder de segurança pública, através da Guarda Municipal, amparados por legislações aprovadas, para conscientização e diminuição dos pontos geração dos descartes irregulares

4.5 Área para Destinação Final de Resíduos

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos nº12.305, refere-se por destinação final ambientalmente adequada a destinação dos resíduos que inclui a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA. A disposição final dos resíduos consiste na área usada para triagem e separação dos matérias que ainda são usados para reciclagem dependendo do seu valor comercial. Etapa de caráter qualitativo do reuso dos recursos naturais, contribuindo pelo marco de não geração e reutilização dos matérias.

A área de destinação final conhecida por CTR- Central de triagem de resíduos, servirá como ponto temporário dos materiais destinando os matérias com valor comercial de volta ao seu ciclo ativo e os matérias sem valor comercial, considerados rejeitos a disposição final ao aterro sanitário controlado do qual o municio faz parte.

Rejeitos são todos os materiais que não são capazes de ser restaurados, reutilizados ou reciclados, são os materiais que se encontram na sua disposição final já em degradação.

São levados aos aterros sanitários controlados para seu processo de degradação ou em outros sistemas podendo ser destinado para tecnologias como incineração ou em termoquímicas das quais o descarte deste matérias podem viram insumos energéticos reaproveitando ainda sua situação final sem gerar passivos ao meio ambiente, sendo usada de uma forma ecologia é sustentável com a geração final dos rejeitos.

O sistema de coleta dos resíduos gerados no município de Engenheiro Coelho é atualmente de responsabilidade da empresa contratada CORPUS SANEAMENTO E OBRAS LTDA. Esta realiza a coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos gerados dentro do município, em parceria com o aterro sanitário particular de Conchal-SP.

O município possui projetos de infraestrutura para implementar empreendimentos que otimizem a gestão pública dos resíduos sólidos (Figura 32). Estão dentro das metas a curto prazo do município realizar a construção de uma Central de Tratamento de Resíduos (CTR)

juntamente com sistemas de entregas voluntarias (PEV e ECOPONTOS) (Figura 33), aumentando os índices de reaproveitamento de subprodutos oriundos da destinação correta.



Figura 32 - Local destinado aos planos de curto prazo da gestão pública para as tratativas dos resíduos sólidos, com aproximadamente 15.000 m².



Figura 33 - Vista frontal da entrada do local destinado ao início das obras de infraestrutura para contemplar a CTR

4.6 Formulação e Organização das Propostas Alternativas

4.6.1 Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

LEI Nº 11.445/2007 Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se: Art. 3º Inciso I Letra c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

No Artigo 7º é possível ver com mais detalhes que atividades estão incluídas neste serviço. Veja:

LEI Nº 11.445/2007 Art. 7º: Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II – de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

III – de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

4.6.1.1 Sistema de Limpeza Urbana

A limpeza urbana é composta por serviços de varrições e capina de ruas, avenidas e praças, além de disponibilização de pontos de coleta de lixo sendo proposto instalações com coleta seletiva com suas definições, o serviço de limpeza urbana facilita a gestão de resíduos sólidos da cidade proporcionando melhor qualidade sanitária a partir de ações que iram facilitar os meios de convivência pública.

Ações propostas pelos municípios que aumentem o grau de educação sanitária da população aumentam a eficácia do projeto de limpeza urbana com colaboração da sociedade em manter vias públicas limpas e descarte correto de resíduos sólidos gerados.

4.6.1.2 Manejo de Resíduos Sólidos

O processo determinado de manejo de resíduos sólidos diz sobre prestações de serviços de limpeza públicas com a gestão de resíduos sólidos urbanos assegurando a continuidade dos procedimentos de coleta e transportes sem impactar o ambiente exposto e a saúde pública.

Dentro do processo de manejo dos resíduos sólidos é considerado uma responsabilidade compartilhada dos geradores é do município em gerenciar o processo de captação e direcionamento, através de terceirização de serviços ou realização interna com serviços de pequeno porte como varrição pública junto ao processo de urbanização do município.

Atualmente o manejo dos resíduos sólidos domésticos são terceirizados pela empresa CORPUS SANEAMENTO E OBRAS LTDA, que realizam o processo de coleta e disposição final dos resíduos gerados em Engenheiro Coelho.

O termo resíduo é implementado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos nº12.305/2010, que diz sendo resíduos todas as matérias, substâncias, objetos ou bem descartado resultante de atividade humana em sociedade, que podem ser reciclados, reutilizados ou rejeitados pelo processo de transformação dos matérias.

A disposição final adequada e essencial no processo de manejo de resíduos para não impactar o meio ambiente e a saúde pública com o descarte incorreto do manuseio destas operações, atendendo todos os processos de operações tais como, residências e seus resíduos domiciliares, unidades hospitalares e seus resíduos de serviços de saúde (sendo essencial atender as normas de tratamento após sua classificação pelo CONAMA 358/05), resíduos de construção civil e suas peculiaridades do processo de reciclagem, e demais resíduos gerados que possam ser perigosos previstos pela ABNT NBR 10.004/2004 e os outros resíduos direcionados ao processo de reciclagem ou destinação final após ser rejeitado pelo sistema comercial.

5.1 Estimativa dos Investimentos e Despesas

5.1.1 Metodologia Utilizada

A metodologia adotada para a estimativa dos custos referente a gestão dos tipos de resíduos sólidos está representada nos tópicos a seguir, através de informações consultadas em escalas municipais, estaduais e federais.

Os custos de implantação (CAPEX) e operação (OPEX) basearam-se no estudo desenvolvido pela ABRELPE no ano de 2015, sendo realizado a correção pelo Índice Nacional de Custo de Construção (INCC), atualizado para a data de maio/ 2022.

5.1.2 Central de Triagem

O município de Engenheiro Coelho enquadra-se na primeira faixa do levantamento realizado (Tabela 25), com 20.535 habitantes (SEADE, 2022). O investimento total para implantação da central de triagem foi calculado multiplicando-se o investimento unitário pela produção anual de produtos recicláveis.

Tabela 25 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de triagem (ABRELPE, 2015).

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE CENTRAL DE TRIAGEM (R\$/ton)		
Faixa Populacional	CAPEX	OPEX
30 mil a 100 mil	R\$ 113,42	R\$ 1.260,62
100 mil a 2,5 milhões	R\$ 57,11	R\$ 946,69
> 2,5 milhões	R\$ 40,61	R\$ 664,65

5.1.3 Usina de Compostagem

O município de Engenheiro Coelho enquadra-se na primeira faixa do levantamento (Tabela 26), com uma projeção de CAPEX para R\$ 4,76/ ton e OPEX de R\$ 142,77/ ton.

Tabela 26 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de compostagem (ABRELPE, 2015).

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE USINA DE COMPOSTAGEM (R\$/ ton)		
Faixa Populacional	CAPEX	OPEX
30 mil a 100 mil	R\$ 4,76	R\$ 142,77
100 mil a 2,5 milhões	R\$ 8,72	R\$ 111,04
> 2,5 milhões	R\$ 4,88	R\$ 71,38

5.1.4 Central de Britagem

Para a implantação de uma Central de Britagem o município de Engenheiro Coelho enquadra-se na primeira faixa do levantamento (Tabela 27), com uma projeção de CAPEX para R\$ 47,66 (ton/ ano) e OPEX de R\$ 5,35 (ton/ ano).

Tabela 27 - Estimativa de custos de implantação e operação de uma central de britagem (ABRELPE, 2015).

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DA CENTRAL DE BRITAGEM (R\$/ ton)			
CAPEX		OPEX	
Investimento unitário	Ton/ ano	Custo Operacional	Ton/ ano
R\$ 47,66	15.745	R\$ 5,35	15.745
R\$ 40,85	36.613	R\$ 4,71	25.438
R\$ 27,24	78.571	R\$ 3,64	50.000
R\$ 13,62	135.714	R\$ 2,72	72.917

5.1.5 Custos Não Considerados

Para a estimativa de custos, não foram considerados os seguintes itens, uma vez diretamente relacionados com parâmetros que fogem da possibilidade de uma estimativa média de projeção financeira pontual, utilizando como indicadores médias nacionais:

- Transporte (deslocamentos dentro do município);
- Aquisição de terreno;
- Indenizações para a aquisição de imóveis;
- Seguros diversos (equipamentos, veículos, etc).

5.2 Intervenções Principais, Composição de Custos e Cronograma de Implantação

5.2.1 Resumo das Intervenções Principais

O resumo das intervenções necessárias para a gestão de resíduos sólidos do município está apresentado na Tabela 28.

Para a tabulação da mesma, considerou-se a estimativa de custos em cima das projeções de gerações de resíduos sólidos ao ano, como demonstrado anteriormente no capítulo 6.

Tabela 28 - Resumo das principais intervenções a curto, médio e longo prazo.

INTERVENÇÕES PRINCIPAIS						
PRODUTO	CENTRAL DE TRIAGEM		CENTRAL DE COMPOSTAGEM		CENTRAL DE BRITAGEM	
	Curto Prazo (2023-2026)	Longo Prazo (2023-2042)	Curto Prazo (2023-2026)	Longo Prazo (2023-2042)	Curto Prazo (2023-2026)	Longo Prazo (2023-2042)
Grau de Intervenção						
Ton/Ano	667,6	8193,9	231,6	266,85	749,80	15.745,90
CAPEX (R\$)	75.719,19	929.352,14	1.102,42	1.270,21	35.735,47	750.449,59
OPEX (R\$)	841.589,91	10.329.394,22	33.065,53	38.098,17	4.011,43	84.240,56
Custos Estimados (R\$)	917.309,10	11.258.746,36	34.167,95	39.368,38	39.746,90	834.690,15
Investimentos (R\$/ano)	229.327,27	562.937,31	8.541,98	1.968,42	9.936,72	41.734,51

5.2.2 Cronograma de Implantação

Para a realização do cronograma de implantação, considerou-se a escala de tempo para os investimentos como sendo: curto prazo (04 anos), médio prazo (07 anos) e longo prazo (20 anos), como mostra a tabela a seguir (Tabela 29).

Tabela 29 - Cronograma de investimentos a serem realizados, com seus respectivos graus de intervenção para cada faixa de tempo.

CRONOGRAMA DE PROJEÇÃO DE INVESTIMENTOS (R\$)					
Produto	Grau de Intervenção	Investimento (R\$)	Curto Prazo 2023 - 2026	Médio Prazo 2027 - 2030	Longo Prazo 2031 - 2042
Central de Triagem	Curto Prazo (2023-2026)	R\$ 917.309,10			
	Longo Prazo (2023-2042)	R\$ 11.258.746,36			
Central de Compostagem	Curto Prazo (2023-2026)	R\$ 34.167,95			
	Longo Prazo (2023-2042)	R\$ 39.368,38			
Central de Britagem	Curto Prazo (2023-2026)	R\$ 39.746,90			

Longo Prazo
(2023-2042) R\$ 834.690,15



5.3 Estudo de Viabilidade Econômico-Financeiro para Intervenções Principais

5.3.1 Investimentos Necessários

O cálculo dos investimentos necessários fez-se a partir da separação entre as faixas de tempo aplicáveis e demonstradas anteriormente, separando em duas colunas principais: curto prazo e médio a longo prazo, como mostra a Tabela 30:

Tabela 30 - Investimentos necessários para as principais intervenções.

INVESTIMENTOS (R\$)		
Grau de Intervenção	Curto Prazo	Médio a Longo Prazo
Faixa de Anos	2023-2026	2023-2042
Total (R\$)	R\$ 991.223,95	R\$ 12.132.804,89

5.3.2 Sustentação Econômico-Financeiro

Como forma de obtenção da sustentação econômico-financeiro, pensou-se na arrecadação da venda dos subprodutos provenientes do beneficiamento dos mesmos, seja por central de tratamento de RSU, RCC ou compostagem.

Com isso, estimou-se tal arrecadação através do valor de mercado pertinente a cada tipo de produto beneficiado, uma vez que voltará a ser comercializado com valor atualizado.

A Tabela 31 retrata este levantamento seguindo como base os valores de mercado atualizado (2022).

Tabela 31 - Preço unitário dos materiais recicláveis (CEMPRE, 2022).

PREÇO UNITÁRIO DOS MATERIAIS RECICLÁVEIS	
MATERIAL	PREÇO (R\$/ton)
Vidro	R\$ 14,00
Alumínio	R\$ 3.720,00
Sucata de Aço	R\$ 320,00

Embalagem Longa Vida	R\$ 220,00
Embalagem PET	R\$ 1.590,00
Plástico Rígido	R\$ 1.270,00
Plástico Filme	R\$ 800,00
Papel Branco	R\$ 600,00
Outros Papéis/ Papelão	R\$ 520,00
Metais Ferrosos	R\$ 800,00
Composto Orgânico	R\$ 165,00
Areia	R\$ 485,00
Pedra	R\$ 195,00

5.3.3 Receitas Estimadas

Na composição dos cálculos das expectativas de receitas municipal, projetou-se os indicadores obtidos pelo levantamento populacional (SEADE, 2022), a geração de resíduos total com sua fração cabível ao reaproveitamento (rejeitos e resíduos), as porcentagens de cada tipo de resíduo obtido na análise gravimétrica municipal neste PMGIRS, subtraindo-se pela parcela útil ao reaproveitamento, e por fim, o valor de mercado multiplicado de cada produto.

As tabelas a seguir, fazem os demonstrativos dos cálculos citados:

Tabela 32 – Receitas obtidas com a comercialização dos resíduos pela central de reciclagem.

RECEITAS OBTIDAS DA COMERCIALIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PELA CENTRAL DE TRIAGEM (R\$)										
Ano	Geração total RSU (Ton/ano)	Vidro	Alumínio	Sucata de Aço	Embalagem Longa Vida	Embalagem PET	Plástico Rígido	Plástico Filme	Outros Papéis/ Papelão	Total (R\$/ ano)
		R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	R\$/ ton	
		14,00	3.720,00	320,00	220,00	1.590,00	1.270,00	800,00	560,00	
2023	138,40	44,56	1.956,42	243,58	377,56	1.584,40	3.550,51	11.869,18	2.821,15	22.447,37
2024	295,31	95,09	4.174,50	519,75	805,61	3.380,71	7.575,88	25.325,79	6.019,60	47.896,92
2025	471,47	151,81	6.664,70	829,79	1.286,17	5.397,39	12.095,09	40.433,27	9.610,44	76.468,66
2026	667,62	214,97	9.437,48	1.175,01	1.821,27	7.642,91	17.127,12	57.255,09	13.608,77	108.282,62
2027	884,52	284,82	12.503,57	1.556,76	2.412,97	10.125,98	22.691,48	75.856,44	18.030,06	143.462,07
2028	1.122,95	361,59	15.874,02	1.976,39	3.063,41	12.855,53	28.808,16	96.304,19	22.890,21	182.133,51
2029	1.383,73	445,56	19.560,41	2.435,36	3.774,82	15.840,94	35.498,21	118.668,68	28.205,95	224.429,94
2030	1.667,68	536,99	23.574,32	2.935,12	4.549,43	19.091,60	42.782,66	143.020,24	33.993,99	270.484,35
2031	1.962,21	631,83	27.737,80	3.453,49	5.352,91	22.463,38	50.338,54	168.279,13	39.997,69	318.254,76
2032	2.277,22	733,26	32.190,78	4.007,91	6.212,26	26.069,61	58.419,80	195.294,39	46.418,85	369.346,87
2033	2.613,14	841,43	36.939,35	4.599,13	7.128,65	29.915,23	67.037,49	224.102,89	53.266,25	423.830,40
2034	2.970,37	956,46	41.989,15	5.227,85	8.103,17	34.004,80	76.201,87	254.738,93	60.548,02	481.770,25
2035	3.349,37	1.078,50	47.346,69	5.894,89	9.137,08	38.343,59	85.924,74	287.241,97	68.273,56	543.241,02
2036	3.750,56	1.207,68	53.017,92	6.600,99	10.231,53	42.936,41	96.216,87	321.648,03	76.451,42	608.310,83
2037	4.174,41	1.344,16	59.009,46	7.346,96	11.387,79	47.788,65	107.090,31	357.997,40	85.091,17	677.055,91
2038	4.621,35	1.488,07	65.327,40	8.133,58	12.607,04	52.905,21	118.556,11	396.326,98	94.201,60	749.546,00
2039	5.091,85	1.639,58	71.978,39	8.961,66	13.890,57	58.291,50	130.626,32	436.677,06	103.792,27	825.857,34
2040	5.586,39	1.798,82	78.969,21	9.832,05	15.239,67	63.952,99	143.313,25	479.088,81	113.872,97	906.067,77
2041	6.079,97	1.957,75	85.946,46	10.700,75	16.586,16	69.603,50	155.975,55	521.418,23	123.934,11	986.122,49
2042	6.594,12	2.123,31	93.214,48	11.605,65	17.988,76	75.489,49	169.165,55	565.511,73	134.414,54	1.069.513,51
Totais	55.702,64	17.936,25	787.412,52	98.036,65	151.956,80	637.683,82	1.428.995,53	4.777.058,41	1.135.442,61	9.034.522,59

Tabela 33 - Projeção de receita dos resíduos orgânicos.

