PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO D

PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Apoio aos Planos Municipais de Saneamento Básico
Consórcio Portal do Sertão

CONCEIÇÃO DO JACUÍPE - BA

PORTAL DO SERTÃO
CONSÓRCIO PÚBLICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Cerb
COMPANHIA DE ENGENHARIA HÍDRICA E DE SANEAMENTO DA BAHIA

embasa

AGERSA

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

BAHIA
GOVERNO DO ESTADO

CONSÓRCIO PÚBLICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PORTAL DO SERTÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE

PRODUTO D: PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

JUNHO

2017

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

RUI COSTA DOS SANTOS
Governador

JOÃO FELIPE DE SOUZA LEÃO
Vice - governador

CÁSSIO RAMOS PEIXOTO
Secretário de Infraestrutura Hídrica e Saneamento

FERNANDO TORRES
Secretário de Desenvolvimento Urbano

ROGÉRIO CEDRAZ
Presidente da Empresa Baiana de Águas e Saneamento - Embasa

MARCUS VINICIUS FERREIRA BULHÕES
Presidente da Companhia de Engenharia Hídrica e Saneamento – Cerb

WALTER ANTÔNIO DE OLIVEIRA JÚNIOR
Diretor Geral da Agência Reguladora de Saneamento Básico

CONSÓRCIO PÚBLICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PORTAL DO SERTÃO

ROGERIO COSTA

Presidente

NOEL BARBOSA

Secretário Executivo

EQUIPE TÉCNICA - PRODUÇÃO

LEANDRO SANTOS LEAL

Coordenador do Projeto

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

IVANE MARCLEY NASCIMENTO SENA

CAMILA OLIVEIRA COSTA

DANILEILE CASTRO DO NASCIMENTO

VANESSA MARVINI SANTANA GUIMARÃES

THAMIRES OLIVEIRA DO BOMFIM

RENATA DE MIRANDA MEIRELLES COSTA E SILVA

JESSYKA KETULLY GOMES DOS SANTOS

Técnicos de Campo I

Engenheiras Sanitaristas e Ambientais

JULIANA BEZERRA NUNES

Técnico de Campo II

Engenheira Ambiental

MICHELE CHARLOW ARAUJO DOS SANTOS GUEDES

Técnico de Campo III

Assistente Social

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE

NORMÉLIA MARIA ROCHA CORREIA
Prefeita Municipal

ANTONIO CARLOS DE BRITO
Vice-Prefeito

CARLOS ALBERTO CASTRO DE OLIVEIRA
Secretaria Municipal de Cultura, Esporte e Turismo

SANDRO GUIMARÃES DA MATTA
Secretaria Municipal de Educação

OLIVIA ALVES DE BRITO CORREIA
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

GILVAN COSTA DAFRANCA
Secretaria Municipal de Agricultura e Expansão Econômica

CARLOS DE LIMA PRIMO
Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico

MANOEL ELENON DE SOUZA FERREIRA
Secretaria Municipal de Administração e Finanças

CARLOS TEODORO G. LOPES
Secretaria Municipal de Obras

ZENAIDES LISBOA RODRIGUES
Secretaria Municipal de Saúde

IOLANDA MARIA TELES COSTA
Secretaria Municipal de Assistência Social

COMITÊ DE COORDENAÇÃO

JOSÉ ANTÔNIO OLIVEIRA DE ALMEIDA JÚNIOR

Poder Legislativo

SULIANE AZEVEDO MORAES

Secretaria de Meio Ambiente

NILZELICE SILVA CORREIA

Secretaria da Saúde

ROSANA BORBA DE ALMEIDA

Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa)

SUELLE GONÇALVES SANTIAGO

Representante da Sociedade Civil

OLIVIA ALVES DE BRITO CORREIA

Representante da Sociedade Civil

MÁRCIO AUGUSTO ABBECHUSEN DE SANTANA

Representante da Sociedade Civil

APRESENTAÇÃO

O Consórcio Público de Desenvolvimento Sustentável Portal do Sertão, uma autarquia de direito público, fundado em 20 de fevereiro de 2010, com base na Lei Federal n° 11.107, que conta com 16 municípios consorciados: Santo Estevão, Coração de Maria, Conceição da Feira, Água Fria, Antônio Cardoso, Irará, Ipecaetá, Santa Bárbara, Santanópolis, Anguera, Teodoro Sampaio, Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Tanquinho, São Gonçalo dos Campos e Terra Nova apresenta o PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE.

A elaboração do referido Plano está dividida em 11 Produtos de acordo com o Termo de Referência da FUNASA. Este relatório refere-se à execução do **Relatório da Prospectiva e Planejamento Estratégico - Produto D**.

– Produto D, em destaque abaixo:

PRODUTO A – FORMAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO.

PRODUTO B – PLANO DE MOBILIZAÇÃO SOCIAL.

Produto C – Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo.

Produto D – Relatório da Prospectiva e Planejamento Estratégico.

Produto E – Relatório dos Programas, Projetos e Ações.

Produto F – Plano de execução.

Produto G – Minuta do Projeto de Lei.

Produto H – Relatório sobre os indicadores de desempenho.

Produto I – Sistema de informações municipais.

Produto J – Relatório mensal simplificado do andamento das atividades.

Produto K – Relatório final do Plano Municipal de Saneamento Básico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de metodologia do Produto D 20
Figura 2: Etapas para elaboração do Prognóstico 29
Figura 3: Populaconal (total) 1970 - 2015 65
Figura 4: Projeção Populacional Total 2015 – 2038 – Método Linear 67
Figura 5: Populacional (Urbana) 1970 -2015..... 68
Figura 6: Projeção Populacional Urbana 2015-2038 – Método Logarítmico 69
Figura 7: Projeção Populacional Rural 2015-2038 70
Figura 8: Análise Populacional 72
Figura 9: Localização da Região Hidrográfica Atlântico Leste 91
Figura 10: – RPGA Recôncavo Norte e Inhambupe..... 93
Figura 11 – Informações das principais bacias e sub-bacias 94
Figura 12: Hidrografia de Conceição do Jacuípe 96
Figura 13: Hidrogeologia de Conceição do JAcuípe 98
Figura 14 – Croqui elaborado pela ANA para SIAA de Améia Rodrigues para o ano de 2025 104
Figura 15: Processo de Tratamento 107
Figura 16: Conjunto de tratamento de água com a tecnologia Salta - z..... 111
Figura 17- Tratamento de água cinza correspondente ao uso 113
Figura 18: Diferenças das vias metabólicas de tratamento 128
Figura 19: Estruturas básicas de um reator UASB e seu funcionamento..... 130
Figura 20: Sistema de tratamento com reator 131
Figura 21: Layout do sistema Reator UASB + Lagoa de Polimento 133
Figura 22: Layout do sistema de lagoas de estabilização 134
Figura 23: Layout do sistema de lagoas anaeróbicas + lagoas facultativas... 135
Figura 24: Layout de funcionamento das lagoas aeradas facultativas 136
Figura 25: Layout do sistema de lagoas de mistura completa..... 137
Figura 26: Resumo das características dos sistemas 138
Figura 27: Filtro Biológico Percolador 139
Figura 28: Layout do filtro de baixa carga 140
Figura 29: Layout do filtro de alta carga 141
Figura 30: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo vertical..... 143
Figura 31: Esquema de funcionamento simplificado do tanque séptico..... 144
Figura 32: Aspectos construtivos do sumidouro..... 145
Figura 33: Layout do esquema tanque séptico + sumidouro..... 146
Figura 34: Layout de funcionamento e vistas na vala de infiltração 147
Figura 35: Vala de infiltração..... 148
Figura 36: Tanque de Evapotranspiração - Corte Transversal..... 149
Figura 37: Esquema de construção do tanque de evapotranspiração 150
Figura 38: Esquema de fossa seca 151
Figura 39: Banheiro Seco..... 153
Figura 40: Vistas do banheiro seco 154
Figura 41: Esquema do banheiro seco..... 154
Figura 42: Esquema do círculo de bananeiras 155
Figura 43: Círculo de bananeiras (Vista superior e corte transversal)..... 156
Figura 44. Evolução das estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos. 168

Figura 45: analise das soluções técnicas adequadas para o manejo de águas pluviais 175
Figura 46: Bacia de detenção..... 176
Figura 47: Canais verdes 177
Figura 48: Jardim de chuva 178
Figura 49: Cisterna de aproveitamento da água de chuva 181
Figura 50: Construção do Filtro Biológico. 181
Figura 51: Filtro Biológico 182
Figura 52 – Camadas componentes do telhado verde 183
Figura 53: Situação da drenagem pluvial 184
Figura 54 – Aspectos para contemplar o processo do PAYT 210
Figura 55: Soluções de fluxo dos resíduos gerados em um pequeno município 216
Figura 56: Alternativa para segregação dos resíduos sólidos caracterizados como domiciliares..... 217
Figura 57: Soluções de fluxo de alguns resíduos não urbanos gerados em um pequeno município 218
Figura 58: Caminhão tipo compactador e sem compactação 220
Figura 59: Procedimentos Operacionais para os Resíduos dos Serviços de Saúde 236
Figura 60: Sacos Plásticos para lixo hospitalar 238
Figura 61: Contêineres para lixo infectante 238
Figura 62: Área para abrigo temporário de lixo infectante..... 239
Figura 63: Viaturas para coleta de resíduos de saúde 240
Figura 64: Caminhão compactador para coleta de lixo hospitalar..... 241
Figura 65: Furgoneta para coleta de resíduos de serviços de saúde..... 241
Figura 66 - Implantação de Ecoponto 254
Figura 67 – Exemplos de LEV's 257
Figura 68: Controle de Transportes de Resíduos..... 275
Figura 69: Critérios Técnicos..... 282
Figura 70: Características variáveis do município para auxilio da escolha do aterro sanitário 284
Figura 71: Dados indispensáveis para ação corretiva em lixões..... 287
Figura 73: Padrão de cores Resolução CONAMA 275/2001 294
Figura 73: Mapa de Risco para Serviços de Limpeza Urbana 307
Figura 74. Processo de compostagem 310
Figura 76. Produção e uso dos compostos 311
Figura 76 – Composteira por sistema de caixas 311
Figura 77 – Formação da pilha de compostagem 312
Figura 78. Processo de Metanização 314
Figura 79: Incinerador de grelha fixa 316
Figura 80: Incinerador de leito móvel 316
Figura 81: Incinerador rotativo..... 317
Figura 83: Pirolisador 317
Figura 83: Micro-ondas 320
Figura 84: Radiação ionizante..... 321
Figura 85 – Ciclo de tratamento por desativação eletrotérmica 322
Figura 86 – Esquema de tratamento químico de RSS 323
Figura 87 – Esquema de Central de tratamento de resíduos dos serviços de saúde. 324

Figura 88 – Esquema de funcionamento do aterro sanitário de pequeno porte por valas 335
Figura 89 – Tipos de aterro por forma de execução de célula 341
Figura 90 – Operação de um aterro sanitário 342
Figura 91 - Elementos da Gestão dos Serviços de Saneamento Básico 348
Figura 92 – Formas de Prestação de Serviço Público 352
Figura 93 – Características Gerais da Administração Descentralizada..... 353

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cenário 1 – Áreas Urbanizadas 30
Tabela 2: Cenários 2 – Áreas Urbanizadas..... 31
Tabela 3: Cenário 3 – Áreas Urbanizadas 32
Tabela 4: Cenários do Abastecimento de Água – Áreas Urbanizadas..... 33
Tabela 5: Cenário 1 – Zona Rural 34
Tabela 6: Cenário 2 – Zona Rural 35
Tabela 7: Cenário 3 – Zona Rural 36
Tabela 8: Cenários do abastecimento de água – Zona Rural 38
Tabela 9: Cenário 01 – Áreas Urbanizadas..... 39
Tabela 10: Cenário 02 – Áreas Urbanizadas..... 40
Tabela 11: Cenário 03 – Áreas Urbanizadas..... 41
Tabela 12: Cenários do esgotamento sanitário – Áreas Urbanizadas..... 42
Tabela 13: Cenário 01 – Zona Rural 43
Tabela 14: Cenário 02 – Zona Rural 44
Tabela 15: Cenário 03 – Zona Rural 45
Tabela 16: Cenários do esgotamento sanitário – Zona Rural 46
Tabela 17: Cenário 1: Áreas Urbanizadas 47
Tabela 18: Cenário 2: Áreas Urbanizadas 48
Tabela 19 - Cenário 3: Áreas Urbanizadas 49
Tabela 20 – Cenários da drenagem e manejo de águas pluviais..... 50
Tabela 21 - Cenário 1: Zona Rural 51
Tabela 22 - Cenário 2: Zona Rural 51
Tabela 23 - Cenário 3: Áreas Rurais 52
Tabela 24 – Cenários da drenagem e manejo de águas pluviais..... 53
Tabela 25 - Cenário 1: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 54
Tabela 26 - Cenário 2: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 55
Tabela 27 - Cenário 3: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 56
Tabela 28 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 57
Tabela 29 - Cenário 1: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 58
Tabela 30 - Cenário 2: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 59
Tabela 31 - Cenário 3: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos 60
Tabela 32 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 61
Tabela 33: Dados do Censo..... 63
Tabela 34: Tipo de Abastecimento de Água por Setores 73
Tabela 35: Formas de Manejo de Resíduos Sólidos – Setor A..... 76
Tabela 36: Forma de Manejo de Resíduos Sólidos – Zona Rural..... 77
Tabela 37: Setores de Mobilização de Conceição do Jacuípe 78
Tabela 38 – Projeção da demanda anual de água para Conceição do Jacuípe 84
Tabela 39: Cenário escolhido para o abastecimento de água..... 86
Tabela 40: Demanda de água do cenário escolhido 87
Tabela 41: Cenário escolhido para o abastecimento de água..... 88
Tabela 42: Cenários, objetivos e metas para o abastecimento de água 89
Tabela 43: Características da RH Atlântico Leste 91
Tabela 44: Demanda de água atual (2017) 100
Tabela 45: Demanda de água futura (2037)..... 100
Tabela 46: Estimativa de demanda de água no SIAA de Amélia Rodrigues .. 101

Tabela 47: Construção de tecnologias para captação de água de chuva – Consórcio Portal do Sertão 108
Tabela 48: Geração de efluente doméstico..... 115
Tabela 49: Concentrações da DBO e Coliformes totais para a área urbana.. 118
Tabela 50: Concentrações da DBO e Coliformes totais para a área rural..... 120
Tabela 51 – Cenário escolhido para o esgotamento sanitário 122
Tabela 52: Cenário escolhido para o esgotamento sanitário 125
Tabela 53: Cenários, objetivos e metas para o esgotamento sanitário 125
Tabela 54: Vantagens e desvantagens do reator UASB 129
Tabela 55: Principais parâmetros de projeto do sistema..... 132
Tabela 56: Parâmetros do projeto das lagoas de polimento 133
Tabela 57: Principais parâmetros de projetos das lagoas facultativas 135
Tabela 58: Principais parâmetros de projeto do sistema de lagoas anaeróbias 136
Tabela 59: Parâmetros de Projeto das lagoas de maturação 138
Tabela 60: Principais parâmetros de projeto dos filtros biológicos..... 141
Tabela 61: Vantagens e desvantagens do banheiro seco..... 153
Tabela 62: Cenário escolhido para drenagem e manejo de águas pluviais ... 160
Tabela 63: Progressão do sistema de drenagem no município 161
Tabela 64: Cenário atual e cenário futuro 162
Tabela 65: Desvantagens, ações e vantagens..... 170
Tabela 66: Geração de Resíduos Sólidos..... 187
Tabela 67: Porcentagem e massa de resíduos de acordo com sua destinação no horizonte de planejamento 189
Tabela 68: Cenário escolhido para limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos das zonas urbanizadas 191
Tabela 69 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos 192
Tabela 70 - Cálculo para a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos 200
Tabela 71 - Fator de coleta de lixo domiciliar (Fc) – Recife-PE..... 204
Tabela 72 - Fator de utilização do imóvel (Ui) – Recife-PE. 205
Tabela 73 - Fator de enquadramento de imóvel edificado (Ei) – Recife-PE... 205
Tabela 74 - Fator de enquadramento de imóvel não edificado (Ei) – Recife-PE. 206
Tabela 75 - Modalidades do sistema PAYT 211
Tabela 76 - Vantagens e Desvantagens dos sistemas PAYT (Contentorização – Sacos e selos)..... 212
Tabela 77 - Vantagens e Desvantagens dos sistemas PAYT (Híbrido – Peso dos Resíduos) 213
Tabela 78: Resumo Resíduos Domiciliares 222
Tabela 79: Serviços de Limpeza Urbana 224
Tabela 80: Etapas contempladas pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil 226
Tabela 81: Armazenamento adequado dos materiais de construção..... 227
Tabela 82: Classificação RCC de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 228
Tabela 83: Resumo Resíduos Agrossilvopastoris 248
Tabela 84: Resumo Resíduos Públicos de Saneamento 250
Tabela 85 – Características dos recipientes..... 255
Tabela 86 – Aspectos positivos e negativos dos LEV's 256

Tabela 87 - Propostas ao Programa de Educação Ambiental e Sustentabilidade. 260
Tabela 88: Localidades responsáveis pela Logística Reversa 266
Tabela 89: Variáveis importantes na seleção do local para execução de aterro 280
Tabela 90: Forma de acondicionamento para cada tipo de resíduo sólido 290
Tabela 91: Tipos de coleta do sistema de gestão dos resíduos sólidos..... 295
Tabela 92: Itens que devem ser considerados na elaboração de um Plano de Coleta 297
Tabela 93: Principais veículos transportadores de resíduos 299
Tabela 94: Serviços realizados para limpeza pública..... 302
Tabela 95 – Custo operacional..... 324
Tabela 96: Tabela resumo das técnicas apresentadas 325
Tabela 97 – Resíduos e seus respectivos tratamentos..... 327
Tabela 98 – Organização dos municípios em arranjos 327
Tabela 99 – Ações propostas para o arranjo 03 da RDS Portal do Sertão 329
Tabela 100 – Tipos de aterros de pequeno porte..... 333
Tabela 101 – Vantagens e desvantagens da utilização de aterros de pequeno porte 340
Tabela 102 – Vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de gestão de serviços de saneamento..... 358
Tabela 103: Comparativo entre departamento x autarquia x entidades paraestatais..... 360
Tabela 104: Vantagens e Responsabilidades do modelo de autogestão..... 361
Tabela 105: Emergência e Contingência para Abastecimento de água..... 368
Tabela 106: Emergências e Contingências para o serviço de esgotamento sanitário..... 371
Tabela 107: Emergência e Contingência para o serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais 376
Tabela 108: Emergências e Contingências para o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos..... 379

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 17
2. OBJETIVOS DO PROGNÓSTICO 18
2.1 OBJETIVO GERAL 18
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO: 18
3. METODOLOGIA E ASPECTOS TEÓRICOS 19
3.1 DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS 20
3.2 PROJEÇÃO POPULACIONAL 21
3.3 OBJETIVOS E METAS 21
4. ASPECTOS TEÓRICOS CONTEXTUAIS 22
4.1.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA 22
4.1.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO 23
4.1.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 24
4.1.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 25
4.1.4.1 ÁREAS URBANIZADAS 25
5. CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O SANEAMENTO BÁSICO ZONA RURAL 27
5.1 CONTEXTO MACRO DOS CENÁRIOS - FEDERAL 27
5.2 CONTEXTO MICRO DOS CENÁRIOS – MUNICIPAIS 28
5.3 CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS 30
5.3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL 30
5.3.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO 38
5.3.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 46
5.3.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 54
5.3.5 ZONA RURAL 57
6. PROJEÇÃO POPULACIONAL 61
6.1 PROJEÇÃO DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE 63
6.1.1 DISCUSSÃO DAS PROJEÇÕES REALIZADAS 64
6.1.2 PROJEÇÃO POPULACIONAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE: POPULAÇÃO TOTAL 65
6.1.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE: POPULAÇÃO URBANA 67
6.1.4 PROJEÇÃO POPULACIONAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE: POPULAÇÃO RURAL 70
6.1.5 ANÁLISE GERAL DAS PROJEÇÕES 71
7. SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO 73
7.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL 73
7.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO 74
7.3 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA 74
7.4 MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA 75
8. PROGNÓSTICO DAS ATIVIDADES (OFICINAS) 77
8.1 SETOR A 78
8.2 SETOR B 79
8.3 SETOR C 81
9. PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO 83
9.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA 83
9.1.1 PROJEÇÃO DA DEMANDA ANUAL DE ÁGUA PARA CONCEIÇÃO DO JACUÍPE AO LONGO DOS 20 ANOS 83
9.1.2 CENÁRIO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA 85

9.1.3 ITEMIZAÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES 89
9.1.4 PRINCIPAIS MANANCIAIS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS 90
9.1.5 ALTERNATIVAS DE MANANCIAIS PARA ATENDER A DEMANDA CALCULADA 99
9.1.6 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DA DEMANDA CALCULADA 102
9.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO 113
9.2.1 PROJEÇÃO DA VAZÃO ANUAL DE ESGOTOS AO LONGO DOS 20 ANOS PARA TODA A ÁREA DE PLANEJAMENTO; 113
9.2.2 PREVISÃO DE CARGA E CONCENTRAÇÃO DE DBO E COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES) AO LONGO DOS ANOS, DECORRENTES DOS ESGOTOS SANITÁRIOS GERADOS, SEGUNDO AS ALTERNATIVAS (A) SEM TRATAMENTO E (B) COM TRATAMENTO DOS ESGOTOS (ASSUMIR EFICIÊNCIAS TÍPICAS DE REMOÇÃO); 116
9.2.3 CENÁRIO PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO 121
9.2.4 ITEMIZAÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES 125
FONTE: AUTOR, 2017 126
9.2.5 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS 126
9.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 159
9.3.1 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 159
9.3.2 ANÁLISE DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA ESCOLHIDO 159
9.3.3 ITEMIZAÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES (TABELA 3, TR FUNASA); 161
9.3.4 PROSPECTIVAS TÉCNICAS 165
9.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 186
9.4.1 ESTIMATIVAS ANUAIS DOS VOLUMES DE PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS AO LONGO DOS 20 ANOS 186
9.4.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS 188
9.4.3 ITEMIZAÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES 192
9.4.4 PROSPECTIVAS TÉCNICAS 195
9.4.5 PLANO DE REGIONALIZAÇÃO 327
9.4.6 TIPOS DE ATERRO 329
10. ARTICULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO 346
10.1 PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 349
10.2 REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 350
10.3 PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 352
10.3.1 PRESTAÇÃO DIRETA 352
10.3.2 PRESTAÇÃO INDIRETA 353
10.3.3 GESTÃO ASSOCIADA 354
10.4 CONTROLE SOCIAL DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO 355
10.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO 357
10.6 MODELOS DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO 359
10.6.1 MODELO DE GESTÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 359
10.6.2 MODELO DE GESTÃO ESGOTAMENTO SANITÁRIO 363

10.6.3 MODELO DE GESTÃO DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....364
10.6.4 MODELO DE GESTÃO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....364
11. PREVISÃO DE EMERGÊNCIAS E CONTIGÊNCIAS.....365
12. REFERÊNCIAS.....381

1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 estabelece o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) como instrumento de planejamento para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico e determina o município como responsável pela sua elaboração. O PMSB é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços, e deve conter objetivos, metas, programas e ações para o alcance de melhorias nos serviços.

Neste contexto, o PMSB é um instrumento fundamental para a gestão dos serviços públicos de saneamento básico, na medida em que compreende "as atividades atinentes à identificação, qualificação, quantificação, organização e orientação de todas as ações, públicas e privadas, por meio das quais o serviço público deve ser prestado ou colocado à disposição de forma adequada" (art. 2º, inciso I do Decreto Federal Nº 7.217/2010).

O planejamento pode ser realizado através de cenários futuros, os quais vêm sendo utilizados pela administração direta e por empresas estatais ou privadas. O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) define três cenários de planejamento, Cenários 1, 2 e 3, tendo sido adotado o primeiro deles como o cenário de referência para o planejamento, considerando ações de curto, médio e longo prazo, sendo referência para a elaboração dos cenários para o prognóstico.

O prognóstico envolve as análises de cenários e planejamento para as estratégias de atuação do município para a universalização do saneamento básico, visando alcançar os objetivos e metas ao longo dos 20 anos de horizonte de planejamento, atuando em ações definidas, conforme os problemas identificados nos diagnósticos.

Segundo Finotti et al (2009), o prognóstico visa mostrar como ficará a situação do município nos próximos anos, sendo sua função demonstrar como o setor vai evoluir sem que nenhuma ação seja realizada.

É neste contexto que se insere o presente relatório de Prognóstico com cenários de metas e demandas definidas, com o objetivo de alcançar a universalização dos serviços no município de Conceição do Jacuípe, a partir da

construção de cenários para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana, dentro da perspectiva de obtenção de maior benefício aliado ao desafio do menor custo, levando em consideração as questões ambientais inerentes.

2. OBJETIVOS DO PROGNÓSTICO

2.1 OBJETIVO GERAL

Este relatório tem por objetivo geral a formulação de estratégias para alcançar os objetivos, diretrizes e metas definidas para o PMSB do município de Conceição do Jacuípe, com base nas deficiências atuais e demandas futuras referentes aos serviços de saneamento do município: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:

Os objetivos específicos tratam-se das projeções das demandas e as prospectivas técnicas, em cada componente do saneamento visando atingir a universalização, no horizonte de 20 anos, assim como estabelecer as metas para a melhoria da prestação dos serviços de saneamento básico, em conformidade com as diretrizes gerais adotadas para a sua execução.

Para os serviços de abastecimento de água:

- ✓ Solucionar o déficit de abastecimento, garantindo o fornecimento e a continuidade de água para toda população;
- ✓ Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;
- ✓ Criar condições para que a fixação das tarifas obedeça a critérios técnicos e econômicos adequados e a objetivos sociais justos;
- ✓ Aferição na qualidade de água.

Para os serviços de esgotamento sanitário:

- ✓ Solucionar o déficit de atendimento, garantindo o esgotamento a toda a população;
- ✓ Garantir que toda a população destine corretamente os dejetos domésticos;
- ✓ Garantir que não há despejo irregular de efluentes nos corpos hídricos;
- ✓ Fiscalizar a destinação do esgoto das residências e indústrias.

Para os serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais:

- ✓ Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- ✓ Prevenção contra inundações e controle das enchentes;
- ✓ Elaboração do Plano Diretor de Drenagem Pluvial;

Para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:

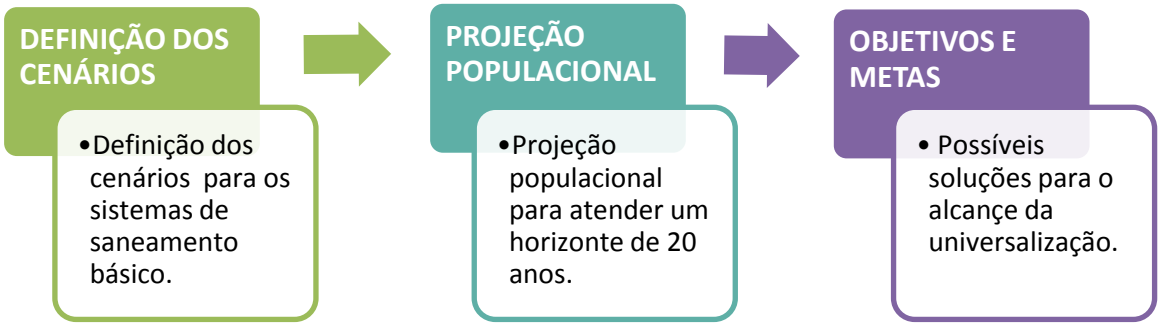
- ✓ Solucionar o déficit de atendimento, garantindo o acesso à limpeza pública a toda população;
- ✓ Criar programas de orientação e educação na segregação e disposição dos resíduos sólidos;
- ✓ Caracterizar, controlar e prevenir os riscos quanto à disposição irregular dos resíduos sólidos;
- ✓ Adaptar a infraestrutura disponível para tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos sólidos a realidade resultante do desenvolvimento socioeconômico do município e a necessidade de melhoria progressiva da qualidade ambiental.

3. METODOLOGIA E ASPECTOS TEÓRICOS

A metodologia para a realização do prognóstico foi baseada na construção de cenários de acordo com demanda de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo de águas pluviais e drenagem urbana, conforme a evolução populacional para os próximos 20 anos, buscando analisar as demandas pelos serviços e as

deficiências identificadas no Diagnóstico, definindo objetivos e metas a serem alcançadas com o Plano Municipal de Saneamento Básico, os quais possibilitaram a indicação de preposições visando à universalização dos serviços em questão. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas do Prognóstico.

Figura 1 – Fluxograma de metodologia do Produto D



Fonte: O Autor, 2017.

3.1 DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS

Após a determinação do diagnóstico geral dos serviços de saneamento básico do município, deverá ser elaborada a análise prospectiva estratégica, por meio da elaboração de cenários. Conhecendo o cenário atual do saneamento básico do município, deverá ser proposto um cenário de referência, que se deseja alcançar em um horizonte de tempo pré-determinado (curto, médio ou longo prazo), conforme determinado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

A partir de informações contidas no diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do município, foi possível elaborar o prognóstico demonstrando três cenários diferentes para os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo de águas pluviais e drenagem urbana.

No cenário 1 (UM), projeta-se um contexto social e econômico que garanta a totalidade da população ao acesso a um serviço de qualidade e em continuidade.

No cenário 2 (DOIS) indica um ambiente intermediário, quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 01.

No cenário 3 (TRÊS) indica um ambiente intermediário entre o Cenário 2 e o Cenário Atual.

3.2 PROJEÇÃO POPULACIONAL

As projeções populacionais são essenciais para orientação de políticas públicas e tornam-se instrumentos valiosos para todas as esferas de planejamento. Estas informações viabilizam análises das demandas por serviços públicos. A construção do PMSB requer uma metodologia para análise dessa dinâmica demográfica no horizonte de 20 anos, sendo assim o estudo dos cenários populacionais basearam-se da extrapolação gráfica para os ajustes linear, exponencial, logarítmica e potencial. A escolha da curva mais próxima da realidade do município levou em consideração critérios matemáticos e perspectivas socioeconômicos para o município..

Para calcular a projeção populacional, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da população total, urbana e rural referentes aos anos de 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e 2015.

3.3 OBJETIVOS E METAS

Os objetivos e metas que norteiam a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do Plano Municipal de Saneamento Básico exigem definições com o detalhamento adequado o suficiente para a formulação dos projetos técnicos e operacionais para a sua implementação. Essas metas serão os resultados mensuráveis que irão contribuir para o alcance dos objetivos, razão pela qual serão propostos progressivamente e estarão apoiados em indicadores.

Nesta etapa, foram consideradas as informações técnicas e participativas consolidadas na etapa do diagnóstico, que constituem as referências do cenário atual, direcionadoras dos avanços para a prospecção de cenário futuro, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos.

Os objetivos e metas propostos no sentido de promover a universalização dos serviços de saneamento básico foram embasados nos dados obtidos em visitas

ao campo para levantamentos de dados e produção do Diagnóstico, na análise de cenários e nas informações obtidas nas reuniões com os Comitês de Coordenação, visando estabelecer as ações de curto, médio e longo prazo.

4. ASPECTOS TEÓRICOS CONTEXTUAIS

4.1.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

4.1.1.1 ÁREAS URBANIZADAS

Índice de atendimento por Rede Geral [1] (%): representa o número de domicílios urbanos abastecidos pela Embasa dividido pelo total de domicílios urbanos.

Índice de perdas (%): é calculado subtraindo-se o volume de água disponibilizado pelo volume de água consumido e dividindo pelo volume de água disponibilizado.

Consumo per capita (L/hab.dia): valor médio do consumo diário de água por pessoa, expresso em L/hab.dia, É calculado dividindo-se o volume de água consumido pela população atendida.

Índice de Atendimento por Soluções Individuais [2](%): representa o número de domicílios rurais abastecidos por Soluções Individuais dividido pelo total de domicílios rurais.

Índice de tratamento da água(%): representa o percentual de domicílios rurais que são abastecidos por água que receba tratamento/desinfecção dividido pelo total de domicílios rurais.

4.1.1.2 ZONA RURAL

Índice de atendimento por Rede Geral (%): representa o número de domicílios rurais abastecidos pela rede geral dividido pelo total de domicílios rurais.

[1] Abastecimento de água pela EMBASA e por poço coletivo pela Prefeitura.

[2] Poços, Cisternas.

Índice de atendimento por Soluções Individuais (%): representa o número de domicílios rurais abastecidos por Soluções Individuais dividido pelo total de domicílios rurais.

Índice de tratamento da Água (%): representa o percentual de domicílios rurais que são abastecidos por água que receba tratamento/desinfecção divido pelo total de domicílios rurais.

Índice de Perdas (%): é calculado subtraindo-se o volume de água disponibilizado pelo volume de água consumido e dividindo pelo volume de água disponibilizado.

Consumo Per Capita (L/hab.dia): valor médio do consumo diário de água por pessoa, expresso em L/hab.dia, É calculado dividindo-se o volume de água consumido pela população atendida.

4.1.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

4.1.2.1 Áreas Urbanizadas

Índice de atendimento por rede coletora (%): representa o número de domicílios urbanos servidos por rede coletora de esgotos dividido pelo total de domicílios urbanos.

Índice de tratamento de esgoto coletado (%): representa o volume de esgoto coletado tratado dividido pelo volume de esgoto coletado.

Índice de atendimento por soluções individuais (%): representa o número total de domicílios urbanos servidos por fossas rudimentares, fossas sépticas e/ou outras soluções individuais dividido pelo total de domicílios urbanos.

Geração *per capita* (L/hab.dia): valor médio da geração diária de esgoto por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado multiplicando-se o consumo *per capita* de água pelo coeficiente de retorno de 80%.

4.1.2.2 Zona Rural

Índice de atendimento por sistemas descentralizados (%): representa o número de domicílios rurais servidos por sistemas descentralizados dividido pelo total de domicílios rurais.