PROJEÇÃO DE RECEITA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS					
Ano	Projeção hab.	RV Ton/ano	Total de Reuso RSU (Ton/ ano)	Fração Orgânica	
				RSU (56,56%) Ton/ ano	Receita Total (R\$/ ano)
2023	20.835	221,7	138,4	78,3	49.503,14
2024	21.139	225	295,3	167	64.681,21
2025	21.448	228,3	471,5	266,7	81.664,02
2026	21.761	231,6	667,6	377,6	100.518,97
2027	22.078	235	884,5	500,3	121.316,99
2028	22.401	238,4	1123	635,1	144.135,84
2029	22.728	241,9	1383,7	782,6	169.047,07
2030	23.060	245,4	1667,7	943,2	196.128,87
2031	23.237	247,3	1962,2	1109,8	223.927,44
2032	23.416	249,2	2277,2	1288	253.638,93
2033	23.596	251,1	2613,1	1478	285.305,13
2034	23.778	253,1	2970,4	1680	318.961,71
2035	23.961	255	3349,4	1894,4	354.653,26
2036	24.146	257	3750,6	2121,3	392.418,96
2037	24.332	259	4174,4	2361	432.301,04
2038	24.519	261	4621,4	2613,8	474.339,62
2039	24.708	263	5091,9	2880	518.580,21
2040	24.898	265	5586,4	3159,7	565.065,96
2041	24.985	265,9	6080	3438,8	611.282,27
2042	25.073	266,9	6594,1	3729,6	659.419,90
Total			55702,64	31.505,41	R\$ 6.016.890,53
Composto Orgânico (R\$/ ton): 165,00					

Tabela 34 – Projeção de receitas pela usina de britagem de RCC.

PROJEÇÃO DE RECEITAS PELA USINA DE BRITAGEM DE RCC											
Ano	Projeção hab.	Total de Reuso (Ton/ano)	Materiais								Total (R\$/ ano)
			Areia (9%) Ton/ ano	Areia (R\$)	Pedra (19%) Ton/ ano	Pedra (R\$)	Concreto (19%)				
							Areia (33,3%) Ton/ ano	Areia (R\$)	Pedra (49,9%) Ton/ ano	Pedra (R\$)	
2023	20.835	135,1	12,2	5.897,55	25,7	26.346,45	8,5	4.145,98	12,8	2.497,91	38.887,89
2024	21.139	304,2	27,4	13.277,02	57,8	11.269,50	19,2	9.333,75	28,8	5.623,48	39.503,74
2025	21.448	508,6	45,8	22.199,95	96,6	18.843,26	32,2	15.606,57	48,2	9.402,79	66.052,57
2026	21.761	749,8	67,5	32.729,21	142,5	27.780,46	47,4	23.008,63	71,1	13.862,45	97.380,75
2027	22.078	1029,3	92,6	44.928,95	195,6	38.135,57	65,1	31.585,05	97,6	19.029,65	133.679,21
2028	22.401	1406,4	126,6	61.388,92	267,2	52.106,75	89,0	43.156,41	133,3	26.001,27	182.653,35
2029	22.728	1834,8	165,1	80.090,33	348,6	67.980,45	116,1	56.303,50	174,0	33.922,25	238.296,53
2030	23.060	2316,6	208,5	101.121,34	440,2	85.831,51	146,6	71.088,30	219,6	42.829,92	300.871,07
2031	23.237	2834,5	255,1	123.724,62	538,5	105.017,11	179,3	86.978,40	268,7	52.403,54	368.123,67
2032	23.416	3401,9	306,2	148.494,24	646,4	126.041,51	215,2	104.391,45	322,5	62.894,71	441.821,92
2033	23.596	4099,4	368,9	178.940,12	778,9	151.883,88	259,4	125.794,90	388,7	75.790,06	532.408,96
2034	23.778	4858,3	437,2	212.063,49	923,1	179.998,90	307,4	149.080,63	460,6	89.819,45	630.962,47
2035	23.961	5679,7	511,2	247.920,21	1079,1	210.434,00	359,4	174.287,91	538,5	105.006,56	737.648,69
2036	24.146	6565,1	590,9	286.568,36	1247,4	243.238,44	415,4	201.457,56	622,4	121.375,98	852.640,34
2037	24.332	7515,8	676,4	328.065,54	1428,0	278.461,13	475,5	230.630,08	712,6	138.952,10	976.108,86
2038	24.519	8321,1	748,9	363.216,02	1581,0	308.296,76	526,5	255.340,86	788,9	153.840,08	1.080.693,71
2039	24.708	9173,4	825,6	400.419,35	1742,9	339.874,84	580,4	281.494,80	869,7	169.597,55	1.191.386,53
2040	24.898	10073,7	906,6	439.717,01	1914,0	373.230,59	637,4	309.121,05	955,1	186.242,06	1.308.310,71
2041	24.985	10977,0	987,9	479.145,18	2085,6	406.697,11	694,5	336.839,06	1040,7	202.941,86	1.425.623,20
2042	25.073	11922,1	1073,0	R\$ 520.398,36	2265,2	R\$ 441.712,69	754,3	R\$ 365.840,04	1130,3	R\$ 220.414,63	R\$ 1.548.365,73
Total		93.706,9	8433,6	4.090.305,75	17804,3	3.493.180,90	5928,8	2.875.484,94	8884,4	1.732.448,30	12.191.419,89

Uma vez adequado os cálculos de projeções de receitas a cada tipo principal de resíduos (RSU, RCC e RV), obteve-se como resultado as linhas totais de projeção de receitas a cada ano a decorrer do projeto (Tabela 33).

Tabela 35 - Projeção de receita municipal com a comercialização dos subprodutos através das etapas de beneficiamentos.

PROJEÇÃO DE RECEITA MUNICIPAL COM A COMERCIALIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS (R\$)					
Ano	Projeção hab.	Receita total RCC	Receita total RSU (não orgânicos)	Receita total orgânicos	TOTAL
2023	20.835	38.887,89	22.447,37	49.503,14	110.838,40
2024	21.139	39.503,74	47.896,92	64.681,21	152.081,87
2025	21.448	66.052,57	76.468,66	81.664,02	224.185,25
2026	21.761	97.380,75	108.282,62	100.518,97	306.182,34
2027	22.078	133.679,21	143.462,07	121.316,99	398.458,26
2028	22.401	182.653,35	182.133,51	144.135,84	508.922,70
2029	22.728	238.296,53	224.429,94	169.047,07	631.773,53
2030	23.060	300.871,07	270.484,35	196.128,87	767.484,30
2031	23.237	368.123,67	318.254,76	223.927,44	910.305,88
2032	23.416	441.821,92	369.346,87	253.638,93	1.064.807,71
2033	23.596	532.408,96	423.830,40	285.305,13	1.241.544,49
2034	23.778	630.962,47	481.770,25	318.961,71	1.431.694,43
2035	23.961	737.648,69	543.241,02	354.653,26	1.635.542,97
2036	24.146	852.640,34	608.310,83	392.418,96	1.853.370,12
2037	24.332	976.108,86	677.055,91	432.301,04	2.085.465,80
2038	24.519	1.080.693,71	749.546,00	474.339,62	2.304.579,33
2039	24.708	1.191.386,53	825.857,34	518.580,21	2.535.824,08
2040	24.898	1.308.310,71	906.067,77	565.065,96	2.779.444,43
2041	24.985	1.425.623,20	986.122,49	611.282,27	3.023.027,97
2042	25.073	1.548.365,73	1.069.513,51	659.419,90	3.277.299,14
Total		12.191.419,89	9.034.522,59	6.016.890,54	27.242.833,01

Com isso, o resultado final obtido desta projeção de receita segue demonstrado na tabela a seguir, o qual ao final dos 20 anos de projeção, obteve-se uma receita total de R\$ 14,1 milhões. Ressalta-se os indicadores entre os anos de 2028/ 2029, os quais migram de uma receita negativa (R\$ 97.717,54) para uma positiva (R\$ 25.133, 29), evidenciando o início do retorno ao investimento (payback) realizado após o sexto ano.

Como forma de quantificar estas informações ao gestor público, buscou-se aferir o grau de investimento e seu retorno através da divisão entre os habitantes, seguindo a faixa de projeção adotada (SEADE, 2022).

Assim os resultados obtidos foram que o custo total estimado para a realização dos serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos, entre os anos de 2023 a 2042, com o valor de R\$ 13,12 por domicílio (ao mês) (Tabela 34).

Tabela 36 - Projeção de custo unitário do serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos, entre os anos de 2023 a 2042.

PROJEÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO DE LIMPEZA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (2023-2042)			
Objeto	Custo Anual Estimado (R\$/ hab/ ano)	Custo Mensal Estimado (R\$/ hab/ mês)	Custo Total Estimado (R\$/ domicílio*/ mês)
Resíduos Sólidos	1.974.621,23	6,56	13,12

*Considerando projeção média de 2 habitantes/domicílio (SEADE, 2022)

Tabela 37 – Projeção de retorno dos investimentos.

Ano	Projeção hab.	Investimento Total RCC	Receita Total RCC	Investimento total RSU	Receita Total RSU	Investimento Total Orgânicos	Receita Total Orgânicos	Receita Total	Investimento Total	Retorno
2023	20835	51.671,23	38.887,89	792.264,58	22.447,37	10.510,40	49.503,14	110.838,40	854.446,21	- 743.607,81
2024	21139	51.671,23	39.503,74	792.264,58	47.896,92	10.510,40	64.681,21	152.081,87	854.446,21	- 702.364,34
2025	21448	51.671,23	66.052,57	792.264,58	76.468,66	10.510,40	81.664,02	224.185,25	854.446,21	- 630.260,96
2026	21761	51.671,23	97.380,75	792.264,58	108.282,62	10.510,40	100.518,97	306.182,34	854.446,21	- 548.263,87
2027	22078	41.734,51	133.679,21	562.937,31	143.462,07	1.968,42	121.316,99	398.458,26	606.640,24	- 208.181,98
2028	22401	41.734,51	182.653,35	562.937,31	182.133,51	1.968,42	144.135,84	508.922,70	606.640,24	- 97.717,54
2029	22728	41.734,51	238.296,53	562.937,31	224.429,94	1.968,42	169.047,07	631.773,53	606.640,24	25.133,29
2030	23060	41.734,51	300.871,07	562.937,31	270.484,35	1.968,42	196.128,87	767.484,30	606.640,24	160.844,06
2031	23237	41.734,51	368.123,67	562.937,31	318.254,76	1.968,42	223.927,44	910.305,88	606.640,24	303.665,64
2032	23416	41.734,51	441.821,92	562.937,31	369.346,87	1.968,42	253.638,93	1.064.807,71	606.640,24	458.167,47
2033	23596	41.734,51	532.408,96	562.937,31	423.830,40	1.968,42	285.305,13	1.241.544,49	606.640,24	634.904,25
2034	23778	41.734,51	630.962,47	562.937,31	481.770,25	1.968,42	318.961,71	1.431.694,43	606.640,24	825.054,19
2035	23961	41.734,51	737.648,69	562.937,31	543.241,02	1.968,42	354.653,26	1.635.542,97	606.640,24	1.028.902,73
2036	24146	41.734,51	852.640,34	562.937,31	608.310,83	1.968,42	392.418,96	1.853.370,12	606.640,24	1.246.729,88
2037	24332	41.734,51	976.108,86	562.937,31	677.055,91	1.968,42	432.301,04	2.085.465,80	606.640,24	1.478.825,56
2038	24519	41.734,51	1.080.693,71	562.937,31	749.546,00	1.968,42	474.339,62	2.304.579,33	606.640,24	1.697.939,09
2039	24708	41.734,51	1.191.386,53	562.937,31	825.857,34	1.968,42	518.580,21	2.535.824,08	606.640,24	1.929.183,84
2040	24898	41.734,51	1.308.310,71	562.937,31	906.067,77	1.968,42	565.065,96	2.779.444,43	606.640,24	2.172.804,19
2041	24985	41.734,51	1.425.623,20	562.937,31	986.122,49	1.968,42	611.282,27	3.023.027,97	606.640,24	2.416.387,73
2042	25073	41.734,51	1.548.365,73	562.937,31	1.069.513,51	1.968,42	659.419,90	3.277.299,14	606.640,24	2.670.658,90
TOTAL		874.437,08	12.191.419,89	12.176.055,28	9.034.522,59	73.536,32	6.016.890,54	27.242.833,01	39.492.424,61	14.118.804,33

6.1 Metas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem

Dentro da gestão de política pública devem ter exemplos de ações para a população sobre a geração dos resíduos e o manejo com ele. A gestão de resíduos precisa de implantação de programas interno que minimizem a geração e favoreçam coleta seletiva dentro de todas os setores do município.

Para realização de proposta de metas são avaliados conceitos sobre sua geração e necessidade de tratamento como: quantificação dos resíduos que possam ter sua geração reduzida; os que podem ser reutilizados; os materiais que podem ser separados para reciclagem (e eventualmente compostagem); os resíduos com valor comercial e resíduos perigosos a saúde pública.

A partir disso, pode-se estimar o percentual passível de minimização, podendo incluir aspectos da percepção do problema das iniciativas preexistentes para redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos.

Uma das estratégias mais empregadas na redução da geração de resíduos é a aplicação da Política 5R's: repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar. Esta é a estratégia que possui maior potencial para redução da geração de resíduos, abordando um gestão integrada compreendendo, em ordem de prioridade: a redução de volume e toxidez dos resíduos sólidos gerados; a reciclagem ou a reutilização de resíduos, incluindo a compostagem e a recuperação de energia; a efetividade de tratamento físico, químico e biológico dos resíduos, tanto do ponto de vista tecnológico quanto de minimização de impactos ambientais; a disposição dos resíduos remanescentes de forma a não causar efeitos adversos à saúde humana ou ao ambiente agora e no futuro.

Diante do que é previsto pela PNRS com os deveres na realização de atividades com metas para otimizar a gestão e avaliado atividades que sejam mais seguros e menos custosos prevenindo ações antes de ter que controlar os impactos, são propostas metas de responsabilidade compartilhada no intuito de efetivar a redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem:

1. Adotar medidas de redução de geração média de resíduos sólidos domiciliares;

2. Gestão integrada dos resíduos sólidos, com inclusão social;
3. Recuperação de resíduos e a minimização dos rejeitos na destinação final;
4. Separação dos resíduos domiciliares recicláveis através da coleta seletiva do munícipe na fonte de geração (resíduos secos recicláveis, resíduos orgânicos e resíduos não-recicláveis);
5. Promover políticas públicas com o intuito da utilização dos agregados reciclados pelo poder público e particulares, de forma a incentivar o uso desses materiais em obras públicas (acrescentar em editais, termos de referência e outros documentos formais vinculados à execução de obras públicas) e em obras privadas para bases e sub-bases de pavimentação, ou para outros fins técnicos e economicamente viáveis;
6. Monitoramento da coleta de resíduos sólidos domiciliares nas áreas rurais afastadas do centro do Município. Dependendo do monitoramento, ampliar o número de recipientes coletores de resíduos existentes;
7. Elaborar, implantar e manter projetos e ações de Educação Ambiental que visem à sensibilização e conscientização na separação adequada dos resíduos;
8. Realizar o processo de cadastro e regularização das atividades de transporte de resíduos;
9. Implantar metodologia para levantamento e continuidade dos monitoramentos dos pontos de deposições irregulares, realizando a identificação e o georreferenciamento deles com a finalidade de subsidiar as ações do poder público;
10. Recomenda-se a implantação da compostagem devendo ser priorizadas ações que visem à diminuição de geração de resíduos orgânicos, como por exemplo projetos de Educação Ambiental que visem a diminuição do desperdício de comida, o fomento da reciclagem e uso do composto por iniciativas de agricultura urbana associadas à educação alimentar e saúde da população;
11. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos (de pequenos e grandes geradores, dos resíduos verdes e progressivamente dos resíduos domiciliares orgânicos);
12. Unidades de compostagem/ biodigestão de resíduos orgânicos;
13. Assegurar medidas de fiscalização que garantam a adequada disposição dos resíduos verdes de origem domiciliar, tais como podas de árvores, arbustos e gramados;
14. Implantar por meio de Decreto, os procedimentos de exigência do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que deverão ser elaborados pelos grandes

geradores, conforme previsto no inciso III do art. 20, da Lei nº 12.305/10 e Resolução CONAMA nº 307/2002, e suas alterações;

15. Ecopontos: para a acumulação temporária de RCC, resíduos volumosos, de coleta seletiva e resíduos com logística reversa (NBR 15.112);

16. Implantar uma metodologia consistente e viável de mensuração da operacionalidade dos materiais recebidos nos Ecopontos;

17. Outros Pontos de Entrega Voluntária (PEV): contêineres, ou moveis, sacos ou outros dispositivos instalados em espaços públicos ou privados monitorados, para recebimento de recicláveis;

18. Estabelecer as diretrizes para a implantação de sistema de logística reversa que propicie aos geradores particulares, a entrega dos pneus inservíveis gerados no município;

19. Galpões de Triagem de resíduos recicláveis, com normas operacionais definidas em regulamento;

20. Áreas de Triagem e Transbordo de RCC e RSU, resíduos volumosos e resíduos com logística reversa (NBR 15.112);

21. Segregação dos RCC com reutilização ou reciclagem dos resíduos Classe A (trituráveis) e Classe B (madeiras, plásticos, papel e outros);

22. Segregação dos resíduos volumosos (móveis, inservíveis e outros) para reutilização ou reciclagem;

23. Fomento à logística reversa com retorno dos materiais pós-consumo (eletroeletrônico, embalagens e outros) à indústria;

24. Implementar um sistema de monitoramento e fiscalização dos geradores, transportadores e unidades receptoras de RCC e Resíduos Volumosos no município, por meio da contratação e utilização de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e/ou de gerenciamento, como ferramenta de planejamento, controle, fiscalização e monitoramento do fluxo de RCC em todo município;

25. Estudar, analisar e prospectar junto ao Governo Estadual a possibilidade de adesão da Prefeitura ao Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos (SIGOR) - Módulo Construção Civil, visando ao aprimoramento na implementação e execução deste Plano;

26. Integração de ações com a área de saúde, de educação, de meio ambiente e do desenvolvimento econômico;

27. Incentivos ao descarte de pontos autorizados de recebimento de resíduos de RSS;

28. Garantir que não ocorram passivos ambientais no município, decorrentes da disposição inadequada dos RSS.

6.2 Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas com outros Municípios

Durante o período de 2016 o município de Engenheiro Coelho se consolidou no Consorcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental (CONSAB). Estratégias consorciadas tem como principal objetivo a união de recursos a fim de otimizar a gestão, atendendo aos municípios das regiões que compõe a Região Metropolitana de Campinas, atuando nas soluções do manejo de resíduos sólidos urbanos e procedimento de saneamento básico da região.

A diretriz fundamental que norteia o PRGIRU é a observação da seguinte ordem de prioridade definida pelo eixo central da PNRS: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada apenas dos rejeitos.

A elaboração do documento com a revisão e complementação do PRGIRU foi elaborado pela empresa TERRA Serviços em Saneamento Ambiental S/S Ltda, em atendimento ao contrato firmado em 17 de maio de 2016, desenvolvido em cooperação com o CONSAB e as municipalidades envolvidas entre os municípios Artur Nogueira, Conchal, Cordeirópolis, Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra e Jaguariúna.

O documento oficial redigido pelo consórcio intermunicipal foi publicado e proposto em consulta pública para aceite da sociedade das soluções consorciadas, sendo necessário as revisões conforme a estimativa do crescimento da população da região. O planejamento e desenvolvimento a partir de uma visão sistêmica de todo o processo, integrando ações, compartilhando deveres e definindo estratégias e diretrizes que envolvem não apenas as administrações públicas locais, mas toda a sociedade, com a finalidade de implantar, aplicar e aperfeiçoar os princípios da universalidade, regularidade e continuidade ao acesso dos serviços de limpeza urbana e a proteção do meio ambiente.

O Plano proposto em consórcio atenta-se a recuperar ao máximo os diversos tipos de resíduos recicláveis, sejam eles responsabilidade pública ou privada, e dispor o mínimo possível de rejeitos em aterros sanitários, contemplando apoio na construção de compromissos e enfrentando os desafios relacionados com a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) na região.

6.3 Procedimentos Operacionais no Manejo de Resíduos Sólidos para Coleta Seletiva

Cada classe de resíduo possui um processo próprio de recolhimento, armazenagem, transporte, reciclagem e destino final. A forma com que a empresa coletora trabalha as diferenças dos processos, reflete consideravelmente no desempenho operacional da coleta. Os técnicos de limpeza urbana deverão definir, quantificar e planejar a execução dos serviços de forma a atender, satisfatoriamente, às necessidades do município utilizando, com o máximo de otimização, os recursos disponíveis para a execução dos serviços.

Todos os planejamentos, incluindo a caracterização dos diversos tipos de serviços nas diversas áreas do município, a coleta de resíduos, a varrição, capina, tratamento e os demais trabalhos, deverão ser rotineiros, programados e sistemáticos. Deverão ser registrados em relatórios e mapas, para constante atualização, revisão e aperfeiçoamento considerando a grande dinâmica das atividades de limpeza urbana. O planejamento de coleta de resíduos tem a organização da rota de coleta diária como passo de grande importância. Cada equipe de campo precisa estar capacitada em relação ao material que deve ter consigo para recolher as diversas classes de resíduos. Além disso, seu percurso deve ser traçado por GPS para favorecer o aumento da produtividade.

A equipe técnica deverá ser responsável também por pesquisar os produtos lançados no mercado e verificar a adequabilidade de aplicação no município, bem como acompanhar os projetos e estudos técnicos contratados.

Deverá atuar em perfeita consonância com a área operacional para atender às demandas daquela, garantindo qualidade na prestação dos serviços através da sintonia entre o pensar e o fazer. A organização das informações dos clientes compõe o início do planejamento de coleta de resíduos. O armazenamento dos dados gravimétricos do município produz relatórios de gestão e transforma essas informações em dados que sistematizam e alinham o processo. Essa etapa acaba se transformando na área de suporte para todo o ciclo de coleta de resíduos.

Os projetos deverão ser desenvolvidos de forma integrada e complementar, o que somente ocorrerá com o perfeito entrosamento entre os técnicos. Deverão ser propiciados treinamentos, atualizações técnicas, reciclagens, visitas técnicas para possibilitar o intercâmbio e uma melhor aprendizagem. A política nacional de resíduos determina o conceito de responsabilidade compartilhada entre fabricantes, revendedores e usuários, em relação à destinação ou reciclagem de produtos e embalagens.

Com essa diretriz, a legislação exige transparência, informações detalhadas e indicadores sobre os resíduos gerados com a comprovação da destinação final, sendo de responsabilidade da empresa contratada pela prefeitura do município o transporte e capacitação técnica dos seus funcionários para atuar no manejo dos resíduos.

6.4 Divisão do Município para o Programa de Coleta Seletiva

A implantação do programa de coleta seletiva no município baseia-se em quatro pilares principais: i) diagnóstico; ii) planejamento; iii) implantação; iv) operação e monitoramento.

Na primeira etapa, deve haver a realização do estudo socioeconômico populacional, da composição do lixo e do panorama do mercado de recicláveis. Neste momento, são identificadas fontes de financiamento e ações de coleta seletiva já existentes, englobamento as escalas de escolas, catadores e ONGs.

Para a segunda etapa, o planejamento é realizado definindo o modelo de coleta seletiva, enfatizando as rotas logísticas junto a análise de custos operacionais da operação. Com este dimensionamento realizado, espera-se a inclusão de potenciais parceiros público/ privado, como exemplo a participação efetiva dos consórcios municipais.

Já na etapa de implantação do programa, são estabelecidas prioridades na periodicidade das coletas, havendo um informativo no site da Prefeitura Municipal sobre os dias da semana que haverá as coletas (Figura 34).

Por fim, a última etapa fica a cargo das operações e monitoramentos, como explicado em maior detalhamento no capítulo 14 (rastreamento de resíduos), juntamente com indicadores de avaliação de desempenho, de fundamental importância para a sustentação do Programa de Coleta Seletiva Municipal.

SERVIÇO DE COLETA DE LIXO
DOMICILIAR E COMERCIAL

PROGRAMA CIDADE LIMPA

ENGENHEIRO COELHO

FIGUE ATENTO PARA A FREQUÊNCIA E HORÁRIOS DE COLETA DE LIXO DOMICILIAR NO SEU BAIRRO.
Procure colocar o lixo para fora de sua residência conforme os horários ou dias programados, evitando danos ao meio ambiente.
Veja o quadro no verso.

EVITE ACIDENTES

- Embale separadamente os vidros quebrados
- Durante a coleta, mantenha os animais de estimação presos e seguros
- Diminua a velocidade ao ultrapassar o caminhão de lixo

Jd. América
Jd. Amália
Jd. São Pedro
Jd. Jordina Oliveira
Jd. Minas Gerais
Jd. Nobreville
Eldorado I
Jd. Mercedes
Jd. Ângelo Forner
Jd. do Lago
Centro

Terça, quinta e sábado (a partir das 6h)

Jd. São Paulo
Jd. Luiz Favero
Jd. Brasil
Residencial Parque do Lago
Residencial Lagoa Bonita I (Res. Universitário)
Residencial Lagoa Bonita II
Residencial Lagoa Bonita III
Residencial Jacarandá

Terça e quinta (a partir das 6h)

Rod. Prof. Zeferino Vaz (até o pedágio)

COLOQUE LIXO NA RUA NOS DIAS PROGRAMADOS
0800 770 5676
das 8h às 18h - LIGAÇÃO GRATUITA

Figura 34 - Serviço de coleta de lixo domiciliar e comercial realizado no ano de 2022.

6.5 Programas de Educação Ambiental

A educação Ambiental é um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, habilidades, experiências, valores e a determinação que os tornam capazes de agir, individual ou coletivamente, na busca de soluções para os problemas ambientais, presentes e futuros.

Possui a finalidade de mostrar que cada um e parte e responsável pelo meio ambiente, propondo caminhos sustentáveis de convívio em sociedade. Para que seja realizado o processo educativo, é necessário ações que possam acrescentar a conscientização da população com o conhecimento para entender a importância dos assuntos ambientais, mudar atitudes e orientar outras pessoas para compreenderem os temas.

Segundo Serrano (2003), a educação ambiental aparece como um instrumento de reeducação do cidadão, contendo elementos que possibilitam a reflexão das relações socioeconômicas da sociedade, não deixando de ser também uma educação política,

reivindicando que o cidadão seja capaz de exigir justiça social, cidadania e ética nas relações sociais com a natureza.

O conceito de educação ambiental precisa estar disponível para toda a sociedade e todas as faixas etárias. Ela contribui para solucionar diversas questões, como fortalecer a compreensão do papel da água, apresentar boas práticas de reciclagem, incentivar a produção de energia limpa, entre outras práticas (Figura 35).



Figura 35 - Modelo de cartilha para o Programa de educação Ambiental do município de Engenheiro Coelho-SP.

Público-alvo:

- Alunos, professores e funcionários de escolas públicas;
- Funcionários públicos em geral;
- Associações de catadores e/ou cooperativas;
- População residente no Município;
- Produtores rurais;
- Empresas envolvidas na gestão de resíduos sólidos;
- Grandes geradores de resíduos sólidos;
- Geradores de resíduos perigosos e especiais

6.5.1 Capacitação Técnica de Cooperativas e Técnicos Municipais na Gestão de Resíduos

Capacidade técnica é uma expressão que diz respeito a competência necessária para a boa realização de determinada tarefa, justamente o que se precisa para exercer trabalhos

sustentáveis e desenvolver um consumo ecológico com a sociedade, algumas ações podem ser previstas para fortalecer a capacitação técnica sobre resíduos sólidos no município.

É instituído por Lei nº9795/99 a Política Nacional de Educação Ambiental, da qual faz apontamentos da gestão de como deve ser proposto iniciativas de educação ambiental dentro do município de modo formal ou informal, atendendo todas as faixas etárias com o intuito de popularizar práticas sustentáveis, cita que é de previsto ao município: “Art. 15. São atribuições do órgão gestor: I - definição de diretrizes para implementação em âmbito nacional; II - articulação, coordenação e supervisão de planos, programas e projetos na área de educação ambiental, em âmbito nacional; III - participação na negociação de financiamentos de planos, programas e projetos na área de educação ambiental.”

Para a melhor gestão é propagação dos conceitos relacionados a Educação ambiental é previsto diretrizes de formulação de projetos para o município desenvolver:

- Construção participativa do Guia de Educação Ambiental em Comunidades Escolares no contexto da Gestão Pública da Biodiversidade;
- Promover a formação de educadores ambientais aptos a desenvolver processos educativos junto a grupos sociais relacionados com a gestão da biodiversidade, com vistas à participação na Gestão Ambiental Pública, na perspectiva da Educação Crítica, contribuindo para a conservação da biodiversidade, o exercício da cidadania e a qualidade de vida das populações envolvidas;
 - Implantação de Centros de Educação Ambiental;
 - Programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos;
 - Educação técnica de natureza essencialmente presencial, participativa e de troca, incluindo capacitações e treinamentos sobre resíduos específicos, como de serviços de saúde, de construção civil, verdes (biodegradáveis) e perigosos, dentre outros;
 - Desenvolver ações que atendam a educação ambiental em áreas rurais com a melhor gestão dos recursos naturais;
 - Capacitar os produtores rurais com reeducação ambiental de usos ecológicos para o manejo agrícola;
 - Comunicação, relativas à produção de material informativo de divulgação e marketing do programa de gestão de resíduos;
 - Estabelecer pontos de maior concentração da população para divulgação de matérias interativos de informações interessantes sobre fauna e flora da região do município;

- Orientação e propagação de como funciona a coleta seletiva e como fazer a separação em residências;
- Apoio a programas de debate e pesquisa em Educação Ambiental através de seminários, cursos, congressos e outras atividades científicas;
- Apoiar projetos ambientais e trabalhar com conceitos e conhecimentos voltados para a preservação ambiental e uso sustentável dos recursos naturais;
- Propor ações voltadas a educação ambiental em datas comemorativas de marcos ambientais;
- Desenvolver ações e projetos educacionais dentro do âmbito escolas de forma transversal, educação ambiental formal;
- Estimular a educação ambiental junto à comunidade, educação ambiental não formal;
- Proporcionar educação ambiental em todos os níveis educacionais;
- Promover ações educativas sobre o meio ambiente junto aos setores públicos, privado e terceiro setor em ONG's e entidades;
- Formação de indicadores e avaliação do Programa de Educação Ambiental.

O município visa a educação ambiental também como ações quanto a capacitação dos funcionários da Unidade de Gestão de Infraestrutura, Serviços Públicos e para as outras secretarias que pertencem à Comissão do Plano de Saneamento Municipal; Planejamento e Meio Ambiente, Departamento de Água e Esgoto, Secretaria de Assistência e Desenvolvimento Social e Secretaria Municipal de Obras.

O objetivo é a partir disso capacitar esses servidores, ou seja, é uma educação ambiental para o adulto. A capacitação dos servidores públicos, principalmente os efetivos é extremamente importante para agregar valores as questões culturais de segregação e de consciência ambiental.

6.5.2 Programas e Ações para a Participação das Cooperativas e Associações

O estabelecimento do Programa de Educação Ambiental dentro do município deve ser constante e permanente entre as diretorias da Prefeitura Municipal, sobretudo a Diretoria de Educação e Diretoria de Agricultura e Meio Ambiente, mediadoras no quesito de planejar, estruturar, divulgar, executar as ações de educação ambiental, seja na esfera formal ou não formal. O apoio de outras diretorias e agentes da sociedade é de suma importância para o fortalecimento das linhas de ação da educação ambiental em Engenheiro Coelho – SP.

A participação de cooperativas e associações mostra ser muito vantajosa para os municípios do Estado de São Paulo, elas colaboram para a geração de empregos, para a inclusão social e econômica, para uma melhor distribuição de renda e também para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades onde estão inseridas.

As cooperativas de reciclagem ajudam a gerar empregos e colaboram para a valorização do trabalho de catadores, responsáveis por coletar cerca de 90% dos resíduos recicláveis no Brasil. Já as associações podem ser de grupos ruralistas para que com o desenvolvimento agrícola sustentável possamos ser capazes de superar os desafios demográficos e atender à crescente demanda mundial por alimentos, fibras e energia. Associações que desenvolvam atividades sócio colaborativas a sociedade, como o desenvolvimento econômico com ações de reciclagem ou concentração de matérias considerados perigosos, atividades de educação ambiental em comunidades periféricas, e ações voluntárias como mega plantio ou oficinas de reaproveitamento de matérias reciclados.

Segundo a ONU, as cooperativas contribuem para economias e sociedades mais inclusivas, além de ajudarem na execução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, considera -se o cooperativismo uma ferramenta essencial para construir uma sociedade mais justa e sustentável. Onde uma cooperativa se instala, ali são disseminados os valores desse modelo de negócio e, o resultado disso é o fortalecimento dos direitos humanos em todos os níveis.

Para soluções ambientais as cooperativas de reciclagem reduzem grande parte dos impactos ambientais gerados pela distribuição incorreta desses resíduos, contribuindo para a extensão do ciclo de vida de produtos e embalagens por meio da coleta, separação e fornecimento de matéria-prima secundária para a indústria. A norma ambiental também traz a necessidade de que as organizações identifiquem os impactos dos resíduos que produz, gerando um vínculo entre as cooperativas e as organizações públicas ou privadas trazendo benefícios e vantagens para ambas as partes envolvidas.

Os processos de coleta e reciclagem dos resíduos gerados diminui os custos com a matéria-prima, que reflete no custo do produto que chega ao consumidor final e nas contribuições indiretas com a saúde pública, sistemas de saneamento e o aumento da vida útil de aterros sanitários diminuindo assim a necessidade de construção e aquisição de novas áreas. Além de contribuir para a redução da extração de recursos naturais e uma facilitação de programas de logística reversa de empresas que queiram recuperar produtos recicláveis.

O Programa de capacitação de agentes ambientais tem como objetivo valorizar e qualificar as pessoas de baixa renda que trabalham com a reciclagem de resíduos sólidos,

envolvendo catadores, cooperativas e associações, aperfeiçoando as técnicas de triagem e melhorando a segregação e facilitando a comercialização dos materiais segregados. Dentro do programa são propostas algumas ações:

- Cursos sobre saúde e segurança no trabalho;
- Cursos sobre educação ambiental;
- Cursos sobre comercialização de materiais recicláveis, focando a noção básica de negócios e evitando atravessadores;
- Palestras sobre o funcionamento, administração, regras de trabalho e vantagens das associações e/ou cooperativas;
- Cursos e palestras sobre gerenciamento de resíduos e responsabilidade compartilhada na logística reversa;
- Palestras sobre a importância da coleta seletiva e os impactos decorrentes da gestão inadequada de resíduos sólidos;
- Parcerias com geradores de resíduos recicláveis (supermercados, comércios, produtores rurais, condomínios, entre outros).