Índice de atendimento por soluções individuais (%): representa o número total de domicílios rurais servidos por fossas rudimentares, fossas sépticas e/ou outras soluções individuais dividido pelo total de domicílios rurais.

Índice de tratamento de esgoto coletado (%): representa o volume de esgoto coletado tratado dividido pelo volume de esgoto coletado.

Geração *per capita* (L/hab.dia): valor médio da geração diária de esgoto por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado multiplicando-se o consumo *per capita* de água pelo coeficiente de retorno de 80%...

4.1.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.1.3.1 ÁREAS URBANIZADAS

Índice de vias urbanas pavimentadas (%): representa a extensão de vias urbanas com existência de pavimentação dividida pela extensão total de vias urbanas.

Índice de cobertura por microdrenagem (%): representa a extensão das vias urbanas com dispositivos de microdrenagem dividido pela extensão total de vias urbanas.

Índice de cobertura por macrodrenagem (%): representa a extensão das vias urbanas com dispositivos de macrodrenagem dividido pela extensão total de vias urbanas.

Índice de áreas verdes (%): representa a extensão das vias urbanas com áreas verdes dividido pela extensão total de vias urbanas.

Quantidade de áreas de risco: representa o número de áreas suscetíveis a ocorrências indesejadas, tais como: deslizamentos, desmoronamentos, alagamentos, entre outros.

Índice de aproveitamento de águas pluviais (%): representa o número de domicílios urbanos que coletam e aproveitam as águas pluviais dividido pelo número total de domicílios urbanos.

4.1.3.2 ZONA RURAL

Índice de vias rurais pavimentadas (%): representa a extensão de vias rurais com existência de pavimentação dividida pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

Índice de cobertura por microdrenagem (%): representa a extensão das vias rurais com dispositivos de microdrenagem dividido pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

Índice de cobertura por macrodrenagem (%): representa a extensão das vias rurais com dispositivos de macrodrenagem dividido pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

Quantidade de áreas de risco: representa o número de áreas suscetíveis a ocorrências indesejadas, tais como: deslizamentos, desmoronamentos, alagamentos, entre outros.

Índice de aproveitamento de águas pluviais (%): representa o número de domicílios urbanos que coletam e aproveitam as águas pluviais dividido pelo número total de domicílios rurais.

4.1.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

4.1.4.1 ÁREAS URBANIZADAS

Índice de atendimento por coleta normal (%): representa o número de domicílios urbanos atendidos pela coleta normal dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios urbanos.

Índice de atendimento por coleta seletiva (%): representa o número de domicílios urbanos atendidos pela coleta seletiva dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios urbanos.

Geração per capita (kg/hab.dia): valor médio da geração diária de resíduos sólidos por pessoa, expresso em kg/hab.dia.

Índice de recuperação de materiais recicláveis (%): representa a massa de materiais que são reciclados dividido pela massa total de resíduos gerados.

Índice de recuperação de orgânicos (%): representa a massa de materiais que são destinados para compostagem divido pela massa total de resíduos gerados.

Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%): representa a massa de materiais que são encaminhados para disposição final dividido pela massa total de resíduos gerados.

4.1.4.2 ZONA RURAL

Índice de atendimento por coleta normal (%): representa o número de domicílios rurais atendidos pela coleta normal dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios rurais.

Índice de atendimento por coleta seletiva (%): representa o número de domicílios rurais atendidos pela coleta seletiva dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios rurais.

Geração per capita (kg/hab.dia): valor médio da geração diária de resíduos sólidos por pessoa, expresso em kg/hab.dia.

Índice de recuperação de materiais recicláveis (%): representa a massa de materiais que são reciclados dividido pela massa total de resíduos gerados.

Índice de recuperação de orgânicos (%): representa a massa de materiais que são destinados para compostagem divido pela massa total de resíduos gerados.

Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%): representa a massa de materiais que são encaminhados para disposição final dividido pela massa total de resíduos gerados.

5. CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O SANEAMENTO BÁSICO ZONA RURAL

5.1 CONTEXTO MACRO DOS CENÁRIOS - FEDERAL

As inter-relações levam a constantes mutações econômicas e sociais no contexto histórico. Com o objetivo de analisar essas mudanças são criadas estratégias para melhoria desses ambientes mutantes. Nessa perspectiva pressupõe a análise de cenários. Assim, as análises de cenário são meios fundamentais na etapa do planejamento estratégico.

O planejamento estratégico pressupõe uma visão mais clara do cenário atual e dos itens de planejamento através de instrumentos de análise e antecipação, construídos de forma coletiva pelos diferentes atores sociais, conseqüentemente, permitindo uma tomada de decisão mais fundamentada e precisa, conforme definição do Termo de Referencia da FUNASA – TR (2012).

Em esfera federal o planejamento dá ênfase a uma visão estratégica de futuro. A lógica adotada para elaboração desses cenários é o de procurar visualizar possíveis futuros, a partir das incertezas incidentes, mediante uma sólida análise da situação atual e pregressa, no qual se destaca o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB.

De acordo com o PLANSAB (2014), foram definidos três cenários de planejamento, Cenários 1, 2 e 3, sendo que o primeiro deles é o cenário de referência para o planejamento, indicando um futuro possível e até certo ponto, desejável. Este cenário partiu da premissa de que a economia brasileira apresentará um crescimento razoável no período 2011-2020, no qual serão realizadas as reformas estruturais necessárias e superados alguns dos gargalos existentes para que haja maior crescimento econômico no período 2021-2030.

Os outros dois cenários são mantidos balizadores para o monitoramento de tendências, alimentando ajustes dinâmicos do Plansab ao longo do seu período de execução PLANSAB, 2014).

A metodologia utilizada na construção da visão estratégica do PLANSAB guiou-se pela realização de cinco Seminários Regionais (Norte, Nordeste, Sudeste,

Sul e Centro-Oeste), bem como em diversos outros eventos. Os citados seminários objetivaram promover um debate preliminar sobre as necessidades e desafios regionais do setor e analisar fatores a serem superados na implementação do plano. Cabe ressaltar que esses eventos nortearam a discussão sobre saneamento básico em cada região (PLANSAB, 2014).

Neste contexto, projeta no Brasil para 2033 as metas de curto, médio e longo prazo, estabelecidos pelo PLANSAB, foram estabelecidos a partir da evolução histórica e da situação atual dos indicadores. Para abastecimento de água por rede de distribuição ou por poço e nascentes com canalização interna, setor urbano meta de 100% e na zona rural 80%. No que tange esgotamento sanitário a meta do país para zona urbana é de 93% e para zona rural 69%. Para os resíduos sólidos as metas nacionais no indicador domicílios urbanos atendidos por coleta direta é de 100% e na zona rural 70%.

Diante do exposto analisando as estimativas pelo PLANSAB, o contexto da região nordeste, as quais estão inseridas: as metas para o abastecimento de água por rede de distribuição ou por poço e nascentes com canalização interna, setor urbano meta de 86% e na zona rural 61%. No que tange esgotamento sanitário a meta para zona urbana é de 86% e para zona rural 61%. Para os resíduos sólidos a meta no indicador domicílios urbanos atendidos por coleta direta é de 100% e na zona rural 60%.

5.2 CONTEXTO MICRO DOS CENÁRIOS – MUNICIPAIS

A metodologia para a analise de cenário para o planejamento estratégico municipal, se deu por metodologias prospectivas, as quais permitem identificar os cenários futuros possíveis e desejáveis, com o objetivo de orientar o presente, com objetivos e metas, conforme publicação do TR- FUNASA (2012).

Cabe destacar que os cenários foram definidos conforme as necessidades do município e as dificuldades a serem superadas para implementação do PMSB.

Para a construção dos cenários possíveis para o saneamento básico no município de Conceição do Jacuípe foram necessárias várias etapas prévias, no intuito de conhecer a realidade do município. Dentre essas etapas,

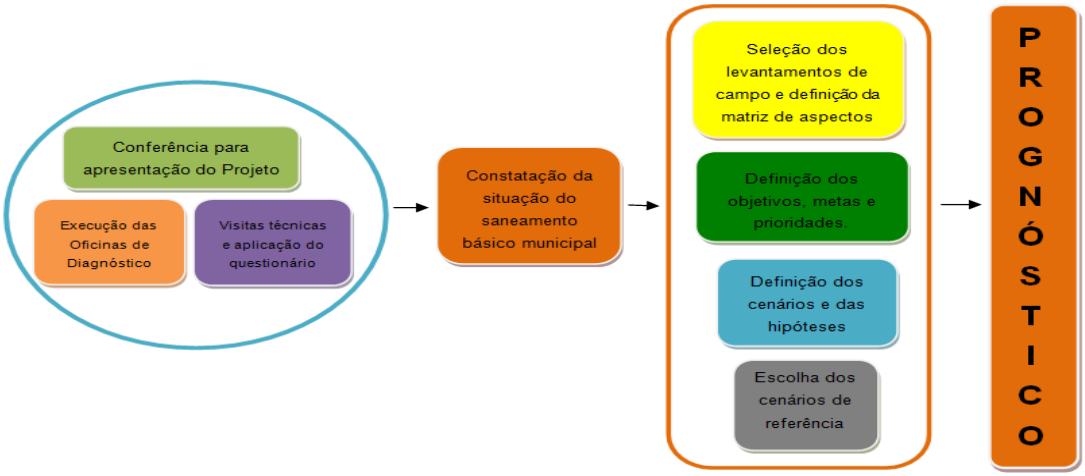
destacam-se: a Conferência Municipal, as visitas técnicas, a aplicação de questionários e as Oficinas de Diagnóstico.

Os principais Cenários observados na prestação de cada variável são: Cenário 1, quando o contexto social e econômico garantir o acesso a totalidade da população a serviço de qualidade em continuidade. Já o Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1 e o Cenário 3 onde ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente.

Em todas essas atividades foi destacado que a projeção do plano em questão é para 20 (vinte) anos, cujos projetos, planos e programas devem ser idealizados para uma execução de curto, médio e longo prazo.

A Figura 2 ilustra as etapas necessárias para a elaboração do Prognóstico do município de Conceição do Jacuípe. A seguir, serão construídos cenários para as áreas urbanizadas e Zona Rural de acordo com cada vertente do saneamento básico: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.

Figura 2: Etapas para elaboração do Prognóstico



Fonte: Autor, 2017

5.3 CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS

5.3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

5.3.1.1 ÁREAS URBANIZADAS

A construção dos cenários do abastecimento de água para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe levou em consideração cinco variáveis: Índice de Atendimento da População, Índice de Atendimento de Soluções Individuais, Índice de Tratamento de Água, Índice de Perdas e Consumo Per Capita. Essas variáveis foram selecionadas levando como base a realidade do município relatada no Produto C deste Plano. A partir dessas variáveis foram construídos cenários, denominados de 1, 2 e 3.

5.3.1.1.1 CENÁRIO 1

No Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso a totalidade da população a serviço de qualidade e regularidade.

O cenário 1 considerado para cada variável, está descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Cenário 1 – Áreas Urbanizadas

VARIAVEL	CENARIO 1
Índice de Atendimento pela Rede Geral	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população urbana de maneira a universalizar este serviço.
Índice de Atendimento por Solução Individual	Observa-se uma diminuição destes em função da ampliação do sistema de abastecimento pela Rede Geral.
Indicie de Tratamento de Água	Haverá um aumento do índice de tratamento da água seja pela ampliação do sistema da Rede Geral, seja pelo tratamento da água por soluções individuais.
Índice de Perdas	Neste cenário, almejam-se melhorias ao longo do sistema de abastecimento, bem como manutenção constante das tubulações para que haja uma diminuição do índice de perdas de maneira efetiva, para que ele chegue o mais próximo de 0.
Consumo Per Capita	Para este cenário, considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam constantes e eficientes, haverá o aumento do consumo per capita de água, para ficar mais próximo do indicado pela OMS.

Fonte: Autor, 2017

Analisando a tabela acima, é possível observar que esse cenário pode ser considerado ideal. Visto que há uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, melhoria da qualidade da água e combate a escassez hídrica com diminuição do índice de perdas e do consumo per capita que atingirá um valor próximo ao da OMS, que é em média 110 l/hab./dia.

5.3.1.1.2 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1.

O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Cenários 2 – Áreas Urbanizadas

VARIAVEL	CENARIO 1
Índice de Atendimento por Rede Geral	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população urbana de maneira a universalizar este serviço.
Índice de Atendimento por Solução Individual	Observa-se um aumento destes nas localidades em que não for viável o atendimento pela Rede Geral, sendo necessários investimentos e melhorias nos mesmos.
Indicie de Tratamento de Água	Haverá um aumento do índice de tratamento da água seja pela ampliação do sistema da Rede Geral, seja pelo tratamento da água por soluções individuais.
Índice de Perdas	Neste cenário, serão realizadas melhorias ao longo do sistema de abastecimento e a manutenção sempre que possível da rede, dessa forma, considerou-se a diminuição do índice de perdas atual, para que chegue a 33%.
Consumo Per Capita	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população terão problemas na sua eficiência, haverá o aumento do consumo per capita de água, para que de 67l/hab/dia passe para 90 l/hab/d, ficando assim mais próximo do indicado pela OMS.

Fonte: Autor, 2017

Analisando a tabela acima, é possível observar que esse cenário pode ser considerado razoável e ainda benéfico. Visto que há uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, melhoria da qualidade da água. Difere do cenário 1 no que diz respeito ao índice de

atendimento por solução individual que aumenta onde o atendimento pela Rede Geral não consegui alcançar porém com o cuidado de se observar as melhorias que serão necessárias para os mesmos e o Consumo Per Capita que aumentará para chegar a 90 L/Hab/ ficando mais próximo do indicado pela OMS, porém as ações de educação ambiental e conscientização da população não terão a eficiência desejada, as mesmas podem ser revistas, lembrando que o plano precisará ser revisado a cada quatro anos.

5.3.1.1.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente.

O cenário 3 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 3.

Tabela 3: Cenário 3 – Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENÁRIO 1
Índice de Atendimento pela Rede Geral	É aquele no qual não serão efetivas ações realizadas para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população urbana de maneira a universalizar este serviço, sendo que o índice de atendimento atual fica praticamente mantido.
Índice de Atendimento por Solução Individual	Aumentará em virtude da falta de efetivação das ações realizadas para abastecimento pela rede geral.
Indicie de Tratamento de Água	Neste cenário, não serão significativas a mudança do índice de tratamento da água, visto que não serão tão eficientes as medidas para incentivar o tratamento da água
Índice de Perdas	Neste cenário, serão realizadas poucas melhorias ao longo do sistema de abastecimento e a manutenção sempre que possível da rede dessa forma considerou-se o aumento do índice de perdas atual.
Consumo Per Capita	Para este cenário, considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população não sejam constantes e eficientes, haverá o aumento descontrolado deste índice.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário é considerado como “ruim”, no qual não serão eficientes as ações para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população urbana de maneira a universalizar este serviço, sendo que os índices de atendimento

atual têm pouca melhora. No que diz respeito ao índice de perdas, neste cenário, serão realizadas poucas melhorias e manutenção ao longo do sistema de abastecimento. Dessa forma, considerou-se o aumento do índice de perdas atual.

Para este cenário, considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população serão pouco eficientes e que a população desperdice mais água, haverá a manutenção do consumo per capita atual, o que não é benéfico já que é de 67L/hab./dia, muito abaixo do indicado pela OMS. Além do aumento do índice de atendimento por soluções individuais pela falta de ampliação e o prevalecimento do índice de tratamento de água.

5.3.1.1.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de abastecimento de água potável nas áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 4 apresenta os cenários considerados 1, 2 e 3 de acordo com os índices considerados.

Tabela 4: Cenários do Abastecimento de Água – Áreas Urbanizadas

VARIAVIES	CENÁRIOS		
	1	2	3
Índice de Atendimento por Rede Geral (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Perdas (%)	Diminui	Diminui	Aumenta
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Índice de Atendimento por Soluções Individuais	Diminui	Aumenta	Aumenta
Índice de Tratamento de Água	Aumenta	Aumenta	Mantém

Fonte: Autor, 2017

A sede Municipal conta com 87% de abastecimento pela EMBASA, e as áreas urbanizadas (Picado/Bessa) ainda conta com um poço Coletivo de abastecimento, esses dados mostram a viabilidade que existe no município de em 20 anos do índice de Atendimento por Rede Geral chegar a 100%.

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao abastecimento de água nas áreas urbanizadas, pode-se

considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.1.2 Zona Rural

A construção dos cenários para o abastecimento de água para a Zona Rural do município de Conceição do Jacuípe levou em consideração cinco variáveis as quais se destacam: Índice de Atendimento por Rede Geral [3], Índice de atendimento por Solução Individual, Índice de Tratamento da água, índice de Perdas, Consumo Per capita e Outras Soluções para o Abastecimento[4]. A partir dessas variáveis foram construídos os cenários considerados em 1, 2 e 3 de acordo com a realidade atual do município.

5.3.1.1 CENÁRIO 1

O Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso a totalidade da população a serviço de qualidade e em continuidade.

O Cenário 1 considerado para cada variável, está descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Cenário 1 – Zona Rural

VARIAVEL	CENARIO 1
Índice de Atendimento pela Rede Geral	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável pela Rede Geral seja ampliado nas localidades rurais que ainda não o possuem e que tenham viabilidade para sua implantação.
Índice de Atendimento por Solução Individual	Observa-se uma diminuição destes em função da ampliação do sistema de abastecimento pela Rede Geral.
Indicie de Tratamento de Água	Haverá um aumento do índice de tratamento da água seja pela ampliação do sistema da Rede Geral, seja pelo tratamento da água por soluções individuais.
Índice de Perdas	Almejam-se melhorias ao longo do sistema de abastecimento, bem como manutenção constante das tubulações para que haja uma diminuição do índice de perdas de maneira efetiva.
Consumo Per Capita	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população terão problemas na sua eficiência, haverá o aumento do consumo per capita de água, para que de

[3] Abastecimento de água pela EMBASA e Poços Coletivos Administrados pelas Associações.

[4] Abastecimento de água por carro pipa e Abastecimento de água: Chafariz.

VARIAVEL	CENARIO 1
	67l/hab/dia passe para 90 l/hab/d, ficando assim mais próximo do indicado pela OMS.
Outras Soluções para Abastecimento	Observa-se uma diminuição destes em função da ampliação do sistema de abastecimento pela Rede Geral.

Fonte: Autor, 2017

Analisando a tabela acima, é possível observar que esse cenário pode ser considerado ideal. Visto que há uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, melhoria da qualidade da água e combate a escassez hídrica com diminuição do índice de perdas e do consumo per capita.

5.3.1.2 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1.

O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 6.

Tabela 6: Cenário 2 – Zona Rural

VARIAVEL	CENARIO 1
Índice de Atendimento pela Rede Geral	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável pela Rede Geral seja ampliado em algumas localidades rurais.
Índice de Atendimento por Solução Individual	Observa-se um aumento destes nas localidades em que não for viável a Rede Geral, sendo necessários investimentos e melhorias nos mesmos.
Indicie de Tratamento de Água	Haverá um aumento do índice de tratamento da água seja pela ampliação do sistema da Rede Geral, seja pelo tratamento da água por soluções individuais.
Índice de Perdas	Almejam-se melhorias ao longo do sistema de abastecimento, bem como manutenção constante das tubulações para que haja uma diminuição do índice de perdas de maneira efetiva.
Consumo Per Capita	As ações de educação ambiental e conscientização da população precisam melhorar para o público alvo, haverá o aumento do consumo per capita atual de 67L/Hab.dia para 90 L/HAb.dia para que chegue mais próximo do indicado pela OMS.

VARIAVEL	CENARIO 1
Outras Soluções de Abastecimento	Observa-se a diminuição destes nas localidades, pois quando não for viável a rede geral atender, poderá ser atendido pelo atendimento por soluções individuais.

Fonte: Autor, 2017

Analisando a tabela acima, é possível observar que esse cenário pode ser considerado razoável e ainda benéfico. Visto que há uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, melhoria da qualidade da água. Difere do cenário 1 no que diz respeito ao índice de atendimento por solução individual que aumenta onde a EMBASA não consegui alcançar porém com o cuidado de se observar as melhorias que serão necessárias para os mesmos e a deficiência nas ações de educação ambiental, onde as mesmas podem ser revistas, lembrando que o plano precisará ser revisado a cada quatro anos.

5.3.1.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. O cenário 03 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 7.

Tabela 7: Cenário 3 – Zona Rural

VARIAVEL	CENARIO 1
Índice de Atendimento pela Rede Geral	É aquele no qual não serão realizadas ampliações dos sistemas da EMBASA/Outros Prestadores nas localidades rurais e não serão realizadas perfurações de novos poços e nem de melhorias dos sistemas existentes
Índice de Atendimento por Solução Individual	Aumentara em virtude da falta de ampliação do sistema de abastecimento pela Rede Geral..
Indicie de Tratamento de Água	Neste cenário, prevalecerá o atual índice de tratamento da água, visto que não serão tomadas medidas para incentivar o tratamento da água
Índice de Perdas	Neste cenário, serão realizadas poucas melhorias e manutenção ao longo do sistema de abastecimento. Dessa forma, considerou-se o aumento do índice de perdas atual
Consumo Per Capita	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população serão pouco eficientes e que a população desperdice mais água, haverá o aumento do consumo per

VARIAVEL	CENARIO 1
	capita atual.
Outras Soluções de Abastecimento	Observa-se a necessidade de mais destes nas localidades, pois não haverá ampliação do sistema da embasa e nem melhora do tratamento da água.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário é considerado como “ruim”, no qual as ações realizadas serão ineficientes para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população rural de maneira a universalizar este serviço, sendo que o índice de atendimento tem pouca melhora. No que diz respeito ao índice de perdas, neste cenário, serão realizadas poucas melhorias e manutenção ao longo do sistema de abastecimento. Dessa forma, considerou-se o aumento do índice de perdas atual.

Para este cenário, considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população serão pouco eficientes e que a população desperdice mais água, haverá o aumento do consumo per capita atual. Além do aumento do índice de atendimento por soluções individuais e de Outras Soluções de Abastecimento pela falta de ampliação e o prevalecimento do índice de tratamento de água.

5.3.1.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

A tabela 8, apresenta os cenários considerados 1, 2 e 3 de acordo com o índice de atendimento pela EMBASA/Outros Prestadores, , índice de atendimento por solução individual, Índice de Tratamento da Água, Índice de Perdas, Consumo Per Capita e Outras Soluções de Abastecimento.

Tabela 8: Cenários do abastecimento de água – Zona Rural

VARIAVEIS	CENÁRIOS		
	1	2	3
Índice de Atendimento pela Rede Geral	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Atendimento por Solução Individual	Diminui	Aumenta	Aumenta
Índice de Tratamento da Água	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Perdas	Diminui	Diminui	Aumenta
Consumo per capita (L/hab.dia)	Diminui	Aumenta	Aumenta
Outras Soluções de Abastecimento	Diminui	Diminui	Aumenta

Fonte: autor, 2017

Apenas uma pequena porcentagem da zona rural é abastecida pela embasa. Muitos têm poço coletivo cuja água não vem em boa qualidade, alguns poços são administrados por associações, outras localidades têm cisternas, poços, ou compram água de carro pipa, porém grande parte da população que utilizam dessas ultimas soluções não têm o conhecimento de como se deve tratar a água, consumindo-as muitas vezes fora do padrão causando muitas doenças como a diarréia.

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao abastecimento de água nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

5.3.2.1 ÁREAS URBANIZADAS

A construção dos cenários do esgotamento sanitário para ás áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe levou em consideração quatro variáveis: índice de atendimento por rede coletora, índice de atendimento por soluções individuais, índice de tratamento de esgoto coletado e geração *per capita*. A partir dessas

variáveis foram construídos cenários (1, 2 e 3), de acordo com a realidade atual do municípios.

5.3.2.1.1 CENÁRIO 1

No Cenário 01, projeta-se um contexto social e econômico que garanta a totalidade da população ao acesso a um serviço de qualidade e em continuidade. O cenário 01 considerado para cada variável está descrito na Tabela 9.

Tabela 9: Cenário 01 – Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENARIO 01
Índice de Atendimento por rede coletora (%)	É aquele no qual serão realizadas ações para que o esgotamento sanitário atinja 86% das áreas urbanizadas de maneira a universalizar este serviço durante os 20 anos do horizonte de planejamento, com um sistema de esgotamento adequado, que vai desde a coleta por rede até uma estação de tratamento de esgoto.
Índice de atendimento por soluções individuais (%)	Almeja-se que este índice diminua à medida que seja implantada a rede de esgoto no município, atingindo 14% no final do horizonte de planejamento.
Índice de tratamento de esgoto coletado (%)	Almeja-se que 93 % do esgoto coletado sejam tratados à medida que seja implantada a rede de esgoto e a estação de tratamento de esgoto.
Geração *per capita*	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população serão constantes e eficientes, porém como o per capita de água precisará aumentar por estar muito baixo, conseqüentemente haverá também o aumento do da geração de efluente. Porém serão feitas ações para que haja o reuso dos mesmos.

Fonte: Autor, 2017

O cenário 1 foi construído tomando como base a tabela 6.2 do PLANSAB que fala sobre as metas do saneamento básico no país do ano de 2010 ao ano de 2033 juntamente com reuniões feitas no município onde se levou em conta a opinião de pessoas envolvidas diretamente na realidade do local.

5.3.2.1.2 CENÁRIO 2

O Cenário 02 indica um ambiente intermediário, quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 01. O cenário 02 considerado para cada variável está descrito na Tabela 10.

Tabela 10: Cenário 02 – Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENARIO 02
Índice de Atendimento por rede coletora	É aquele no qual serão realizadas ações para que o esgotamento sanitário atinja 60% da população urbana durante os 20 anos do horizonte de planejamento, com um sistema de esgotamento adequado, que vai desde a coleta por rede até uma estação de tratamento de esgoto.
Índice de atendimento por soluções individuais	Almeja-se que este índice diminua à medida que seja implantada a rede de esgoto no município, atingindo 40% no final do horizonte de planejamento.
Índice de tratamento de esgoto coletado	Almeja-se que no mínimo 90% do esgoto coletado sejam tratados à medida que seja implantada a rede e a estação de tratamento de esgoto e que nos locais que não tenham rede de esgoto sejam adotadas soluções individuais sanitariamente adequadas.
Geração *per capita*	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população serão constantes e eficientes, porém como o per capita de água precisará aumentar por estar muito baixo, conseqüentemente haverá também o aumento do da geração de efluente. Porém serão feitas ações para que haja o reuso dos mesmos.

Fonte: Autor, 2017

No cenário 02 após reunião com o comitê de coordenação foi decidido que no horizonte dos 20 anos pode se chegar a 60% de esgoto coletado e que desses, no mínimo, 90% seja tratado levando em consideração que, atualmente o município só tem apenas 6% de seu esgoto coletado e tratado situado no condomínio da minha casa minha vida. Dessa forma, estima-se que o índice de atendimento por soluções individuais atinha o valor máximo de 40%. Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população serão constantes e eficientes, porém como o per capita de água precisará aumentar por estar muito baixo, conseqüentemente haverá também o aumento

do da geração de efluente. Porém serão feitas ações para que haja o reuso dos mesmos

5.3.2.1.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. A descrição do cenário 03 considerando cada variável está descrito na **Erro! Fonte de eferência não encontrada.**11.

Tabela 11: Cenário 03 – Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENARIO 03
Índice de Atendimento por rede coletora	É aquele no qual as ações não serão muito eficientes na rede de esgotamento sanitário durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Índice de atendimento por soluções individuais	Aumenta com o crescimento da população urbana, uma vez que as ações na rede de esgotamento sanitário não serão eficientes.
Índice de tratamento de esgoto coletado	Não apresentará mudanças significativas, em relação à situação atual.
Geração *per capita*	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam pouco eficientes, haverá a aumento descontrolado do consumo *per capita* de água e conseqüentemente da geração *per capita* de esgoto.

Fonte: Autor, 2017

No cenário 03 a situação do esgotamento sanitário do município, não evolui significativamente: Índice de atendimento da rede coletora, índice de atendimento por soluções individuais, índice de tratamento de esgoto coletado e geração per capita.

5.3.2.1.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de esgotamento sanitário para ás áreas urbanizado de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de mudança das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 12 apresenta os cenários considerados (1, 2 e 3) de acordo com o índice de atendimento por rede coletora de esgoto, índice de atendimento por soluções individuais, índice de tratamento de esgoto coletado e geração *per capita*.

Tabela 12: Cenários do esgotamento sanitário – Áreas Urbanizadas

Variáveis	Cenários		
	01	02	03
Índice de atendimento por rede coletora (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de atendimento por soluções individuais (%)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de tratamento de esgoto coletado (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração per capita (l/hab.dia)	Aumenta	Aumenta	Mantém

Fonte: Autor,2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao esgotamento sanitário nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o cenário 02 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido. Vale ressaltar que esta escolha levou em consideração à opinião de pessoas diretamente ligada a realidade do município.

5.3.2.2 ZONA RURAL

A construção dos cenários do esgotamento sanitário para a Zona Rural de Conceição do Jacuípe levou em consideração quatro variáveis: índice de atendimento por sistemas descentralizados, índice de atendimento por soluções individuais, índice de tratamento de esgoto coletado e geração *per capita*. A partir dessas variáveis foram construídos cenários (1, 2 e 3), de acordo com a realidade atual do município.

5.3.2.3 CENÁRIO 1

No Cenário 01, projeta-se um contexto social e econômico que garanta a totalidade da população ao acesso a um serviço de qualidade e em continuidade. O cenário 01 considerado para cada variável está descrito na tabela 13.

Tabela 13: Cenário 01 – Zona Rural

VARIÁVEL	CENARIO 01
Índice de atendimento por sistemas descentralizados	Serão realizadas ações para implantação de sistemas descentralizados em áreas rurais densamente povoadas, desde que comprovada à viabilidade técnica e econômica, durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Índice de atendimento por soluções individuais	Almeja-se que este índice diminua em virtude da ampliação de sistemas descentralizados nas áreas rurais e quando estes não forem viáveis que as soluções individuais sejam sanitariamente adequadas.
Índice de tratamento de esgoto coletado	Almeja-se que todo esgoto coletado pelos sistemas descentralizados sejam tratados e que sejam adotadas tecnologias individuais sanitariamente adequadas.
Geração *per capita*	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população serão constantes e eficientes, porém como o per capita de água precisará aumentar por estar muito baixo, conseqüentemente haverá também o aumento do da geração de efluente. Porém serão feitas ações para que haja o reuso dos mesmos.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário foi construído tomando como base um cenário ideal, evolutivo de atendimento de esgotamento sanitário em todas as suas variáveis, levando em consideração informações dadas por pessoas mais inseridas na realidade do município. Não foi intitulados valores nas de porcentagem nos cenários, pois o município assim como outras bibliografias dispõe de pouca informação em relação ao esgotamento sanitário na zona rural.

5.3.2.4 CENÁRIO 2

O Cenário 02 indica um ambiente intermediário, quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 01. O cenário 02 considerado para cada variável esta descrita na tabela 14.

Tabela 14: Cenário 02 – Zona Rural

VARIÁVEL	CENARIO 02
Índice de atendimento por sistemas descentralizados	É aquele no qual serão realizadas ações para implantação de sistemas descentralizados em áreas rurais densamente povoadas, desde que comprovada à viabilidade técnica e econômica, durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Índice de atendimento por soluções individuais	Almeja-se que este índice aumente, em especial, nas áreas rurais com população mais dispersa e nas áreas rurais densamente povoadas que não possuem viabilidade para sistemas descentralizados, de forma sanitária adequada.
Índice de tratamento de esgoto coletado	Almeja-se que boa parte do esgoto coletado pelos sistemas descentralizados sejam tratados e que sejam adotadas tecnologias individuais que não contaminem o solo e o lençol freático e que obtenham um bom tratamento do esgoto.
Geração *per capita*	Para este cenário, as ações de educação ambiental e conscientização da população serão constantes e eficientes, porém como o per capita de água precisará aumentar por estar muito baixo, conseqüentemente haverá também o aumento do da geração de efluente. Porém serão feitas ações para que haja o reuso dos mesmos.

Fonte: Autor, 2017

No cenário 02 não se utilizou de numeração especifica para as metas, pois para este cenário estima-se que os serviços cheguem ao máximo de residências e da população quanto for possível, observada sempre a realidade do município além do que os municípios assim como outras bibliografias dispõem de pouca informação em relação ao esgotamento sanitário na zona rural deste município.

5.3.2.5 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações

significativas em relação á situação atualmente existente e sua descrição, considerando cada variável está descrito na tabela 15.

Tabela 15: Cenário 03 – Zona Rural

VARIAVEL	CENARIO 03
Índice de atendimento por sistemas descentralizados	Aquele no qual não serão ineficientes as ações realizadas para implantação de sistemas descentralizados em áreas rurais densamente povoadas durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Índice de atendimento por soluções individuais	Almeja-se que seja praticamente mantido o índice atual, com as soluções individuais por meio de fossas rudimentares, na sua maioria.
Índice de tratamento de esgoto coletado	Ocorrerão poucas melhorias nas tecnologias individuais existentes, sendo praticamente mantidas as condições atuais do esgotamento na Zona Rural.
Geração *per capita*	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam pouco eficientes e que a população desperdice mais água, haverá o aumento do consumo *per capita* de água de forma descontrolada e consequentemente da geração *per capita* de esgoto.

Fonte: Autor, 2017

No cenário 03 a situação do esgotamento sanitário do município, não tem grande evolução: Índice de atendimento por sistemas descentralizados, Índice de atendimento por soluções individuais, Índice de Tratamento de Esgoto Coletado e Geração per capita.

5.3.2.1 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de esgotamento sanitário para a Zona Rural de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de mutação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta s cenários considerados, 1, 2 e de acordo com o índice de atendimento por

sistemas descentralizados, índice de atendimento por soluções individuais, índice de tratamento de esgoto e geração *per capita*.