A participação de cooperativas e associações dentro dos municípios está se mostrando muito compensativa aos órgãos públicos como meio de proporcionar a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos e administração pública (Figura 36).

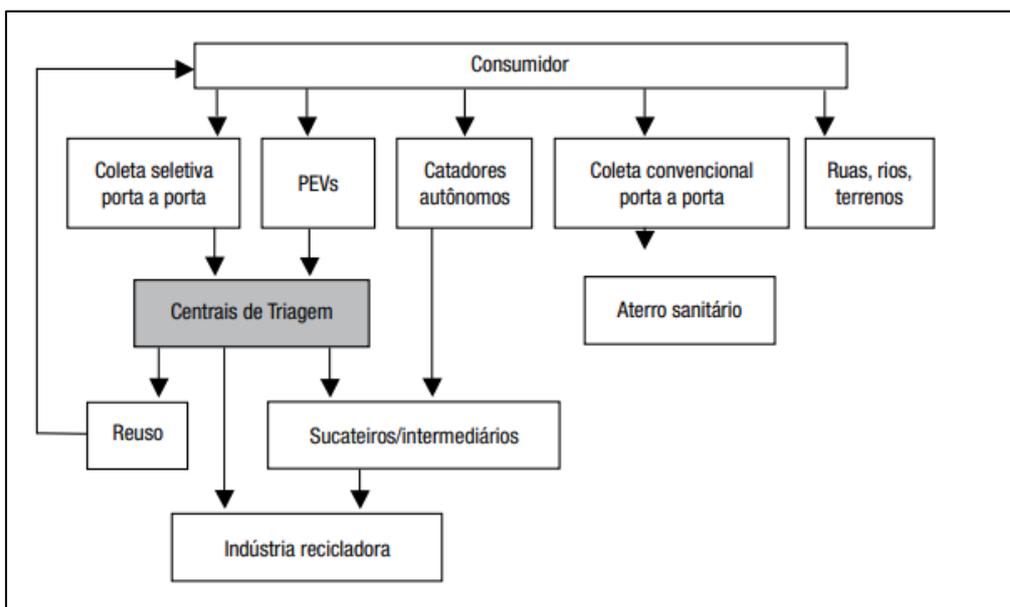


Figura 36 - Participação das Centrais de Triagem nos canais reversos pós-consumo (LEITE, 2009).

6.6 Programa de Monitoramento Ambiental

6.6.1 Rastreabilidade dos Resíduos

A rastreabilidade dos resíduos permite que o gerador acompanhe o gerenciamento do processo, garantindo que os ciclos destes sejam finalizados conforme os prazos estabelecidos. Esta etapa no programa de gestão é essencial dentro do processo de gerenciamento de resíduos, por isso, é preciso ter 100% de controle sobre o caminho dos resíduos, desde a geração do material até seu destino, o que garante ao gerador a segurança, legalidade e a sustentabilidade do processo.

De forma a garantir a eficácia do monitoramento do trajeto dos resíduos, a rastreabilidade inicia-se com o cadastramento das empresas e profissionais responsáveis no município pela coleta (caçambeiros, caminhões etc.), dentro de uma plataforma online, que permite a identificação profissional deles.

Seguindo esta etapa, quando o munícipe solicita destas empresas a locação e remoção dos resíduos em sua residência, é informado ao sistema online os dados do requerente, tipo de resíduos, data final de entrega e coleta, sincronizando as informações junto à Central de Tratamento de Resíduos (CTR), no qual recepcionará os resíduos (Figura 37).

Estas informações são estratégicas e de extrema viabilidade operacional para a gestão da CTR, uma vez que informado as datas e volumes a serem entregues, há a possibilidade do planejamento assertivo junto a administração para a execução das etapas de triagem e beneficiamento dos resíduos, refletindo assim num planejamento financeiro das receitas operantes no processo de rastreio.

Vale ressaltar que parte do sucesso da adoção deste modelo está nas formas de gerir o monitoramento das empresas e profissionais pertencentes às etapas de coleta e destinação final de resíduos, cabendo a gestão pública, através de legislação municipal, o emprego do apoio e ação da Guarda Municipal, na intenção de coibir os infratores.

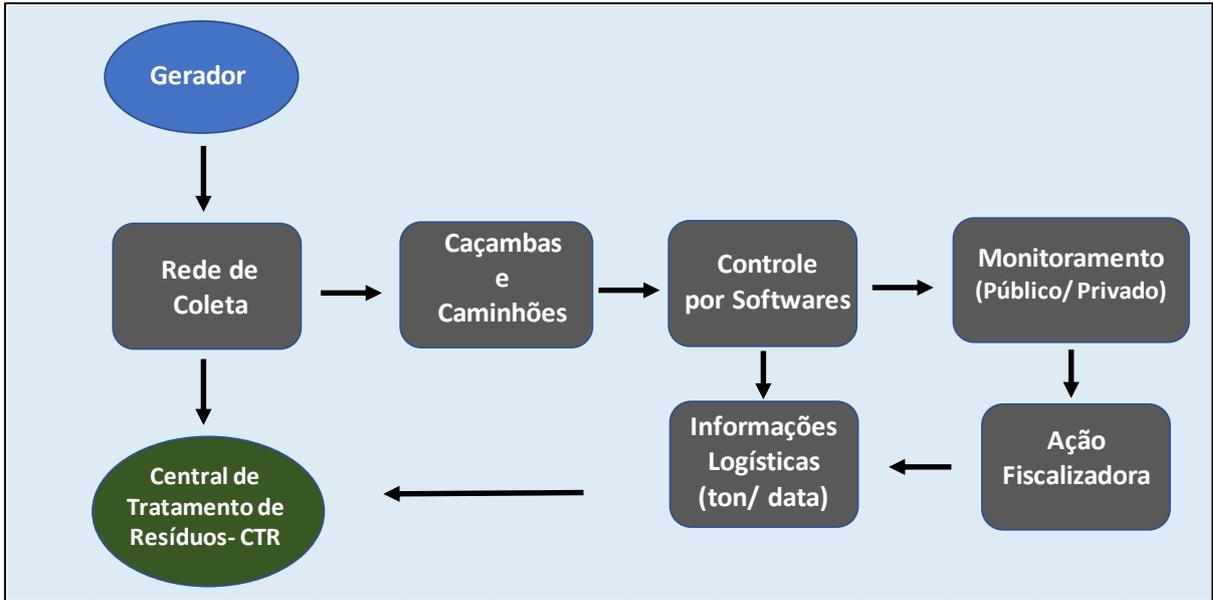


Figura 37 - Programa de rastreabilidade dos resíduos através da utilização de softwares online para o gerenciamento e controle municipal.

6.7 Programa de Remediação de Áreas Degradadas

ÁREAS PARA DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

7.1 Ecopontos

A implantação de ecopontos é um meio de centralizar o descarte de resíduos dentro do município, objetivando direcionar para uma destinação ambientalmente adequada o que antes seria descartado irregularmente (Figura 38).

A recepção de resíduos dentro do ecoponto fica possibilitado para munícipes, os quais podem destinar materiais variados:

- Resíduos de construção civil e demolição (RCC/ RCD);
- Resíduos verdes (poda e varrição);
- Resíduos domésticos (sofás, mesas etc.).

Para haver um controle da quantidade a ser recebido por cada munícipe, sugere-se a adoção dos padrões de operações já implementados por outros municípios, com a quantidade de 1 m³/ habitante/ semana.

Com essas medidas, o volume desses resíduos que antes seria passível de áreas de destinação irregulares acaba sendo otimizado, alimentando a Central de Tratamento de Resíduos Municipal (CTR), que beneficia os mesmos através da geração de subprodutos (brita, pó de brita, areia grossa etc.), os quais possuem amplo valor de mercado para venda, como retorno financeiro para o município.



Figura 38 - Modelo de ecoponto - Bairro Turmalina, Governador Valadares – MG. (Foto: Antônio Cândido/PMGV, 2020).

7.2 Área de Triagem e Transbordo

As áreas de triagem e transbordo são uma estação intermediária entre o gerador dos resíduos e o destino final, tendo como finalidade o armazenamento temporário dos resíduos. Sua estrutura com divisões por compartimentos (bairias, boxes e gaiolas) possibilita a recepção e o acondicionamento dos resíduos, seguindo pelas etapas de separação e beneficiamento dos materiais (Figura 39).

O processo de triagem otimiza o processo de reciclagem, separando os materiais que tenham valor comercial existente, otimizando o processo de separação aos produtos que necessitam de logística reversa.



Figura 39 - Área de transbordo de resíduos sólidos urbanos, município de Jundiá (2021).

Áreas de disposição final de rejeitos são definidas como um local ambientalmente adequado e certificado pelos órgãos ambientais para seu destino.

É de suma importância ressaltar que o descarte nessas áreas deve ficar estritamente restrito aos rejeitos e não aos resíduos, uma vez que houveram condições do aproveitamento ambiental e econômico na Central de Tratamento de Resíduos (CTR), fazendo assim o descarte do que de fato não se pode mais aproveitar (Figura 40).



Figura 40 - Modelo de operação de triagem de resíduos, município de Jundiá (2021).

As destinações conhecidas e mais administradas são os aterros sanitários controlados e lixão a céu aberto, no qual todas as operações de lixões são proibidas desde 2014 com a Lei 12.305/2010.

A destinação adequada dos resíduos refere-se a “Lei 12.305/2010, Art. 3º, Inciso VI: *destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; (Título I – Capítulo II – Parágrafo VII).*”

As operações conhecidas como lixões não devem ser operadas por ser prejudiciais à saúde pública e meio ambiente, além de ser focos de gerações de espécies de pragas urbanas que transmitem doenças.

A utilização de aterros sanitários controlados traz um menor impacto ambiental para seu entorno, uma vez que operado nas normas adequadas, aterra-se o rejeito em valas pré-dimensionadas, com inserção inferior de material impermeabilizante (geomembranas tecnológicas) e redes de tubulações para drenagem de gases nocivos, impossibilitando a

infiltração em subsolo dos contaminantes físico-químicos (majoritariamente o chorume) até o nível do lençol freático local.

7.3 Tratamento e Beneficiamento de Resíduos

Dentro do processo de descarte de matérias utilizados em sociedade, conforme a NBR 10.004, nem todos os resíduos podem ter a mesma destinação, como os resíduos da saúde (RSS), que apresentam risco a saúde pública e necessitam de destinação final adequada (Figura 41).



Figura 41 - Planta de beneficiamento de reciclado de PET, província de Buenos Aires (FARN, 2022).

Resíduos de construção civil (RCC) também precisam de outros tratamentos antes da disposição final, sendo materiais com valor comercial agregado de interesse ao reuso.

Todos os materiais reciclados são dispostos a tratamento e beneficiados pelo reuso, com processos de tecnologia aumentando a eficácia do beneficiamento, através da reutilização da disposição final com a cogeração energética, pela degradação físico-química da matéria em decomposição (Figura 42 e 43).



Figura 42 - Beneficiamento do RCC segregado, município de Jundiaí (2021).



Figura 43 - Beneficiamento do Resíduo Verde (RV), município de Jundiaí (2021).

Parte 10

TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos que são destinados ao processo de descarte adequado que ainda tem valor comercial são voltados ao processo de reciclagem até chegar em sua fase final considerada rejeito, que não tem mais uso no mercado e sem valor econômico. O crescimento da população proporcionou a geração desenfreada de RSU na sociedade, a gestão de como são destinados os materiais que estão no fim do processo podem passar por tecnologias que irão facilitar e proporcionar melhor resultado no produto final.

A destinação inadequada do lixo compromete a saúde humana e o meio ambiente, ao contaminar os recursos hídricos com o chorume e ao liberar na atmosfera o gás metano, que é um dos principais causadores do efeito estufa.

Para atingir os objetivos traçados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos é fundamental a utilização de todas as possibilidades para disposição e tratamento, em especial a não produção, a coleta seletiva, a reciclagem e o aproveitamento energético dos resíduos sólidos, de modo a minimizar a solução provisória e não sustentável representada pelos aterros sanitários.

Os aterros sanitários são regiões projetadas para garantir a disposição correta dos resíduos sólidos urbanos, porém as construções de aterros têm uma vida útil de operação por conta da quantidade de rejeitos que podem ser depositados sem comprometer a saúde populacional, sendo controlado todo o processo para avaliação de subprodutos como chorume e gás emitido no processo de decomposição.

8.1 Energia da Biomassa

Entende-se como biomassa qualquer matéria orgânica de origem animal (zoomassa) ou vegetal (fitomassa). Uma ideia inicial do potencial energético da biomassa, nos mostra que uma tonelada de matéria orgânica seca possui em média 5 Gcal (5×10^9 cal), que correspondem a 0,4 tep¹, ou seja, um pouco menos da metade do equivalente em petróleo, porém com a vantagem de ser abundante e distribuído pelo território global.

¹ tep: tonelada equivalente de petróleo: unidade de energia definida como o calor liberado na combustão de 1 ton de petróleo cru, equivalente em média a 42 GJ ou 11.630 MWh.

O aproveitamento energético da biomassa pode ser feito de diversas formas, conforme mostra a Figura 40. Desde a combustão ou queima direta, passando por processos de gaseificação, ciclos de geração utilizando vapor ou gás, uso na forma de trabalho mecânico através do álcool combustível ou óleos vegetais, até na forma de aproveitamento bioquímico através da decomposição anaeróbica, a energia da biomassa mostra-se bastante versátil e flexível nas suas aplicações tecnológicas.

A introdução da energia da biomassa confere um novo valor estratégico a recursos que se distribuem de forma bastante dispersa sobre todo o território, principalmente nos países tropicais. Ao contrário dos combustíveis fósseis que estão concentrados em determinadas partes do planeta, a energia da biomassa se distribui por todo o espaço geográfico. Assim, a utilização da biomassa está sempre ligada à ocupação territorial, à valorização estratégica da terra como fator de produção.

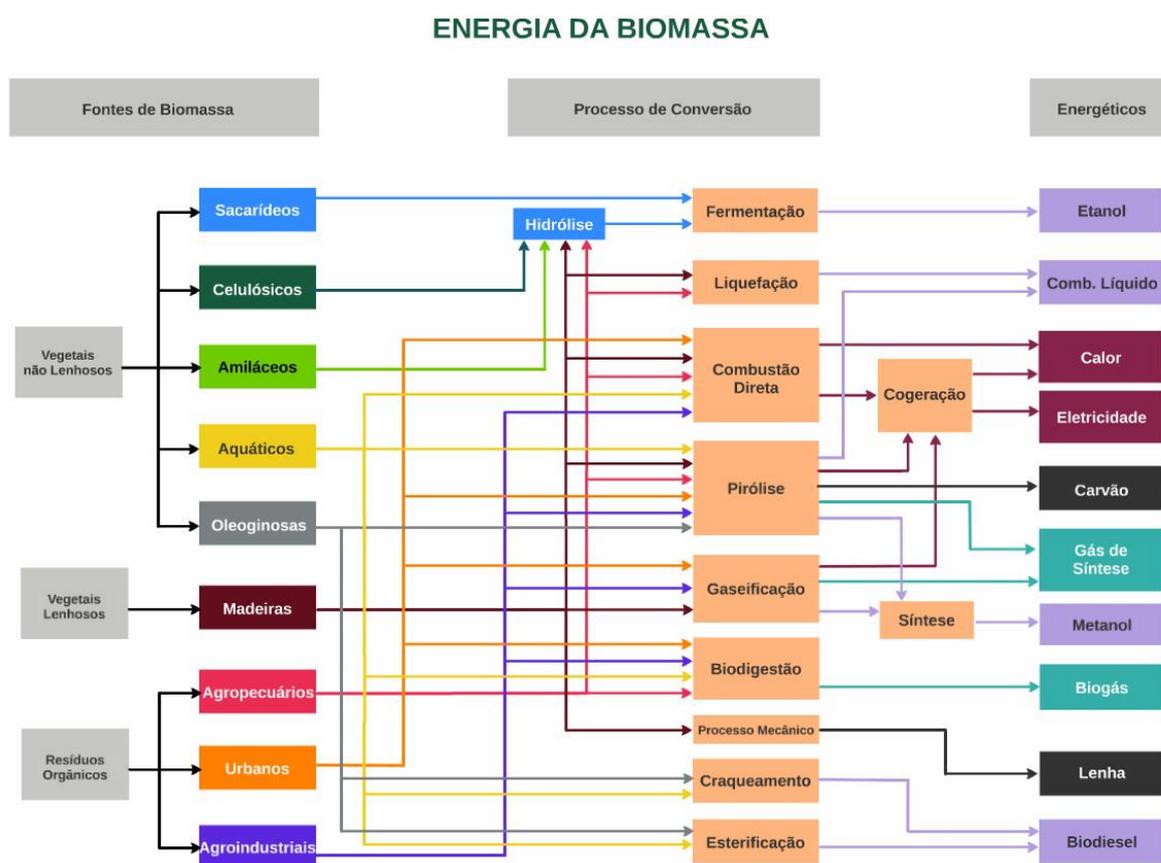


Figura 44 - Aproveitamento energético da biomassa. Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2008).

Na implantação do aproveitamento energético da biomassa, as economias de escala passam a ter importância secundária; os equipamentos tecnológicos são relativamente simples; os custos de capital são minimizados; o conteúdo tecnológico de base pode ser facilmente

aprendido e difundido. Assim, fica favorecida a descentralização, as iniciativas locais, a pequena e média indústria, a agricultura familiar, a inovação tecnológica realizada através de pequenos passos. Como resultado, temos uma melhor ocupação territorial, uma distribuição de renda mais justa e uniforme, alterando profundamente as estruturas econômicas, sociais, políticas e culturais desenvolvidas com base nos combustíveis fósseis (MUNIZ, 2006).

Expandir esse conceito para as regiões isoladas, que compreendem milhares de comunidades sem acesso à energia elétrica, é mesclar tecnologia com sociedade e meio ambiente. Para isso, são necessários sistemas descentralizados de geração de energia em pequena escala, possuindo um conteúdo tecnológico de fácil aprendizado na operação e manutenção, requisito básico para o sucesso da escolha da tecnologia na implantação de projetos sociais de eletrificação rural na Amazônia.

8.2 Tratamentos Biológicos

O tratamento biológico consiste na digestão da matéria orgânica por bactérias, salientando que materiais não orgânicos ou orgânicos de difícil degradação (couro, madeira, etc.) não são completamente processados pelo tratamento biológico.

Quando temos presença de oxigênio no processo biológico, chamamos de digestão aeróbica, como é o caso da compostagem, processo que transforma a matéria orgânica em composto orgânico, gás carbônico e água. Quando temos ausência de oxigênio, chamamos de digestão anaeróbica, caso dos biodigestores e dos aterros, que transformam a matéria orgânica em composto orgânico não estabilizado, metano e gás carbônico.

8.2.1 Compostagem

A compostagem proporciona a estabilização dos materiais biodegradáveis, de modo a limitar os riscos ambientais e sanitários (produção de chorume, metano e patógenos). Em contrapartida é necessária uma grande área para sua implantação e frequentemente se observa a produção de odores. Além das dificuldades técnicas existem barreiras comerciais a serem superadas, em relação à colocação do produto no mercado, pois poucos consumidores confiam em utilizar composto proveniente de resíduos em suas atividades agrícolas.

8.2.2 Digestão Anaeróbica

O processo de digestão anaeróbica utiliza micro-organismos que se proliferam na ausência de oxigênio e por produzirem metano, também são chamados metano-gênicos. Para

garantir a ausência de oxigênio normalmente é utilizado um reator fechado com a matéria orgânica difundida em solução aquosa (ANDRADE et al., 2002).

O processo anaeróbico é mais lento e menos completo que o processo aeróbico, além de adicionar complexidades tecnológicas significativas. Algumas poucas vantagens do processo em comparação com a compostagem é a geração de energia elétrica, mesmo que com baixa eficiência e a não produção de odores. O produto final não é totalmente estabilizado e deve ser tratado aerobiamente por compostagem.

8.2.3 Aterros

O aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar, que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite uma confinamento segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

O aterro controlado se caracteriza basicamente pelo simples enterramento do lixo, não se levando em conta os problemas ambientais resultantes da sua decomposição. Este termo é usado erradamente como sinônimo de aterro sanitário, muito embora o método elimine os aspectos indesejáveis dos depósitos de lixo a céu aberto. Se originam, na maioria das vezes, da desativação de lixões. Além dos inconvenientes de ordem estética, os problemas ambientais decorrentes da disposição do lixo referem-se prioritariamente à poluição e/ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

A constante lixiviação dos resíduos e rejeitos pelas águas de chuva, assim como a sua decomposição resultam na formação de um líquido de cor acentuada e odor desagradável, de elevado potencial poluidor, comumente denominado chorume. A lixiviação contribui de forma significativa para o enriquecimento do chorume com substâncias químicas nocivas. Este líquido é basicamente formado por umidade natural do lixo, água de chuva, água de constituição de determinados componentes do lixo, liberada na sua decomposição, água gerada no processo de decomposição biológica, substâncias orgânicas e inorgânicas solúveis, naturalmente presentes no lixo e substâncias orgânicas solubilizadas pela ação de microrganismos no processo de decomposição.

O chorume caracteriza-se desta forma, como um efluente com elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), quando encaminhado para cursos d'água, o que causa o fenômeno conhecido como eutrofização, onde a redução dos teores de oxigênio dissolvido atinge níveis incompatíveis com a sobrevivência de peixes e outros organismos aquáticos.

Ainda sob o ponto de vista ambiental, o chorume caracteriza-se como fonte potencial de microrganismos patogênicos, comumente presentes no lixo domiciliar.

8.3 Tratamentos Térmicos

Existe uma enorme variedade de processos térmicos em funcionamento e em desenvolvimento no mundo. Desde tecnologias que utilizam a combustão dos mesmos direta ou indiretamente, como a incineração, a gaseificação, a pirólise, o plasma e a carbonização, e tecnologias que não utilizam a combustão, mas apenas aquecem os resíduos com o objetivo de esterilizá-los, como é o caso da tecnologia de autoclave e de micro-ondas utilizadas especialmente com resíduos hospitalares.

8.3.1 Incineração

A combustão de resíduos sólidos gera uma série de elementos perigosos, como ácido clorídrico, ácido fluorídrico, dioxinas, furanos, metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, extremamente nocivos e exceto os dois primeiros, cancerígenos.

Dioxinas e furanos não ocorrem naturalmente, são frutos principalmente da era industrial, em especial no século XX, formados como subproduto não intencional de vários processos envolvendo o cloro ou substâncias e/ou materiais que o contenham, como a produção de diversos produtos químicos, em especial os pesticidas, branqueamento de papel e celulose, incineração de resíduos, incêndios, processos de combustão (incineração de resíduos de serviços de saúde, incineração de lixos urbanos, incineração de resíduos industriais) entre outros (NARDO et al., 2005).

Para evitar que esses elementos sejam liberados na atmosfera se faz necessário a instalação de uma série de filtros e processos para abater esses poluentes. Embora os sistemas de lavagem de gases modernos sejam extremamente eficientes nessa tarefa, eles ocupam a maior parte da área da usina e representam até 35% do custo total. Essa é uma das razões que inviabilizam incineradores de pequena capacidade, pois somente com o ganho de escala é possível compensar os custos elevados do incinerador e dos filtros (capacidades superiores a 500 ou 1000 ton/dia de resíduos). Outro ponto importante é que ao abater os poluentes dos gases de combustão, os filtros captam as cinzas volantes, onde se concentram dioxinas, furanos, metais pesados etc., o que pode causar danos graves ao meio ambiente e à saúde pública se não disposto de forma adequada (Figura 45).

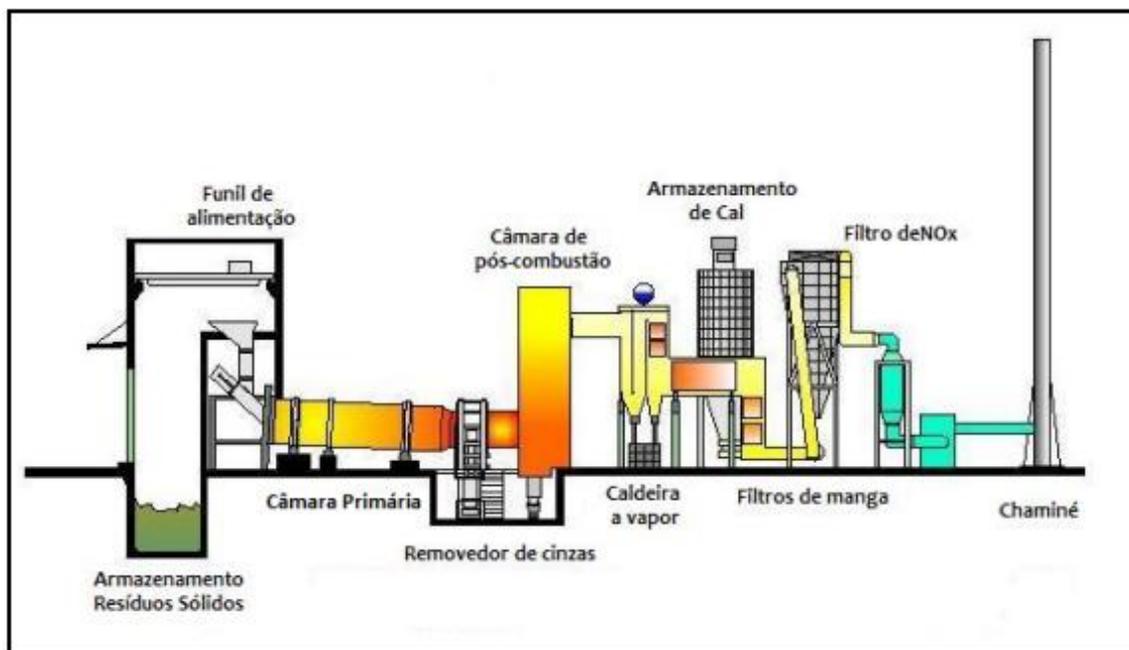


Figura 45 - Modelo esquemático de planta de incineração (SANTOS, 2021).

8.3.2 Gaseificação

O processo de gaseificação de combustíveis sólidos é bastante antigo, tendo como objetivo produzir um combustível gasoso através do sólido, com melhores eficiências de transporte e combustão, utilizando-o como matéria prima para diversos processos. Entre as aplicações dos gases produzidos, podemos destacar o uso como combustíveis para fornos, motores a diesel e a gasolina (ciclo Otto), turbinas a gás, geradores de vapor, até como matéria-prima para produção de gás de síntese para metanol, amônia, entre outras.

A gaseificação é um processo intermediário entre a incineração e a pirólise. Isto significa que ar/oxigênio é inserido no reator, mas a quantidade não é suficiente para permitir que o combustível seja completamente oxidado. É uma tecnologia promissora para a utilização da biomassa e de outros resíduos, devido ao baixo impacto causado ao meio ambiente e contribuir para a redução das emissões atmosféricas do CO₂. Todo gaseificador tem uma etapa de pirólise precedendo a etapa de gaseificação, e as reações envolvidas podem ser analisadas separadamente. O poder calorífico do gás produzido é da ordem de 5.500 kJ/Nm³, considerando o nitrogênio presente no ar. Diversos fatores podem alterar a composição do gás de síntese, entre eles a temperatura, pressão, umidade do combustível, teor de oxigênio no agente gaseificador e tipo de combustível. A composição típica do gás de síntese produzido na

gaseificação é em média 48% Nitrogênio, 21% Monóxido de Carbono, 9% Dióxido de Carbono, 14% Hidrogênio, 5% Vapor d'Água e 2% Metano (SOUZA et al., 2015).

A biomassa pré-tratada (teor de umidade baixo) é convertido em gás através das reações de gaseificação, para posterior ser resfriado e purificado. O gás limpo pode ser utilizado em queimadores para produção de calor, ou em motores para obtenção de energia elétrica, numa mistura de 80% gás de síntese + 20% diesel, ou 100% gás para motores ciclo Otto.

A tecnologia de gaseificação é exclusivamente utilizada para materiais que possuem composição homogênea e com baixa umidade, como a biomassa residuária seca. No passado houveram diversas tentativas de se utilizar gaseificadores para tratar resíduos heterogêneos como os resíduos sólidos urbanos, praticamente todas foram barradas por problemas de vitrificação das cinzas e instabilidade do processo (BURATTO et al., 2016).

Os gaseificadores podem ser classificados segundo a pressão, em atmosféricos ou pressurizados, e segundo o tipo de leito, em fixo ou fluidizado. Os gaseificadores de leito fixo são os mais simples e mais adequados para a utilização em pequenas unidades de geração. Podem ser de fluxo cruzado (cross draft), co-corrente (down draft) ou contracorrente (up draft) (MUNIZ; ROCHA, 2013).

Os gaseificadores de leito fixo apresentam a vantagem de utilizarem tecnologias simples, porém são limitados no dimensionamento da planta, entre 10 a 15 toneladas de biomassa seca por hora, com temperaturas médias de 1000°C. Trabalham com combustíveis de alta densidade e granulometria variando entre 10 a 100mm. Na Figura 45 temos os processos de gaseificação ilustrados.

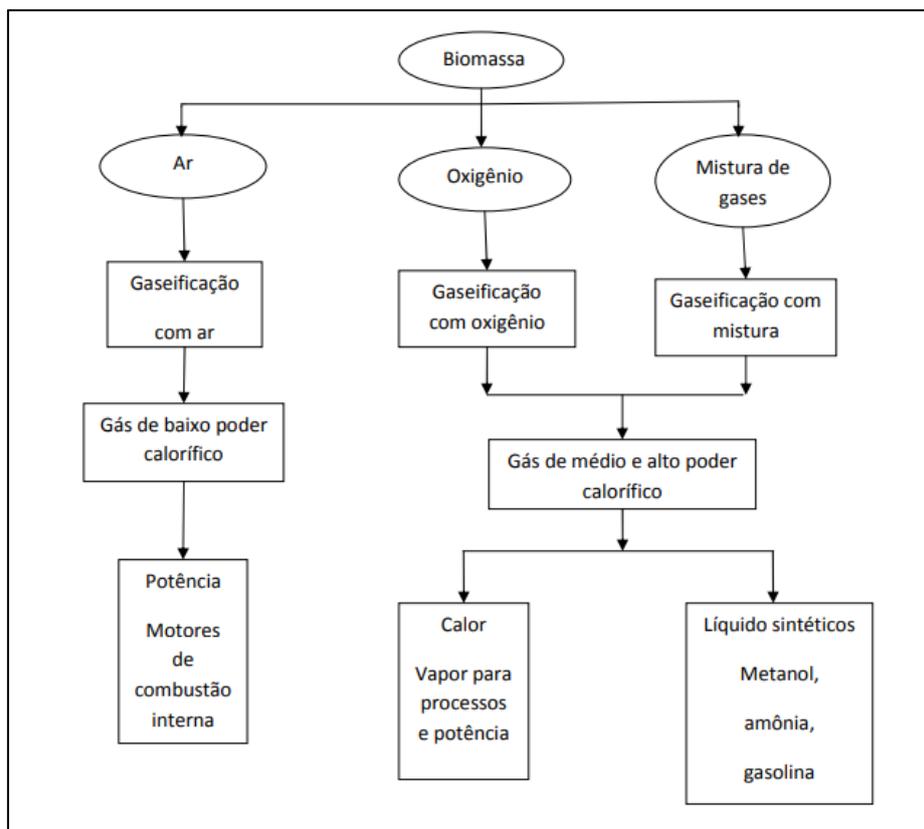


Figura 46 - Processos de gaseificação a vapor (GORDILLO & BELGHIT, 2010).

Nos gaseificadores de leito fluidizado, as partículas do combustível são mantidas suspensas em um leito de partículas inertes (areia, cinzas ou alumina) fluidizadas pelo fluxo de ar, criando melhores condições de transferência de calor e homogeneidade da temperatura na câmara de reação. Nessas condições, a maioria dos voláteis estará em contato com as partículas do leito aquecido, contribuindo para uma queima completa e limpa. Trabalha com um leito de granulometria de 250mm, que geralmente intensifica a troca de calor entre as partículas, aumentando a eficiência do processo. Permite trabalhar com uma ampla faixa de combustíveis sólidos, além de ser um sistema de maior capacidade produtiva, por consequência ser de maior porte (ALMEIDA et al., [s.d.]).

No gaseificador co-corrente o ar e o gás fluem para baixo, na mesma direção que o combustível alimentado pelo topo. Neste tipo de gaseificador, o ar injetado no gaseificador pode queimar até 99,9 % do alcatrão liberado pelo combustível, daí ele receber a denominação “queima de alcatrão”.

A característica essencial deste gaseificador é que ele é projetado de modo que o alcatrão e voláteis provenientes da zona de pirólise são direcionados a passar pela zona de combustão onde, com condições de operação controladas, serão craqueados. Quando isto acontece, esse alcatrão será convertido em fase leve e coque e a mistura dos gases na saída são relativamente

livres de alcatrão. Sendo assim, o arranjo da zona de combustão é um elemento crítico nos gaseificadores co-corrente.

Uma variante deste gaseificador é o gaseificador de topo aberto para biomassa polidispersa com entrada de ar pela parte superior a fim de se evitar altas temperaturas e consequente fusão das cinzas. Essa variante de topo aberto é o utilizado no estudo de caso apresentado nesse trabalho. Estudos conduzidos com o modelo topo aberto tem mostrado maior versatilidade e flexibilidade no uso de diferentes biomassas, assim como um custo mais baixo e com um conteúdo tecnológico mais fácil de aprendizado para operação e manutenção.

8.3.3 Pirólise

A pirólise consiste na degradação térmica de hidrocarbonetos na ausência de oxigênio. Este processo requer uma fonte externa de calor para aquecer a matéria e a temperatura pode variar de 300°C a mais de 1000°C (BRIDGWATER, 2012).

Pela definição já se observa que qualquer processo térmico a temperaturas superiores a 300°C e na ausência de oxigênio são considerados métodos de pirólise, o que torna o termo extremamente abrangente. Podemos fazer uma distinção quanto aos parâmetros de operação como tempo de residência dos resíduos e a temperatura a qual ele é submetido:

- Pirólise Lenta - Temperaturas de 400°C e longos períodos de residência (40min – 1 hora).
- Pirólise Rápida - Temperatura entre 400°C e 600°C e períodos curtos ($t < 2$ segundos).
- Flash Pirólise - Temperaturas superiores a 800°C e períodos curtos ($t \sim 1$ segundo).