Tabela 16: Cenários do esgotamento sanitário – Zona Rural

Variáveis	Cenários		
	01	02	03
Índice de atendimento por sistemas descentralizados (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de atendimento por solução individual (%)	Diminui	Aumenta	Mantém
Índice de tratamento de esgoto coletado (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração per capita (l/hab.dia)	Diminui	Aumenta	Aumenta

Fonte: Autor, 2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao esgotamento sanitário na Zona Rural, pode-se considerar o cenário 02 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

5.3.3.1 ÁREAS URBANIZADAS

A construção dos cenários de drenagem e manejo de águas pluviais para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe levaram em consideração seis variáveis: índice de vias urbanas pavimentadas, índice de cobertura por microdrenagem, índice de cobertura por macrodrenagem, índice de áreas verdes, quantidade de áreas de risco, índice de aproveitamento de águas pluviais. A partir dessas variáveis foram construídos Cenários (1,2 e 3), de acordo com a realidade atual do município.

5.3.3.1.1 CENÁRIO 1

No Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso da população a um serviço de qualidade e em continuidade. O Cenário 1 considerado para cada variável está descrito na Tabela 17.

Tabela 17: Cenário 1: Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENÁRIO 1
Índice de vias urbanas pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para que todas as vias urbanas sejam pavimentadas.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação do sistema de drenagem no município atingindo todas as vias urbanas pavimentadas.
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se um aumento deste índice, potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Índice de áreas verdes	Serão realizadas ações e investimentos para ampliação das áreas verdes nas vias urbanas.
Quantidade de áreas de risco	Haverá uma diminuição das áreas de risco com a ampliação do sistema de drenagem (dispositivos de microdrenagem, macrodrenagem) e aumento do índice de áreas verdes.
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Serão realizadas ações de conscientização ambiental para o maior aproveitamento das águas de chuva no município. Dessa forma, este índice aumenta.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como ideal, pois 100% das vias urbanas serão pavimentadas, a microdrenagem atingirá todas as vias urbanas pavimentas, aumenta o índice de macrodrenagem potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização. Há também o aumento do índice de áreas verdes que são de grande importância, pois além de influenciar de forma positiva no índice pluviométrico, aumenta também o índice de infiltração no solo ajudando a evitar alagamentos e aumentando o volume de água nos lençóis freáticos e em alguns pontos evitam os deslizamentos de terra que, muitas vezes são considerados desastres ambientais fatais. Dessa forma, com a ampliação do sistema de drenagem e aumento de áreas verdes haverá uma diminuição nas áreas de risco. Em relação ao aproveitamento de águas pluviais serão realizadas ações de conscientização ambiental para o maior aproveitamento delas no município, dessa forma, este índice aumenta.

5.3.3.1.2 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1. O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 18.

Tabela 18: Cenário 2: Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENÁRIO 2
Índice de vias urbanas pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para que o máximo de vias urbanas sejam pavimentadas.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação do sistema de drenagem no município.
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se um aumento deste índice, potencializando, sempre que houver investimentos, os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Índice de áreas verdes	Serão realizadas ações, sempre que possível, para ampliação das áreas verdes nas vias urbanas, logo haverá um aumento deste índice.
Quantidade de áreas de risco	Haverá uma diminuição das áreas de risco com a ampliação do sistema de drenagem (dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem) e aumento do índice de áreas verdes.
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Serão realizadas ações para o aproveitamento das águas de chuva no município. Dessa forma, este índice aumenta.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como razoável, visto que o quanto for possível das vias urbanas serão pavimentadas, a microdrenagem atingirá todas as vias urbanas pavimentas, aumenta o índice de macrodrenagem potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização, levando em consideração que será necessários investimentos para que isso ocorra. Há também o aumento do índice de áreas verdes (através de ações sempre que possível) que são de grande importância, pois além de influenciar de forma positiva no índice pluviométrico, aumenta também o índice de infiltração no solo ajudando a evitar alagamentos e aumentando o volume de água nos lençóis freáticos e em alguns pontos evitam os deslizamentos de terra que, muitas vezes são considerados desastres ambientais fatais. Dessa forma, com a ampliação do sistema de drenagem e aumento de áreas verdes haverá uma diminuição nas áreas de risco. Em relação ao aproveitamento de águas pluviais serão realizadas ações de conscientização ambiental para o maior aproveitamento delas no município, dessa forma, este índice aumenta.

5.3.3.1.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. O cenário 03 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 19.

Tabela 19 - Cenário 3: Áreas Urbanizadas

VARIÁVEL	CENÁRIO 3
Índice de vias urbanas pavimentadas	Serão realizadas poucas ações e investimentos para a pavimentação das vias urbanas.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se a manutenção deste índice em função da falta de investimentos no sistema de drenagem no município.
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se a manutenção deste índice em função da falta de investimentos no sistema de drenagem no município.
Índice de áreas verdes	Não serão realizadas ações, para ampliação das áreas verdes nas vias urbanas.
Quantidade de áreas de risco	Haverá a manutenção das áreas de risco em função da falta de investimentos no sistema de drenagem no município.
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Não serão realizadas ações de conscientização ambiental para o maior aproveitamento das águas de chuva no município. Dessa forma, este índice será mantido.

Fonte: Autor, 2017

É possível observar que este cenário pode ser considerado como “ruim” já que a maioria dos índices permanecerá mantido e não haverá ações nem investimentos nas áreas para o melhoramento dos mesmos.

5.3.3.1.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de drenagem e manejo de águas pluviais para as áreas urbanizadas de Conceição do jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 20 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o índice de vias urbanas pavimentadas, índice de cobertura por microdrenagem, índice de cobertura por macrodrenagem, índice de áreas

verdes, quantidade de áreas de risco e índice de aproveitamento de águas pluviais.

Tabela 20 – Cenários da drenagem e manejo de águas pluviais

Variáveis	Cenários		
	1	2	3
Índice de vias urbanas pavimentadas (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de cobertura por microdrenagem (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de cobertura por macrodrenagem (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de áreas verdes (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Quantidade de áreas de risco	Diminui	Diminui	Mantém
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Aumenta	Aumenta	Mantém

Fonte: Autor, 2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere à drenagem e manejo de águas pluviais nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.3.2 ZONA RURAL

A construção dos cenários do manejo de águas pluviais e drenagem para a Zona Rural de Conceição do Jacuípe levou em consideração cinco variáveis: índice de vias urbanas pavimentadas, índice de cobertura por microdrenagem, índice de cobertura por macrodrenagem, quantidade de áreas de risco, índice de aproveitamento de águas pluviais. A partir dessas variáveis foram construídos Cenários (1,2 e 3), de acordo com a realidade atual do município.

5.3.3.2.1 CENÁRIO 1

No Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso da população a um serviço de qualidade e em continuidade. O Cenário 1 considerado para cada variável está descrito na Tabela 21.

Tabela 21 - Cenário 1: Zona Rural

VARIÁVEL	CENÁRIO 1
Índice de vias rurais pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para a pavimentação todas as vias rurais densamente povoadas.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação de investimentos no sistema de drenagem nas áreas rurais densamente povoadas.
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se um aumento deste índice, potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Quantidade de áreas de risco	Haverá uma diminuição das áreas de risco com a ampliação do sistema de drenagem (dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem).
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Serão realizadas ações efetivas para o maior aproveitamento das águas de chuva na área rural (consumo humano, consumo animal e irrigação). Dessa forma, este índice aumenta.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como ideal, pois 100% das vias rurais densamente povoadas serão pavimentadas, aumenta o índice de cobertura de microdrenagem, aumenta o índice de macrodrenagem potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização. Com a ampliação do sistema de drenagem haverá uma diminuição nas áreas de risco. Em relação ao aproveitamento de águas pluviais serão realizadas ações efetivas para o maior aproveitamento delas no município (para consumo humano, irrigação e consumo animal, dessa forma, este índice aumenta.

5.3.3.2.2 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1. O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 22.

Tabela 22 - Cenário 2: Zona Rural

VARIÁVEL	CENÁRIO 2
Índice de vias rurais pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para que a maior parte das vias rurais densamente povoadas seja pavimentada.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação do sistema de drenagem nas áreas

VARIÁVEL	CENÁRIO 2
	rurais densamente povoadas.
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se um aumento deste índice, potencializando, sempre que houver investimentos, os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Quantidade de áreas de risco	Haverá uma diminuição das áreas de risco com a ampliação do sistema de drenagem (dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem).
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Serão realizadas ações para o aproveitamento das águas de chuva na área rural (consumo humano, consumo animal e irrigação). Dessa forma, este índice aumenta.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como razoável, visto que o quanto for possível as vias rurais densamente povoadas serão pavimentadas, a microdrenagem atingirá o máximo das vias rurais densamente pavimentas, aumenta o índice de macrodrenagem potencializando os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização, levando em consideração que serão necessários investimentos para que isso ocorra. Dessa forma, com a ampliação do sistema de drenagem haverá uma diminuição nas áreas de risco. Em relação ao aproveitamento de águas pluviais serão realizadas ações de conscientização ambiental para o maior aproveitamento delas no município, dessa forma, este índice aumenta.

5.3.3.2.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. O cenário 03 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 23.

Tabela 23 - Cenário 3: Áreas Rurais

VARIÁVEL	CENÁRIO 3
Índice de vias rurais pavimentadas	Serão realizadas poucas ações e investimentos para a pavimentação das vias rurais densamente povoadas.
Índice de cobertura por microdrenagem	Observa-se a manutenção deste índice em função da falta de investimentos no sistema de drenagem nas áreas rurais densamente povoadas.

VARIÁVEL	CENÁRIO 3
Índice de cobertura por macrodrenagem	Observa-se a manutenção deste índice em função da falta de investimentos no sistema de drenagem nas áreas rurais densamente povoadas.
Quantidade de áreas de risco	Haverá a manutenção das áreas de risco em função da falta de investimentos no sistema de drenagem nas áreas rurais densamente povoadas.
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Não serão realizadas ações para o maior aproveitamento das águas de chuva na área rural (consumo humano, consumo animal e irrigação). Dessa forma, este índice será mantido.

Fonte: Autor, 2017

É possível observar que este cenário pode ser considerado como “ruim” já que as maiorias dos índices permanecerão mantidos e não haverá ações nem investimentos nas áreas para o melhoramento dos mesmos.

5.3.3.2.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de drenagem e manejo de águas para a Zona Rural de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 24 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o índice de vias urbanas pavimentadas, índice de cobertura por microdrenagem, índice de cobertura por macrodrenagem, quantidade de áreas de risco e índice de aproveitamento de águas pluviais.

Tabela 24 – Cenários da drenagem e manejo de águas pluviais

Variáveis	Cenários		
	1	2	3
Índice de vias rurais pavimentadas	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de cobertura por microdrenagem	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de cobertura por macrodrenagem	Aumenta	Aumenta	Mantém
Quantidade de áreas de risco	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Diminui	Diminui	Mantém

Fonte: Autor, 2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere à drenagem e manejo de águas pluviais na zona rural, pode-se

considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

5.3.4.1 ÁREAS URBANIZADAS

A construção dos cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe levaram em consideração seis variáveis: índice de atendimento por coleta normal, índice de atendimento por coleta seletiva, geração per capita, índice de recuperação de materiais recicláveis, índice de recuperação de orgânicos, índice de resíduos encaminhados para a disposição final. A partir dessas variáveis foram construídos Cenários (1,2 e 3), de acordo com a realidade atual do município.

5.3.4.2 CENÁRIO 1

No Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso da população a um serviço de qualidade e em continuidade. O Cenário 1 considerado para cada variável está descrito na Tabela 25.

Tabela 25 - Cenário 1: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 1
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que a coleta dos resíduos sólidos atinja 100% população urbana com qualidade e regularidade.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja 100% da população urbana durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam constantes e eficientes, haverá a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Serão realizadas ações e investimentos para a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município para que atinja 100%.
Índice de recuperação de orgânicos	Serão realizadas ações e investimento para a compostagem dos resíduos sólidos no município atinja 100%.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Considerando que as ações da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos sejam constantes, haverá a diminuição deste índice.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como ideal, pois 100% da população urbana terão seus resíduos coletados com qualidade e regularidade, haverá implantação da coleta seletiva para que a mesma atinja 100% da população. Levando em consideração que as ações de educação ambiental e conscientização da população vão ser efetivas, enfatizando a política dos 5 R's (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) a geração per capita irá diminuir. O índice de recuperação de materiais recicláveis e recuperação de orgânicos irão atingir 100%, logo haverá uma diminuição no índice de resíduos encaminhados para disposição final, indo apenas os rejeitos.

5.3.4.3 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1. O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 26.

Tabela 26 - Cenário 2: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 2
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que a coleta dos resíduos sólidos atinja 100% da população urbana.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja 80% da população urbana durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população sempre que possível, acarretando com a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município cheguem a 75%.
Índice de recuperação de orgânicos	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a compostagem dos resíduos sólidos no município chegue a 50%.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos de maneira a diminuir, sempre que possível este índice.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como razoável, visto que 100% da população terão seus resíduos coletados, a coleta seletiva será implantada e atingirá 80% da população urbana. Levando em consideração que as ações de

educação ambiental e conscientização da população vão ser efetivas, enfatizando a política dos 5 R's (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) a geração per capita irá diminuir. O índice de recuperação de recicláveis ao longo dos 20 anos atingirá 75% e o de recuperação de orgânicos 50%, logo, o índice de resíduos que vão para a disposição final diminuirá.

5.3.4.4 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. O cenário 03 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 27.

Tabela 27 - Cenário 3: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 3
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual não serão realizadas ações para que o a coleta dos resíduos sólidos atinja 100% da população urbana, porém essas ações não serão efetivas como esperado.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Não serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população pouco efetivas, acarretando com aumento da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Não serão realizadas ações e investimentos para a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município.
Índice de recuperação de orgânicos	Não serão realizadas ações e investimentos para a compostagem dos resíduos sólidos no município.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Não serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos, dessa forma este índice se mantém.

Fonte: Autor, 2017

É possível observar que este cenário pode ser considerado como "ruim" já que a maioria dos índices não indica melhora para este setor no município e não haverá ações nem investimentos nas áreas para o melhoramento dos mesmos.

5.3.4.5 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as

possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 28 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o índice de atendimento por coleta normal, índice de atendimento por coleta seletiva, geração per capita, índice de recuperação de materiais recicláveis, índice de recuperação de orgânicos, índice de resíduos encaminhados para a disposição final.

Tabela 28 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Variáveis	Cenários		
	1	2	3
Índice atendimento por coleta normal (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de atendimento por coleta seletiva (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração per capita (kg/hab.dia)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de recuperação de materiais recicláveis (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de recuperação de materiais orgânicos (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%)	Diminui	Diminui	Mantém

Fonte: Autor, 2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

5.3.5 ZONA RURAL

A construção dos cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para a zona rural de Conceição do Jacuípe levou em consideração seis variáveis: índice de atendimento por coleta normal, índice de atendimento por coleta seletiva, geração per capita, índice de recuperação de materiais recicláveis, índice de recuperação de orgânicos, índice de resíduos encaminhados para a disposição final. A partir dessas variáveis foram construídos Cenários (1,2 e 3), de acordo com a realidade atual do município.

5.3.5.1 CENÁRIO 1

No Cenário 1, projeta-se um contexto social e econômico que garanta acesso da população a um serviço de qualidade e em continuidade. O Cenário 1 considerado para cada variável está descrito na Tabela 25.

Tabela 29 - Cenário 1: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 1
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que o a coleta dos resíduos sólidos atinja toda a população rural com qualidade e regularidade.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja toda a população rural durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam constantes e eficientes, haverá a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Serão realizadas ações e investimentos para a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município para que atinja toda a população.
Índice de recuperação de orgânicos	Serão realizadas ações e investimento para a compostagem dos resíduos sólidos no município atinja toda a população.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Considerando que as ações da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos sejam constantes, haverá a diminuição deste índice.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como ideal, pois toda população rural terá seu resíduo coletado com qualidade e regularidade, haverá a implantação da coleta seletiva para que a mesma atinja toda a população. Levando em consideração que as ações de educação ambiental e conscientização da população rural vão ser efetivas, enfatizando a política dos 5 R's (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) a geração per capita irá diminuir. O índice de recuperação de materiais recicláveis e recuperação de orgânicos irão atingir toda a população logo haverá uma diminuição no índice de resíduos encaminhados para disposição final, indo apenas os rejeitos.

5.3.5.2 CENÁRIO 2

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1. O cenário 2 considerado para cada variável está descrito na Tabela 30.

Tabela 30 - Cenário 2: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 2
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que a coleta dos resíduos sólidos atinja o máximo da população rural.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja o máximo da população rural durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população sempre que possível, acarretando com a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município aumentem.
Índice de recuperação de orgânicos	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a compostagem dos resíduos sólidos no município aumente.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos de maneira a diminuir, sempre que possível este índice.

Fonte: Autor, 2017

Este cenário pode ser considerado como razoável, visto que o máximo da população terá seus resíduos coletados, a coleta seletiva será implantada e atingirá o máximo que for possível da população rural. Levando em consideração que as ações de educação ambiental e conscientização da população vão ser efetivas, enfatizando a política dos 5 R's (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar) a geração per capita irá diminuir. O índice de recuperação de recicláveis e o índice de recuperação de orgânicos também aumentará a medida que for possível a realização de ações e investimentos ao longo dos 20 anos, logo, o índice de resíduos que vão para a disposição final diminuirá.

5.3.5.3 CENÁRIO 3

No cenário 03 ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação á situação atualmente existente. O cenário 03 considerado para cada variável estão descrito na Tabela 31.

Tabela 31 - Cenário 3: Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

VARIÁVEL	CENÁRIO 3
Índice de atendimento por coleta normal	É aquele no qual não serão realizadas ações para que o a coleta dos resíduos sólidos atinja o máximo da população rural com qualidade e regularidade.
Índice de atendimento por coleta seletiva	Não serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população pouco efetivas, acarretando com aumento da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de recuperação de materiais recicláveis	Não serão realizadas ações e investimentos para a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município.
Índice de recuperação de orgânicos	Não serão realizadas ações e investimentos para a compostagem dos resíduos sólidos no município.
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final	Não serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos, dessa forma este índice se mantém.

Fonte: Autor, 2017

É possível observar que este cenário pode ser considerado como “ruim” já que a maioria dos índices não indica melhora para este setor no município e não haverá ações nem investimentos nas áreas para o melhoramento dos mesmos.

5.3.5.4 CENÁRIO ESCOLHIDO

Os cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para a zona rural de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida a Tabela 32 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o índice de atendimento por coleta normal, índice de atendimento por coleta seletiva, geração per capita, índice de recuperação de materiais recicláveis, índice de recuperação de orgânicos, índice de resíduos encaminhados para a disposição final.

Tabela 32 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Variáveis	Cenários		
	1	2	3
Índice atendimento por coleta normal (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de atendimento por coleta seletiva (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração per capita (kg/hab.dia)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de recuperação de materiais recicláveis (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de recuperação de materiais orgânicos (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%)	Diminui	Diminui	Mantém

Fonte: Autor, 2017

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere à limpeza pública e manejo de resíduos sólidos nas áreas rurais, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

6. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Sabe-se que a dinâmica populacional tem como objetivo estudar as variações populacionais em um determinado período de tempo, levando em consideração fatores como: fecundidade, natalidade e mortalidade, que comporão e influenciarão a taxa de crescimento, bem como a transição populacional. Além disso, sabe-se que a projeção populacional torna-se complexa, pois é influenciada por outros fatores, tais como: emprego, renda, moradia, lazer, saúde, entre outras, os quais comporão o nível da qualidade de vida da população e, a partir de então, pode-se chegar num possível comportamento populacional.

A população brasileira cresceu 50 vezes em 200 anos, tendo como maior contribuição a imigração internacional nos séculos XIX e metade do século XX, bem como o crescimento vegetativo, neste último (Alves, 2000). Essa migração foi devido a inúmeros fatores, tais como: busca de emprego e fuga da guerra e de doenças que assolavam a região (como a peste negra).

Na década de 90 a população mundial possuía uma linha de crescimento acelerado e a partir daí começou a desacelerar, não só pela disseminação dos métodos contraceptivos, mas também pela crescente presença da mulher no mercado de trabalho. Não sendo diferente a realidade brasileira.

Um estudo realizado por Leite e Souza (2012), pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), apontou que houve um pico de crescimento populacional no Nordeste, no Censo realizado em 1970, correspondendo a 27,85%, além de taxas decrescentes graduais e consistentes nos censos posteriores, as quais tiveram um decréscimo de 16,6% até último censo.

Neste estudo, foi ainda apontado que o crescimento populacional da Bahia, considerando os Censos de 2000 e 2010, é o segundo **menor** do Brasil, com 7,24%, e afirma também que *"21,74% dos municípios do Nordeste (390) houve diminuição da população"*, tendo como maior expressividade o Estado da Bahia, com cerca de 35% (146/417) dos seus municípios.

Com relação ao comportamento da população neste período, no Brasil, a migração em destaque, até a década de 70, ocorria do Norte/Nordeste para, principalmente, o Sudeste, em busca principalmente de emprego e melhores condições de vida. Contudo, a partir de 1970 essa dinâmica populacional começou a sofrer alteração de comportamento conhecida como migração de retorno (Sudeste-Nordeste), ocasionada pelo incentivo ao investimento no setor industrial no Nordeste (OLIVEIRA; JANNUZZI, 2005).

Ou seja, o comportamento populacional é influenciado diretamente por inúmeros fatores ambientais, e os mesmos devem ser considerados, pois a partir deste comportamento serão elaboradas políticas públicas, a fim de melhorar o desenvolvimento socioeconômico, político e ambiental da região.

Ainda a respeito do estudo do BNB o mesmo apontou que dos 390 municípios que teve perda populacional, ou seja, apenas 27 municípios não sofreram perda populacional, e Conceição do Jacuípe está presente neste número.

Desta forma, para o planejamento das possibilidades futuras do município de Conceição do Jacuípe, é necessário prever, principalmente, a dinâmica populacional, a fim de verificar as demandas de serviços públicos, principalmente, no que diz respeito ao saneamento básico.

6.1 PROJEÇÃO DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE

Apesar de alguns municípios da Bahia terem sofrido perda populacional, Conceição do Jacuípe, de acordo dados dos últimos censos (1970 a 2010), cresceu aproximadamente de 115%, cerca de 370 pessoas por ano. Na projeção realizada pelo IBGE para 2015, conforme retificação publicada em Novembro de 2014, a população sairia de 30123 para 33066 habitantes, representando um crescimento de 588 habitantes por ano, um valor de 218 pessoas a mais do que nos censos anteriores.

Este crescimento população vai de encontro aos dados de taxa de natalidade e fecundidade, onde a primeira comporta-se com uma pequena oscilação, onde entre 2007 e 2009 teve uma queda de quase metade do valor, e a segunda teve uma queda de mais da metade do valor. Contudo, a cidade possui um grande atrativo para quem busca emprego e estudo, pela diversidade do comércio e expansão industrial, além da proximidade com Feira de Santana.

Para o cálculo da projeção populacional foram levados em consideração os dados dos Censos Demográficos do IBGE da população total, urbana e rural referentes aos anos de 1970 a 2010, além da estimativa do IBGE para o ano de 2015, conforme pode ser visto na Tabela 33.

Tabela 33: Dados do Censo

SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	ANO					
	1970	1980	1991	2000	2010	2015
Total	15.163	18.739	22.905	26.194	30.123	33.066
Urbana	7.101	11.079	16.174	19.466	23.539	26.017
Rural	8.062	7.660	6.731	6.728	6.584	7.049

Fonte: Autor, 2017

Foram utilizados os modelos de projeções linear, exponencial, logarítmica e potencial, respectivamente. A curva escolhida levou em consideração o maior coeficiente de correlação simples (R^2), bem como as tendências e perspectivas socioeconômicas do município.

No modelo Linear a população tende a se comportar de maneira constante ao longo dos anos e é adequada para áreas de baixo crescimento demográfico, porém não é recomendado para projeções populacionais. Este mesmo

comportamento pode ser observado no modelo Aritmético (LEITE; SILVA; SOUSA, 2011).

O método Exponencial projeta a população sem considerar os fatores que podem intervir no seu comportamento, ou seja, ela cresce continuamente. Porém, sua tendência não será tão significativa em curto prazo.

Uma linha de tendência logarítmica é uma linha curva de melhor ajuste, muito útil quando a taxa de alteração nos dados aumenta ou diminui rapidamente e depois se nivela. Uma linha de tendência logarítmica pode usar valores negativos e/ou positivos.

Por fim, uma linha de tendência de potência é uma linha curva que é usada com conjuntos de dados que comparam medidas que aumentam em uma taxa específica — por exemplo, a aceleração de um carro de corrida em intervalos de um segundo. Você não pode criar uma linha de tendência de potência se os seus dados contiverem valores nulos ou negativos.

6.1.1 DISCUSSÃO DAS PROJEÇÕES REALIZADAS

Devido ao fato de o município de Conceição do Jacuípe ter nos apresentado 05 (cinco) últimos Censos realizados pelo IBGE mais o de 2015, para realização da projeção populacional foram realizadas várias tentativas dos diferentes métodos citados acima, de modo que a projeção chegasse o mais próximo da realidade municipal.

Para os métodos foi feita uma simulação:

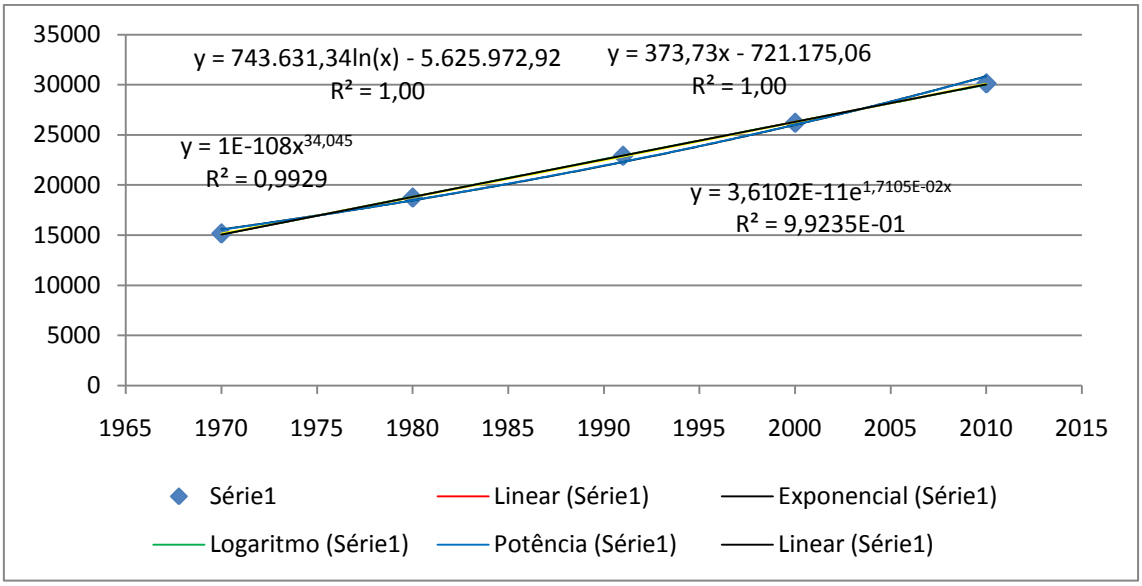
1. Utilizou-se dos dados de todos os Censos com a projeção para o ano de 2015, para as populações total, urbana e rural.
2. Para a população rural, subtraiu a população total da população urbana.

Com relação aos métodos (linear, potencial, logaritmo e exponencial), foram realizados utilizando os dados de população dos censos. As projeções foram feitas do ano de 1991 até o ano de 2037, visto que o plano se encerra no final do ano de 2017.

6.1.2 Projeção Populacional de Conceição do Jacuípe: População Total

Para que fosse feito essa projeção da população total se utilizou dados do censo do IBGE, descritos na tabela 33, a figura a seguir mostra as fórmulas dos métodos seguida do R² e a representação de cada um deles.

Figura 3: Populaconal (total) 1970 - 2015



Fonte: Autor, 2017

É possível observar que os métodos se mostraram bastante parecidos, isso pode ser notado claramente pelos valores dos "R²" que estão muito próximos e/ou iguais, logo as linhas do gráfico estão quase todas sobrepostas.

Por conta do volume de dados, serão discutidos apenas os dados representativos, aqueles da projeção escolhida, nos tópicos específicos. Dentre os métodos que mais se aproximam à realidade municipal.

Desta forma, considerando que: os projetos de engenharia não devem ser elaborados para populações estagnadas; os habitantes que saíram da cidade natal em busca de estudo e emprego tendem a voltar, em parte, para a cidade de origem; cabe informar que a projeção foi realizada do ano de 2015 que já existe projeção calculada pelo IBGE, ao ano de 2037, pois o ano previsto para efetivação do PMSB é no final de 2017.

Aplicando as equações para a população total de Conceição do Jacuípe, para os 20 anos do horizonte de planejamento, obteve-se a evolução demográfica para cada modelo matemático conforme pode ser visto na tabela abaixo.

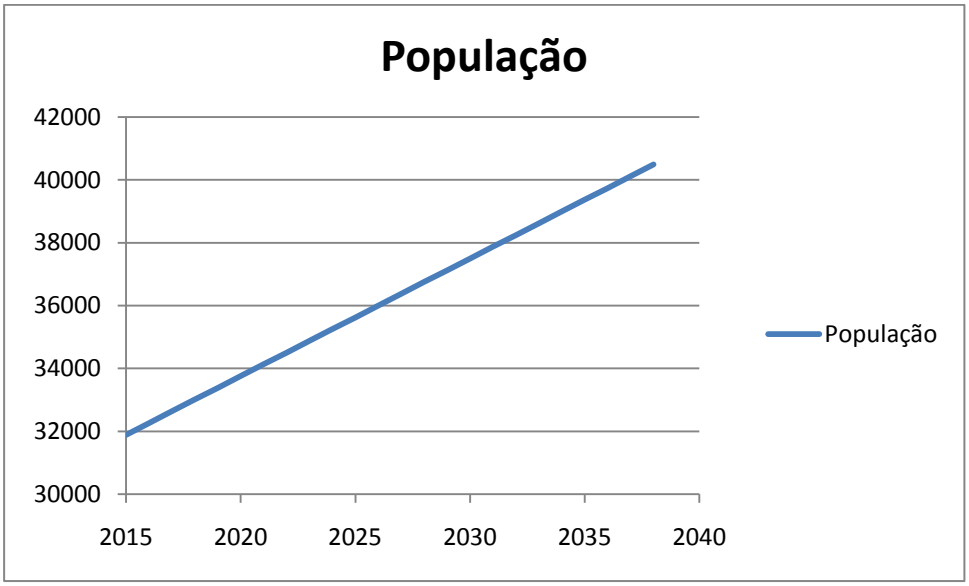
Tabela 34: Projeção da população total por tipo de modelo matemático

Ano	Linear	Exponencial	Logarítmica	Potencial
2017	32638	34756	32591	32264
2018	33012	35356	32959	32813
2019	33386	35966	33328	33371
2020	33760	36586	33696	33938
2021	34133	37217	34064	34515
2022	34507	37859	34432	35101
2023	34881	38513	34799	35697
2024	35254	39177	35167	36303
2025	35628	39853	35534	36918
2026	36002	40541	35901	37544
2027	36376	41240	36268	38180
2028	36749	41951	36635	38827
2029	37123	42675	37002	39484
2030	37497	43411	37368	40152
2031	37871	44160	37734	40830
2032	38244	44922	38100	41520
2033	38618	45697	38466	42222
2034	38992	46486	38832	42935
2035	39365	47288	39197	43659
2036	39739	48103	39563	44396
2037	40113	48933	39928	45144
2038	40487	49777	40293	45905

Fonte: Autor, 2017

A projeção populacional do município de Conceição do Jacuípe levou em consideração o método de projeção Linear, a qual apresentou um crescimento populacional significante durante o horizonte de planejamento, cujo comportamento pode ser verificado na Figura 2.

Figura 4: Projeção Populacional Total 2015 – 2038 – Método Linear



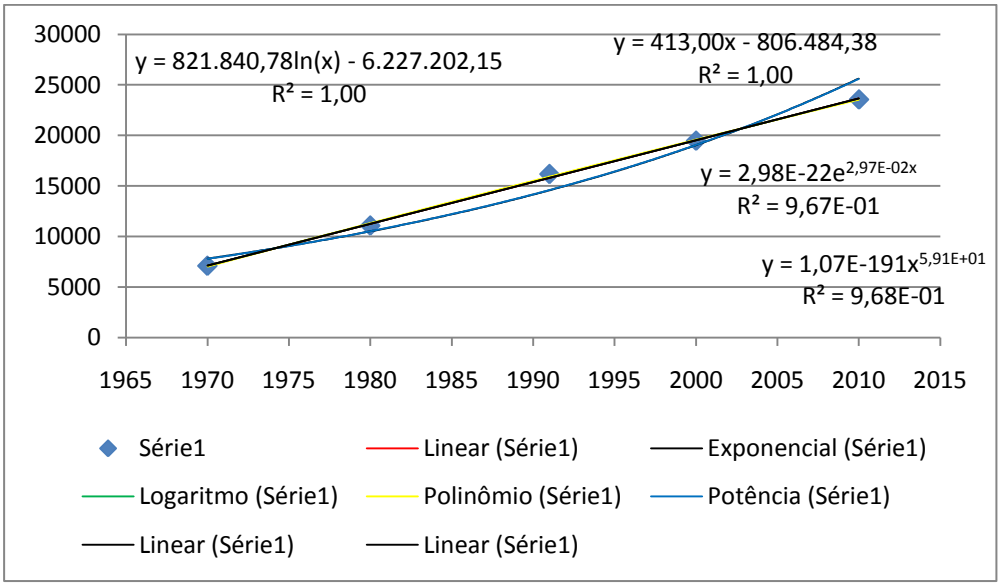
Fonte: Autor,2017

Verifica-se no gráfico acima que a população de Conceição do Jacuípe tende a aumentar nos próximos 20 anos. Este resultado condiz com o que já vem acontecendo com o município, como pode ser visto pelo Censo do IBGE na tabela 17.