Os processos de pirólise utilizados para tratamento de resíduos sólidos urbanos que tiveram sucesso são quase que exclusivamente os que utilizam a pirólise lenta. Uma característica dessa tecnologia é a modularidade, onde é possível atender desde pequenas quantidades de resíduos com populações de 10 a 20.000 habitantes, até grandes quantidades de resíduos gerados, acima de 300.000 habitantes.

Os tipos de reatores utilizados em processos de pirólise podem ser divididos em diferentes modelos, nos quais o modo de movimentação e aquecimento dos resíduos difere significativamente. A classificação quanto a tipos de reatores:

- Tambor Rotativo – Temperaturas de operação variam entre 400°C e 850°C e a granulometria do material é da ordem de 50mm. O reator é aquecido externamente e os resíduos são alimentados em uma das entradas do tambor, que roda lentamente e provoca uma movimentação deles em direção à outra extremidade do reator;

- Tubo Aquecido – Os tubos são aquecidos externamente a temperaturas da ordem de 800°C. O processo pode utilizar material com maiores dimensões (50mm). Os resíduos são conduzidos através do tubo a uma velocidade fixa que garante que o material seja completamente pirolisado;
- Contato Superficial – Materiais com pequenas dimensões, com necessidade de um pré-tratamento avançado. Tem como objetivo alcançar uma reação de pirólise otimizada.

Uma evolução da tecnologia de pirólise é alcançada quando o gás de síntese é purificado através de um processo de lavagem, transformando-o em um gás de síntese limpo, sem qualquer contaminante e que pode ser utilizado para geração elétrica e térmica em grupos geradores a gás (cogeração), ou então em processos térmicos para gerar calor (vapor, água quente, ar quente) ou frio. Do ponto de vista ambiental, o controle de pureza desse gás garante que a combustão de gases limpos irá produzir emissões limpas, ou seja, a combustão de hidrogênio, hidrocarbonetos e monóxido de carbono irá produzir somente dióxido de carbono e vapor d'água (CHAMON; CARDOSO; BARROS, 2013). Também é garantido que nem a matéria inerte, nem os gases passam por nenhum processo oxidante (não há combustão/queima), e, portanto, não há produção de dioxinas, furanos, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, cinzas volantes, vapores de metais pesados etc (Figura 47).

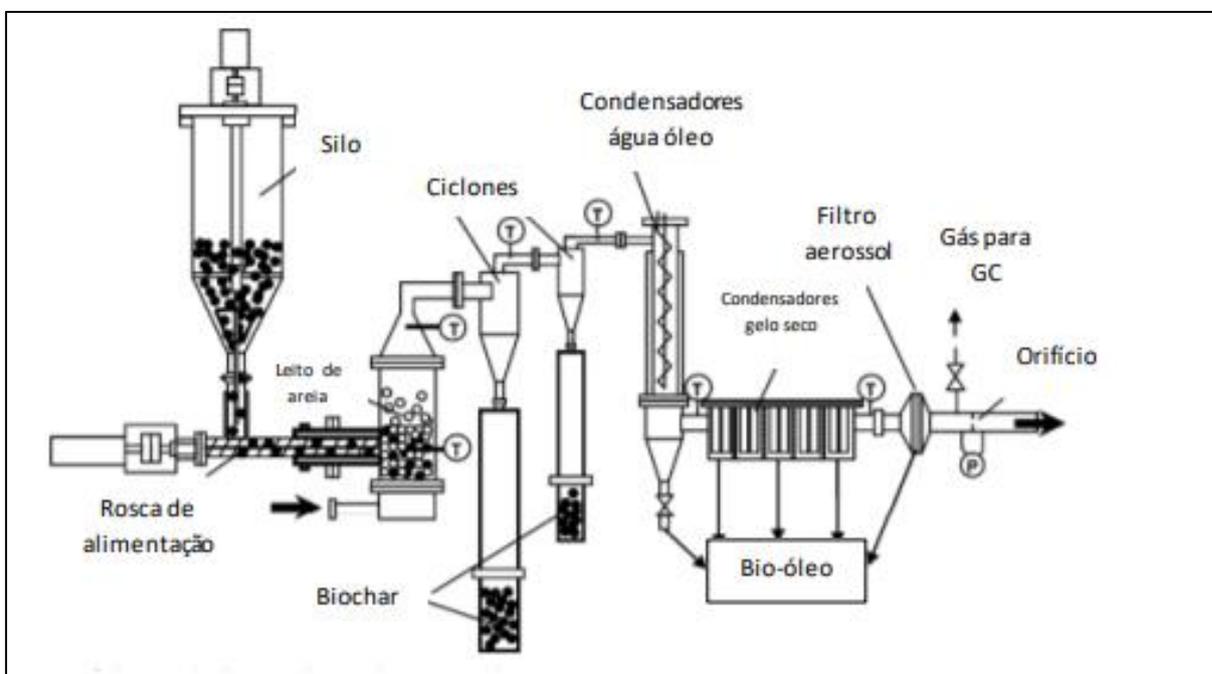


Figura 47 - Diagrama de blocos de um processo de pirólise rápida (ESPINDOLA, 2014).

8.3.4 Hidrocarbonização

O processo possui uma gama de vantagens, como por exemplo, ser ecologicamente amigável, pois tem baixa geração de gases nocivos e utiliza somente água e biomassa, tem alta eficiência, ocorre em temperaturas baixas (entre 130 e 2500C), permite o controle da porosidade e composição química da superfície, entre outras (FAGNANI, 2016).

O procedimento de hidrocarbonização é bastante simples: basta colocar em contato a matéria-prima, juntamente com água num reator em condições de baixas temperaturas e alta pressão 1h às 48h. Os mecanismos de reação que ocorrem durante esse processo ainda são desconhecidos devido à sua complexidade (Figura 46).

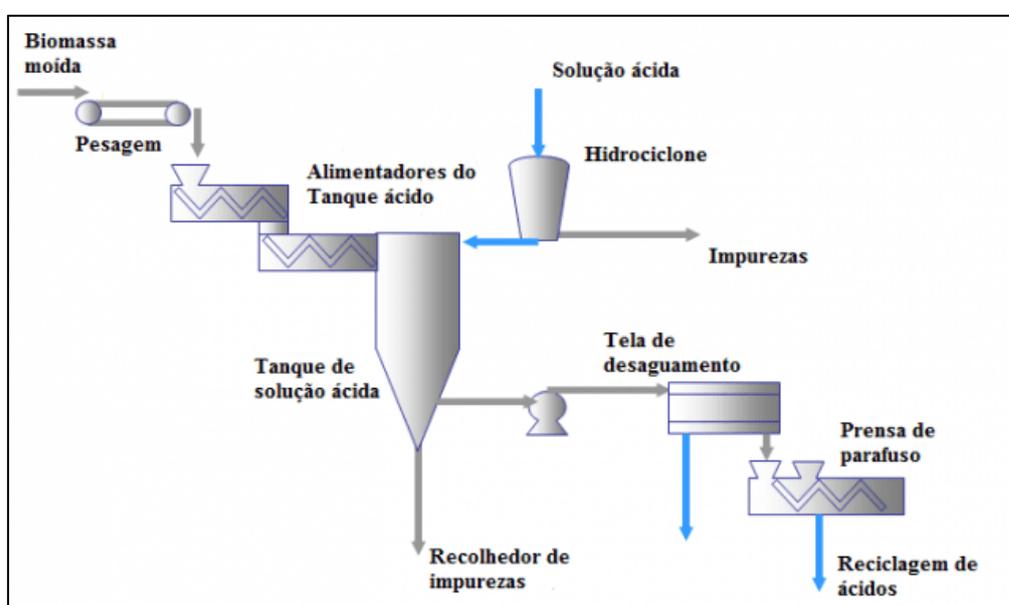


Figura 48 - Modelo do processo de hidrocarbonização (FAGNANI, 2016).

8.3.5 Plasma

Nos processos até então descritos vimos que o resíduo, ao ser aquecido em ausência de oxigênio (pirólise), se transforma em um gás combustível, composto por moléculas gasosas (por exemplo, hidrogênio molecular - H_2). Se continuarmos a aquecer este gás, suas ligações moleculares se quebram e a molécula se transforma em átomos ($H^+ + H^+ + 2e^-$). Esses elementos dissociados, com carga positiva (íons) ou negativa (elétrons), são o que chamamos de plasma.

Já quanto à classificação de plasma frio ou plasma quente, temos que enquanto no plasma quente os elétrons estão sob a mesma temperatura que os íons (o arco de solda é um exemplo), no plasma frio a temperatura dos elétrons é bem superior à temperatura dos íons e grande parte dos átomos não estão ionizados (caso de lâmpadas fluorescentes).

Independentemente de o plasma ser frio ou quente, a função dele no processo de transformação dos resíduos é a mesma: fornece calor aos resíduos, de modo que as moléculas se quebrem e sejam transformados em gás de síntese.

As tecnologias de destinação de resíduos que utilizam o plasma são interessantes para o tratamento de substâncias específicas, caracterizadas como de elevada periculosidade, porém se mostram pouco praticáveis para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, devido ao alto custo de gestão, aos consumos energéticos elevados e aos elevados custos de manutenção (altas temperaturas, consumo dos eletrodos de grafite, etc.). Também devem ser verificados os riscos relativos à poluição por material particulado decorrentes das elevadas temperaturas de transformação.

8.4 Comparativo das Tecnologias

O comparativo foi organizado em duas tabelas, mostrando suas características de relação custo x benefício na Tabela 2 e impactos ambientais na Tabela 3. A comparação entre as tecnologias foi baseada nos estudos de Bridgwater (1991), Henriques (2004), Faaj et al. (2005), Gonçalves (2007), Cabral (2008), Cortez, Lora, Gómez (2008), Poletto (2008), FEAM (2012), Reichert (2012), Chamon, Cardoso, Barros (2013), Empresa de Pesquisa Energética (2014), Gonçalves (2014), Lopes (2014) e Muniz (2015) e evidenciados nas Tabelas 6 e 7.

Inicialmente verificou-se que para um sistema de incineração o balanço energético gira em torno de 417 kWh gerado por tonelada de RSU, no que diz respeito a gaseificação, não foram encontrados valores referentes a gaseificação de RSU, e sim para resíduos orgânicos, que por tonelada, gera 1000 kWh, por sua vez o sistema de pirólise gera 500 kWh quando alimentado com uma tonelada de resíduos sólidos urbanos e 1MWh para cada tonelada de resíduos orgânicos.

De forma conseguinte, avaliou-se o custo do equipamento e a incineração detém os maiores custos avaliados, enquanto que tanto a gaseificação quanto a pirólise, os custos são medianos. Associado ao custo do equipamento, a área requerida para a instalação do sistema é um fator de importância a ser analisado e o alto custo da incineração relaciona-se com uma área necessária maior, quando comparada com a gaseificação e a pirólise, sistemas de custo medianos.

Outro ponto avaliado diz respeito a flexibilidade de combustível, ou seja, qual a diversidade de combustíveis cujos sistemas estão preparados para utilizar como combustível.

Nesta análise a incineração e gaseificação foram considerados sistemas de média flexibilidade, ao passo que o sistema de pirólise se destacou pela alta flexibilidade de combustível.

No que tange a avaliação das tecnologias acerca dos aspectos ambientais, primeiramente verificou-se o consumo de água, sendo que para a incineração evidencia-se um consumo alto, para pirólise um consumo médio e para gaseificação um baixo consumo de água. De forma conseguinte foi mensurado o grau dos impactos no solo, devido a necessidade de dispor, em alguma localidade, as cinzas dos resíduos, e o grau dos impactos no ar, devido emissões de gases, sobre todas as tecnologias recaem impactos, tanto no solo quanto no ar, entretanto os impactos derivados da incineração, para solo e ar, foram considerados altos, por sua vez, os impactos da gaseificação sobre o solo foram avaliados como medianos (solo) e baixos (ar), por fim a pirólise teve os impactos no solo e no ar ponderados como baixos. De modo análogo a análise sobre os impactos ambientais no ar, avaliou-se a quantidade de emissões atmosféricas, oriunda de cada tecnologia, obtendo-se os mesmos conceitos sobre o grau dos impactos no ar para as emissões atmosféricas, alto (incineração), baixo (gaseificação e pirólise).

O impacto ambiental não é determinado apenas pela quantidade de gases emitidos, considera-se também a composição das emissões. A Empresa de Pesquisa Energética, informa que uma série de componentes, são sintetizados e emitidos pela combustão de resíduos sólidos, em virtude da composição dos resíduos, gera, por meio da combustão incompleta, material particulado, metais e substâncias orgânicas, como dioxinas e furanos, na forma gasosa ou aderidas também ao material particulado. A gaseificação gera menos gases do que a incineração, dentre os quais destacam-se o gás hidrogênio (H_2), metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), gás nitrogênio (N_2), gás oxigênio (O_2) e vapor de água ($H_2O(v)$).

Considerando todos os fatores supracitados, avaliou-se a sustentabilidade dos sistemas de acordo com a tecnologia proposta. A incineração apresentou o menor balanço energético, o custo mais elevado de equipamento, é a tecnologia que requer a maior área para implantação, e a que mais impacta o meio ambiente, desta forma a sustentabilidade atribuída ao sistema foi baixa. **A gaseificação, assim como a pirólise possuem custos medianos, e requerem pequenas áreas para instalação, no que tange os aspectos ambientais, ambas impactam em menor grau o ar, devido alcatrão e as cinzas geradas, a gaseificação impacta em grau mediano o solo, enquanto a pirólise possui baixo grau de impacto sobre o solo, devido a inertização das cinzas pelo processo, isto posto, considerou-se alta a sustentabilidade dos sistemas para ambas as tecnologias.**

Este estudo concluiu que a tecnologia de incineração apresenta um custo elevado de implantação, além de ser a tecnologia estudada que mais impacta o meio ambiente (solo e ar) emitindo gases e demais componentes perigosos para a saúde humana. A incineração, neste estudo, não apresentou vantagens econômicas, energéticas, sociais e ambientais, quando comparadas com a gaseificação e com a pirólise, assim sendo foi considerada uma tecnologia com baixa sustentabilidade.

A gaseificação, apesar de os valores a ela atribuídos serem para utilização de resíduos orgânicos, apresentou um balanço energético de 1000 kWh por tonelada de resíduo orgânico, um custo mediano acerca dos equipamentos (principalmente o gaseificador e o grupo gerador). No que diz respeito ao meio ambiente, a gaseificação foi considerada uma tecnologia que gera baixos níveis de impacto (ASADULLAH, 2014). **A tecnologia de gaseificação apresentou vantagens econômicas, energéticas, sociais e ambientais sobre a incineração, mesmo não utilizando resíduos sólidos urbanos como combustível, assim sendo foi considerado um sistema de alta sustentabilidade.**

Por fim, a pirólise detém um balanço energético de 500 kWh/t de RSU, e 1000 kWh/t de resíduo orgânico, foi considerada uma tecnologia com custo mediano, e apresentou baixos impactos ambientais relativos ao solo e ao ar. Comparativamente a pirólise demonstrou-se a melhor alternativa para utilização no tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos, concomitantemente a geração de energia elétrica, por este fator, acrescido dos benefícios socioambientais e econômicos, auferiu-se a pirólise um status de sistema de alta sustentabilidade.

Tabela 38 - Quadro relação custo x benefício. Fonte: (KÜHL et al., 2015; MUNIZ, 2015b).

CUSTO X BENEFÍCIO					
TECNOLOGIAS	BALANÇO ENERGÉTICO (kWh/ton RSU)	CUSTO DO EQUIPAMENTO	FLEXIBILIDADE DE COMBUSTÍVEL	NECESSIDADE DE PRÉ-TRATAMENTO DOS RESÍDUOS	ÁREA OCUPADA
COMPOSTAGEM	0	Baixo	Restrito	Alto	Alto
DIGESTÃO ANAERÓBICA	+140	Médio	Restrito	Alto	Alto
GÁS DE ATERRO	+66	Alto	Alto	Baixo	Alto
INCINERAÇÃO	+417	Alto	Médio	Baixo	Médio
GASEIFICAÇÃO	n.d./ 600 ²	Médio	Médio	Alto	Baixo
PIRÓLISE	+500 / +1000 ³	Médio	Alto	Baixo	Baixo
PLASMA	-750	Alto	Alto	Baixo	Baixo

Fonte: (KÜHL et al., 2015; MUNIZ, 2015b).

Tabela 39 - Quadro impactos ambientais.

IMPACTOS AMBIENTAIS					
TECNOLOGIAS	CONSUMO DE ÁGUA	IMPACTOS AR	IMPACTOS SOLO	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA
COMPOSTAGEM	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Alto
DIGESTÃO ANAERÓBICA	Alto	Baixo	Médio	Baixo	Médio
GÁS DE ATERRO	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Baixo
INCINERAÇÃO	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
GASEIFICAÇÃO	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Alto
PIRÓLISE	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
PLASMA	Baixo	Médio	Baixo	Alto	Médio

Fonte: (KÜHL et al., 2015; MUNIZ, 2015b).

² Dados não disponíveis para resíduos sólidos urbanos (RSU). Para resíduos orgânicos, temos uma conversão de energia próxima de 600 kWh/ton.