6.1.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL DE CONCEIÇÃO DO JACUÍPE: POPULAÇÃO URBANA

As mesmas metodologias foram realizadas para as áreas urbanas, logo, para que fosse feito essa projeção da população total se utilizou dados do censo do IBGE, descritos na tabela 33, a figura a seguir mostra as fórmulas dos métodos seguida do R^2 e a representação de cada um deles.

Figura 5: Populacional (Urbana) 1970 -2015



Fonte: Autor, 2017

É possível observar que os métodos se mostraram bastante parecidos, isso pode ser notado claramente pelos valores dos "R²" que estão muito próximos e/ou iguais, logo as linhas do gráfico estão bem próximas umas das outras.

Por conta do volume de dados, serão discutidos apenas os dados representativos, aqueles da projeção escolhida, nos tópicos específicos. Dentre os métodos que mais se aproximam à realidade municipal.

A realidade da Zona Urbana de Conceição do Jacuípe é a mesma registrada para o município como um todo, com significativo crescimento populacional. Para esta projeção o método que mais se equiparou com a realidade foi o Logarítmico, diferente da população total como mostram a tabela 35 e a figura 6.

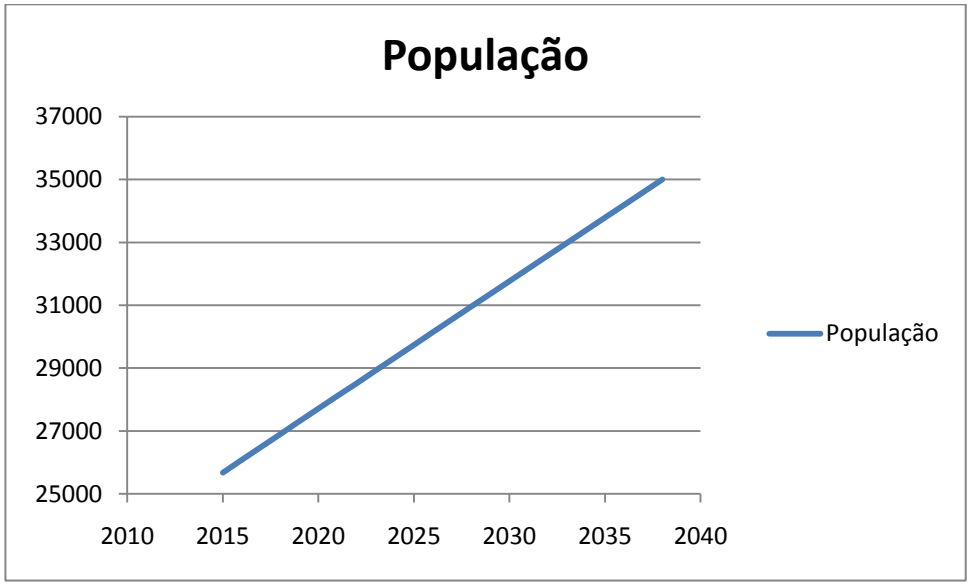
Tabela 35: Projeção da população total por tipo de modelo matemático

Ano	Linear	Exponencial	Logarítmica	Potencial
2017	26537	30945	26486	31439
2018	26950	31877	26893	32374
2019	27363	32838	27300	33337
2020	27776	33828	27707	34328
2021	28189	34848	28114	35347
2022	28602	35899	28520	36397
2023	29015	36981	28927	37477
2024	29428	38095	29333	38589

Ano	Linear	Exponencial	Logarítmica	Potencial
2025	29841	39244	29739	39733
2026	30254	40427	30145	40910
2027	30667	41646	30550	42122
2028	31080	42901	30955	43369
2029	31493	44194	31361	44652
2030	31906	45527	31766	45972
2031	32319	46899	32170	47331
2032	32732	48313	32575	48730
2033	33145	49769	32979	50168
2034	33558	51269	33383	51649
2035	33971	52815	33787	53173
2036	34384	54407	34191	54741
2037	34797	56047	34595	56354
2038	35210	57737	34998	58014

Fonte: Autor, 2017

Figura 6: Projeção Populacional Urbana 2015-2038 – Método Logarítmico



Fonte: Autor, 2017

Pode-se verificar que a projeção prevê um crescimento populacional de 9328 habitantes, o que corresponde a um aumento de aproximadamente 406 habitantes ao ano.

6.1.4 Projeção Populacional de Conceição do Jacuípe: População Rural

Para alcançar os valores da projeção, já que foram escolhidos métodos distintos para projeção de população total e população urbana, optou-se por utilizar os valores encontrados nas projeções populacionais: total e urbana e subtraí-los, a fim de encontrar a projeção rural.

$$Pr = Pt - Pu$$

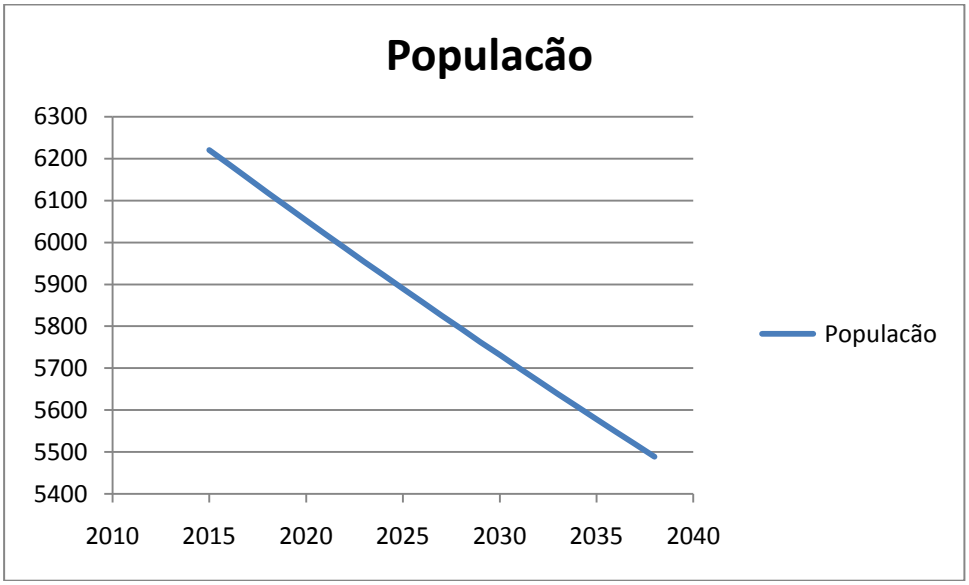
Pr = População Rural

Pt = População Total

Pu = População Urbana

A partir desta metodologia, os valores encontrados encontram-se próximos a realidade municipal, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7: Projeção Populacional Rural 2015-2038



Nota-se que conforme projeção feita haverá um decréscimo populacional na área rural de 698 pessoas, cerca de 30 de pessoas por ano. Isso justifica um significativo crescimento da população urbano, devido muitas vezes ao êxodo rural, ocasionado por diversos fatores, sendo o principal a falta de chuva que prejudica da agricultura familiar, atividade em que muitas pessoas na zona rural exercem para sustento de suas famílias.

6.1.5 ANÁLISE GERAL DAS PROJEÇÕES

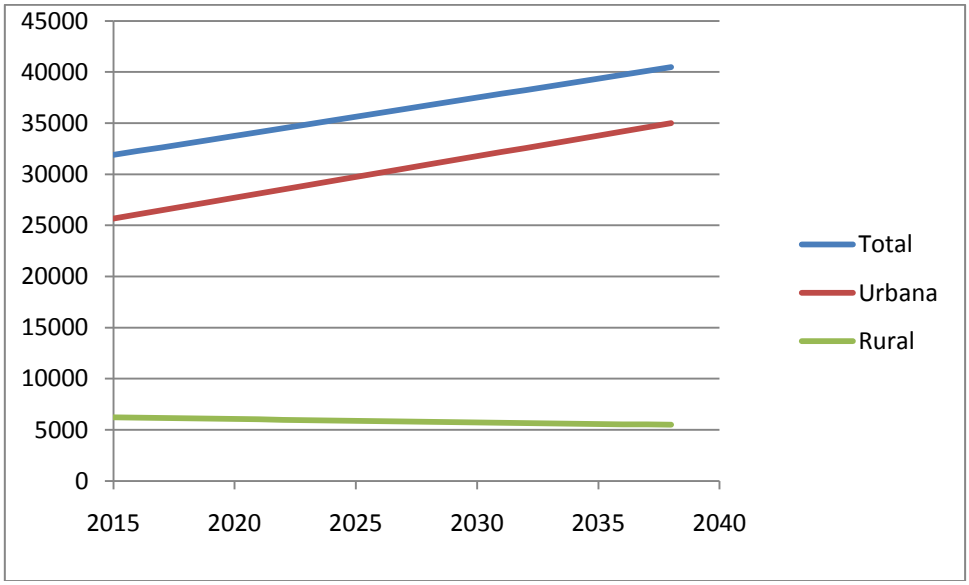
Para uma análise global das projeções realizadas, foi criada a Figura 8, a qual expõe o comportamento das linhas de crescimento e a tabela 36, que mostra o resumo das projeções das populações.

Tabela 36: Resumo das projeções da população total, urbana e rural

Ano	Pop. Total	Pop. Urbana	Pop. Rural
	Linear	Logarítmica	Subtração
2017	32638	26486	6153
2018	33012	26893	6119
2019	33386	27300	6086
2020	33760	27707	6052
2021	34133	28114	6019
2022	34507	28520	5987
2023	34881	28927	5954
2024	35254	29333	5922
2025	35628	29739	5889
2026	36002	30145	5857
2027	36376	30550	5826
2028	36749	30955	5794
2029	37123	31361	5763
2030	37497	31766	5731
2031	37871	32170	5700
2032	38244	32575	5669
2033	38618	32979	5639
2034	38992	33383	5608
2035	39365	33787	5578
2036	39739	34191	5548
2037	40113	34595	5518
2038	40487	34998	5489

Fonte: Autor, 2017

Figura 8: Análise Populacional



Fonte: Autor, 2017

Verifica-se que a população total e a população urbana crescem significativamente enquanto que a população rural tem um leve decréscimo. Verifica-se que a população urbana cresce enquanto a rural diminui, tal comportamento é o que normalmente acontece – êxodo rural.

Pode-se verificar que o comportamento da linha de projeção da população total é influenciado fortemente pela projeção da população da área urbana, cujo comportamento é bastante similar. Enquanto que a linha de projeção da população rural se diferencia agindo de forma inversa.

Os últimos Censos do município apresentaram um crescimento populacional total e urbano e um decréscimo da população na zona rural, a projeção feita para os próximos 20 anos para o presente plano seguiu esta mesma linha. Esses resultados tornam favoráveis os investimentos no município no que diz respeito ao saneamento básico, visto que a população total segundo projeção feita terá um acréscimo de 8596 na população, aproximadamente 364 ao ano.

7. SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO

7.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

O município de Conceição do Jacuípe, em toda sua extensão territorial, apresenta distintas formas de abastecimento de água: Poço Coletivo e Individual, EMBASA, Fontes/Nascente, Cisternas e Carro Pipa.

A tabela abaixo mostra em resumo como ocorre o Abastecimento de Água no Município.

Tabela 37: Tipo de Abastecimento de Água por Setores

SETORES	ABRANGÊNCIA DO SETOR	TIPO DE ABASTECIMENTO
Setor A (Bessa)	Bessa, Camundongo/Camundonguinho, Borda da Mata, Lagoa do Bosque, Volta, Amparo, Oitizeiro	Poço, Cisterna, Chafariz, Carro Pipa,
Setor B (Sede)	Sede do Município, Gameleira	Sede do Município (urbano) quase 100% abastecimento pela EMBASA além de poço e nascente. Gameleira – Poço e Carro Pipa
Setor C (Picado/Picadinho)	Cedro, Clarinha, Salgado, Cajá, Coréa, Deiró	Abastecimento pela EMBASA, Poço, Nascente.

Fonte: Autor, 2017

Cabe informar que apenas os sistemas da Embasa possuem tratamento, porém em algumas localidades há reclamação da qualidade da água que chega, como na sede que disseram chegar com muito cloro e em praticamente todas as localidades houve reclamação a respeito da regularidade do abastecimento, pois há muita falta de água, durando dias.

As outras formas de abastecimento não possuem tratamento há uma grande reclamação em relação à qualidade da água como em Gameleira que a população diz que a água é salobra e Oitizeiro que a população diz ter uma grande incidência de diarreia, esquistossomose, dermatite atópica e degue, doenças que estão relacionadas com a água.

7.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O município indispõe de sistema coletivo de esgotamento sanitário, por isso, a população optou por utilizar de sistema individual. Contudo, os sistemas adotados, na sua maioria, não seguem as normas atuais.

No caso das áreas urbanizadas, foi verificado um grande número de fossas rudimentares, ligações clandestinas na rede de drenagem pluvial, efluentes domésticos *in natura* em quintais/vias públicas.

Nas áreas rurais algumas residências não possuem sanitárias, também foi observado o descarte de dejetos a “céu” aberto ou em sacos plásticos.

A falta de esgotamento sanitário no município e sistemas individuais indevidos causa danos irreparáveis á saúde pública e ao meio ambiente, prejudicando em grande escala a sociedade.

7.3 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA

Em termos gerais, após análise dos índices no Produto C deste plano, foi possível concluir que Conceição do Jacuípe encontra-se com grau “Baixo” no manejo de águas pluviais e drenagem urbana, tomando como base a PEMAPES, cuja média final do índice do município foi de 2,2 para as questões de drenagem pluvial.

No que diz respeito ao manejo de águas pluviais e drenagem urbana no município, no setor Bessa a existência de estruturas para drenagem se dá apenas nas principais ruas (Rua Principal, Santa Rita, Travessa Santa Rita, Manoel Rodrigues, Aguinelo Costa). Porém foi relatado que o sistema de drenagem é ineficiente, ocasionando alagamentos em alguns pontos da localidade, como na Rua Principal, nos períodos chuvosos, isso se explica pela presença de resíduos e folhas de árvores e sedimentos nas vias. A respeito de Borda da Mata e Camudongo/Camudonguinho relatou-se que a drenagem é

natural, havendo pontos de alagamentos e algumas dificuldades de acesso após períodos de chuva.

Na zona urbana do setor Sede, o sistema de drenagem pluvial existe apenas em alguns bairros e nas praças, contudo a população considera como ineficiente, incluindo o sistema existente na Av. Getúlio Vargas (avenida principal de acesso ao centro da cidade), além da presença de resíduos, folhas e areia, provocando também o entupimento de algumas bocas de lobo.

Em algumas ruas, quando há chuva forte, a água atinge até a altura da cintura, como na Travessa General Osório. Além disso, há também a existência de ruas sem pavimentação, havendo pontos de alagamentos e algumas dificuldades de acesso após períodos de chuva.

Já na zona rural da Sede e no setor Amparo, não possuem sistema de drenagem, porém não são acometidos com alagamentos pela sua formação natural.

Na zona urbana do setor Picadinho há alagamentos, além disso, as bocas de lobo, apesar de existirem encontram-se entupidas devido aos resíduos (domésticos e varrição) e sedimentos que são arrastados pela chuva.

Na zona Rural, não existe sistema de drenagem de águas pluviais. O escoamento superficial acontece de maneira natural, nessas localidades foi informado que não há alagamentos.

7.4 MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA URBANA

Com relação aos Resíduos Sólidos foram observados alguns pontos. No que diz respeito à disposição final do resíduo que é coletado apesar de informada a existência de aterro simplificado, a população informou que o mesmo transformou-se em lixão e foi desativado. Fato constatado em visita técnica em dezembro/2015. Foi informado também que não existe projeto para recuperação da área do lixão. Na visita técnica também foi possível observar que, apesar de abandonado, há pequenos indícios de resíduos novos dispostos na área, mesmo que em pequeno volume. Além da queimada ocorrida recentemente, pode-se observar a existência de garrafas de vidro, em volume considerável; cavidades com profundidade superior a 02 (dois) metros, onde os resíduos costumavam ser depositados; e a presença de animal doméstico (cavalo).

Segundo dados da Secretaria de Obras, o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos são terceirizados pelas empresas SERVICON, HERA e JPA, sendo a penúltima responsável apenas pela disposição final dos resíduos, além da RETEC, responsável pelos resíduos de serviço de saúde dos postos de saúde e hospital do município.

A tabela abaixo sintetiza as formas do manejo dos resíduos no setor A (Bessa).

Tabela 38: Formas de Manejo de Resíduos Sólidos – Setor A

LOCALIDADE	COLETADO	QUEIMADO	ENTERRADO	TERRENO BALDIO	
Amparo	X				
Volta (Cágado)	X			X	
Oitizeiro	X	X	X		
Bessa (centro)	X			X	
Borda da Mata	X		X	X	
Camundongo /Camundonguinho	X	X		X	
Colônia Gustavo Dutra	X	X		X	

Fonte: Autor, 2017

No Setor B (Sede) na sede do município (urbano) as formas de destinação dos resíduos são: coleta municipal, queima, enterrados, dispostos em terreno baldio e lançados em corpos Hídricos. Já na Gameleira (rural) existe a coleta municipal, que ocorre apenas 01 (uma) vez na semana, acúmulo dos resíduos nos quintais e a queima e a enterra, além da destinação dos orgânicos para a alimentação animal, existe não com muita freqüência a venda de latinha de maneira informal.

No setor C (Picado), na área urbanizada que são as comunidades de Picado e Picadinho as formas de destinação são: coleta e terreno baldio.

Na zona rural existem diversos tipos de destinação, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 39: Forma de Manejo de Resíduos Sólidos – Zona Rural

LOCALIDADE	COLETADO	QUEIMADO	TERRENO BALDIO	OUTRO
Cajá		X		X
Cedro		X		X
Clarinha	X	X	X	
Coréa		X		X
Salgado		X	X	X
Deiró	X			

Fonte: Próprio Autor

Vale ressaltar que algumas dessas formas de manejo não são adequadas trazendo grande prejuízo à população, á saúde pública e ao meio ambiente. O lixo quando é queimado contribui para poluição atmosférica além de em muitos casos causar queimadas acidentais, quando enterrado de forma aleatória e indevida pode contaminar o lençol freático, quando despejado em terrenos baldios ou vias públicas causam a proliferação de vetores que por sua vez são responsáveis por doenças graves ao ser humano, além do mau cheiro.

8. PROGNÓSTICO DAS ATIVIDADES (OFICINAS)

A Para a realização da oficina de Prognóstico de Conceição do Jacuípe foi utilizada ações de mobilização, como, a circulação de mensagem em carro de som, distribuição de convites, além de aviso em missa. As lideranças do também auxiliaram no processo de mobilização.

Estiveram presentes na oficina, moradores das localidades ao entorno e componentes do comitê de coordenação.

A dinâmica da discussão em tela recebeu o nome de “Árvore de Forças” para representar o possível crescimento que o município pode obter com a implementação dos serviços de saneamento básico. Na raiz da árvore foram inseridos os problemas, identificados no Produto C (Diagnóstico), em seu caule/tronco as possíveis soluções para a resolução dos problemas identificados e na copa da árvore, mas precisamente, em seus frutos, foram

indicados os possíveis benefícios que devem ser colhidos com a implementação destes serviços, após a elaboração/aprovação do Plano.

A tabela abaixo mostra como foram divididos os setores de mobilização do município.

Tabela 40: Setores de Mobilização de Conceição do Jacuípe

SETORES	ABRANGÊNCIA DO SETOR
Setor A (Bessa)	Bessa, Camundongo/Camundonguinho, Borda da Mata, Lagoa do Bosque, Volta, Amparo, Oitizeiro
Setor B (Sede)	Sede do Município, Gameleira
Setor C (Picado/Picadinho)	Cedro, Clarinha, Salgado, Cajá, Coréa, Deiró

Fonte: Autor, 2017

8.1 SETOR A

As técnicas de campo deram início à discussão fazendo um levantamento geral do trabalho que foi realizado até agora, resumindo o que aconteceu na fase de diagnóstico, mostrando aos presentes quais informações foram levantadas e quais problemas foram observados. Os participantes da Oficina se mostraram bastantes interessados na discussão acerca dos problemas e possíveis soluções para os serviços de saneamento básico no município.

Por se tratar de uma Oficina de Prognóstico, o foco principal da discussão foi identificar soluções que os moradores julgassem adequadas para a localidade, levando em consideração suas especificidades.

Como possível solução para o problema que eles consideram como mais urgente, para a falta de água e suas tonalidades, os moradores acreditam que resolver o problema da pressão, melhorar o tratamento e aumentar o volume distribuído com ampliação da ETA (Estação de Tratamento de Água). A população também sugeriu a possível instalação de um sistema independente do abastecimento de água, com cobrança de tarifa, a qual pode ter resistência por parte da população no início, mas depois se acostumam.

Sobre o esgotamento sanitário, como possíveis soluções foram pensadas construções de banheiros nas residências, além da construção de fossas sépticas ou biodigestores, já que as fossas que muitos moradores possuem atualmente são rudimentares. Como se trata de uma área rural, os moradores têm terrenos suficientes para colocar as fossas em uma distância adequada das cisternas.

Em relação à gestão de resíduos sólidos, o entendimento sobre a necessidade de ações que promovam a educação ambiental foi o destaque da discussão. Isso porque, os participantes compreenderam que sem a conscientização da própria população, a implementação dos serviços não será suficiente para eliminar problemas como: resíduos jogados nas ruas, animais rasgando resíduos e proliferação de vetores em decorrência de resíduos acumulados em locais inadequados. A compostagem também foi apresentada como solução que poderia contribuir na diminuição da queima do lixo, no entanto os moradores acharam que essa seria uma solução pouco utilizada tendo em vista que o resíduo orgânico é utilizado em maioria para alimentar os animais.

A Oficina durou cerca de 02h00min e os moradores se mostraram satisfeitos com a oportunidade de poder falar sobre seus problemas que são muitos.

8.2 SETOR B

As técnicas de campo deram início à discussão fazendo um levantamento geral do trabalho que foi realizado até agora, informando à comunidade que a etapa de diagnóstico já foi finalizada. Como o povo não havia recebido nenhuma atividade do Plano Municipal de Saneamento Básico, foi necessário fazer um retrospecto do diagnóstico mostrando aos presentes quais informações foram

levantadas no distrito e quais problemas foram observados. Os participantes da Oficina na Gameleira se mostraram bastantes interessados na discussão acerca dos problemas e possíveis soluções para os serviços de saneamento básico no município. Por se tratar de uma Oficina de Prognóstico, o foco principal da discussão foi identificar soluções que os moradores julgassem adequadas para a localidade, levando em consideração suas especificidades.

Como possível solução para o problema que eles consideram como mais urgente, a falta de água, os moradores acreditam que cavar mais poços pode ser uma alternativa, desde que, haja uma fiscalização da qualidade da água desses poços.

Para a falta de esgotamento sanitário, os participantes identificaram como mais adequado a implementação do sistema, mas, com um caráter mais emergencial as fossas sépticas são uma alternativa que estão ao alcance da população, pelo menos, para aqueles que têm terreno suficiente para que as fossas fiquem a uma distância adequada das cisternas que os moradores, em maioria, possuem.

Em relação à coleta de lixo, o entendimento sobre a necessidade de ações que promovam a educação ambiental foi o destaque da discussão. Isso porque, os participantes compreenderam que sem a conscientização da própria população, a implementação dos serviços não será suficiente para eliminar problemas como: resíduos jogados nas ruas, animais rasgando resíduos e proliferação de vetores em decorrência de resíduos acumulados em locais inadequados. Com preocupação, mais uma vez foi destacada a necessidade de criação de um aterro sanitário, explicado pela técnica de campo que esta se torna uma alternativa realmente viável técnico e financeiramente se for feita de forma compartilhada entre municípios do entorno. A coleta seletiva também foi um serviço solicitado pelos participantes, que vêem nela não só a possibilidade de descartar menos resíduos, mas também de gerar emprego e renda para os catadores, que já fazem, parcialmente, esse trabalho só que em condições inadequadas.

A Oficina durou cerca de 02h00min e os moradores se mostraram satisfeitos com a oportunidade de poder falar sobre seus problemas que são muitos.

8.3 SETOR C

As técnicas de campo deram início a discussão fazendo um levantamento geral do trabalho que foi realizado até agora, resumindo o que aconteceu na fase de diagnóstico, mostrando aos presentes quais informações foram levantadas e quais problemas foram observados.

Por se tratar de uma Oficina de Prognóstico, o foco principal da discussão foi identificar soluções que os moradores julgassem adequadas para a localidade, levando em consideração suas especificidades.

Como possível solução para o problema que eles consideram como mais urgente, para a falta de água e suas tonalidades, os moradores acreditam que resolver o problema da pressão, melhorar o tratamento, aumentar o volume distribuído com ampliação da ETA (Estação de Tratamento de Esgoto) e o planejamento de distribuição de água para os novos loteamentos, pode auxiliar na resolução destes problemas. A população também sugeriu a possível instalação de um sistema independente do abastecimento de água, com cobrança de tarifa, a qual pode ter resistência por parte da população no início, mas depois se acostumam.

Para a falta de esgotamento sanitário, os participantes identificaram como mais adequado para as áreas urbanizadas a implementação do sistema de esgotamento de forma escalonada (regulamentada por lei), mas, com um caráter mais emergencial as fossas sépticas deverão ser uma alternativa (já que estão ao alcance da população), pelo menos, para aqueles que têm terreno suficiente. Porém respeitando a distância adequada das cisternas/poços, pelo risco de contaminação. Foi sugerido pela população, também, que os loteamentos novos já fossem implantados com sistema de esgotamento, que não fosse fossa séptica, além da instalação de ETEs tanto nas zonas urbanizadas (sendo pelo menos 60% da Sede com ampliação para 100%) como na zona rural. A população também sugeriu a elaboração de lei municipal sobre fossas sépticas.

Em relação à gestão de resíduos sólidos, o entendimento sobre a necessidade de ações que promovam a educação ambiental foi o destaque da discussão. Isso porque, os participantes compreenderam que sem a conscientização da

própria população, a implementação dos serviços não será suficiente para eliminar problemas como: resíduos jogados nas ruas, animais rasgando resíduos e proliferação de vetores em decorrência de resíduos acumulados em locais inadequados. A população também ratificou a necessidade de quando houver reformas grandes do gerador solicitar da prefeitura o “papa entulho”. Além disso, foi sugerida a implantação de ganchos para pendurar os sacos para a coleta, da coleta seletiva com centro de triagem, incentivo a implantação de centros de compostagem, legislação de infrações e penalidades com relação a resíduos sólidos (disposição irregular e/ou fora do horário de passagem da coleta) e sistema móvel para informar o horário de passagem do caminhão coletor. Com preocupação, foi levantada a possibilidade de criação de um aterro sanitário compartilhado (município do entorno), explicado pela técnica de campo que esta se torna uma alternativa viável técnico e financeiramente. Além disso, foi sugerida também a implementação de uma equipe que fiscalize quintais, a fim de evitar o acúmulo de resíduos distintos atraindo vetores para toda a vizinhança.

Com relação à drenagem pluvial, faz necessária a implementação de um sistema de drenagem eficiente em toda área urbanizada, com realização de manutenção constante, além da interrupção das ligações clandestinas dos efluentes domésticos. A população também sugeriu que fosse realizado estudo topográfico para auxiliar na implantação do sistema de drenagem, e que o mesmo fosse instalado juntamente com o sistema de esgotamento sanitário.

Após a discussão sobre as possíveis soluções para os problemas levantados no Produto C (Diagnóstico), os participantes da oficina falaram sobre como vêem o município com a implementação desses serviços. Para eles, o principal ganho será o aumento da saúde e consequentemente da qualidade de vida da população. Eles consideram a situação atual dos serviços de saneamento básico no município como precárias por isso clamam por melhorias nos serviços, principalmente no que diz respeito ao abastecimento de água. Além disso, consideraram que o município reduzirá gastos com o manejo de resíduos, devido ao envio para o Aterro apenas dos resíduos considerados como rejeitos e da reciclagem/compostagem dos outros resíduos; redução dos gastos com saúde, devido à melhoria da qualidade de vida; incentivo a

agricultura e pecuária familiar, utilizando de adubos orgânicos, provenientes da compostagem; pela redução dos gastos em outros setores o município pode investir em outras áreas; redução dos riscos de contaminação do lençol freático; diminuição dos alagamentos; diminuição dos vetores e pragas urbanas; diminuição do lançamento de esgotos domésticos para vias públicas/céu aberto/rios/riachos; melhoria da estrutura viária; aumento da arrecadação municipal; entre muitas outras.

A oficina de prognóstico durou em média 01h30min.

9. PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO

9.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

9.1.1 PROJEÇÃO DA DEMANDA ANUAL DE ÁGUA PARA CONCEIÇÃO DO JACUÍPE AO LONGO DOS 20 ANOS

O cálculo da demanda anual de água de Conceição do Jacuípe para os 20 (vinte) anos considerou-se as populações total, urbana e rural projetadas, bem como, o consumo *per capita* e os coeficientes de “dia de maior consumo” (K_1) e de “hora de maior consumo” (K_2).

O consumo médio *per capita*, de acordo com dados fornecidos pela Embasa em reunião no município para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe, é de aproximadamente 67 L/hab.dia, ao logo dos 20 anos foi decidido que este valor deve chegar a 90 L/hab.dia. Os valores adotados para K_1 e K_2 foram de, respectivamente, 1,2 e 1,5.

A partir destes dados foram calculadas as demandas hídricas total, urbana e rural, cujos valores estão expostos na Tabela 41.

Tabela 41 – Projeção da demanda anual de água para Conceição do Jacuípe

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Total			Urbano			Rural		
				Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)	Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)	Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)
2017	32638	26486	6153	25,3	30,4	45,6	20,5	24,6	37,0	4,8	5,7	8,6
2018	33012	26893	6119	26,0	31,2	46,8	21,2	25,4	38,1	4,8	5,8	8,7
2019	33386	27300	6086	26,7	32,0	48,0	21,8	26,2	39,2	4,9	5,8	8,7
2020	33760	27707	6052	27,4	32,8	49,2	22,4	26,9	40,4	4,9	5,9	8,8
2021	34133	28114	6019	28,0	33,7	50,5	23,1	27,7	41,6	4,9	5,9	8,9
2022	34507	28520	5987	28,8	34,5	51,8	23,8	28,5	42,8	5,0	6,0	9,0
2023	34881	28927	5954	29,5	35,4	53,0	24,4	29,3	44,0	5,0	6,0	9,1
2024	35254	29333	5922	30,2	36,2	54,4	25,1	30,1	45,2	5,1	6,1	9,1
2025	35628	29739	5889	30,9	37,1	55,7	25,8	31,0	46,5	5,1	6,1	9,2
2026	36002	30145	5857	31,7	38,0	57,0	26,5	31,8	47,7	5,2	6,2	9,3
2027	36376	30550	5826	32,4	38,9	58,4	27,2	32,7	49,0	5,2	6,2	9,3
2028	36749	30955	5794	33,2	39,8	59,7	27,9	33,5	50,3	5,2	6,3	9,4
2029	37123	31361	5763	33,9	40,7	61,1	28,7	34,4	51,6	5,3	6,3	9,5
2030	37497	31766	5731	34,7	41,7	62,5	29,4	35,3	52,9	5,3	6,4	9,6
2031	37871	32170	5700	35,5	42,6	63,9	30,2	36,2	54,3	5,3	6,4	9,6
2032	38244	32575	5669	36,3	43,6	65,3	30,9	37,1	55,6	5,4	6,5	9,7
2033	38618	32979	5639	37,1	44,5	66,8	31,7	38,0	57,0	5,4	6,5	9,8
2034	38992	33383	5608	37,9	45,5	68,2	32,5	38,9	58,4	5,5	6,5	9,8
2035	39365	33787	5578	38,7	46,5	69,7	33,2	39,9	59,8	5,5	6,6	9,9
2036	39739	34191	5548	40,0	48,0	72,0	34,4	41,3	62,0	5,6	6,7	10,1
2037	40113	34595	5518	40,9	49,0	73,5	35,2	42,3	63,4	5,6	6,7	10,1

Fonte: Autor, 2017

Pode-se verificar que, para a demanda da população total, no ano de 2017 as demandas média, máxima diária e máxima horária são de, respectivamente: 25,3; 30,4; e 45,6; enquanto que no ano de 2037 estes valores são de: 40,9; 49,0; e 73,5. Tais valores representam um aumento de 66,8%, 66,45% e 66,5%, respectivamente.

Nota-se também que os valores para a área rural são bem menores que para a área urbana, podendo ser justificada pela densidade demográfica da região comparada à área urbana. A porcentagem equivalente dos valores da população rural, tendo como base os valores da população total para demandas média, máxima diária e máxima horária é de, respectivamente: 23,4, 23,17 e 23,24.

9.1.2 CENÁRIO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA

9.1.2.1 ÁREAS URBANIZADAS

As áreas urbanizadas são contempladas pelo sistema de abastecimento da Embasa em 59,4 %, muitos bairros sofrem com falta de água freqüente causando uma redução no índice de abastecimento. Desta forma, o cenário escolhido para estas áreas estima-se aumento do índice de abastecimento para que chegue a 100%, reduzindo as faltas de água devido às melhorias operacionais.

O índice de perdas, por sua vez, sai de um patamar de cerca de 45% para 33%, decidido em reunião com o comitê de coordenação. Conforme o PLANSAB, o índice de perdas da Região Nordeste está entre 29-33%. Os sistemas devem reduzir os índices de perdas, a fim de alcançar valores mais próximos a zero e, consequentemente, aumentar o índice de abastecimento.

Neste cenário, haverá um aumento do *per capita*, para que o mesmo chegue mais próximo do indicado pela OMS, logo sairá de 67L/hab.dia para 90L/hab.dia, haverá a diminuição de perdas havendo manutenção nos sistemas com mais freqüência e também se considerou que haverá uma ineficiência no que diz respeito à educação ambiental. Pelo que foi descrito acima, será necessária mais atenção no que diz respeito às ações de

educação ambiental e conscientização da população, a fim de torná-las mais efetivas, de modo que reduza o desperdício.

Tabela 42: Cenário escolhido para o abastecimento de água

VARIAVIES	Hipóteses		
	1	2	3
Índice de Atendimento por Rede Geral (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Perdas (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Atendimento por Soluções Individuais	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Tratamento de Água	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

Analisando a Tabela 42 percebe-se que havendo a diminuição do índice de perdas, consequentemente haverá o aumento no índice de abastecimento. Cabe, ratificar que o aumento do consumo per capita no caso específico do município não chega a ser negativo devido ao volume *per capita* atual ser bem inferior ao mínimo necessário, porém mesmo assim é necessário cuidado e eficiência nas ações de educação ambiental afim de sempre estar reduzindo o desperdício.

Tabela 43: Demanda de água do cenário escolhido

Ano	População Urbana (hab)	Índice de Atendimento (%)	População Urbana Atendida (hab)	Consumo per capita (l/hab.dia)	Demanda (L/s)	Demanda Máxima (K1) (L/s)	Índice de Perdas (%)	Produção Necessária (L/s)	Produção Necessária (K1) (L/s)
2017	26486	59,4	15732	67	12,2	14,6	45	17,7	21,2
2018	26893	61,3	16472	68	13,0	15,6	44,5	18,7	22,5
2019	27300	63,1	17226	69	13,8	16,5	44,0	19,8	23,8
2020	27707	64,9	17982	70	14,6	17,5	43,5	20,9	25,1
2021	28114	66,8	18766	71	15,4	18,5	43,0	22,1	26,5
2022	28520	68,6	19565	72	16,3	19,6	42,5	23,2	27,9
2023	28927	70	20379	73	17,2	20,7	42,0	24,4	29,3
2024	29333	72	21193	74	18,2	21,8	41,5	25,7	30,8
2025	29739	74	22007	75	19,1	22,9	41,0	26,9	32,3
2026	30145	76	22865	76	20,1	24,1	40,5	28,3	33,9
2027	30550	78	23829	77	21,2	25,5	40,0	29,7	35,7
2028	30955	80	24764	78	22,4	26,8	39,5	31,2	37,4
2029	31361	82	25716	79	23,5	28,2	39,0	32,7	39,2
2030	31766	84	26683	80	24,7	29,6	38,5	34,2	41,1
2031	32170	86	27666	81	25,9	31,1	38,0	35,8	43,0
2032	32575	88	28666	82	27,2	32,6	37,5	37,4	44,9
2033	32979	90	29681	83	28,5	34,2	37,0	39,1	46,9
2034	33383	92	30713	84	29,9	35,8	36,5	40,8	48,9
2035	33787	94	31760	85	31,2	37,5	36,0	42,5	51,0
2036	34191	96	32823	87	33,1	39,7	35,5	44,8	53,7
2037	34595	98	33903	88	34,5	41,4	35,0	46,6	55,9

9.1.2.2 ZONA RURAL

A respeito do cenário escolhido para a Zona Rural, estimou-se a necessidade de investimentos em infraestruturas de abastecimento de água pela EMBASA ou Outros Prestadores, de forma a ampliar a cobertura de abastecimento de água.

Em relação aos índices de atendimentos por poço coletivo e por soluções individuais, estimou-se o aumento destes nas áreas onde a Rede Geral não conseguir alcançar.

O índice de perdas, por sua vez, estima-se diminuição, devido à implantação de sistemas novos e da inserção de melhorias e manutenção mais constantes nas redes de abastecimento.

Neste cenário, considerou-se o aumento do consumo per capita, isso se deve ao fato do mesmo está muito abaixo do mínimo necessário para a manutenção do bem estar da população. Contudo é necessário atenção nas ações de educação ambiental e conscientização da população, a fim de não aumentar o desperdício e melhorar o uso da água.

O cenário escolhido está exposto na tabela 44 considerando todas as variáveis discutidas em itens anteriores.

Tabela 44: Cenário escolhido para o abastecimento de água

VARIAVEIS	Hipóteses		
	1	2	3
Índice de Atendimento pela Rede Geral	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Atendimento por Solução Individual	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Tratamento da Água	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de Perdas	Aumenta	Mantém	Diminui
Consumo per capita (L/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui
Outras Soluções de Abastecimento	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

9.1.3 OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES

A tabela 42 compõe a análise da situação atual do abastecimento de água do município de Conceição do Jacuípe e a projeção do cenário escolhido, contemplando os objetivos, metas e prioridades, a fim de cumprir as estimativas apontadas anteriormente.

Tabela 45: Cenários, objetivos e metas para o abastecimento de água

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
SITUAÇÃO DAS ÁREAS URBANIZADAS	**OBJETIVOS**	**METAS**	**PRIORIDADE**
Desmatamento das matas ciliares dos rios e riachos	Programas de recuperação de áreas degradadas e reflorestamento	Curto Prazo	Alta
Baixa vazão de captação e distribuição	Ampliação do sistema e das formas de captação	Imediatas/ Emergenciais	Alta
Índice de perdas na rede de distribuição de média de 45%	Manutenção constante e monitoramento da rede de distribuição para diminuir o índice de perdas	Curto prazo	Alta
Falta de regularidade no abastecimento de água em algumas ruas	Realização de melhorias no sistema de abastecimento, a fim de regularizá-lo e reduzir as faltas de água	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Água com aparência duvidosa	Melhoria no sistema de tratamento e maior esclarecimento para a população	Imediatas ou Emergenciais	Alta
SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA RURAL	**OBJETIVOS**	**METAS**	**PRIORIDADE**
Existência de sistemas coletivos de abastecimento sem tratamento e sem cobrança pelo serviço	Melhorar os sistemas de abastecimento com inserção da etapa de tratamento e eleger um prestador de serviço para a sua operação e manutenção	Curto prazo	Alta
Rebaixamento do nível do lençol freático e diminuição da vazão dos poços coletivos	Ações de reflorestamento, recuperação de áreas de preservação permanente para aumentar o coeficiente de infiltração	Curto Prazo	Alta

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
Localidades sem sistema de abastecimento de água	Ampliação dos sistemas de abastecimento administrado por prestador de serviço	Curto prazo	Média
Falta de análises de qualidade da água dos poços coletivos	Realização do monitoramento da qualidade da água dos poços	Imediatas ou emergenciais	Alta
Abastecimento de água por poço ou nascente sem tratamento prévio	Ampliação do tratamento da água nos sistemas coletivos e individuais	Curto prazo	Alta
Carência no abastecimento de água em algumas localidades	Perfuração de novos poços coletivos	Curto prazo	Alta
	Ampliação das soluções individuais	Curto Prazo	Alta

Fonte: Autor, 2017

De acordo o TR da FUNASA, para a definição das metas foi utilizado às seguintes definições: imediatas ou emergenciais (até 3 anos); curto prazo (entre 4 a 8 anos); médio prazo (entre 9 a 12 anos); e longo prazo (entre 13 a 20 anos); e com relação as prioridades: alta, média e baixa.

9.1.4 PRINCIPAIS MANANCIAIS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

Conforme apresentado no Produto C - Diagnóstico, o município de Conceição do Jacuípe de acordo a configuração da ANA, faz parte da Região Hidrográfica Atlântico Leste conforme a figura 9.

Figura 9: Localização da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Fonte: ANA, 2006

Segundo a ANA (2017) a Região Hidrográfica (RH) Atlântico Leste engloba as capitais dos estados de Sergipe e da Bahia, alguns grandes núcleos urbanos e um parque industrial significativo. Estão inseridos nesta região 526 municípios total ou parcialmente.

Tabela 46: Características da RH Atlântico Leste

Característica	Valor	Um	% Território brasileiro
Área	388160	km²	4,5
População 2010	15066543	Hab	7,9
Densidade demográfica	39	hab/km²	-

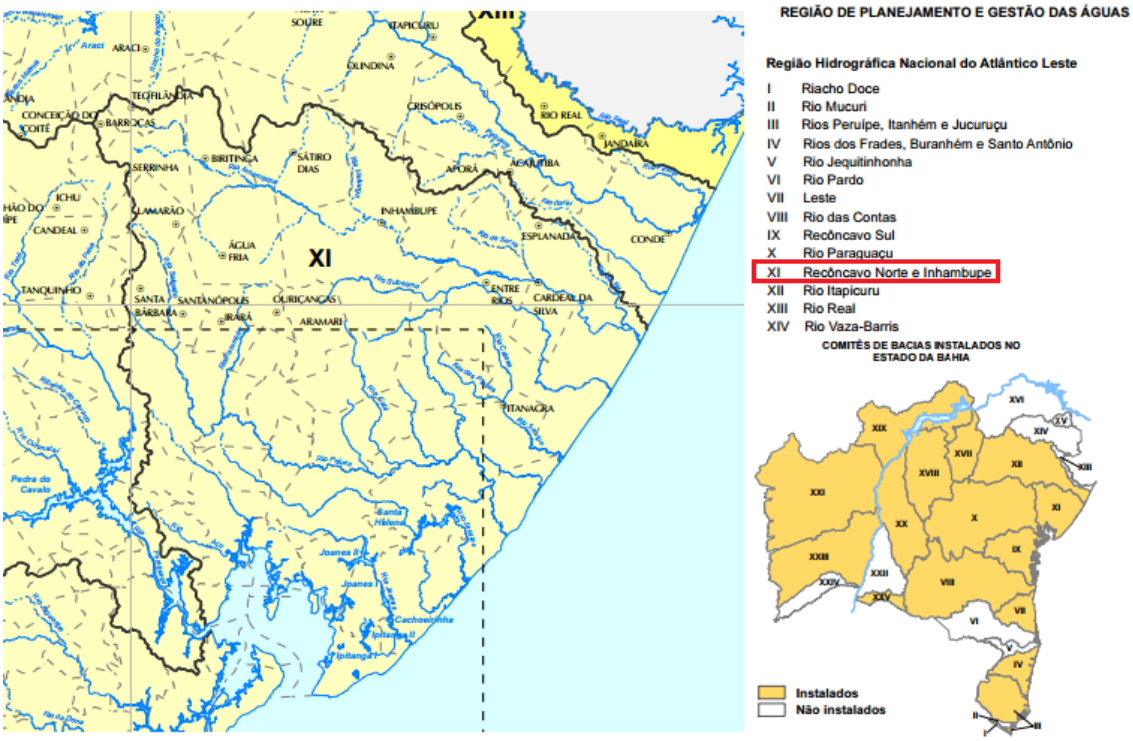
Fonte: Autor, 2017

Em relação à população, 75% (aproximadamente 11,2 milhões de pessoas) encontravam-se nas cidades, principalmente nas regiões metropolitanas de Salvador e Aracaju. Na região existe uma densidade demográfica de 39 hab/km², enquanto a média do Brasil é de 22,4 hab/km². Em toda a região encontram-se 468 sedes municipais (8% do País). A distribuição da área da bacia nas unidades da federação é: Sergipe - 3,8%, Bahia - 66,8%; Minas Gerais - 26,2%, e Espírito Santo - 3,2%. A Bahia é o Estado que possui a maior parte da sua extensão pertencente a esta região. A vazão média de longo período estimada da região é de 1.484 m³/s, que representa 0,9% do total do País (ANA, 2002).

Ainda segundo a ANA (2002), a Região Hidrográfica Atlântico Leste tem fragmentos dos Biomas Floresta Atlântica, Caatinga, pequena área de Cerrados e, evidentemente, biomas Costeiros e Insulares. Observa-se que uma das maiores evoluções da ação antrópica sobre a vegetação nativa ocorreram nesta região:- a caatinga foi devastada pela pecuária que invadiu os sertões; o Recôncavo Baiano e a Zona da Mata foram desmatados para a implantação da cultura canavieira; e as matas úmidas do sul da Bahia foram substituídas para dar lugar as plantações de cacau. Hoje ainda observa-se que o extrativismo vegetal para exploração de madeira representa uma das atividades impactando significativamente o meio ambiente da área em questão.

Dentro do Estado da Bahia, segundo o INEMA, o mesmo pertence a RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe, a qual faz limite com as RPGA's Recôncavo Sul, Paraguaçu e Itapicuru (Figura 10).

Figura 10: – RPGA Recôncavo Norte e Inhambupe



Fonte: Adaptado de BAHIA (2014).

Segundo o INEMA (2017) a bacia hidrográfica do Recôncavo Norte e Inhambupe está localizada no nordeste da Bahia, possui uma área de 18.015 km². Fazem parte dessa região 46 municípios com uma população estimada de 3.742.632 habitantes (INEMA, 2015). Entretanto 29 municípios integram totalmente, a saber: Madre de Deus, Entre Rios, Mata de São João, Camaçari, Simões Filho, Candeias, Lauro de Freitas, Santo Amaro, Coração de Maria, **Conceição do Jacuípe**, Teodoro Sampaio, Terra Nova, Água Fria, *Irará*, Cardeal da Silva, Alagoinhas, Aramari, Pedrão, Catu, Amélia Rodrigues, Itanagra, Santanópolis, Ouriçangas, Pojuca, Araçás, Dias D'ávila, São Sebastião do Passé, São Francisco do Conde, Salvador.

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (2014), as bacias do Recôncavo Norte e Inhambupe possuem vazão específica de 2,2 e 1,42 l/s.km² respectivamente, como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 11 – Informações das principais bacias e sub-bacias

Principais bacia ou sub-bacias	Area de drenagem (km²)	Área do Estado (%)	Vazão específica (l/s.km²)	Vazão média (m³/s)	Descarga de base (m³/s)
a) Principais sub-bacias do Rio São Francisco					
- Rio Carinhanha	9.872	1,7%	10,69	179,6	57,45
- Rio Corrente	34.886	6,2%	6,67	233,86	171,56
- Rio Grande	76.652	13,6%	4,05	307,65	211,21
- Rios Carnaíba de Dentro e Sto Onofre	13.559	2,4%	1,04	25,5	0,018
- Rio Paramirim	16.874	3,0%	0,54	8,93	0,0
- Rios Jacaré e Verde	29.723	5,3%	0,54	16,03	0,005
- Rio Salitre	14.135	2,5%	0,073	0,99	0,012
b) Bacias do Atlântico Leste					
- Rio Vaza-Barris	14.351	2,5%	0,77	11,35	0,704
- Rio Itapicuru	36.505	6,5%	0,761	27,57	3,96
- Rio Real	2.614	0,5%	3,21	7,85	0,15
- Rio Inhambupe	5.315	0,9%	2,2	12,75	1,16
- Bacias do Recôncavo Norte	11.529	2,0%	1,42	17,55	1,99
- Rio Paraguaçu	54.098	9,6%	2,1	116,7	16,4
- Bacias do Recôncavo Sul	17.828	3,2%	3,67	63,7	18,05
- Rio de Contas	55.497	9,8%	2,01	112,7	2,0
- Bacias Leste	9.504	1,7%	4,73	44,6	2,8
- Rio Pardo	19.935	3,5%	2,14	69,1	17,7
- Rio Jequitinhonha	4.098	0,7%	7,7	535,1	131,8
- Bacias do Extremo Sul	27.229	4,8%	6,6	228,3	92,5

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos (2004).

O município em estudo é banhado pelos Rios Jacuípe, Pojuca e Abuçu e pelo Riacho dos Cágados.

A respeito dos mananciais subterrâneos, Conceição do Jacuípe possui formações do tipo Sedimentar e está inserido no Grupo Barreiras (Grupo I) e Tucano-Jatobá (Grupo I). O primeiro situa-se a leste do município e o segundo o norte, sul e sudoeste.

O abastecimento de água no município, que é feito pela EMBASA vem do sistema compartilhado de Amélia Rodrigues da barragem de Pedra do Cavalo.

Com relação às áreas rurais, as mesmas são abastecidas principalmente por águas de poços individuais/coletivos, nascentes/fontes. Normalmente não possuem prestador de serviço, exceto a localidade de Picado/Picadinho e Cedro.

9.1.4.1 MANANCIAIS SUPERFICIAIS

Conforme visto acima, os rios que banham o município de Conceição do Jacuípe são: Jacuípe, Pojuca e Abuçu e pelo Riacho dos Cágados.

O Rio Jacuípe é afluente do Rio Paraguaçu e logo a jusante do seu encontro foi construída a Barragem de Pedra do Cavalo, a qual abastece o SIAA de Amélia Rodrigues que fornece para Conceição do Jacuípe.

Em relação ao Lago da Barragem de Pedra do Cavalo as principais fontes de poluição são os esgotos sanitários e resíduos sólidos ao longo da bacia do Jacuípe, da bacia do Paraguaçu e do entorno da barragem; o lixão de Feira de Santana; as indústrias do Centro Industrial do Subaé localizadas no Pólo do Tomba; e as atividades agropecuárias (PAARMS,2016).

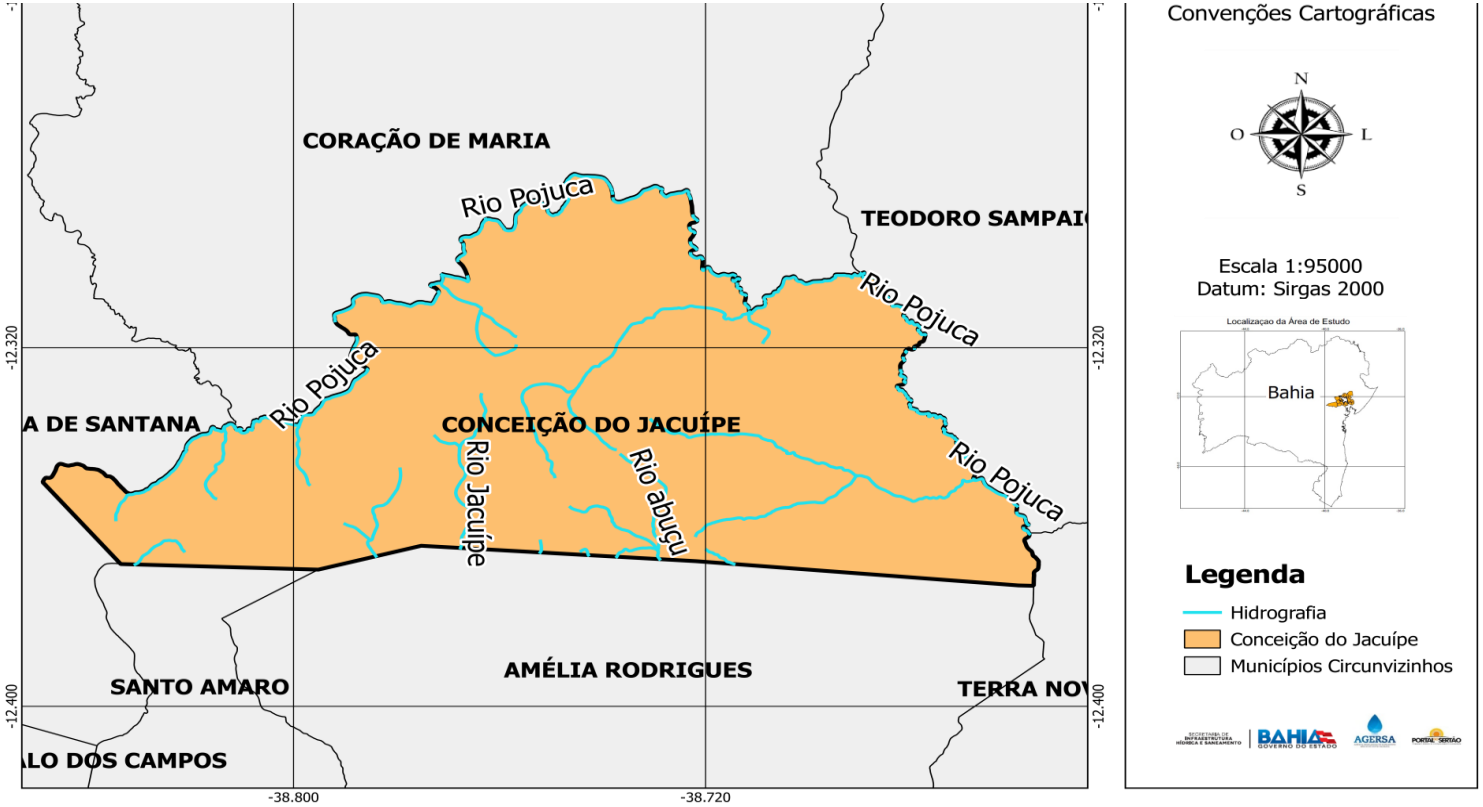
No geral, os rios do município sofrem com desmatamento, lançamento de efluentes domésticos, lançamento de resíduos sólidos, agropecuária, entre outras atividades, que acabam não só comprometendo a qualidade das águas, mas também alterações no curso hídrico e vazão.

Devido às alterações sofridas pelos corpos hídricos ao longo dos anos, seja pela ação antrópica ou não, antes da definição das alternativas de abastecimento para atender a área de planejamento, conforme o horizonte projetado deve-se realizar estudo específico nos corpos hídricos.

Desta forma, o estudo deve considerar, no mínimo, algumas características: enquadramento, a fim de verificar a classe do mesmo devido aos inúmeros fatores que podem influenciar a sua qualidade, realizando análises físico-químicas e biológicas; vazão, de modo que identifique o volume do seu fluxo; capacidade para outorga, a qual dependerá da vazão do corpo hídrico e definirá o volume máximo permitido de adução num determinado período.

O mapa abaixo mostra a Hidrografia do Município de Conceição do Jacuípe.

Figura 12: Hidrografia de Conceição do Jacuípe



Fonte:Autor, 2017

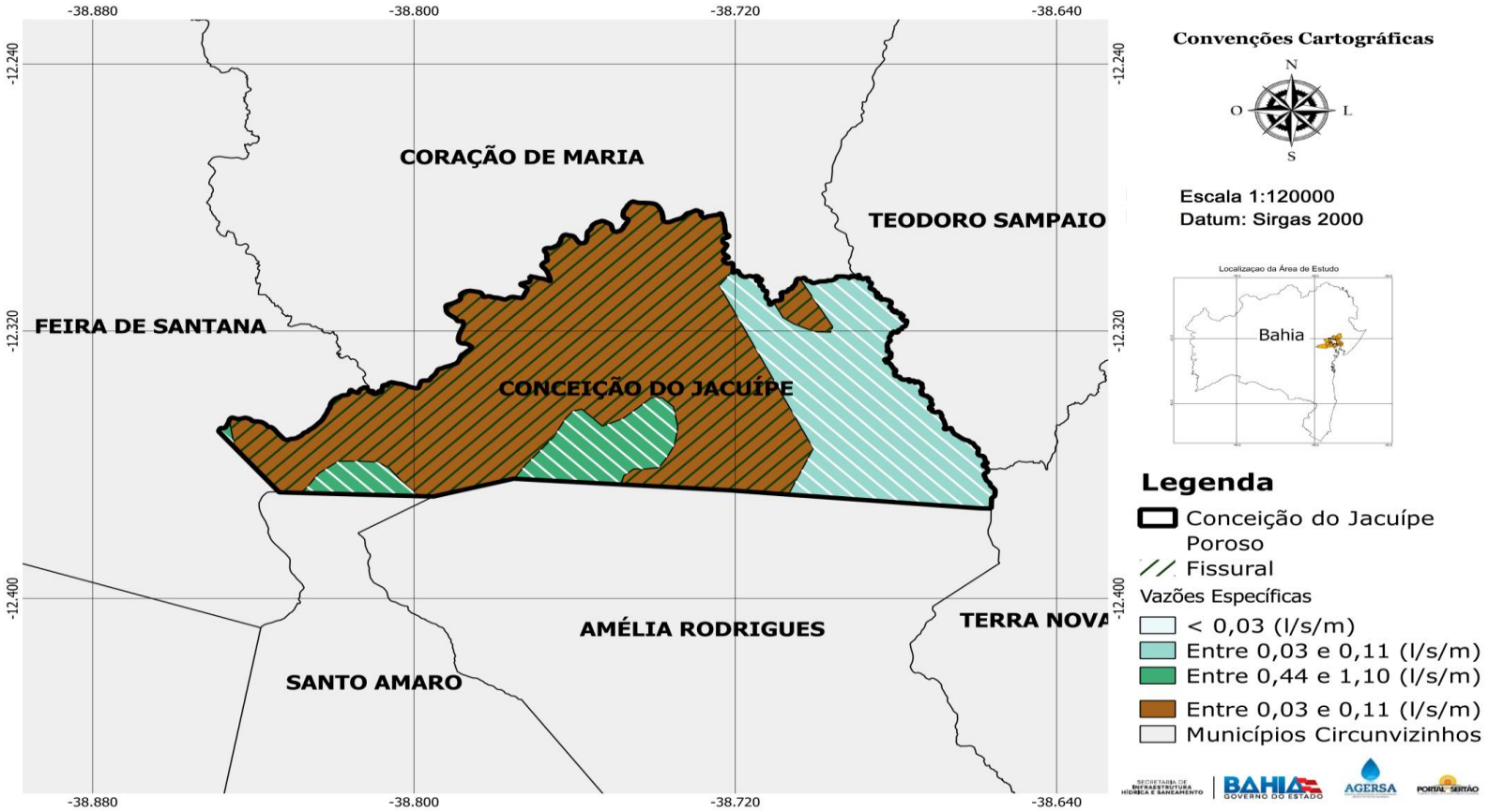
9.1.4.2 MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

O aqüífero é definido como toda formação geológica subterrânea que tem a capacidade de armazenar água e permitir a sua movimentação, servindo como um reservatório. A depender de sua formação geológica, suas águas podem ter suas características físico-químicas distintas.

No caso do município de Conceição do Jacuípe, o mesmo está localizado em cima do tipo de aqüífero Sedimentar e está inserido no Grupo Barreiras (Grupo I) e Tucano-Jatobá (Grupo I). O aquífero sedimentar é um aqüífero poroso que tem alto potencial e constitui um importante reservatório de água subterrânea em virtude da alta porosidade/permeabilidade e da espessura dos sedimentos, permitindo a retirada de vazões significativas (MMA, 2006).

A produtividade de um aquífero reflete diretamente na vazão específica do mesmo. Quanto maior a sua produtividade maior a vazão. A figura 13 ilustra os tipos de produtividade com suas respectivas vazões. A importância da definição de sua produtividade é porque através dela será determinado o volume estimado que o aqüífero possa produzir.

Figura 13: Hidrogeologia de Conceição do JAcuípe



9.1.5 ALTERNATIVAS DE MANANCIAIS PARA ATENDER A DEMANDA CALCULADA

Para definir as alternativas de abastecimento para atender a demanda, deve-se considerar e analisar a projeção populacional juntamente com seu comportamento ao longo dos anos, além das ofertas de água necessárias para atender a demanda populacional, bem como os possíveis fatores que venham interferir no seu fornecimento.

Ao longo dos 20 (vinte) anos, haverá um crescimento significativo da populacional (8222 pessoas), sendo que a proporção da população urbana e rural em 2017 esta de 86,44% para 13,56% respectivamente. Desta forma, foi possível observar alteração quando comparado com a situação atual, que esta com a proporção de 80,49% e 19,51%. Ou seja, nota-se a existência de migração da Zona Rural para a Zona Urbana.

Como informado em tópicos anteriores, à população da área urbana é 59,4% atendida. Muitos bairros sofrem com falta de água constantemente, devido a problemas operacionais, segundo relatos. Além disso, as perdas dos sistemas são altíssimas (em média 45%), ao comparar com outros municípios e sistemas.

Já a área rural, algumas localidades possuem sistema de distribuição cujo manancial é subterrâneo, as que não possuem buscam águas de nascente/fontes, chafariz ou poços individuais e carros pipas. Nenhuma destas formas de abastecimento possui tratamento, exceto quando o próprio morador a realiza (fervura ou cloração).

Deve-se considerar também que a vazão dos rios não são as mesmas de anos passados. Devido às atividades antrópicas, há comprometimento da quantidade e qualidade das suas águas. Fato este que dificulta a escolha de alternativas de abastecimento sem estudo prévio. Cabe completar também que, até o momento, desconhece-se a existência de dados que tratem sobre suas características físico-químicas e biológicas. Por fim, deve-se analisar também, a outorga expedida para as áreas urbanizadas.

Nas Tabelas 47 e 48 estão expostas a demanda atual (2017) de água para ambas as áreas e as previstas para o ano de 2037.

Tabela 47: Demanda de água atual (2017)

ZONA	DEMANDA MÉDIA	DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA
URBANA	20,5 L/s	24,6 L/s	37 L/s
RURAL	4,8 L/s	5,7 L/s	8,6 L/s

Fonte: Autor, 2016

Tabela 48: Demanda de água futura (2037)

ZONA	DEMANDA MÉDIA	DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA
URBANA	35,2 L/s	42,3 L/s	63,4 L/s
RURAL	5,6 L/s	6,7 L/s	10,1 L/s

Fonte: Autor, 2016

Analisando os valores, verifica-se que para a Zona Urbana há um aumento médio de 14,7 L/s, enquanto que para a Zona Rural este aumento é de 0,8 L/s, ao longo dos 20 (vinte) anos.

A respeito das áreas urbanizadas, atualmente a demanda de água média é de 1.771.200 L/dia (1771,2 m^3/dia), considerando o per capita de 67 L/hab.dia. No ano de 2037 esta demanda será de 3.041.280 L/dia (3041,68 m^3/dia), considerando o per capita de 90L/hab.dia. Ou seja, um aumento de 71,7% na demanda em 20 anos, o que corresponde a um aumento de 3,58% ao ano.

Desta forma, as áreas urbanizadas devem priorizar ações para reduzir as perdas dos sistemas e buscar por alternativas de abastecimento que podem ser por manancial subterrâneo e/ou superficial. Em termos gerais, deve-se investir em melhorias nos sistemas de abastecimento, a fim de diminuir o número de perdas e das faltas de água constantes das áreas urbanizadas.

As áreas rurais, por sua vez, possui uma demanda média atual de 414720 litro/dia (414,72 m^3/dia), considerando o per capita de 67 L/hab.dia, e 483840 L/dia (483,84 m^3/dia), considerando o per capita de 90 L/hab.dia. este valor

corresponde a um aumento de 16,7% na demanda em 20 anos, correspondendo a um aumento de 0,83% ao ano.

Devem ser priorizadas ações para implantação de novos sistemas coletivos de abastecimento, bem como inserção da etapa de tratamento em todos eles, tendo em vista que os atuais não a possuem. Além de realização de programa de monitoramento, a fim de deixar o índice de perdas o menor possível.

Contudo, é importante ressaltar que para a escolha das alternativas é preciso realizar estudo específico sobre as condições dos mananciais, sejam superficiais ou subterrâneos, tal estudo também deve contemplar, no mínimo, análises físico-químicas e bacteriológicas das águas e se a vazão consegue atender a demanda municipal e por quanto tempo.

Conceição do Jacuípe, como já foi dito é abastecida pelo sistema de Amélia Rodrigues, porém não somente ele. A Tabela 49 apresenta os dados referentes à projeção populacional para o ano de 2037 dos municípios do SIAA de Amélia Rodrigues, bem como, a demanda de água e o índice de perdas dos mesmos. Além disso, é apresentada a vazão necessária a ser capitada considerando e não considerando o índice de perda projetado para o ano de 2037.

Tabela 49: Estimativa de demanda de água no SIAA de Amélia Rodrigues

Municípios do SIAA de Amélia Rodrigues	População estimada 2037	Índice de perdas (%) em 2037	Demanda (L/s)	Vazão necessária (L/s)	Vazão Captada (L/s)
Amélia Rodrigues	33.338	26,9	70,7	89,7	70,0
Conceição do Jacuípe	40.113	35,0	73,5	99,2	
Coração de Maria	28.579	23,8	41,2	51,0	
Terra Nova	14.464	24,7	34,7	43,3	
TOTAL	116.494	-	220,1	283,2	70,0

Fonte: Autor, 2017

Considerando os municípios (Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria e Terra Nova) que são abastecidos pelo SIAA de Amélia Rodrigues, estima-se que em 2037 haverá uma população de 116.494 habitantes que representa uma demanda de aproximadamente de 220,1 L/s.

Ao considerar o índice de perdas na distribuição e a demanda observa-se a necessidade de se aumentar a vazão captada atual que é de 70 L/s para 283,2 L/s, ao longo do horizonte de planejamento.

9.1.6 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DA DEMANDA CALCULADA

9.1.6.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo dados anteriores, para as áreas urbanizadas a Embasa capta em média, atualmente, cerca de 20,5 L/s e a projeção para 2037 é de 36,5 L/s. Ao considerar as perdas do sistemas (33%) este valor deve ser de 24,455 L/s no ano de 2037.

Está previsto um crescimento acelerado da população, principalmente na área urbana, é necessário que o município inicie ações para diminuir as perdas; melhorar a operação dos sistemas, de modo que atenda eficientemente toda a área urbanizada, já que toda ela possui rede de abastecimento de água; e aumentar o volume captado, seja por meio de novos poços, novos sistemas de captação, etc.

Além disso, o município também deve investir em ações para restauração e conservação das florestas e APPs, devido a grande quantidade de áreas desmatadas, principalmente com relação as APPs de nascentes.

Em relação às áreas urbanizadas, o abastecimento de água é feito pelo SIAA de Amélia Rodrigues, logo existem problemas em relação a regulação havendo muita falta de água em diversos bairros, deve-se analisar a necessidade de uma ampliação desse sistema ou outra alternativa de abastecimento.