³ Para resíduos sólidos urbanos (RSU), a geração é de 0,5 MWh/ton. Resíduos mais ricos em matéria orgânica, temos 1 MWh/ton.

Capítulo 11

PROPOSTAS ALTERNATIVAS PARA ÁREAS RURAIS

9.1 Programa de Microbacias

O Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e Conservação de Solos na Agricultura tem por finalidade a conservação dos meios naturais, pois se entende como microbacias todos os córregos que complementam as grandes bacias.

No Brasil, existem no total de 12 bacias hidrográficas importantes para o sistema hídrico brasileiro, entre elas temos: Bacia Hidrográfica Amazônica; Bacia Hidrográfica do São Francisco; Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia; Bacia Hidrográfica do Paraná; Bacia Hidrográfica do Parnaíba; Bacia Hidrográfica do Uruguai; Bacia Hidrográfica do Paraguai; Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental; Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental; Bacia Hidrográfica Atlântico Leste; Bacia Hidrográfica Atlântico Sudeste e Bacia Hidrográfica Atlântico Sul.

Todas as bacias representam a parcela total dos rios contribuintes da região da qual ela pertence, dentro das bacias que são protegidas pelos comitês de uso de água, programa de microbacias que representam a parcela menor que contribuem para o abastecimento dela.

O programa visa incentivar as áreas agrícolas que estão presentes ao redor das microbacias, com o intuito de proteger o manancial e não contaminar os rios e córregos presentes, para que contribuem para o abastecimento público. O projeto proposto pela Embrapa e o ministério da agricultura incentiva o projeto de microbacias propondo o uso racional dos recursos naturais e aumentando a produção de alimentos e a geração de empregos e renda no meio rural.

O programa propõe como ação a capacitação de pessoal técnico e agricultores em planejamento de bacias hidrográficas e conservação de solo e água; validação e difusão de tecnologias apropriadas em manejo e conservação de solo; introdução de práticas de cobertura de solo; práticas de agricultura orgânica e agroflorestais; implantação de viveiros de plantas; recomposição de matas ciliares e proteção de áreas frágeis; práticas de preservação e uso sustentável dos recursos hídricos; adequação de estradas vicinais de terra; calagem e gessagem do solo agrícola; práticas de contenção e controle de voçorocas; demarcação de curvas de nível e construção de sistemas de terraceamento; implantação de projetos demonstrativos de manejo

integrado de pragas (MIP); produção e difusão de material técnico/educativo; apoio e realização de eventos técnicos (dias-de-campo, seminários, reuniões de trabalho); recuperação de áreas degradadas; introdução do sistema plantio direto.

9.2 Demais Programas Aplicáveis à Área Rural

A agricultura é responsável por 6,8% do PIB Brasileiro, segundo o IBGE, a agricultura familiar é responsável principalmente pela produção de alimentos que vão para a população, consistindo em um sistema de produção agropecuária baseado na atividade de produtores rurais em pequenas propriedades com a utilização de mão de obra familiar.

O investimento nas pequenas propriedades incentiva a maior produção de alimentos para população ou exportação aumentando o capital das fazendas, apresentados assim alguns programas de incentivos que colaboram com o seu desenvolvimento, detalhados a seguir.

Conhecido como PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) tem por objetivo o atendimento diferenciado, almejando a integração do agricultor com o ecossistema do agronegócio, incorporando tecnologias ao sistema produtivo com a capacitação contínua dos produtores. Objetiva-se a valorização da propriedade rural, promovendo o aumento da renda pela atividade produzida, com créditos em projetos nas linhas de: agroindústria; Industrialização para Agroindústria Familiar, Custeio, Agroecologia, Floresta, Mais Alimentos, Jovem, Mulher, Microcrédito, Produtivo. A Pronaf visa o aumento da produtividade a partir da racionalização do uso da terra, com a evolução da qualidade de vida dos produtores e suas famílias, e o provimento de recursos para a safra posterior com a prorrogação de créditos em até 5 anos.

O TERRA BRASIL (Programa Nacional de Crédito Fundiário) é um programa voltado para aquisição de imóveis rurais por pequenos produtores que possuem pouco ou nenhum acesso à terra, proporcionando o financiamento quando a compra do terreno ou a subsidio a atividades de funcionamento, contando com o projeto ATER - Assistência Técnica e Extensão Rural. Para isso, é necessário alguns requisitos para a participação, como não possuir propriedade e experiência de 5 anos no período de 15 anos, não sendo aceito participais de funcionário públicos, assentados e produtores favorecidos por programas financiados pelo fundo de Terras da Reforma Agraria.

O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), iniciado em 2003 com intuito de fomentar a agricultura familiar e o acesso a alimento de qualidade, tornando mais fácil a comercialização dos produtos produzidos dentro da propriedade rural, fornecendo alimentos

confiáveis a população em situação de insegurança nutricional atendida pela rede de assistencial e para rede pública de ensino.

A Política Nacional de Assistência Técnica e extensão rural (PNATER), programa fundado em 2010 com o propósito de promover o desenvolvimento rural sustentável, com auxílio das atividades econômicas apoiando o conhecimento científicos e aumento da construção de cadeias produtivas, desenvolvimento de ações dirigidas à utilização, proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais, incorporações de inovações tecnológicas a cadeia de produção e a expansão de formação profissional adequada ao meio rural, podendo ser beneficiado agricultores familiares, assentados da reforma agrária, povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais.

Outros programas como Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), Programa Nacional de produção e uso do Biodiesel, Sistema de Gerenciamento das ações do Biodiesel, Programa Bioeconomia Brasil- Socio biodiversidade e programa de apoio à agroindústria familiar, seguem na mesma linha de raciocínio de incentivar as propriedades de pequenos produtores para gerar mais capital ao país e proteção dos meios naturais com captação técnica dos produtores.

9.3 Programa Nacional de Saneamento Rural

O programa de saneamento rural visa enfrentar problemáticas dentro da saúde pública, seja por falta de abastecimento e coleta de esgoto em zonas rurais. Estes implicam em impactos ambientais pelo descarte incorreto de efluentes em mananciais aquáticos e falta de abastecimento público, podendo ser responsável de doenças com o manuseio incorreto da água sem tratamento.

O Programa Nacional de Saneamento Rural é coordenado pelo Ministério da Saúde, por meio da Funasa, também parceiros os Ministérios das Cidades, da Integração Nacional, do Desenvolvimento Agrário, do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, da Educação, do Meio Ambiente, da Pesca e Aquicultura, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Secretaria Especial de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (SEPPIR), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), além de governos Estaduais e Municipais, conselhos e a sociedade civil organizada.

Com vistas a universalizar o saneamento básico, o Plano tem como objetivos a promoção da saúde, da qualidade de vida e da sustentabilidade ambiental, mas também de

desenvolvimento urbano e de cidadania, a partir da oferta da infraestrutura de métodos de saneamento que promovam a qualidade de vida e rendimento produtivos nos meios rurais.

Parte 12

BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PIRACICABA, CAPIVARI, JUNDIAÍ E MOGI GUAÇÚ

10.1 Características das Bacias Hidrográficas

O município de Engenheiro Coelho está parcialmente inserido em duas bacias hidrográficas: as bacias de Mogi Guaçu e a Bacia PCJ. A participação na bacia de Mogi Guaçu, que possui 13.031,79 km² de extensão superficial e atende os municípios Mogi Guaçu; Serra Negra; Araras; Conchal; Sertãozinho; Santa Rita do Passa Quatro; Leme; Pradópolis; Mogi Mirim; Engenheiro Coelho; São João da Boa Vista; Águas de Lindóia; Jaboticabal; Luís Antônio; Pirassununga; Estiva Gerbi; Itapira; Rincão; Porto Ferreira; Dumont; Pontal; Santa Lúcia; Espírito Santo do Pinhal; Águas da Prata; Socorro; Lindóia; Américo Brasiliense; Guataporã; Guariba; Santo Antônio do Jardim; Pitangueiras; Motuca; Aguaí; Santa Cruz da Conceição; Santa Cruz das Palmeiras; Taquaral; Descalvado; Barrinha; no Estado de São Paulo atendendo ao total 43.674.533 habitante.

As principais atividades da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu são as do setor primário como agricultura e a pecuária, com destaque para as culturas de laranja, milho, cana de açúcar e pastagem (braquiária). Já no setor secundário a agroindústria, como as usinas de açúcar e álcool, óleos vegetais e bebidas são as predominantes na UGRHI 09, além de frigoríficos e indústria de papel e celulose. Além dessas, outra atividade significativa na bacia é o turismo, com a presença das estâncias hidrominerais de Águas da Prata, Águas de Lindóia, Lindóia, Serra Negra e Socorro (Figura 50).

A bacia de Mogi Guaçu faz maior participação no município que está inserido na divisão do alto mirim, pelo manancial de Ribeirão do Pinhal (Engenheiro Coelho, Conchal, Moji-Mirim e Araras), o abastecimento da cidade é pelos recursos hídricos da bacia pelo córrego Ribeirão Ferraz, com a sua área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu corresponde a 15.004 km², sendo a bacia principal de uso que o município de engenheiro Coelho corresponde.

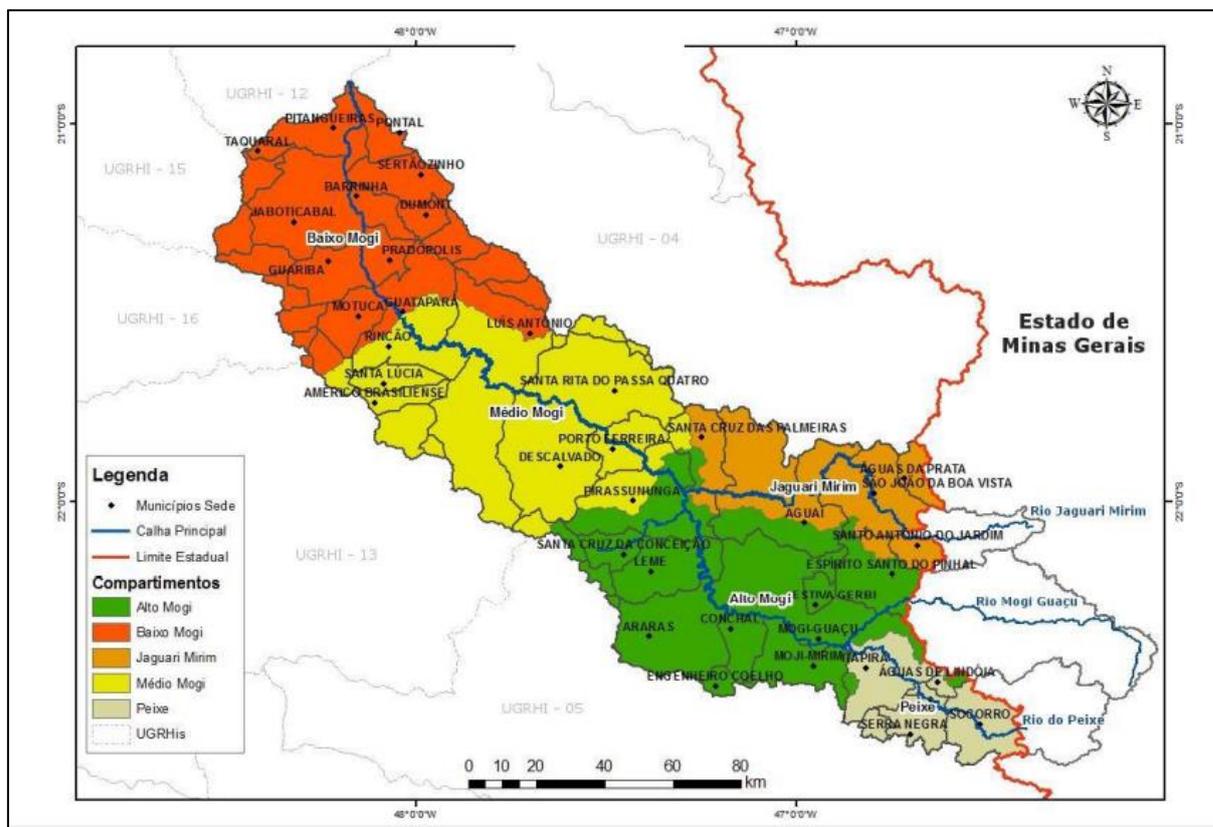


Figura 49 - Recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Mogi Guaçu.

A bacia hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá tem sua extensão hidrografia de uma área total de drenagem superficial de, aproximadamente, 15.377 km², sendo 92,45% na porção paulista e 7,55% na porção mineira, correspondendo os municípios: Águas de São Pedro; Americana; Amparo; Analândia; Anhembí; Artur Nogueira; Atibaia; Bom Jesus dos Perdões; Botucatu; Bragança Paulista; Brotas; Cabreúva; Camanducaia; Campinas; Campo Limpo Paulista; Capivari; Charqueada; Cordeirópolis; Corumbataí; Cosmópolis; Elias Fausto; Engenheiro Coelho; Extrema; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Ipeúna; Iracemópolis; Itapeva; Itatiba; Itirapina; Itu; Itupeva; Jaguariúna; Jarinu; Joanópolis; Jundiá; Limeira; Louveira; Mairiporã; Mogi Mirim; Mombuca; Monte Alegre do Sul; Monte Mor; Morungaba; Nazaré Paulista; Nova Odessa; Paulínia; Pedra Bela; Pedreira; Pinhalzinho; Piracaia; Piracicaba; Rafard; Rio Claro; Rio das Pedras; Saltinho; Salto; Santa Bárbara D'Oeste; Santa Gertrudes; Santa Maria da Serra; Santo Antônio de Posse; São Pedro; Sapucaí-Mirim; Serra Negra; Socorro; Sumaré; Tietê; Toledo; Torrinha; Tuiuti; Valinhos; Vargem; Várzea Paulista; Vinhedo

O município de Engenheiro Coelho corresponde parcialmente a gestão da bacia do PCJ, somente 15% do território correspondente da bacia, atendendo somente 3.175 da população

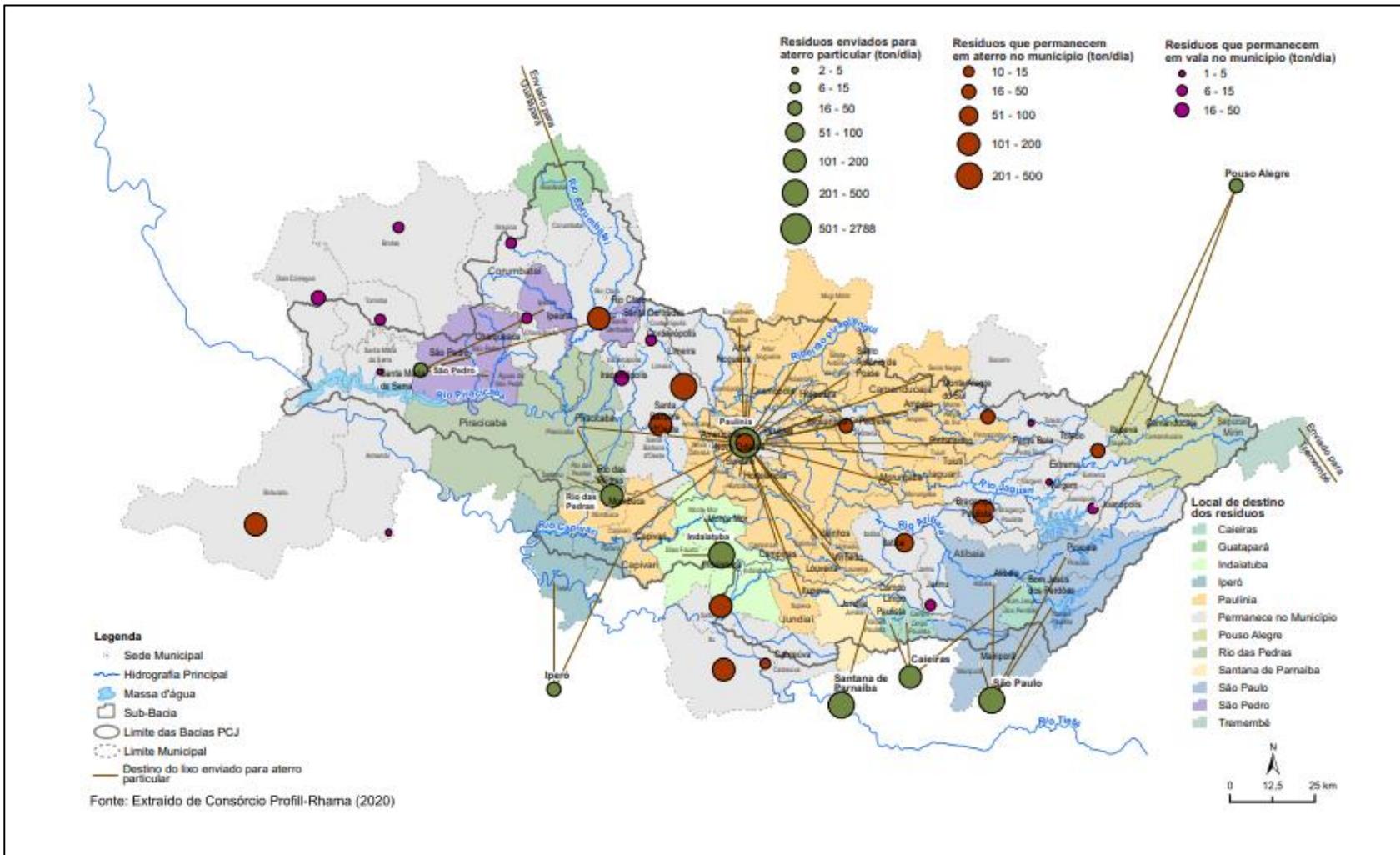


Figura 51 - Fluxo dos Resíduos das Bacias PCJ (2020).