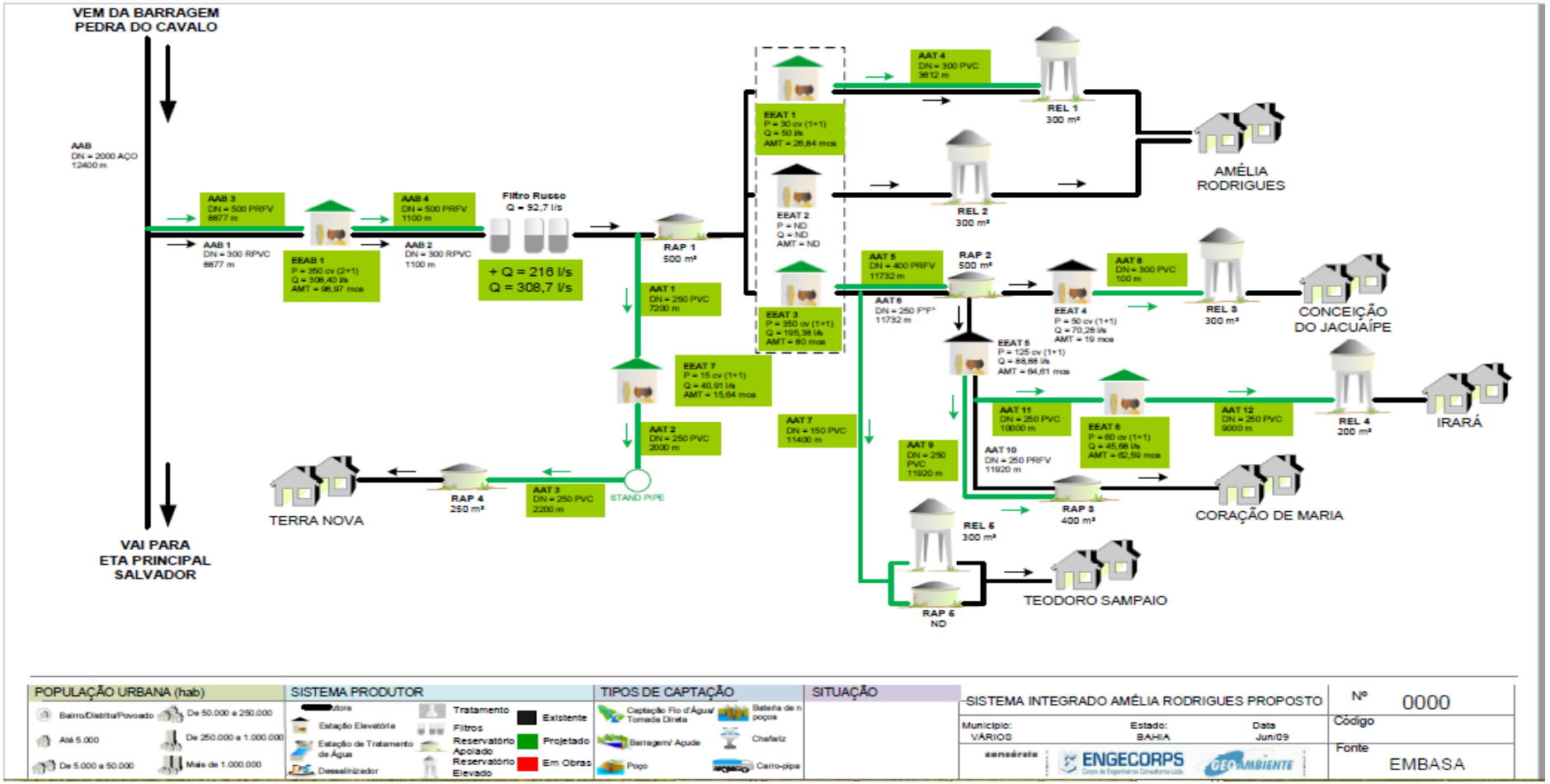
A respeito das ETA devem ser realizadas melhorias nas mesmas para que aumente o volume de captação, seja por meio de perfuração de novos poços ou captação superficial, e de tratamento, principalmente nos sistemas que a população reclamou que a água vinha com muito cloro.

Com relação às zonas rurais, deve-se investir em ações para garantir a universalização dos serviços de abastecimento. Sabe-se que algumas localidades utilizam de sistemas por poços coletivos, porém os mesmos não dispõem da etapa de tratamento.

Desta forma, deve-se realizar estudo específico para definir a forma de abastecimento da localidade, buscando, preferencialmente, implantar sistemas coletivos de abastecimento, o qual deve ser administrado por ente capaz (Embasa, outros prestadores, consórcio público, associação, entre outros).

A figura abaixo mostra o croqui SIAA de Amélia Rodrigues que abastece o município de Conceição do Jacuípe.

Figura 14 – Croqui elaborado pela ANA para SIAA de Améia Rodrigues para o ano de 2025



Fonte: ANA, 2009.

9.1.6.2 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMENTO

9.1.6.2.1 SISTEMAS SIMPLIFICADOS DE ABASTECIMENTO COLETIVO

No município de Conceição do Jacuípe existem 10 localidades que são atendidas por poços coletivos. Com relação à localidade de Camudongo/Camudonguinho, o poço coletivo é administrado pela Prefeitura e não há cobrança de taxa. Deiró possui apenas o poço coletivo, administrado pela Prefeitura e não é cobrada nenhuma taxa. A localidade de Amparo tem o poço coletivo administrado pela Associação de Moradores de Amparo é cobrado uma taxa de 10,00. Urbis I, Urbis II e Nova Brasília o poço coletivo é administrado pela prefeitura. Trata-se de sistemas simplificados, pois apenas captam as águas e as distribuem sem nenhum tipo de tratamento.

Sabe-se que a taxa de infiltração contribui diretamente para a recarga dos mananciais subterrâneos e essa taxa depende de alguns fatores como: características do solo, presença ou não de água/ar no solo, presença ou não de vegetação, existência ou não de atividades produtivas e existência ou não de áreas impermeabilizadas.

Devido à existência de grandes áreas de pastagem e ações de desmatamento, incluindo de APP, o município de Conceição do Jacuípe deve ficar atento as estas práticas, pois poderão influenciar negativamente na recarga dos aqüíferos e, consequentemente, ir perdendo o volume de água destes. Desta forma, investir em ações de restauração florestal e recuperação de APPs, principalmente de nascentes, as quais são consideradas como uma das zonas de recargas dos aquíferos.

Estas ações irão auxiliar na recarga dos aqüíferos e permitirão que outros sistemas alternativos sejam implantados sem impactar tanto na vazão de outros poços, o que poderá acontecer caso continue o processo de desmatamento e caso outros sistemas se instalem aleatoriamente.

Ratificam-se, mais uma vez, a necessidade de realização de estudo hidrogeológico, a fim de conhecer as características do aqüífero (potencial hídrico, velocidade de fluxo subterrâneo, volume de adução, mapeamento piezométrico, coeficiente de armazenamento, entre outros); e perfil litológico,

que poderá fornecer informações a respeito da profundidade, quantidade de camadas e características físico-químicas das suas camadas.

Como ainda existem localidades na zona rural que não utilizam destes sistemas e sim apenas soluções individuais, verifica-se a necessidade de implantação de sistemas coletivos nestas localidades, principalmente naquelas mais adensadas, além de inserir a etapa de tratamento/desinfecção em todos os sistemas existentes.

9.1.6.2.2 OUTRAS FONTES DE ABASTECIMENTO COLETIVO

Outras formas de abastecimento coletivo são as nascentes/fontes, contudo deve-se levar em consideração critérios técnicos e operacionais, além de adoção de práticas educacionais para a população, a fim de assegurar a saúde da população, bem como garantir o funcionamento e não comprometer o meio ambiente. Em algumas situações, flagrou-se a população fazendo atividades nesses sem nenhum critério de higiene e cuidado para evitar a contaminação/poluição destas águas.

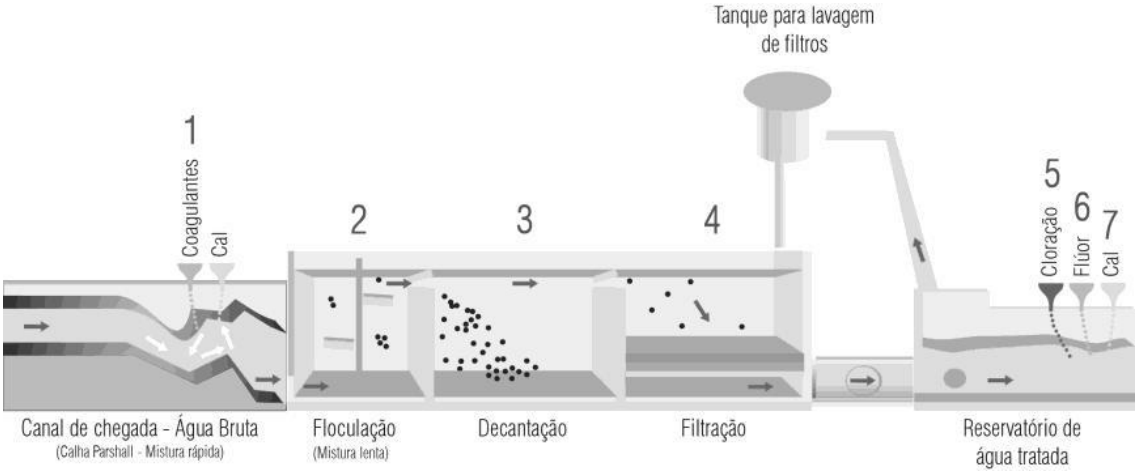
Estas estruturas não possuem nenhum mecanismo para assegurar a qualidade das águas. Estão localizadas em ambiente aberto, de livre acesso a todos, inclusive para dessedentação animal, ficando expostas a todo tipo de interferência.

Ou seja, o município precisa executar ações para melhorar as condições de uso destas águas de modo a assegurar a saúde da população e a preservação ambiental.

Outra opção que o município pode adotar é o sistema convencional de tratamento de água. Sistemas convencionais consistem em um conjunto de processos que vai desde a capitação em mananciais até a ligação domiciliar. Em geral, são utilizados são utilizados para atender a grandes demandas quando possui viabilidade técnica e econômica para tal.

O sistema convencional de tratamento de água utilizado, em geral, nas Estações de Tratamento de Água - ETA nesse tipo de sistema consiste nas etapas de Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Desinfecção, Fluoretação e Correção de pH.

Figura 15: Processo de Tratamento



Embasa, 2013

9.1.6.2.3 SOLUÇÕES INDIVIDUAIS

O município de Conceição do Jacuípe possui como alternativas para o abastecimento individual a captação de água de chuva, por meio de cisternas na zona rural; e poços individuais.

De acordo o cenário escolhido, estima-se que a adoção destas soluções aumente nas localidades que não é possível chegar á rede geral, contudo as soluções coletivas devem ser ampliadas sempre q possível. É importante que haja investimento dessas soluções, principalmente em locais que não possuem acesso fácil a outras formas de abastecimento.

- **Captação de água de chuva**

O município é vinculado ao Consórcio Público Portal do Sertão, e participam dos projetos de Primeira Água e Segunda Água, o portal disponibiliza o corpo técnico para planejamento e construção de Barreiro Trincheira familiar e Cisterna calçadão como captação para segunda água, que pode ser usada para agricultura, dessedentação animal, entre outros, exceto consumo humano e para planejamento e construção de Cisternas de placas de 16000 litros e Cisterna escolar como captação para primeira água, que pode ser usada para consumo com o devido tratamento. A tabela abaixo mostra quantas dessas tecnologias já existem no município.

Tabela 50: Construção de tecnologias para captação de água de chuva – Consórcio Portal do Sertão

Tipo de Tecnologia	Construídas	Em fase de construção
Cisterna de placas 16000 litros	0	65 (fase de cadastros)
Cisterna Escolar	Nenhuma	2 (fase de cadastro)
Barreiro Trincheira Familiar	0 O solo não é recomendado, muito arenoso.	Não haverá construção, pois o solo não é recomendado, muito arenoso.
Cisterna Calçadão	30	Nenhuma

Fonte: Autor, 2017

As cisternas de placa são construídas em placas de cimento ao lado da residência, com a participação da comunidade local em todas as etapas da construção, possui capacidade para armazenar 16 mil litros de água, o que garante água durante seis meses para uma família com até 06 pessoas (ASA Brasil, 2017).

Cisternas de água para produção possuem capacidade de 52 mil litros de água, de uso individual ou coletivo das famílias (MDS, 2017). O principio é da captação da água de chuva, por meio do telhado da casa, que flui por meio de calhas, sendo uma tecnologia fácil e de baixo custo econômico, contém placa de identificação, bomba manual, tampa, cadeado, canos e filtros (ASA Brasil e 2017: MDS, 2017).

Os Barreiros Trincheiras consistem em tanques longos, estreitos e fundos que são escavados no solo, servindo para armazenar água oriunda da chuva objetivando a produção de alimentos e dessedentação animal. Recebe esse nome, pois se parece muito com uma trincheira. (CAATINGA, 2013; COSTA, 2014).

A citada tecnologia é uma alternativa de baixo custo e construção simples, sendo que esse tipo de barreiro evapora muito menos água em comparação

aos barreiros tradicionais (COSTA, 2014). Para aumentar o volume armazenado na Barreiro Trincheira, não aumenta a largura e sim o comprimento. O local ideal para sua implantação deve possuir declive suave, talvez num local, onde em período chuvoso já ocorra naturalmente o empoçamento de água (Schistek, 2012).

Costa (2014) salienta que a depender do tipo de solo, o barreiro poderá ser de maior profundidade, diminuindo o seu comprimento, contudo é importante garantir que possua capacidade de armazenar no mínimo 500m³ ou 500 mil litros de água.

- **Poços**

Outra prática comum é o uso de poços individuais, contudo deve-se levar em consideração critérios técnicos e operacionais, além de adoção de práticas educacionais para a população. A fim de assegurar a saúde da população, bem como garantir o funcionamento e não comprometer o meio ambiente. O uso da água para usos nobres das soluções individuais devem ter programas específicos de monitoramento da qualidade da água, bem como tratamento/desinfecção, este último por meio de programas educacionais, a fim de que o próprio beneficiário realize o tratamento/desinfecção do seu sistema. É necessário um estudo de viabilidade na perfuração, uma vez que a região está também sobre um aquífero fissural, que por característica, apresenta vazões de produtividade muito baixa, menores que 3 m³/h, assim como vazões específicas entre 0,11 e 0,44 L/s/m, recebendo a classificação de Produtividade moderada, sendo recomendado que a profundidade em poços tubulares não ultrapasse 70 metros, sendo comum encontrar águas salinizadas (IBGE, 2013). Neste contexto, é importante um controle na qualidade da água ofertada, bem como na quantidade de poços perfurados, uma vez, que a abertura descontrolada de poços iria diminuir ainda mais a vazão, afetando na quantidade de água ofertada.

- **Nascentes**

Outra solução individual são as nascentes. Elas devem ser usadas com bastante controle, de modo a permitir que continuem a abastecer os mananciais e não sirva apenas para atender a demanda da população local. É

importante realizar um trabalho de conservação das nascentes, preservando as matas ciliares que ainda existem e recompondo as que foram desmatadas. Para esse fim, pode ser utilizado o SAF (Sistema Agroflorestal). No SAF ocorre o plantio de espécies agrícolas e florestais em uma mesma área, desta forma, torna possível a produção de grãos, frutos e fibras sem que a natureza seja prejudicada, uma vez que misturam-se espécies agrícolas, gramíneas, frutíferas e florestais no mesmo espaço (FRAGMAQ, 2015). O objetivo de utilizar esse sistema é incentivar a população a preservar a mata ciliar, não deixando das mesmas serem produtivas, uma vez que muitos utilizam essas áreas na produção de grãos e frutas.

- **Filtro de barro**

Podemos citar também o filtro de barro que surge no contexto como uma alternativa de tratamento para as águas ofertadas por sistemas individuais de tratamento. Mendonça (2013) afirma que segundo estudos publicados no livro “The Drinking Water Book” de Colin Ingram, o filtro de barro, com câmara de filtragem de cerâmica é muito eficiente na retenção de cloro, pesticidas, ferro e alumínio, assim, como tem a capacidade de reter 95% do chumbo e 99% de parasita Criptosporidiose, esta, que é uma espécie causadora de diarreias e dor abdominal.

O filtro de barro é eficiente na remoção de microorganismos e fornecem água potável (SOBRINHO; CALAZANS; GOMES, 2007). O funcionamento do filtro consiste na filtragem por gravidade, na qual a água passa lentamente pela vela e goteja em um reservatório inferior, garantindo que micro-organismos e sedimentos fiquem retidos no filtro (MENDONÇA, 2013).

Todavia, é necessária a manutenção do filtro com a limpeza do meio filtrante, bem como cuidados com a vazão de uso, pois, dependendo da qualidade da água bruta, pode ocorrer a colmatação do filtro, ou seja, o entupimento dos poros do meio filtrante, prejudicando o tratamento da água através desse mecanismo.

Existe na literatura filtros que podem ser construídos com materiais de fácil acesso e possuem satisfatória eficiência. LENGEN (2004) em seu manual apresenta um filtro construído com a utilização de um barril, e como meio

filtrante utilizou camadas de areia, carvão vegetal e brita, sendo que na extremidade do barril foi inserido um funil para facilitar a entrada da água.

Filtro (Salta – Z)

Essa solução foi desenvolvida pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), a qual vem sendo introduzida em pequenas comunidades, bastante difundido no estado do Pará (Funasa, 2015). Também surge no contexto como uma solução alternativa coletiva simplificada para o tratamento de água para abastecimento humano, composta por filtros e dosadores (coagulante e desinfecção). È uma solução simples e de baixo custo, levando em consideração que pode ser construído por materiais artesanais (Funasa, 2016).

Figura 16: Conjunto de tratamento de água com a tecnologia Salta - z

Fonte: Adaptado da Funasa, 2016

O filtro é de PVC e tem como meio filtrante Zeólita (aluminossilicatos com eficiência de adsorção). Cabe ressaltar que para produção do filtro deve ser levada em consideração a vazão, a qualidade da água do manancial superficial ou subterrâneo. Outro fator é quanto à desinfecção, deve verificar a dosagem do cloro (AZEVEDO, 2017).

- **Reuso de esgoto**

Apesar de o município de Conceição do Jacuípe atualmente só possuir 6 % de uma tecnologia para coleta, tratamento e disposição final dos esgotos

domésticos, há a previsão de que passe a contar com esse serviço dentro do horizonte de planejamento deste Plano Municipal. Considerando essa possibilidade, outra alternativa ao município será o uso de esgoto tratado, segundo PROSAB (2006), as vantagens de utilização do esgoto são:

> (i)o reúso da água, proporcionando alívio na demanda e preservação de oferta de água para usos múltiplos; a reciclagem de nutrientes, proporcionando economia significativa de insumos, por exemplo, fertilizantes e ração animal; (iii) a ampliação de áreas irrigadas e a recuperação de áreas improdutivas ou degradadas; (iv) a redução do lançamento de esgotos em corpos receptores, contribuindo para a redução de impactos de poluição, contaminação e eutrofização. PROSAB (2006)

O reúso pode ser feito para fins urbanos; reúso para fins agrícolas e florestais; reúso para fins ambientais; reúso para fins industriais; reúso na aquicultura e reúso na recarga artificial de aqüíferos, segundo Prosab (2006). Para o município de Conceição do Jacuípe espera-se que seja feito o reuso de acordo com o tratamento de esgoto realizado pela ETE e considerando a qualidade da água demandada para o uso escolhido.

Devido as características do município o esgoto tratado pode ser utilizado para a irrigação, quando isso ocorrer deve-se ter o controle para que as fontes de água incluindo os aquíferos, a irrigação deve ser feita tomando algumas medidas que protejam estes ambientes mantendo distâncias recomendáveis, em regiões de recarga de aquífero essa técnica não deve ser utilizada, segundo PROSAB (2009). Para controle da qualidade da água e do solo podem ser feitos poços de monitoramento para avaliar a qualidade da água subterrânea.

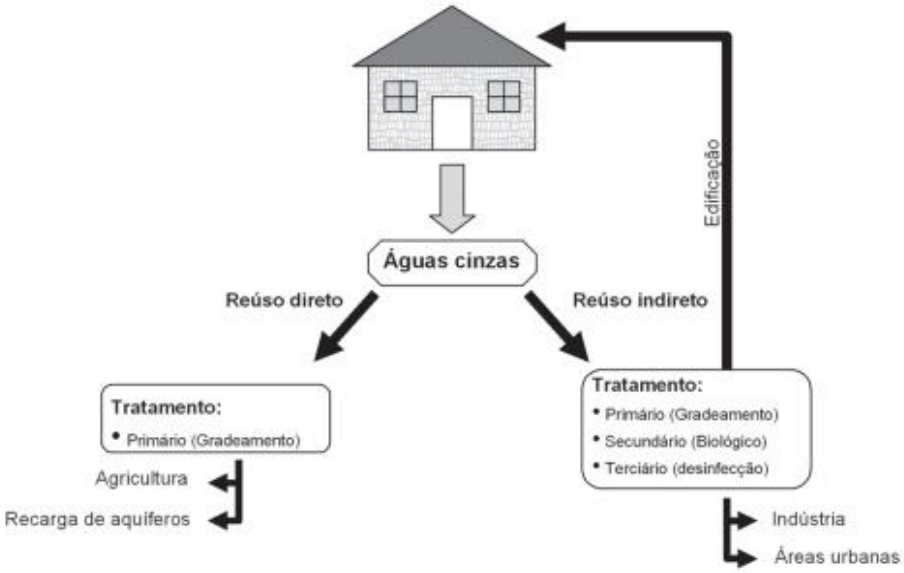
Como o município não tem experiência com esse uso é proposto que seja feito um projeto piloto e assim sejam desenvolvidos cursos e palestras a fim de informar a população quanto aos cuidados que se deve ter com esse uso.

- **Reúso de águas cinzas**

Sabendo que as águas cinzas são provenientes de pias, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa, podendo ser consideradas águas cinzas também as que originam da pia da cozinha após passar pela caixa de gordura. Para a

obtenção de água de reúso com baixa turbidez, inodora e isenta de microrganismos patogênicos, um tratamento a nível secundário seguido de desinfecção será necessário (PROSAB, 2006). O tratamento da água cinza depende do uso previsto, como é mostrado na Figura 17.

Figura 17- Tratamento de água cinza correspondente ao uso



Fonte: PROSAB, 2006.

Quando o uso da água cinza não for tão nobre um tratamento mais simples pode ser utilizado o que torna a implantação dessa alternativa mais viável.

Nessa vertente ainda existem outras possibilidades para aproveitar a água cinza, porque existem usos que não dependem do tratamento, como por exemplo, a utilização da água de lavagem de roupa para limpeza do piso.

9.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

9.2.1 PROJEÇÃO DA VAZÃO ANUAL DE ESGOTOS AO LONGO DOS 20 ANOS PARA TODA A ÁREA DE PLANEJAMENTO;

A projeção da vazão anual de esgotos, no horizonte de planejamento, utilizou o mesmo critério para o de abastecimento de água. Foi considerado o consumo *per capita* de água ao longo do tempo (variando de 67 a 90 L/hab.dia), utilizando da fórmula abaixo, onde V é o volume de esgoto gerado (L/s), P é a população atendida e Qa é o *per capita* (L/hab.dia):

$$V = P \times Qa \times 0{,}8/86400$$

A partir destes dados foram calculadas as demandas hídricas total, urbana e rural, cujos valores estão expostos na Tabela 51.

Tabela 51: Geração de efluente doméstico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Total			Urbano			Rural		
				Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima(L/s)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)
2017	32638	26486	6153	20,2	36,4	10,1	16,4	29,6	8,2	3,8	6,9	1,9
2018	33012	26893	6119	20,8	37,4	10,4	16,9	30,5	8,5	3,9	6,9	1,9
2019	33386	27300	6086	21,3	38,4	10,7	17,4	31,4	8,7	3,9	7,0	1,9
2020	33760	27707	6052	21,9	39,4	10,9	18,0	32,3	9,0	3,9	7,1	2,0
2021	34133	28114	6019	22,4	40,4	11,2	18,5	33,3	9,2	4,0	7,1	2,0
2022	34507	28520	5987	23,0	41,4	11,5	19,0	34,2	9,5	4,0	7,2	2,0
2023	34881	28927	5954	23,6	42,4	11,8	19,6	35,2	9,8	4,0	7,2	2,0
2024	35254	29333	5922	24,2	43,5	12,1	20,1	36,2	10,0	4,1	7,3	2,0
2025	35628	29739	5889	24,7	44,5	12,4	20,7	37,2	10,3	4,1	7,4	2,0
2026	36002	30145	5857	25,3	45,6	12,7	21,2	38,2	10,6	4,1	7,4	2,1
2027	36376	30550	5826	25,9	46,7	13,0	21,8	39,2	10,9	4,2	7,5	2,1
2028	36749	30955	5794	26,5	47,8	13,3	22,4	40,2	11,2	4,2	7,5	2,1
2029	37123	31361	5763	27,2	48,9	13,6	22,9	41,3	11,5	4,2	7,6	2,1
2030	37497	31766	5731	27,8	50,0	13,9	23,5	42,4	11,8	4,2	7,6	2,1
2031	37871	32170	5700	28,4	51,1	14,2	24,1	43,4	12,1	4,3	7,7	2,1
2032	38244	32575	5669	29,0	52,3	14,5	24,7	44,5	12,4	4,3	7,7	2,2
2033	38618	32979	5639	29,7	53,4	14,8	25,3	45,6	12,7	4,3	7,8	2,2
2034	38992	33383	5608	30,3	54,6	15,2	26,0	46,7	13,0	4,4	7,9	2,2
2035	39365	33787	5578	31,0	55,8	15,5	26,6	47,9	13,3	4,4	7,9	2,2
2036	39739	34191	5548	32,0	57,6	16,0	27,5	49,6	13,8	4,5	8,0	2,2
2037	40113	34595	5518	32,7	58,8	16,3	28,2	50,7	14,1	4,5	8,1	2,2

Pode-se verificar que as vazões máximas considerando a população total variam de 36,4 L/s a 58,8 L/s e as médias variam de 20,2 a 32,7 L/s.

Comparando os valores entre a zona urbana e a zona rural verifica-se que a diferença varia de 12,6 para o ano de 2017 e 23,7 para o ano 2037 para a geração média. Além disso, pode-se verificar que a geração de efluente na área rural é, em torno, de 1/4 da geração na zona urbana.

9.2.2 PREVISÃO DE CARGA E CONCENTRAÇÃO DE DBO E COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES) AO LONGO DOS ANOS, DECORRENTES DOS ESGOTOS SANITÁRIOS GERADOS, SEGUNDO AS ALTERNATIVAS (A) SEM TRATAMENTO E (B) COM TRATAMENTO DOS ESGOTOS (ASSUMIR EFICIÊNCIAS TÍPICAS DE REMOÇÃO);

A composição dos esgotos sanitários é feita por despejos domésticos, em sua grande parte, e águas pluviais e de infiltração, em menor parcela. Ou seja, os esgotos domésticos são provenientes de prédios comerciais, edificações com instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas ou todo dispositivo de utilização da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (JORDÃO E PESSOA, 2014).

Quando dispostos de forma inadequada os efluentes domésticos causam impactos negativos, principalmente nas águas superficiais, devido à grande quantidade de matéria orgânica, acarretando, conseqüentemente, no aumento do consumo de oxigênio dissolvido presentes neles, devido ao processo de autodepuração[5], principal responsável pelo equilíbrio do meio aquático (VON SPERLING, 2005).

Para que sejam selecionadas tecnologias apropriadas para o seu tratamento, é preciso conhecer as características quantitativas e qualitativas dos esgotos domésticos, cuja composição pode variar a depender da região, disponibilidade de águas, condições sociais e econômicas, atividades e hábitos da população.

Dentre estas características, umas das mais empregadas, em se tratando de tratamento de esgotos domésticos, são: Demanda Bioquímica de Oxigênio

[5] Processo natural de recuperação do meio aquático através de vários processos de natureza física, química e biológica.

(DBO), a qual mensura a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação dos compostos orgânicos presentes na fase liquida[6], e coliformes fecais, o qual indica a contaminação fecal.

Para adoção de valores da DBO, a ABNT recomenda a adoção de valores entre 45 a 60 gr.DBO/hab.dia, e segundo JORDÃO e PESSOA (2014), no Brasil, o valor de 54 gr.DBO/hab.dia é o adotado. Para a execução de projetos de esgotamento sanitário normalmente estima-se a carga unitária de DBO, realizada através do produto da população (habitantes - hab.) com a carga *per capita* de DBO adotada (54 gr.DBO/hab.dia), e a concentração de DBO, obtida através do quociente da carga orgânica de DBO pela vazão de esgoto.

De acordo com JORDÃO E PESSOA (2014), o esgoto bruto contém cerca de 10^8 a 10^{11}org./hab.dia. Desta forma, para se estimar a quantidade de coliformes fecais, eliminados diariamente, utilizou-se o *per capita* de 10^9 org./hab.dia. Assim, a estimativa da concentração de coliformes foi obtida por meio da razão entre a quantidade de coliformes fecais eliminados diariamente e a vazão de esgotos.

Além dos valores referendados pela literatura especializada, as legislações vigentes - especificamente as Resoluções CONAMA 430/2011 e CONAMA 357/2005 (considerando corpos receptores enquadrados como Classe 2) - estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes de esgotos sanitários, que para a DBO_5 e Coliformes fecais são: 120 mg/L e $1x10^3$ NMP/100ml, respectivamente. A Resolução CONAMA 430/2011, ainda determina que o valor máximo determinado para a DBO_5 somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente, proveniente de sistema de tratamento, com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico, que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Foram atendidos os valores estabelecidos pelas legislações vigentes, para as áreas urbanizadas, bem como para a zona rural, conforme apresentam as Tabelas 52 e 53.

[6] Mede indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no efluente.

Tabela 52: Concentrações da DBO e Coliformes totais para a área urbana

Ano	População Urbana (hab)	Vazão Média de esgoto (m^3/dia)	Carga Orgânica (Kg.DBO/dia)	Sem Tratamento			Com Tratamento		
				Conc. de DBO (mg.DBO/L)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	Conc. de Coliformes Termotolerantes (org/100 mL)	Conc. de DBO (mg DBO/L)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	Conc.o de Coliformes Termotolerantes (org/100 mL)
2017	32638	1.749,42	1.762,47	1.007,46	3,3E+13	1,9E+06	120	1,7E+10	1,0E+03
2018	33012	1.795,86	1.782,65	992,65	3,3E+13	1,8E+06	118	1,8E+10	9,9E+02
2019	33386	1.842,90	1.802,83	978,26	3,3E+13	1,8E+06	117	1,8E+10	9,7E+02
2020	33760	1.890,53	1.823,02	964,29	3,4E+13	1,8E+06	115	1,8E+10	9,6E+02
2021	34133	1.938,77	1.843,20	950,70	3,4E+13	1,8E+06	113	1,8E+10	9,4E+02
2022	34507	1.987,60	1.863,38	937,50	3,5E+13	1,7E+06	112	1,8E+10	9,3E+02
2023	34881	2.037,03	1.883,56	924,66	3,5E+13	1,7E+06	110	1,9E+10	9,2E+02
2024	35254	2.087,06	1.903,74	912,16	3,5E+13	1,7E+06	109	1,9E+10	9,1E+02
2025	35628	2.137,69	1.923,92	900,00	3,6E+13	1,7E+06	107	1,9E+10	8,9E+02
2026	36002	2.188,92	1.944,10	888,16	3,6E+13	1,6E+06	106	1,9E+10	8,8E+02
2027	36376	2.240,74	1.964,29	876,62	3,6E+13	1,6E+06	104	1,9E+10	8,7E+02
2028	36749	2.293,16	1.984,47	865,38	3,7E+13	1,6E+06	103	2,0E+10	8,6E+02
2029	37123	2.346,18	2.004,65	854,43	3,7E+13	1,6E+06	102	2,0E+10	8,5E+02
2030	37497	2.399,80	2.024,83	843,75	3,7E+13	1,6E+06	101	2,0E+10	8,4E+02
2031	37871	2.454,01	2.045,01	833,33	3,8E+13	1,5E+06	99	2,0E+10	8,3E+02
2032	38244	2.508,83	2.065,19	823,17	3,8E+13	1,5E+06	98	2,0E+10	8,2E+02
2033	38618	2.564,24	2.085,37	813,25	3,9E+13	1,5E+06	97	2,1E+10	8,1E+02
2034	38992	2.620,25	2.105,56	803,57	3,9E+13	1,5E+06	96	2,1E+10	8,0E+02
2035	39365	2.676,85	2.125,74	794,12	3,9E+13	1,5E+06	95	2,1E+10	7,9E+02
2036	39739	2.765,85	2.145,92	775,86	4,0E+13	1,4E+06	92	2,1E+10	7,7E+02
2037	40113	2.823,95	2.166,10	767,05	4,0E+13	1,4E+06	91	2,2E+10	7,6E+02

Fonte: Autor, 2017

Os dados mostram que as concentrações de DBO e coliformes totais são respectivamente 1007,16 mg.DBO/L e 1,9 x 10^6 org/100mL, atualmente. Se a realidade continuar a mesma, neste horizonte de 20 (vinte) anos, essa realidade continuará igual, porém os valores mudam por conta da variação do per capita de água do município.

Caso exista tratamento os valores de concentração de DBO e Coliformes totais seriam, atualmente, de 120 mg.DBO/L e 1,0 x 10^3 org/100mL, no horizonte 20 anos há uma mudança nos valores devido a variação do consumo per capita de água.

Comparando os valores do cenário sem tratamento com o cenário com tratamento, verifica-se que o percentual de remoção de DBO deverá ser de 88,1% e para Coliformes totais de 99,9%, no mínimo.

A respeito das áreas rurais, verifica-se na tabela abaixo que os valores de concentração de DBO e Coliformes totais, atualmente, são de 806 mg.DBO/L e 1,5 x 10^6 org/100mL, sem o tratamento, e para o ano de 2037 são de 613,6 mg. DBO/L e 1,1 x 10^6 há essa variação de valores ao decorrer dos anos por conta do aumento gradativo da geração per capita de água. No caso de haver tratamento estes valores serão de 120 mg.DBO/L e 1,0 x 10^3 org/100mL, atualmente e para o ano de 2037 de 91 mg. DBO/L e 7,6 x 10^2 há essa variação de valores ao decorrer dos anos por conta do aumento gradativo da geração per capita de água.

Ou seja, considerando a não existência de tratamento, entre hoje até 2037, não haverá grandes mudanças no valor de DBO e coliformes totais. Caso haja tratamento, esses valores irão diminuir a melhor forma de gestão para o esgotamento sanitário é o planejamento para que todo esgoto coletado seja tratado a fim de proteger o meio ambiente e a saúde pública.

Considerando os valores do cenário sem tratamento com o cenário com tratamento, verifica-se que as eficiências de remoção da DBO e dos coliformes totais serão de 85,1% e 99,9%.

Tabela 53: Concentrações da DBO e Coliformes totais para a área rural

Ano	População Rural (hab)	Vazão Média de esgotos (m^3/dia)	Carga Orgânica (Kg.DBO/dia)	Sem Tratamento			Com Tratamento		
				Concentração de DBO (mg.DBO/L)	Coliformes fecais (org/dia)	Concentração de Coliformes fecais (org/100 mL)	Concentração de DBO (mg DBO/L)	Coliformes fecais (org/dia)	Concentração de Coliformes fecais (org/100 mL)
2017	6153	412,2	332,2	806,0	6,2E+12	1,5E+06	120	4,1E+09	1,0E+03
2018	6119	416,1	330,4	794,1	6,1E+12	1,5E+06	118	4,1E+09	9,9E+02
2019	6086	419,9	328,6	782,6	6,1E+12	1,4E+06	117	4,1E+09	9,7E+02
2020	6052	423,7	326,8	771,4	6,1E+12	1,4E+06	115	4,1E+09	9,6E+02
2021	6019	427,4	325,1	760,6	6,0E+12	1,4E+06	113	4,0E+09	9,4E+02
2022	5987	431,0	323,3	750,0	6,0E+12	1,4E+06	112	4,0E+09	9,3E+02
2023	5954	434,6	321,5	739,7	6,0E+12	1,4E+06	110	4,0E+09	9,2E+02
2024	5922	438,2	319,8	729,7	5,9E+12	1,4E+06	109	4,0E+09	9,1E+02
2025	5889	441,7	318,0	720,0	5,9E+12	1,3E+06	107	3,9E+09	8,9E+02
2026	5857	445,2	316,3	710,5	5,9E+12	1,3E+06	106	3,9E+09	8,8E+02
2027	5826	448,6	314,6	701,3	5,8E+12	1,3E+06	104	3,9E+09	8,7E+02
2028	5794	451,9	312,9	692,3	5,8E+12	1,3E+06	103	3,9E+09	8,6E+02
2029	5763	455,2	311,2	683,5	5,8E+12	1,3E+06	102	3,9E+09	8,5E+02
2030	5731	458,5	309,5	675,0	5,7E+12	1,3E+06	101	3,8E+09	8,4E+02
2031	5700	461,7	307,8	666,7	5,7E+12	1,2E+06	99	3,8E+09	8,3E+02
2032	5669	464,9	306,2	658,5	5,7E+12	1,2E+06	98	3,8E+09	8,2E+02
2033	5639	468,0	304,5	650,6	5,6E+12	1,2E+06	97	3,8E+09	8,1E+02
2034	5608	471,1	302,9	642,9	5,6E+12	1,2E+06	96	3,8E+09	8,0E+02
2035	5578	474,1	301,2	635,3	5,6E+12	1,2E+06	95	3,7E+09	7,9E+02
2036	5548	482,7	299,6	620,7	5,5E+12	1,1E+06	92	3,7E+09	7,7E+02
2037	5518	485,6	298,0	613,6	5,5E+12	1,1E+06	91	3,7E+09	7,6E+02

Fonte: Autor, 2017

Ao comparar ás tabelas 49 e 50 podemos observar que o numero de população interfere nos valores, assim como a variação do consumo per capita de água. Pode se verificar também que quando não há tratamento, a concentração de DBO chega a ser mais de 8 vezes maior do valor estabelecido em legislação.

9.2.3 CENÁRIO PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO

9.2.3.1 ÁREAS URBANIZADAS

Sabe que não existem sistemas centralizados para o tratamento dos efluentes domésticos nas áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe e os sistemas descentralizados existentes normalmente não seguem as normas técnicas. Desta forma, o cenário escolhido para estas áreas estima-se a implantação de sistemas centralizados, conseqüentemente o aumento do tratamento e a redução dos atendimentos por soluções individuais.

A implantação do índice de tratamento tira a concentração da DBO de um patamar de 767,05 mg.DBO/L para 91 mg.DBO/L no ano de 2037, correspondendo um percentual de 88,1% de tratamento, cerca de 4,2% ao ano. E a concentração de Coliformes fecais de $1,4 \times 10^6$ para $7,6 \times 10^2$, ou seja, uma redução de 99,9%, cerca de 4,76% ao ano.

Estes valores representam grandes benefícios para a população e para o meio ambiente, ao verificar que os tratamentos individuais existentes, por não seguirem os padrões técnicos, não possuem eficiência suficiente para alcançar resultados semelhantes aos encontrados acima.

Cabe informar que à medida que for instalando os sistemas centralizados, devem-se desativar os sistemas individuais com os devidos planos de remediação nos locais onde estavam instalados.

.

Tabela 54 – Cenário escolhido para o esgotamento sanitário

Variáveis	Hipóteses		
	01	02	03
Índice de atendimento por rede coletora (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de atendimento por soluções individuais (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de tratamento de esgoto coletado (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Geração per capita (l/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Próprio Autor

Analisando a tabela 54 percebe-se que é possível verificar que à medida que o índice de atendimento por rede aumenta o índice de atendimento por soluções individuais diminui aumentando também o índice de tratamento.

A tabela abaixo mostra a estimativa da vazão média de esgoto coletado e tratado para o cenário escolhido.

Tabela 55: Estimativa da vazão média de esgoto coletado e tratado para o cenário escolhido

Ano	População Urbana (hab)	Índice de atendimento por rede coletora (%)	População Atendida (hab)	Índice de atendimento por soluções individuais (%)	População Atendida (hab)	Vazão média de esgoto coletado (L/S)	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão média total de esgoto (L/S)	Índice de tratamento do esgoto (%)	Vazão média de esgoto tratado (L/s)
2017	32638	6,0	1958	90,0	29.374	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0
2018	33.012	6,0	1981	90,0	29.711	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0
2019	33.386	6,0	2003	90,0	30.047	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0
2020	33.760	6,0	2026	90,0	30.384	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0
2021	34.133	6,0	2048	90,0	30.720	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0
2022	34.507	6,0	2070	90,0	31.056	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0
2023	34.881	6,0	2093	90,0	31.393	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0
2024	35.254	6,0	2115	90,0	31.729	2,3	0,0	2,3	0,0	0,0
2025	35.628	10,3	3670	86,4	30.783	3,9	0,0	3,9	5,7	0,2
2026	36.002	14,6	5256	82,8	29.810	5,6	0,0	5,6	11,4	0,6
2027	36.376	18,9	6875	79,2	28.810	7,3	0,0	7,3	17,1	1,3
2028	36.749	23,2	8526	75,6	27.782	9,1	0,0	9,1	22,8	2,1
2029	37.123	27,5	10209	72,0	26.729	10,9	0,0	10,9	28,5	3,1
2030	37.497	31,8	11924	68,4	25.648	12,7	0,0	12,7	34,2	4,3
2031	37.871	36,1	13671	64,8	24.540	14,6	0,0	14,6	39,9	5,8
2032	38.244	40,4	15451	61,2	23.405	16,5	0,0	16,5	45,6	7,5
2033	38.618	44,7	17262	57,6	22.244	18,4	0,0	18,4	51,3	9,4
2034	38.992	49,0	19106	54,0	21.056	20,3	0,0	20,3	57,0	11,6
2035	39.365	52,0	20470	50,4	19.840	21,8	0,0	21,8	62,7	13,7
2036	39.739	55,0	21856	46,8	18.598	23,3	0,0	23,3	68,4	15,9
2037	40.113	57,0	22864	43,2	17.329	24,3	0,0	24,3	74,1	18,0

Fonte: Autor, 2017

9.2.3.2 ZONA RURAL

Os sistemas individuais adotados na zona rural são, na sua maioria, os mesmos dos adotados na zona urbana, ou seja, são construídos fora dos padrões estabelecidos pelas normas técnicas e, conseqüentemente, não possuem a eficiência mínima necessária para o tratamento dos efluentes. Desta forma, o cenário escolhido para estas áreas estima-se a implantação de sistemas descentralizados, havendo aumento do tratamento e da eficiência.

Com a adoção de alternativas tecnicamente projetadas e implantadas, o aumento do índice de tratamento tira a concentração da DBO de um patamar de 600 mg.DBO/L para 89 mg.DBO/L ao longo dos 20 (vinte) anos, correspondendo um percentual de 85,1% de tratamento, cerca de 4% ao ano. E a concentração de Coliformes fecais de 1,1 x 10^6 para 7,4x 10^2, ou seja, uma redução de 99,9%, cerca de 4,76% ao ano.

Estes valores representam grandes benefícios para a população e meio ambiente, ao verificar que os tratamentos individuais existentes, por não seguirem os padrões técnicos, não possuem eficiência suficiente para alcançar resultados semelhantes aos encontrados acima.

Desta forma, na escolha dos sistemas individualizados, onde não for possível a rede de esgoto deve-se levar em consideração a eficiência do tratamento, de modo que alcance estes valores, no mínimo. Cabe informar que à medida que for instalando os sistemas descentralizados novos, devem-se desativar os sistemas individuais existentes com os devidos planos de remediação nos locais onde estavam instalados.

O cenário escolhido está exposto na tabela 55 considerando todas as variáveis discutidas em itens anteriores.

Tabela 56: Cenário escolhido para o esgotamento sanitário

Variáveis	Hipóteses		
	01	02	03
Índice de atendimento por sistemas descentralizados (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de atendimento por solução individual (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de tratamento de esgoto coletado (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Geração per capita (l/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

9.2.4 OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES

NA tabela 53 compõe a análise da situação atual do esgotamento sanitário no município de Conceição do Jacuípe e a projeção do cenário escolhido, contemplando os objetivos, metas e prioridades, a fim de cumprir as estimativas apontadas anteriormente.

Tabela 57: Cenários, objetivos e metas para o esgotamento sanitário

Cenário Atual	Cenário Futuro		
Situação do esgotamento sanitário nas áreas urbanizadas	**Objetivos**	**Metas**	**Prioridade**
Esgotos primários e secundários destinados em fossas rudimentares, sistema de drenagem, a céu aberto e/ou em corpos hídricos	1. Construção de rede de esgoto 2. Construção de estação elevatória e estação de tratamento de esgoto	1. Imediato/ Emergencial 2. Curto Pazo	Alta
Fossas rudimentares localizadas em vias públicas (passeios, calçadas e ruas)			
Situação do esgotamento sanitário na Zona Rural	**Objetivos**	**Metas**	**Prioridade**
Esgotos primários e secundários destinados em fossas rudimentares, a céu aberto e /ou corpos hídricos	Construção de sistemas descentralizados para coleta e tratamento do esgoto em zonas rurais densamente povoadas	Curto Prazo	Alta
Fossas rudimentares localizadas em vias públicas (passeios, calçadas e ruas)	Construção de soluções individuais sanitariamente adequadas de esgoto para as áreas rurais dispersas	Imediato/ Emergencial	

Cenário Atual	Cenário Futuro		
Existência de residências sem banheiro	Construção de banheiros e de soluções individuais adequadas para os seus efluentes	Imediatas ou emergencias	Alta

FONTE: AUTOR, 2017

De acordo o TR da FUNASA, para a definição das metas foi utilizado às seguintes definições: imediatas ou emergenciais (até 3 anos); curto prazo (entre 4 a 8 anos); médio prazo (entre 9 a 12 anos); e longo prazo (entre 13 a 20 anos); e com relação as prioridades: alta, média e baixa.

9.2.5 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

A escolha de alternativas técnicas para o tratamento de efluente necessita de análise prévia devido ao grande número de tecnologias e sistemas disponíveis, trazendo consigo inúmeras variantes e complexidade a escolha. Entre estas variantes pode-se citar: Requisitos de área; Impactos ambientais (positivos e negativos) e sustentabilidade; Custos de implantação, operação, manutenção e energéticos; Eficiência na remoção da DBO, nutrientes e micro-organismos; Simplicidade operacional; e Disposição do lodo.

Além destas, devem ser consideradas ainda as variantes relacionadas à vazão, características do sistema de tratamento (centralizado ou descentralizado), localização da comunidade (zona rural ou zona urbana) bem como característica e dinâmica sócio-econômica da região (VON SPERLING, 1996).

No caso do Brasil, os sistemas de esgotamento sanitário coletivos devem ser compostos por redes coletoras do tipo separador absoluto, ou seja, as águas residuárias e as águas de infiltração devem funcionar em sistema totalmente independente do sistema de drenagem das águas pluviais. Cabe informar que as estações elevatórias e estações de tratamento de efluentes compõem os sistemas de esgotamento sanitário.

Essa solução está consolidada para grandes centros urbanos, e é amplamente empregada. No entanto, devido à complexidade operacional e aos elevados custos envolvidos, quando comparado à capacidade de investimento do município, soluções tecnológicas eficientes e menos onerosas também estão sendo implantadas e discutidas com frequência cada vez maior.

Em paralelo a estes sistemas coletivos existem os sistemas individuais de tratamento, caracterizados pela proximidade do ponto de geração e pela simplicidade operacional e baixo investimento, cuja aplicabilidade é alta na zona rural pouco adensada e afastada de grandes centros populacionais.

Com relação ao processo biológico de ambos os sistemas, o tratamento de esgotos pode ocorrer pela via aeróbia e/ou anaeróbia. A tecnologia anaeróbia apresenta grande aplicabilidade nos dias atuais, principalmente no Brasil, cujas condições de temperatura favorecem a eficiência do processo. Após maior entendimento do fundamento do processo e nos parâmetros de projeto, a tecnologia consolidou-se e tornou-se uma das mais utilizadas na concepção dos projetos de estações de tratamento de esgotos sanitários em todo território nacional, podendo ser utilizada de forma combinada com processos aeróbios (VON SPERLING, 1996; CHERNICHARO et al, 1999; CHERNICHARO, 2007).

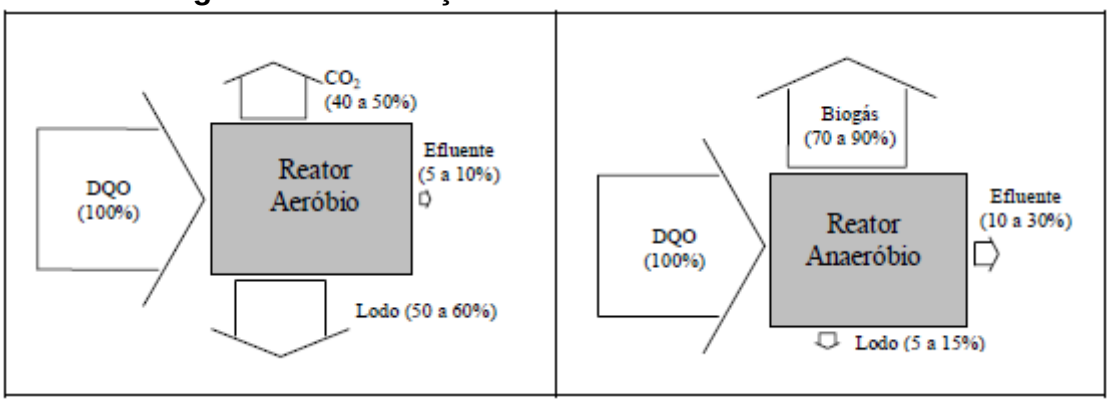
No tratamento aeróbio, por sua vez, o aceptor de elétrons é o oxigênio dissolvido, e a degradação da matéria orgânica ocorre através do catabolismo oxidativo (oxidação da matéria orgânica), consistindo numa reação redox onde a matéria orgânica é oxidada pelo oxigênio presente no meio líquido. As vantagens são a elevada eficiência de remoção da DBO, que permitem diversos arranjos, possibilitando atingir os mais rígidos padrões de tratamento do efluente (VON SPERLING, 1996; VAN HANDEL, 2004).

Já no tratamento anaeróbio os aceptores de elétrons são o dióxido de carbono, que é convertido em metano através do catabolismo fermentativo, e sulfetos, que são reduzidos a sulfatos. No catabolismo fermentativo não há um oxidante, o mecanismo consiste no rearranjo dos elétrons na molécula fermentada, de tal forma que se formam no mínimo dois produtos. Já a redução do sulfeto a sulfato ocorre através do catabolismo oxidativo, de maneira análoga à via aeróbia. O tratamento anaeróbio apresenta algumas vantagens em relação aos aeróbios, já que: Apresentam menor custo energético e investimento de instalação, menor produção de lodo biológico, produção de gás metano que possibilita o reaproveitamento energético (VAN HANDEL, 2004; VON SPERLING, 1996).

A Figura 18 resume as diferenças entre as vias biológicas de tratamento.

Enquanto na via aeróbia a eficiência de remoção da matéria orgânica é maior (entre 90 a 95% da DBO afluente, contra 70% nos processos anaeróbios), a produção do lodo é maior nos processos com a utilização de oxigênio (50% a 60% da matéria orgânica em forma de lodo, contra 5% a 15% dos processos anaeróbicos), sendo que o lodo anaeróbio também possui melhor capacidade de desidratação. A produção do biogás (metano) pela via anaeróbia, que possui capacidade de reaproveitamento energético, também é uma diferença entre as rotas metabólicas (VAN HANDEL, 2004; VON SPERLING, 1996; CAMPOS, 1999).

Figura 18: Diferenças das vias metabólicas de tratamento



Fonte: CHERNICHARO et al, 1999.

Com relação aos sistemas de tratamento, coletivos e individualizados, os mesmos devem ser diferenciados devido a sua concepção, aplicação e objetivos serem diferentes.

9.2.5.1 SISTEMAS COLETIVOS DE TRATAMENTO

O município de Conceição do Jacuípe conta com 03 (três) áreas urbanizadas, tendo como área mais povoada a Sede, com cerca de (3800 habitantes) seguida pelos Distritos de Lustosa e Buracica. Estima-se que os 02 (dois) distritos possuam, em conjunto, no máximo, 2700 habitantes. Desta forma, será estimado que a população de Lustosa possua cerca de 1500 habitantes e Buracica 1200.

A seguir encontram -se algumas alternativas que podem ser utilizadas e adaptadas a realidade de cada localidade.

9.2.5.1.1 REATOR UASB + LODOS ATIVADOS

A constituição do reator de fluxo ascendente e manto de lodo (Reator UASB) são feita basicamente por uma camada de biomassa com alta atividade, onde o esgoto passa de maneira ascendente e um separador trifásico que permite divisão do efluente líquido, dos sólidos e do biogás. A estabilização da matéria orgânica se dá na camada de biomassa ativa (leito e manto de lodo), sendo o contato entre o substrato e lodo obtido por meio da liberação de bolhas de gás e pelos distribuidores de afluente de fluxo ascendente, que devem ser corretamente dispostos no reator, a fim de promover, adequadamente, a mistura (CAMPOS, 1999; CHERNICHARO, 2007).

A respeito do sistema de lodos ativados para o pós tratamento de reatores UASB, o mesmo tem sido utilizado de forma crescente em todo o Brasil. No sistema, ao invés do decantador primário tem-se o tratamento anaeróbio através do reator UASB (VON SPERLING, 2007; CAMPOS, 1999).

Uma das principais diferenças, e vantagens, entre o reator UASB e os outros sistemas anaeróbios é a remoção de DBO solúvel e a compacidade. Dessa forma, o reator UASB consegue superar a maior parte dessas limitações a partir de mudanças estruturais, tais como: fluxo ascendente em diversos pontos dimensionados a partir da área superficial e a concepção do separador trifásico (CHERNICHARO, 2007).

Tabela 58: Vantagens e desvantagens do reator UASB

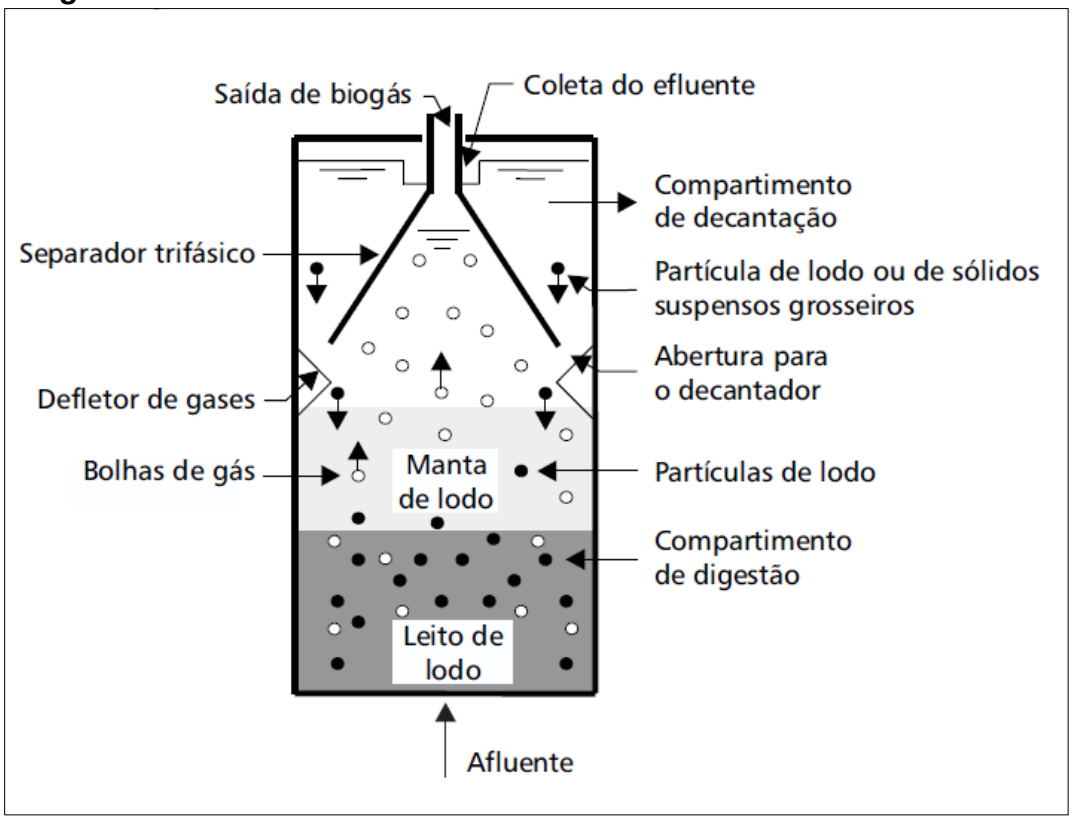
VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Menor consumo de energia;	Maior tempo de partida para o desenvolvimento da biomassa adaptada necessária caso não haja inoculo disponível;
Menor produção de lodo biológico, com redução dos custos de processamento e disposição;	Possibilidade da necessidade de adição de alcalinizante;
Pouca necessidade de nutrientes;	Possibilidade de tratamento adicional para atendimento aos requisitos de lançamentos impostos pela legislação ambiental;
Produção de gás metano, que consiste numa fonte potencial de energia;	Limitada remoção de nitrogênio e fósforo;
Utilização de reatores de menor volume, resultando em menor área ocupada;	Maior sensibilidade aos efeitos adversos da ocorrência de baixas temperaturas;
Resposta rápida para adição de substratos depois de longos períodos sem	Podem ser mais susceptíveis a distúrbios devido à presença de substâncias tóxicas;

VANTAGENS	LIMITAÇÕES
alimentação.	
	Produção potencial de maus odores e gases corrosivos.

Fonte: METCALF e EDDY INC., 2004.

Um dos principais avanços do reator UASB é a capacidade de separar, de maneira simples, o efluente líquido dos gases e sólidos presentes. A campânula e o defletor de gases formam o separador trifásico (localizado na parte superior do reator), cuja função é separar os gases do líquido e ainda promover uma zona de menores velocidades ascensionais (zona de decantação) onde os sólidos que eventualmente alcancem esse ponto do reator sedimentem e fiquem depositados no fundo do reator. O projeto de reatores de manto de lodo é relativamente simples, não demandando grandes investimentos com equipamentos sofisticados ou meio suporte para biomassa (CHERNICHARO, 2007). A figura 19 ilustra a composição do reator UASB e o seu funcionamento.

Figura 19: Estruturas básicas de um reator UASB e seu funcionamento

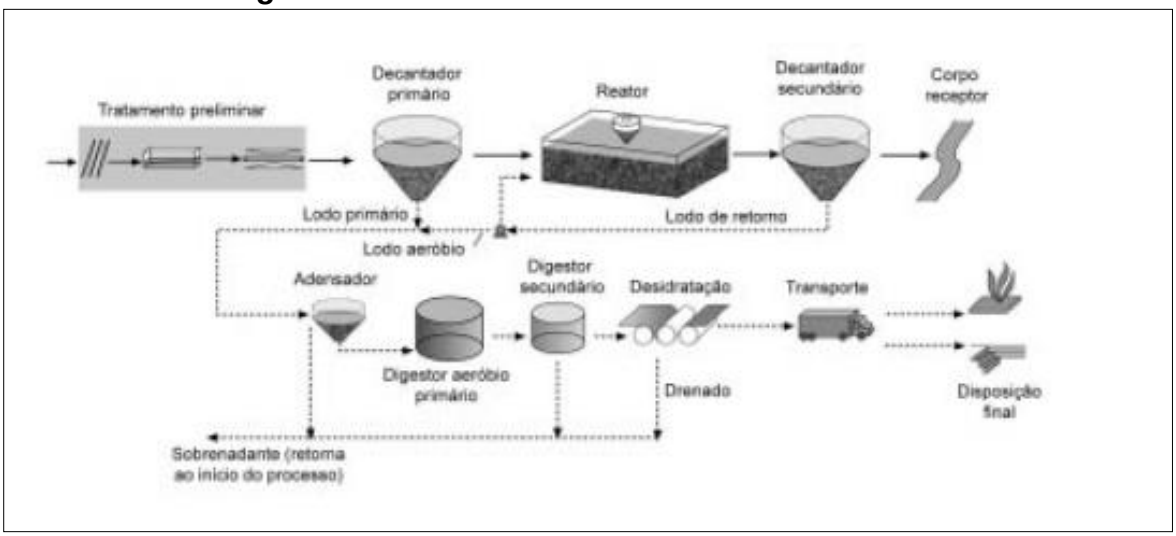


Fonte: Campos, 1999.

O reator anaeróbio promove significativa diminuição da carga orgânica, e ainda recebe o lodo não estabilizado do tanque de aeração, onde é estabilizado e

adensado. Pelo fato da vazão de lodo ser muito pequena e insignificante, quando comparado com a vazão do reator, não há influencia na eficiência do UASB. O lodo misto retirado do reator anaeróbio possui concentrações semelhantes à de um adensador, com ótimas características de desidratabilidade. O sistema apresenta algumas vantagens quando comparado com o sistema de lodos ativados convencionais, entre elas: menor número de unidades a ser implantado, o que diminui a quantidade de equipamentos e o custo de investimentos; menor demanda de produtos químicos para desidratação do lodo; redução do consumo de energia e simplicidade operacional; e redução na produção de lodo, além de possuir eficiência similar aos sistemas de lodos ativados convencional (CHERNICHARO, 2007; CHERNICHARO et al, 2001).

Figura 20: Sistema de tratamento com reator



Fonte: VON SPERLING, 1986

O reator aerado, do processo de lodos ativados, é o local onde ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica de difícil ou lenta degradação e, sob determinadas condições, de nutrientes. A biomassa se utiliza do substrato presente no esgoto para se desenvolver e proporcionar a remoção da DBO, enquanto no decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos permitindo que o efluente final saia clarificado. Parte dos sólidos sedimentados no decantador secundário é recirculado para o reator UASB, para se manter uma desejada concentração de biomassa no mesmo, a qual é responsável pela elevada eficiência do sistema (VON SPERLING, 2007).

A recirculação do lodo permite que a concentração de sólidos em suspensão no tanque de aeração seja elevada, o que possibilita que o tempo de detenção hidráulica seja reduzido, o que implica num volume do reator também diminuído. O tempo de retenção dos sólidos, ou idade do lodo, é definido como a razão entre a quantidade de lodo biológico existente no reator e a quantidade de lodo biológico removida no sistema de lodos ativados por dia. É justamente a maior permanência de sólidos no sistema que garante a elevada eficiência do sistema, já que a biomassa tem tempo suficiente para metabolizar praticamente toda a matéria orgânica dos esgotos. Os principais parâmetros de projeto utilizados no sistema de tratamento estão descritos na tabela 59. (CAMPOS, 1999; VON SPERLING, 2007).

Tabela 59: Principais parâmetros de projeto do sistema

CRITÉRIOS DE PROJETO: UASB + TANQUE DE AERAÇÃO	
Reator UASB	Carga Hidráulica Volumétrica (CHV) e TDH
Tanque de Aeração	Idade do Lodo, Sólidos em suspensão
Decantador	Taxa de Aplicação Superficial e Taxa de Aplicação Hidráulica

Fonte: Autor, 2017

9.2.5.1.2 REATOR UASB + LAGOA DE POLIMENTO

O sistema composto por reator UASB seguidos por lagoas de polimento é um sistema de tratamento eficiente e está ganhando grande aplicabilidade no Brasil. O reator UASB, atinge boa eficiência de remoção de DBO (60- 70%) com simplicidade operacional e compacidade, mas praticamente obriga a presença de pós tratamento para atingir aos padrões de qualidade do efluente. A utilização da lagoa de polimento como pós tratamento é uma alternativa atraente já que mantém a concepção de simplicidade operacional e conceitual, e com eficiência elevadas e que permite ao efluente atingir os padrões de lançamento. As lagoas de polimentos objetivam fazer a remoção adicional de DBO, bem como remoção de nutrientes e de organismos patogênicos (CAMPOS, 1999; CHERNICHARO et al, 2001).

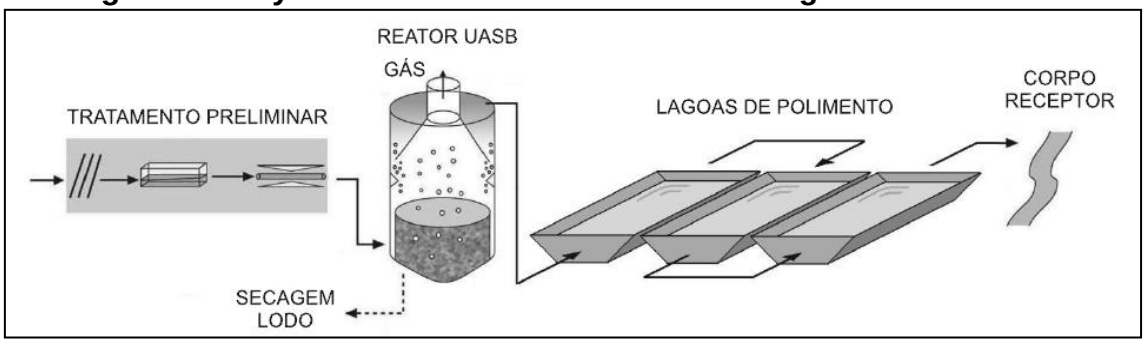
Tabela 60: Parâmetros do projeto das lagoas de polimento

CRITÉRIOS DE PROJETO - LAGOAS DE POLIMENTO
Tempo de Detenção Hidráulica
Profundidade
Número de Lagoas
Relação comprimento/largura

Fonte: VON SPERLING, 1986

As lagoas de polimento são dimensionadas de maneira análoga a lagoas de maturação, e atingem eficiência de 77-87% de remoção de DBO, e atingem 10^2 NMP/100 mL de CF[7], bem como 50-60% de remoção de nitrogênio. A eliminação de ovos de helmintos e cisto de protozoários deve atingir 100%, ou seja, total (CHERNICHARO et al, 1999; VON SPERLING, 2005). A tabela 56 mostra os principais parâmetros de projeto utilizados no dimensionamento das lagoas de polimento.

Figura 21: Layout do sistema Reator UASB + Lagoa de Polimento



Fonte: CHERNICHARO, 2007

Para o caso de municípios pequenos, em países em desenvolvimento e com elevadas médias de temperatura, a solução passa a ser ainda mais atraente devido à elevada eficiência combinada com o baixo custo de implantação e operação.

9.2.5.1.3 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Esta tecnologia representa a maneira mais simples de tratamento de esgotos. Elas possuem como principal objetivo a remoção de matéria orgânica, exceto as lagoas de maturação, que tem como objetivo à remoção de patogênicos. As

[7] Coliformes fecais

lagoas de estabilização apresentam diversas variantes, no que diz respeito à simplicidade operacional, requisitos de área e rota metabólica de tratamento. No geral, são indicadas para o Brasil devido as elevadas temperaturas, disponibilidade de área e necessidade de pouco ou nenhum equipamento de operação. Os principais sistemas de lagoas de estabilização existentes são: Lagoas facultativas; lagoas anaeróbia + lagoa facultativas; lagoa aerada facultativa; lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação; e lagoas de maturação (VON SPERLING, 1986; CAMPOS, J.R., 1999) – Figura 22.

Figura 22: Layout do sistema de lagoas de estabilização

Fonte: VON SPERLING, 1986

O processo de tratamento nas **lagoas facultativas** ocorre com predominância de processos naturais de estabilização da matéria orgânica, onde os esgotos ficam retidos na lagoa tempo suficiente para ocorrência desses processos. Devido a esse fato o TDH[8] das lagoas é usualmente superior a 20 dias. A DBO particulada em suspensão tende a sedimentar no fundo da lagoa e ser convertida em gás carbônico, metano e água na zona chamada de anaeróbia. Já a DBO solúvel e finamente particulada, que não sedimenta, são oxidadas por bactérias aeróbias, na zona aeróbia. O oxigênio é disponível através das algas, pela fotossíntese (parte superior da lagoa), próxima a superfície e com grande incidência de luz solar. Na zona facultativa predominam as bactérias que sobrevivem e se ploriferam na ausência e presença do oxigênio, através da oxidação dos nitratos e sulfatos (condições anóxicas), bem como pela via anaeróbia. A zona facultativa prevalece no meio da lagoa, onde a influência da luz solar, e conseqüentemente do oxigênio disponível, é menor, mas não ausentes (VON SPERLING, 1986).