10.3 Metas Qualitativas

Metas para melhor gestão da bacia – Mogi Guaçu:

- META N.º 1 – Coletar, interceptar, afastar e tratar o esgoto urbano (construção de ETE e instalação das operações);
- META N.º 2 – Destinar de forma adequada os resíduos sólidos (índice de qualidade da área de transbordo; coleta domiciliar população urbana atendida);
- META N.º 3 – (Manter) e ampliar a rede regional de monitoramento da qualidade das águas;
- META N.º 4 – Instalar rede de monitoramento telemétrico para medição de vazão;
- META N.º 5- Montar e manter atualizado cadastro de usuários de água;
- META N.º 6 - Infraestrutura de abastecimento de água – (abrangência do sistema de distribuição para atendimento de 100% da população urbana dos distritos-sede);
- META N.º 7 – Consumo de água e perdas no sistema de abastecimento – (Redução do consumo para > 300 l/ hab.dia e das perdas físicas por município para 40%);
- META N.º 8 - Incentivar a criação e manutenção de viveiros e banco de sementes de espécies nativas;
- META N.º 9- Recuperação de áreas de preservação permanente (app's);
- META N.º 10 - Planos de drenagem e controle de erosão;
- META N.º 11 – Atualização e integração das bases de dados existentes para a bacia hidrográfica do rio mogi guaçu;
- META N.º 12 - Estudos e proposições para o reenquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante;
- META N.º 13 - Elaboração e divulgação de relatórios de situação dos recursos hídricos anuais;
- META N.º 14 – Elaboração e divulgação do plano de bacias;
- META N.º 15 – Implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e de uma agência de bacia (ou órgão equivalente);
- META 16 – Incentivo a programas de treinamento e capacitação, de educação ambiental; e comunicação social alusivos à gestão de recursos hídricos.

10.3.1 Metas para melhor gestão da bacia PCJ

DIRETRIZES PARA O MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Expandir a rede de monitoramento fluviométrico com a instalação de estações automáticas;
- Discutir procedimentos para a integração do monitoramento de águas superficiais e subterrâneas;
- Desenvolver e implementar programa de integração do monitoramento qualiquantitativo para a gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ;
- Realizar estudos específicos para a melhoria da precisão das medições de vazão nos pontos de controle constantes na outorga Sistema Cantareira;
- Intensificar o monitoramento de qualidade a montante dos reservatórios destinados ao abastecimento público;
- Apoiar a elaboração de acordos de cooperação, bem como a realização de ações previstas nos acordos existentes, visando o fortalecimento do monitoramento automático da qualidade e da quantidade de água;
- Implementar monitoramento relacionado ao aporte de cargas difusas nos cursos d'água superficiais;
- Incentivar pesquisas relacionadas à hidrologia florestal, voltadas a subsidiar o aperfeiçoamento de políticas de conservação de mananciais;
- Fomentar e aprimorar a operação da Sala de Situação PCJ.

10.3.2 Resíduos Sólidos

- Promover o manejo, a destinação e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos;
- Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos da área rural;
- Elaborar Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos articulados aos PMSBs.

Capítulo 13

PROGRAMAS DE FINANCIAMENTO E FONTE DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS

A implantação de projetos após o descritivo de atividade necessita de garantia de recursos para implementar a gestão planejada, o financiamento trata-se de uma série de ferramentas de assistência direta disponíveis aos municípios de todo o país, visando tanto otimizar a prestação de serviços públicos quanto fortalecer os sistemas administrativos municipais.

A proposta de utilização de programas para captação de recursos e para atingir a melhor gestão na implantação do plano integrado de sustentabilidade do município, a seleção dos programas de financiamentos mais adequados dependerá das condições particulares de cada município, atreladas aos objetivos de curto, médio e longo prazo, aos montantes de investimentos necessários, aos ambientes legais de financiamento e outras condições institucionais específicas.

Em termos econômicos, os custos de exploração e administração dos serviços devem ser suportados pelos preços públicos, taxas ou impostos, de forma a possibilitar a cobertura das despesas operacionais administrativas, fiscais e financeiras, incluindo o custo do serviço da dívida de empréstimos contraídos, considerada a capacidade de pagamento dos usuários do tomador do recurso, associado à viabilidade técnica e econômico financeira do projeto e às metas de universalização dos serviços de saneamento e implantação de tratamento de resíduos domiciliares.

Para que se possam obter os financiamentos, os programas pertinentes deverão ser enquadrados em categorias que se insiram no planejamento geral do município e deverão estar associadas às Leis Orçamentárias Anuais, às Leis de Diretrizes Orçamentárias e aos Planos Plurianuais do Município.

Para efeito de apresentação do modelo de financiamento, os seguintes aspectos devem ser considerados pelo município: fontes externas, nacionais e internacionais, abrangendo recursos onerosos e repasses a fundo perdido (não onerosos); fontes internas resultantes das receitas da prestação de serviços; e as fontes alternativas de recursos, tal como a participação do setor privado na implementação das ações de saneamento.

11.1 Requisitos Gerais

As principais fontes de financiamento disponíveis por órgão público que possam atuar como financiador em projetos de gestão de resíduos sólidos estão:

- Recursos onerosos, oriundos dos fundos financiadores (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço-FGTS e Fundo de Amparo ao Trabalhador-FAT). São captados através de operações de crédito e são gravados por juros reais;
- Recursos provenientes de empréstimos internacionais, contraídos junto a agências multilaterais de crédito, tais como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Mundial (BIRD);
- Recursos captados no mercado de capitais, por meio do lançamento de ações ou emissão de debêntures, onde o conceito de investimento de risco apresenta-se como principal fator decisório na inversão de capitais no saneamento básico;
- Recursos próprios dos prestadores de serviços, resultantes de superávits de arrecadação;
- Os recursos onerosos preveem retorno financeiro e constituem-se em empréstimos de longo prazo, operados, principalmente, pela Caixa Econômica Federal, com recursos do FGTS, e pelo BNDES, com recursos próprios, e do FAT.
- Os recursos não onerosos não preveem retorno financeiro, pois os beneficiários não necessitam ressarcir os cofres públicos.

A legislação prevê incentivos e benefícios, visando aprimorar a manipulação dos resíduos sólidos. Estas linhas de incentivos alcançam, por exemplo, financiamentos específicos do BNDES e de outras instituições oficiais de crédito, aproveitamento de créditos fiscais (como IPI na compra de resíduos sólidos), etc.

Os consórcios públicos, com o objetivo de viabilizar a descentralizar a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, com a atuação na responsabilidade compartilhada respeitando as limitações da Lei Complementar 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:

1. Indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;

2. Projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
3. Empresas dedicadas à limpeza urbana e a atividades a ela relacionadas.

11.2 Formas de Obtenção de Recursos

Já no fomento ou na concessão de incentivos creditícios destinados a atender diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos, as instituições oficiais de crédito podem estabelecer critérios diferenciados de acesso dos beneficiários aos créditos do Sistema Financeiro Nacional para investimentos produtivos.

O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

1. Prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
2. Desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
3. Implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
4. Desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, regional;
5. Estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
6. Descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
7. Desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
8. Desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

11.3 Fonte de Captação de Recursos

Para a implantação da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) após a elaboração de planos com metas e projetos para melhor gestão do município com os meios naturais, são necessário fontes de financiamentos que visam atender esses projetos para atender níveis de

sustentabilidade esperados, algumas ações que são financiadas pelo órgão público são citadas a baixo (Tabela 35):

- FINEM Capacidade Produtiva - Prevenção e redução da geração no processo produtivo;
- BNDES Inovação - Desenvolvimento de produtos com menores impactos em seu ciclo de vida (à saúde e ao meio ambiente);
- Fundo Social - Implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou associação de catadores de baixa renda;
- Fundo Clima - Estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
- Meio Ambiente - Descontaminação de áreas;
- Funtec - Pesquisas de tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
- FINEM Capacidade Produtiva - desenvolvimento de sistemas de gestão para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.
- PSI - Máquinas e equipamentos
- Fundo Clima - Aterros sanitários com aproveitamento energético
- Proplástico - Aumento da taxa de reciclagem no setor industrial de plásticos

11.4 Lista de Programas e suas Fontes de Financiamento

Tabela 40 - Principais fontes de financiamentos para as gestões públicas.

PROGRAMAS DE FINANCIAMENTO E FONTE DE CAPITAÇÃO DE RECURSOS				
INSTITUIÇÃO	PROGRAMA FINALIDADE	BENEFICIÁRIO	ORIGEM DE RECURSOS	ITENS FINANCIÁVEIS
SSRH / DAEE	ÁGUA LIMPA - Programa Água Limpa Atendimento com a execução de projetos e obras de afastamento e tratamento de esgoto sanitário.	Prefeituras Municipais com até 50 mil habitantes e que prestam diretamente os serviços públicos de saneamento básico (não operados pela SABESP).	Orçamento do Governo do Estado de São Paulo e Organizações financeiras nacionais e internacionais.	Projetos executivos e obras de implantação de estações de tratamento de esgotos, estações elevatórias de esgoto, emissários, linhas de recalque, rede coletora, interceptores, impermeabilização de lagoas, dentre outras.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	AGENDA			
	AMBIENTAL URBANA - Coleta e organização de informações, promoção do intercâmbio de tecnologias, processos e experiências de gestão relacionada com o Meio Ambiente Urbano.	Serviço público aberto a toda a população, aos formadores de opinião, aos profissionais que lidam com a administração municipal, aos técnicos, aos prefeitos e às demais autoridades municipais.	Convênio do Ministério do Meio Ambiente com a Universidade Livre do Meio Ambiente.	Diagnóstico de situação dos municípios.
FINEP	CIDADES INOVADORAS - Atividades em prol do desenvolvimento sustentável das regiões brasileiras.	Prefeituras Municipais.	Agentes financeiros credenciados	Saneamento e recursos hídricos: tratamento, compostagem, aproveitamento de água de chuva; Mobilidade Urbana: implantação de sistemas de transporte e circulação que priorizem a eficiência e a redução de emissões; Eficiência energética: instrumentações - processos e programas; Energias Renováveis: tecnologias e sistemas para energia fotovoltaica - eólica - biomassa.
	SSRH	FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos - Vários Programas voltados para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos.	Prefeituras Municipais. - Municípios de todos os portes, com serviços de água e esgoto operados ou não pela SABESP.	Compensação financeira pelo aproveitamento hidroenergético no território do estado; Projeto / Obras e Serviços.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - FUNASA	FUNASA - Fundação Nacional de Saúde; Obras e serviços em saneamento.	Prefeituras Municipais e Serviços Municipais de Limpeza Pública	Fundo perdido / Ministério da Saúde	Sistemas de resíduos sólidos, serviços de drenagem para o controle de malária, melhorias sanitárias domiciliares, sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, estudos e pesquisa.
SSRH	PRÓ-CONEXÃO – Programa Pró- Conexão (Se liga na Rede) Atendimento a famílias de baixa renda ou grupos domésticos, através do financiamento da execução de ramais intradomiciliares. BASE DA LEI N°14687.	Famílias de baixa renda ou grupos domésticos. – Localizadas em municípios operados pela SABESP.	Orçamento do Governo do Estado de São Paulo	Obras de implantação de ramais intradomiciliares, com vistas à ligação à rede pública coletora de esgoto.
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	PRÓ-HIDRO - Ações, Programas e Projetos no Âmbito dos Resíduos Sólidos	Municípios e Associações participantes do Programa de Revitalização dos Recursos nos quais seja identificada prioridade de ação na área de resíduos sólidos.	Convênios firmados com órgãos do Governo Federal, Estadual e Municipal, Organismo Nacionais e Internacionais e Orçamento Geral da União (OGU).	-

MPOG - SEDU	<p>PRO-INFRA</p> <p>Programa de Investimentos Públicos em Poluição Ambiental e Redução de Risco e de Insalubridade em áreas habitadas por população de baixa renda.</p>	<p>Áreas urbanas localizadas em todo o território nacional.</p>	<p>Orçamento Geral da União (OGU) - Emendas Parlamentares, Contrapartidas dos Estados, Municípios e Distrito Federal.</p>	<p>Melhorias na infraestrutura urbana em áreas degradadas, insalubres ou em situação de risco.</p>
CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF)	<p>PRÓ MUNICÍPIOS – Programa de Melhoramentos Comunitários: Viabilização de obras de saneamento através de parceria entre a comunidade, Prefeitura Municipal e CEF.</p>	<p>Prefeituras Municipais.</p>	<p>FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço.</p>	<p>Obras de abastecimento de água, esgotamento sanitário, destinação de resíduos sólidos, melhoramento em vias públicas, drenagem, distribuição de energia elétrica e construção e melhorias em áreas de lazer e esporte.</p>
MPOG – SEDU	<p>SANEAMENTO PARA TODOS - Ações de saneamento para melhoria das condições de saúde e da qualidade de vida da população, aumento da eficiência dos agentes de serviço, drenagem urbana, para famílias com renda média mensal de até 12 salários mínimos.</p>	<p>Prefeituras, Governos Estaduais e do Distrito Federal, Concessionárias Estaduais e Municipais de Saneamento e Órgãos Autônomos Municipais.</p>	<p>FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço.</p>	<p>Destina-se ao aumento da cobertura e/ou tratamento e destinação final adequados dos efluentes, através da implantação, ampliação, otimização e/ou reabilitação de sistemas existentes e expansão de redes e/ou ligações prediais.</p>

SSRH	SANEBASE - Convênio de Saneamento Básico Atendimento aos municípios do Estado que não são operados pela SABESP.	Prefeituras Municipais - serviços de água e esgoto não prestados pela SABESP.	Orçamento do Governo do Estado de São Paulo (fundo perdido).	Obras de implantação, ampliação e melhorias dos sistemas de abastecimento de água e de esgoto.
-------------	--	---	--	--

Parte 14

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. et al. ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS ESTATÍSTICOS E REDES NEURAIS. n. 91, p. 75–110, [s.d.].
- ANDRADE, M. A. N. et al. Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. **IV Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER**, p. 1–12, 2002.
- ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3a. ed. Brasília: [s.n.].
- ASADULLAH, M. Biomass gasification gas cleaning for downstream applications: A comparative critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 118–132, 1 dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. [s.l.] ABRELPE, 2021.
- BRIDGWATER, A. V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. **Biomass and Bioenergy**, v. 38, p. 68–94, 2012.
- BURATTO, W. G. et al. **Estudo do potencial da gaseificação de resíduos sólidos urbanos no planalto catarinense**. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica 2016. **Anais...2016**.
- CHAMON, R. C.; CARDOSO, R.; BARROS, C. F. Tratamento de Resíduos Sólidos urbanos, introduzindo uma nova tecnologia para o cenário brasileiro: Pirólise Lenta a Tambor Rotativo. **I Congresso Fluminense de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente - UFF**, 2013.
- GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, I. B. **IBGE Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. Renewable energy-traditional biomass vs. modern biomass. **Energy Policy**, v. 32, p. 711–714, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 27 jun. 2020.
- KÜHL, R. M. et al. **Alternative Systems Assessment to Electricity and Thermal Generation: a Case Study in University Restaurant at University of Rural Federal Amazon (UFRA) - PA**. VI Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos. **Anais...San Salvador: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 2015.
- MUNIZ, R. N. **Pedagogia da Energia**. 6º Agrener GD. **Anais...2006**.
- MUNIZ, R. N. **Desafios e Oportunidades para o Acesso Universal à Energia Elétrica na Amazônia**. Dissertação (Mestrado)—Belém: UFPA, 2015a.

MUNIZ, R. N. **Desafios e Oportunidades para o Acesso Universal à Energia Elétrica na Amazônia**. Belém: Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, 2015b.

MUNIZ, R. N.; ROCHA, B. R. P. **Gaseificação de Biomassa Resíduária na Amazônia: Estudo de Caso em Comunidade Quilombola no Pará**. 8º Congresso Internacional de Bioenergia. **Anais...**São Paulo: 2013.

NARDO, M. et al. **State-of-the-Art Report on Simulation and Indicators. Knowledge Economy Indicators: Development of Innovative and Reliable Indicator Systems**. [s.l: s.n.].

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. 11445. Política Nacional de Saneamento Básico. . 5 jan. 2007.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305/10**. [s.l: s.n.].

SOUZA, N. P. DE et al. **A Biomassa Entre As Vocações Energéticas Da Amazônia : Comparativo Financeiro E Socioeconômico De Sistemas De Energia Aplicáveis À Uma Comunidade**. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. **Anais...**São Paulo: 2015.



PODER EXECUTIVO
PREFEITURA MUNICIPAL DE ENGENHEIRO COELHO
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

Elaboração da Revisão
PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
ENGENHEIRO COELHO, SÃO PAULO

PREFEITO MUNICIPAL
Zeedivaldo Alves de Miranda

SECRETÁRIO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE
Rossard Ribeiro de Oliveira

Engenheiro Coelho – julho de 2022