A eficiência dos sistemas de lagoas facultativas na remoção de DBO é de 75-85%, enquanto a de nitrogênio total e coliforme fecais atinge, respectivamente: 50-65% e 2 unidades logarítmicas (VON SPERLING, 1986; CAMPOS, J.R.,

[8] Tempo de detenção hídrica

1999). A tabela 61 mostra os principais parâmetros de projeto das lagoas facultativas.

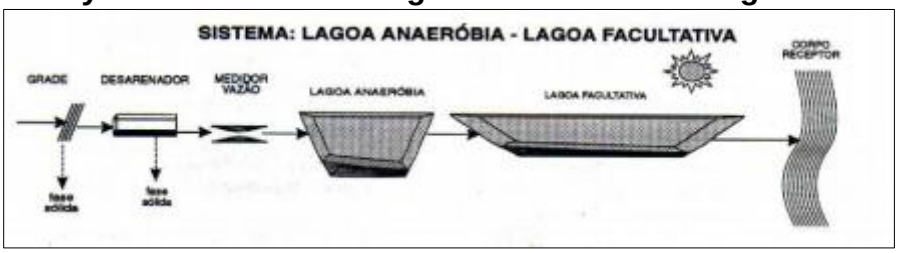
Tabela 61: Principais parâmetros de projetos das lagoas facultativas

CRITÉRIOS DE PROJETO - LAGOAS FACULTATIVAS
Taxa de Aplicação Superficial
Profundidade
Tempo de Detenção
Geometria da Lagoa

Fonte: VON SPERLING, 1986

As **lagoas anaeróbias** são lagoas onde as condições estritamente anaeróbias prevalecem, com taxa de consumo de oxigênio muito maior que a produção. Para isso, a lagoa anaeróbia possui profundidades maiores e comprimentos menores, possibilitando o lançamento de uma grande carga de DBO por unidade de volume da lagoa. Este sistema apresenta eficiência de remoção de DBO de 50-70%, necessitando de uma unidade posterior de tratamento. Além disso, possui a desvantagem da provável liberação de maus odores, devido ao tratamento pela via anaeróbia liberar o gás sulfídrico. Uma das vantagens da utilização da lagoa anaeróbia em conjunto com a lagoa facultativa é a diminuição de substancial dos requisitos de área (VON SPERLING, 1986). Além disso, a eficiência dos sistemas de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas são similares ao sistema de lagoas facultativas (VON SPERLING, 2005) – Figura 23 e Tabela 62.

Figura 23: Layout do sistema de lagoas anaeróbicas + lagoas facultativas



Fonte: VON SPERLING, 1986

Tabela 62: Principais parâmetros de projeto do sistema de lagoas anaeróbias

CRITÉRIOS DE PROJETO - LAGOAS ANAERÓBIAS
Taxa de Aplicação Volumétrica
Profundidade
Tempo de Detenção
Geometria da Lagoa

Fonte: VON SPERLING, 1986

As **lagoas aeradas facultativas** são predominantemente aeróbias, ainda que possuam área de baixa de oxigênio e desenvolvimento de bactérias facultativas. O oxigênio nas lagoas aeradas facultativas é advindo dos aeradores, porém o suprimento de oxigênio é insuficiente para manter os sólidos (biomassa e sólidos em suspensão) do esgoto bruto dispersos na parte líquida, permitindo somente a oxigenação do sistema. Esse sistema apresenta a vantagem da compacidade, pois requer menor área que os sistemas de lagoas de estabilização e o sistema de lagoa anaeróbia + lagoa de estabilização, e também apresenta mais independência de processos naturais e condições climáticas. Como limitações apresentam a necessidade de remoção contínua do lodo e aumento dos custos com energia. Os principais parâmetros de projeto desse sistema são o TDH e a profundidade da lagoa (VON SPERLING, 1986). A eficiência dos sistemas de lagoas aeradas facultativas é similar ao sistema de lagoas facultativas (VON SPERLING, 2005) – Figura 24.

Figura 24: Layout de funcionamento das lagoas aeradas facultativas

Fonte: VON SPERLING, 1986

As **lagoas aeradas de mistura completa**, ou estritamente aeróbias, são lagoas onde os aeradores servem tanto para oxigenação do esgoto quanto também para manter os sólidos em suspensão (biomassa) dispersos no meio líquido. Devido ao elevado teor de sólidos em suspensão do efluente, é

necessário o sistema de lagoas de decantação, a fim de decantar e estabilizar esses sólidos. Apesar desse conjunto de lagoas, é o sistema que demanda menor área entre os sistemas de lagoa existentes. As limitações estão na maior complexidade operacional e gastos energéticos, bem como na periodicidade da remoção de lodo das lagoas. Os principais parâmetros de projeto das lagoas aeradas são: tempo de detenção, idade do lodo e profundidade (CAMPOS, 1999; VON SPERLING, 1986). A eficiência dos sistemas de lagoas aeradas de mistura completa é similar ao sistema de lagoas facultativas (VON SPERLING, 2005) – Figura 25.

Figura 25: Layout do sistema de lagoas de mistura completa

Fonte: VON SPERLING, 1986

As **lagoas de maturação**, por sua vez, são especificamente construídas para a remoção de organismos patogênicos, propiciando o polimento dos efluentes das lagoas de estabilização, que não possuem eficiência de remoção de patógenos adequada aos padrões exigidos. É uma alternativa econômica, menos complexa para a desinfecção do efluente, se comparada a outros métodos, tais como: cloração, ozonização e métodos químicos de desinfecção em geral. Umas das características das lagoas de maturação é a baixa profundidade, que é um dos fatores que propiciam um ambiente favorável para remoção de patógenos, devido a alta penetração da radiação solar (radiação ultravioleta), elevado pH (devido a elevada atividade fotossintética) e elevada concentração de OD[9] (CAMPOS, 1999; VON SPERLING, 1986).

[9] Oxigênio Dissolvido

Tabela 63: Parâmetros de Projeto das lagoas de maturação

CRITÉRIOS DE PROJETO - LAGOAS DE MATURAÇÃO
Tempo de Detenção Hidráulica
Profundidade
Número de Lagoas
Relação comprimento/largura

A Figura 26 ilustra o resumo das características, a respeito da eficiência, das lagoas descritas anteriormente.

Figura 26: Resumo das características dos sistemas

Item	Parâmetro	Sistemas de Lagoas			
		LF	LA/LF	LAF	LMC/LD
Eficiência (%)	DBO	70 - 85	70 - 90	70 - 90	70 - 90
	Nitrogênio	30 - 50	30 – 50	30 – 50	30 - 50
	Fósforo	20 - 60	20 – 60	20 - 60	20 - 60
	Coliformes	60 - 99	90 – 99,9	60 - 96	60 - 99
Requisitos	Área (m^2/hab)	2,0 – 5,0	1,5 – 3,5	0,3 – 0,6	0,2 – 0,5
	Potência (W/hab)	≈ 0	≈ 0	1,0 – 1,7	1,0 – 1,7
Custos	Implantação (US$/hab)	10 - 30	10 - 25	10 - 25	10 - 25

LF: Lagoa Facultativa **LMC: Lagoa de Mistura Completa**
LA: Lgoa Anaeróbia **LD: Lagoa de Decantação**
LAF: Lagoa Aerada Facultativa

Fonte: Von Sperling.

A partir destes dados e conforme as características encontradas no município de Conceição do Jacuípe- temperaturas altas durante grande parte do ano e baixa renda municipal com maior dependência financeira, o sistema de lagoas de estabilização pode ser aplicado, desde que seguindo por lagoa de maturação, porém o que pode ser um empecilho é a questão da área necessária, já que o município não dispõe de muita.

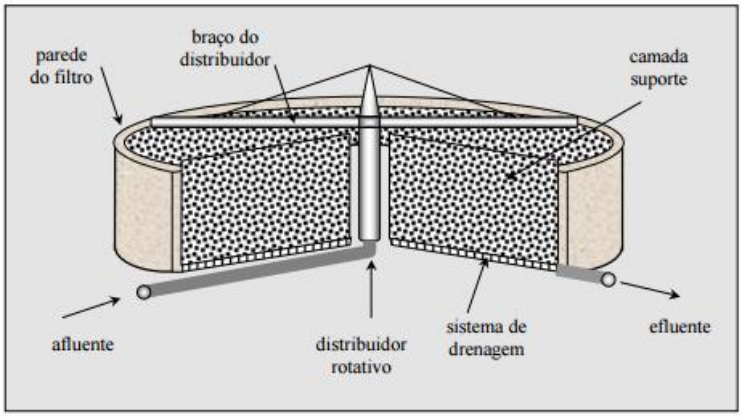
Dentre as vantagens desse sistema há a possibilidade de reuso do efluente e do lodo. Contudo, devem-se ficar atento as desvantagens, particulares de cada um, as quais podem aumentar os custos de operação e manutenção do sistema.

9.2.5.1.4 FILTRO BIOLÓGICO

O filtro biológico é constituído por um reator biológico preenchido por meio suporte, sistema de distribuição do afluente e sistema de drenagem do efluente. Seu processo de tratamento baseia-se nos processos de oxidação

bioquímica e adsorção. A primeira ocorre através da passagem dos esgotos no meio suporte, que promove o crescimento e a aderência de massa biológica na superfície do meio suporte, geralmente constituído de brita, pedras ou material plástico. O sistema de distribuição aplica os esgotos no filtro através de gotas ou pequenos jatos, geralmente através de distribuidores rotativos (VON SPERLING, 2005; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

Figura 27: Filtro Biológico Percolador



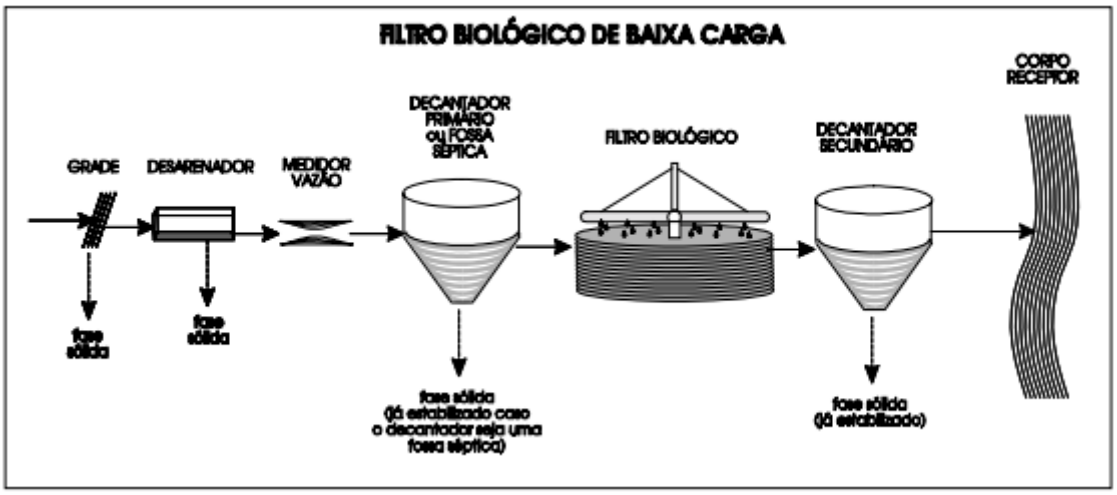
Fonte: NASCIMENTO, 2001

A massa biológica que se desenvolve na superfície do meio suporte é a principal responsável pelo processo de tratamento do afluente do filtro biológico. As substâncias coloidais e dissolvidas são transformadas em sólidos estáveis e passam a fazer parte da massa biológica na superfície do meio suporte. As condições aeróbias são garantidas através dos interstícios entre o meio suporte, que garantem o suprimento de oxigênio. Já a adsorção ocorre quando a massa biológica é agregada ao meio suporte, que retém a matéria orgânica contida no esgoto. À medida que cresce o volume da massa biológica aderente ao meio suporte, uma zona anaeróbia se desenvolve na parte interna do filme biológico, mais próxima da superfície do meio suporte (JORDÃO e PESSÔA, 2014).

A estabilização da matéria orgânica que ocorre pela via anaeróbia nessa zona da massa biológica provoca a liberação de gases e descolamento do filme biológico e renovação do processo de tratamento. O desprendimento do material aderido ocorre também à medida que a biomassa cresce na superfície do meio suporte, diminuindo os espaços vazios e conseqüentemente aumentando a tensão de cisalhamento, desalojando parte do material aderido. Devido ao constante desprendimento da matéria orgânica estabilizada é

obrigatória uma unidade de decantação posterior ao filtro (JORDÃO e PESSÔA, 2014) – Figura 28.

Figura 28: Layout do filtro de baixa carga



Fonte: VON SPERLING, 1995.

Os filtros biológicos podem funcionar em alta ou baixa carga, que diferem entre si pela quantidade de DBO aplicada por unidade de volume. Essa diferença reflete na eficiência de remoção da DBO, bem como nos requisitos de área. Nos filtros biológicos de baixa carga a disponibilidade de alimentos é menor, já que a carga de DBO por unidade de volume aplicado no reator é menor. Isso implica na estabilização parcial do lodo através do autoconsumo da matéria orgânica celular, resultando numa maior eficiência de remoção de DBO e maior demanda por área, quando comparado aos sistemas de alta carga. Os filtros biológicos de baixa carga também são eficientes na remoção de amônia por nitrificação, bem como não necessita de digestão separada em digestores de lodo, já que o lodo biológico excedente já sai estabilizado. A eficiência é comparada com os sistemas de lodos ativados convencional, só que mais simples conceitualmente e operacionalmente. Em termos numéricos, a remoção chega a 93%, enquanto a de nitrogênio total e coliformes fecais chega a 60% e a 2 unidades logarítmicas, respectivamente (VON SPERLING, 2005; JORDÃO e PESSÔA, 2014) – Figura 29.

Figura 29: Layout do filtro de alta carga

Fonte: Von Sperling, 1995

Os filtros de alta carga recebem maior carga de DBO por unidade de volume de leito e caracterizam-se por serem ligeiramente menos eficientes que os filtros de baixa carga e por não haver digestão do lodo no filtro. Os filtros de alta carga possuem menores demandas de área, embora haja a obrigação de implantação de digestores do lodo, e não só adensadores e desidratação, como nos filtros de baixa carga. Nos filtros de alta carga há necessidade de recirculação do efluente, já que é necessário manter a vazão uniforme durante todo o dia, equilibrando assim a carga afluente. A recirculação também objetiva promover uma nova chance de contato entre a matéria orgânica e o substrato bem como trazer oxigênio livre para o líquido afluente. A recirculação implica em maior complexidade operacional e demanda energética. A eficiência de remoção de DBO dos filtros de alta carga ficam entre 70-87% (VON SPERLING, 2005; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

Tabela 64: Principais parâmetros de projeto dos filtros biológicos

PARÂMETROS DE PROJETO - FILTRO BIOLÓGICO
Carga Hidráulica
Carga Orgânica Volumétrica
Profundidade

Fonte: JORDÃO e PESSÔA, 2014

Conforme já foi discutido anteriormente, o processo apresenta vantagem referente à eficiência na remoção de matéria orgânica, sem grande complexidade conceitual. Além disso, não há grandes custos energéticos e a operação não tem complexidade elevada, principalmente quando não apresenta recirculações. Os filtros não são tão adequados para o município de

Conceição do Jacuípe, apesar de exigir baixa demanda por investimentos em operação e implantação, há impedimentos com relação à área.

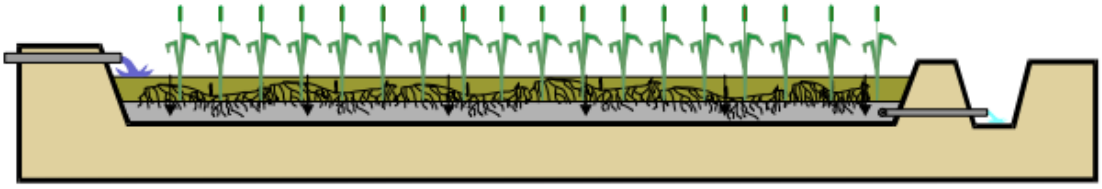
9.2.5.1.5 WETLANDS CONSTRUÍDOS

As *wetlands* construídas ou terras úmidas construídas são um sistema de tratamento e polimento de esgotos com comprovada eficiência, dentre as principais vantagens de sua utilização existem a simplicidade de operação, além do baixo custo de implantação e manutenção (IAQUELI, 2016). A operação e manutenção das terras úmidas construídas são simples, estando usualmente associada ao controle de plantas aquáticas indesejáveis e de mosquitos. Em geral, a remoção de plantas não é necessária, contudo, uma poda ou replantio pode se tornar necessária para manutenção das condições de fluxo e tratamento desejadas (VON SPERLING, 2005), sendo em geral, necessário apenas um colaborador para abertura e fechamento de válvulas/comportas e inspeção rotineira com eventuais correções, existindo a possibilidade de automatizar alguns itens do sistema (*WETLANDS*, 2017).

Segundo Silva *et al*., (2015), tais sistemas podem desempenhar funções semelhantes ao tratamento convencional dos esgotos domésticos através de processos físicos, químicos e biológicos, contudo, este sistema é mais indicado para pequenas comunidades, inclusive as comunidades rurais. Segundo os mesmos autores, as *wetlands* construídas são sistemas que utilizam o princípio de solo úmido cultivado na qual a interação solo-micorganismos-rizosfera da planta é responsável pela despoluição das águas residuárias, sendo assim, a principal característica destes sistemas é o uso de vegetação aquática, que proporciona um aumento da sua eficiência e permite a construção de um espaço esteticamente atraente, podendo, em vários casos, serem concebidos como obras de arte de paisagismo (*Wetlands*, 2017), bem como, é possível utilizar também plantas produtoras de grãos, agregando desta forma benefícios econômicos, financeiros e ambientais. Os benefícios econômicos e financeiros podem ser obtidos tanto através da comercialização da biomassa vegetal e/ou dos grãos produzidos, quanto através da redução dos custos pela utilização de um meio suporte encontrado na própria localidade (Silva *et al*., 2015).

Outro ponto positivo do sistema é a não geração de lodo, o que diminui os custos com transporte, estabilização e secagem destes resíduos sólidos (*Wetlands*, 2017). Os sistemas podem ser de fluxo superficial ou subsuperficial, bem como são divididas em fluxo vertical e horizontal. A Figura 30 apresenta um desenho esquemático de um sistema *wetlands* construída.

Figura 30: Desenho esquemático de um sistema com macrófitas emergentes com fluxo vertical



Fonte: Salati *et al*., 2009

9.2.5.2 SISTEMAS INDIVIDUALIZADOS DE TRATAMENTO

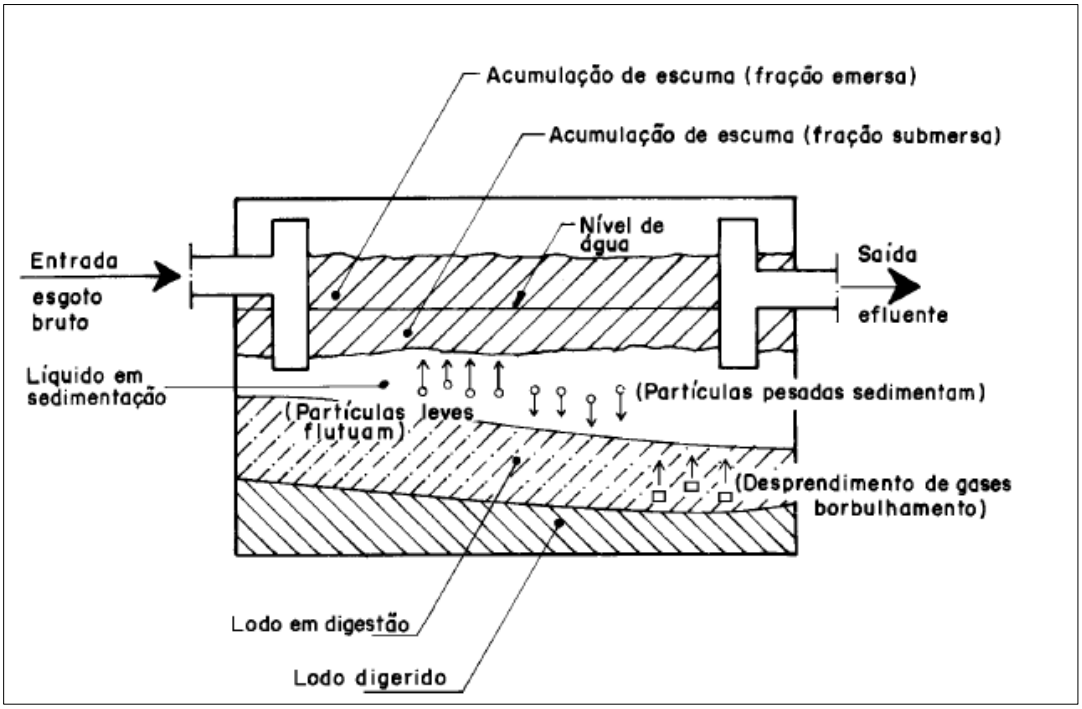
Os sistemas individualizados de tratamento possuem mais aplicabilidade na zona rural de médios e pequenos municípios, consistindo no tratamento do efluente no local de geração. Trata-se de soluções menos onerosas e adequadas a realidade socioeconômica da região, buscando, inclusive, reaproveitar o resíduo e o efluente sanitário em algumas de suas concepções.

9.2.5.2.1 TANQUE SÉPTICO + SUMIDOURO

O tanque séptico, conhecida também por fossa séptica, sedimenta e remove materiais flutuantes, além de se comportar como digestor de baixa carga, sem mistura ou aquecimento. É uma das principais alternativas para o tratamento dos esgotos de comunidades rurais de pequenas áreas e afastadas dos grandes centros (CHERNICHARO, 2007).

Seu processo de tratamento ocorre pela decomposição da matéria orgânica através da via anaeróbia. Os sólidos sedimentáveis, presentes no esgoto afluente, vão ao fundo do tanque (e passam a constituir a camada de lodo) e são convertidos em compostos mais estáveis como CO_2, CH_4 e H_2S. Óleos, graxas e outros materiais mais leves presentes no esgoto afluente flutuam até a superfície do tanque, formando uma camada de escuma (VON SPERLING, 1996; CHERNICHARO, 2007).

Figura 31: Esquema de funcionamento simplificado do tanque séptico



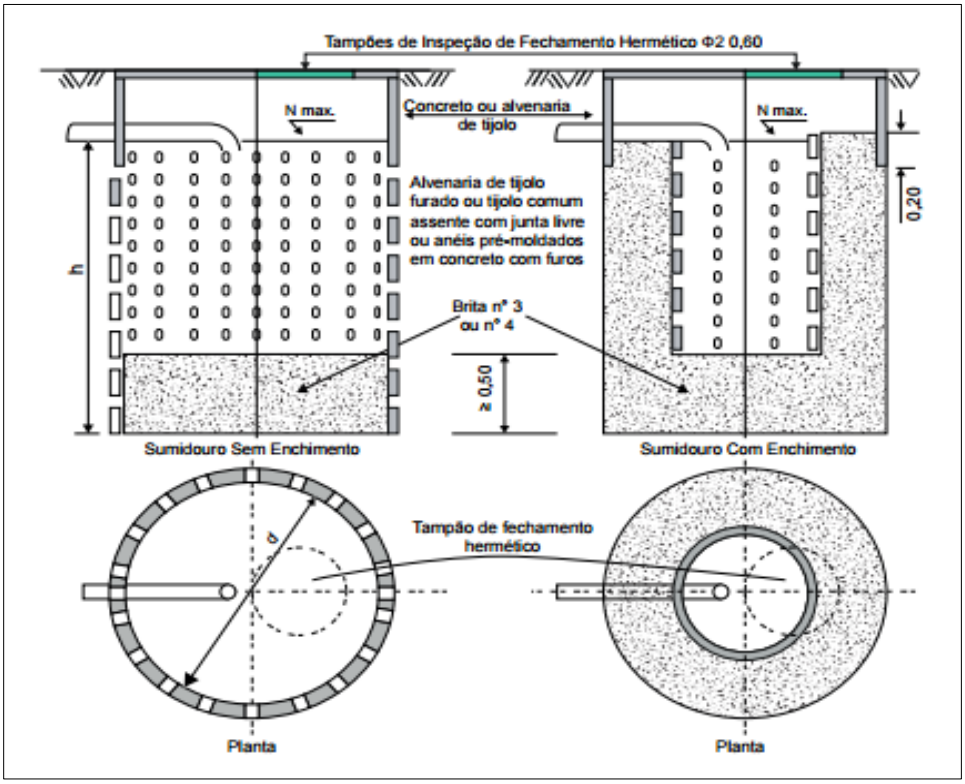
Fonte: NBR 7.299/1993

A NBR 7229/1993 estabelece as condições para a execução apropriada do projeto, entre elas estão: distância mínima de 1,5 m entre a fossa e o sumidouro; limite mínimo de 1,5 m nos limites de terreno, valas de infiltração e ramais prediais de água; limite de 3,0 m de árvores e de qualquer ponto da rede pública de abastecimento de água; distância mínima de 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

Os dispositivos de entrada do afluente devem ter uma conexão em “T”, com uma extremidade voltada verticalmente para o líquido, e outra voltada para cima, a fim de permitir a manutenção. É necessária a construção de um anteparo próximo à entrada do afluente, cujo objetivo é direcionar o fluxo dos esgotos para o fundo do tanque, promovendo a sedimentação dos sólidos e evitando zonas mortas, além de evitar perturbações hidráulicas no tanque e evitar que novos dejetos afluentes se misturem diretamente com o líquido já depurado. A geratriz inferior da tubulação de entrada deve ser no mínimo 5 cm inferior a geratriz inferior do tubo de saída do afluente. Outra recomendação indica que 1,20 m deve ser a profundidade útil do tanque, no mínimo (CHERNICHARO, 2007; NBR 7.229/93).

Os parâmetros de projetos do tanque séptico são: tempo detenção hidráulica, contribuição do lodo fresco, taxa de acumulação de lodo e contribuição de esgotos. A relação comprimento/largura deve ter no mínimo 2:1 e no máximo 4:1, e a largura mínima deve ser de 0,80 m. O tanque deve ser estaque e impermeabilizado. A construção das fossas sépticas é simples, através de alvenarias de tijolo ou por concreto armado, que é suficiente para resistir aos esforços horizontais e verticais na maioria das fossas, garantindo a sua estabilidade (NBR 7.229/93).

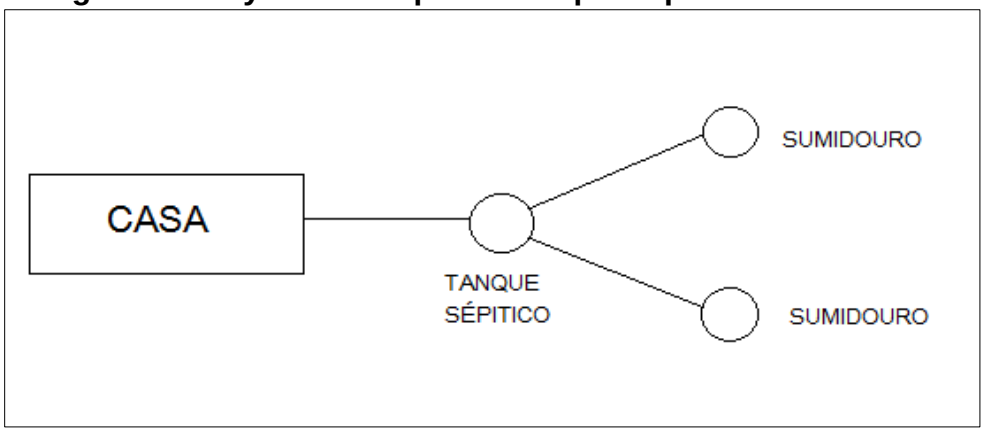
Figura 32: Aspectos construtivos do sumidouro



Fonte: BRASIL, 2015 *apud* ABNT, 1993

O sumidouro tem como objetivo depurar e dar disposição final a parte líquida dos efluentes oriundos geralmente do tanque séptico. O sumidouro consiste em um poço escavado cuja finalidade é promover a depuração e disposição final do esgoto no nível superficial do terreno. As paredes devem ser de alvenaria de tijolos, assentados com juntas livres, ou com concreto pré-moldado com furos em toda a sua superfície. O material não pode ser rejuntado, permitindo assim uma fácil infiltração do líquido no terreno. Deve ser respeitada a distancia mínima de 1,50 m entre o fundo do sumidouro e o nível máximo do lençol freático, que é atingido nas épocas úmidas (CHERNICHARO et al, 1999).

Figura 33: Layout do esquema tanque séptico + sumidouro



Fonte: O Autor, 2016.

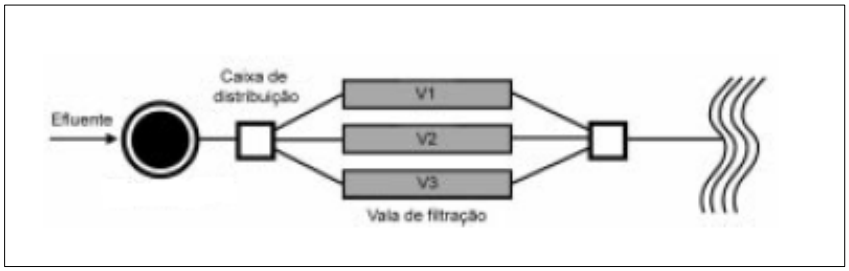
A NBR 13.969/1997 possui algumas alternativas de procedimento para projeção, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes no local de geração. Entre eles, podemos destacar: área das paredes laterais utilizadas como área de infiltração; segurança; e diâmetro mínimo de 0,60m. Os parâmetros de projeto utilizados são: vazão de contribuição, coeficiente de infiltração e área de infiltração, desconsiderando o fundo.

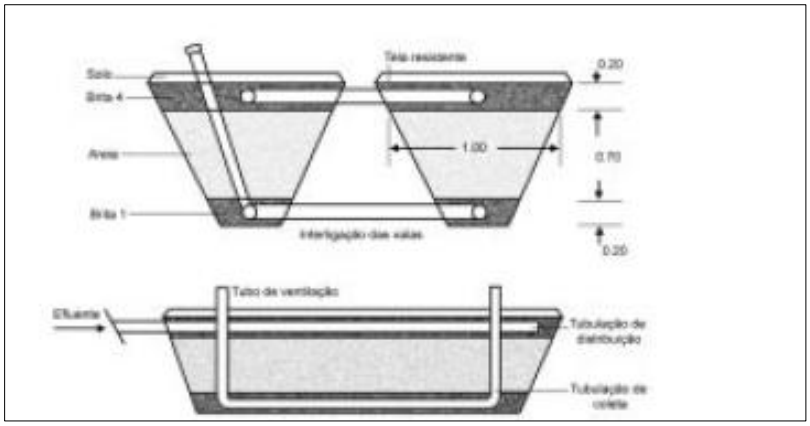
Como vantagem existe a simplicidade construtiva e operacional e a principal limitação do sistema consiste no fato de que o sumidouro deve ficar, no mínimo, a 1,5m do nível do lençol freático. Tal exigência impossibilita a sua utilização em áreas onde o nível de água é pouco profundo, bem como em áreas rochosas onde a construção pode se tornar mais complexa e o coeficiente de infiltração são muito baixos (CHERNICHARO et al, 1999).

9.2.5.2.2 TANQUE SÉPTICO + VALA DE INFILTRAÇÃO

Outro sistema bastante disseminado atualmente, com configuração similar ao sumidouro, porém com fluxo horizontal. A vala de infiltração é indicada para regiões onde o lençol freático é raso, impossibilitando a construção do sumidouro. Uma limitação da vala de infiltração é a demanda de área, que é muito maior quando comparado com o sistema de fossa e sumidouro (CHERNICHARO et al, 1999).

Figura 34: Layout de funcionamento e vistas na vala de infiltração

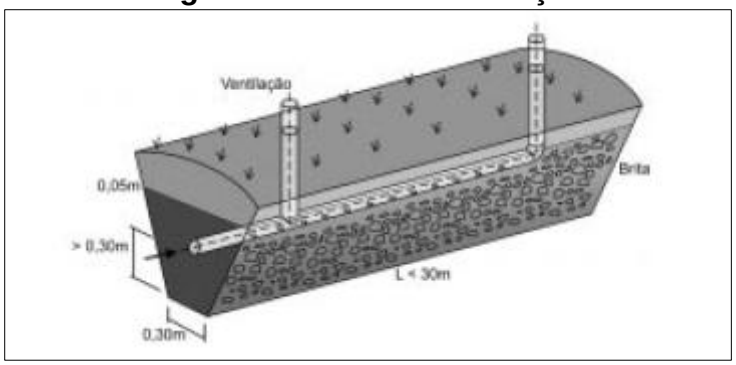




Fonte: PROSAB, 1999

A constituição da vala de infiltração é de tubos perfurados, cobertos por rochas e brita, sob uma camada de sedimento (assentamento do tubo). O alinhamento da vala com o terreno é feito com o próprio terreno do local de instalação. Para sua instalação, construção e concepção são necessárias seguir alguns critérios técnicos, conforme a NBR 13.969/1997. À distância para poços, valas ou quaisquer corpos de água devem ser no mínimo de 30 m, enquanto a distância vertical para a superfície do aquífero é igual a do sumidouro, ou seja, de 1,5 m. O ambiente aeróbio deve ser mantido no interior da vala de infiltração, e para isso deve ser instalado um suspiro para exaustão no seu interior, além disso o intervalo entre aplicações deve ser de, no mínimo, de 6h. Para manutenção do ambiente aeróbio nas valas e aumentar o tempo de funcionamento do sistema, prevenindo o leito de colmatação, devem ser construídos no mínimo duas valas de infiltração, dimensionados para 100% de sua capacidade e programadas para funcionar intervaladas (CHERNICHARO et al, 1999).

Figura 35: Vala de infiltração



Fonte: PROSAB, 1999

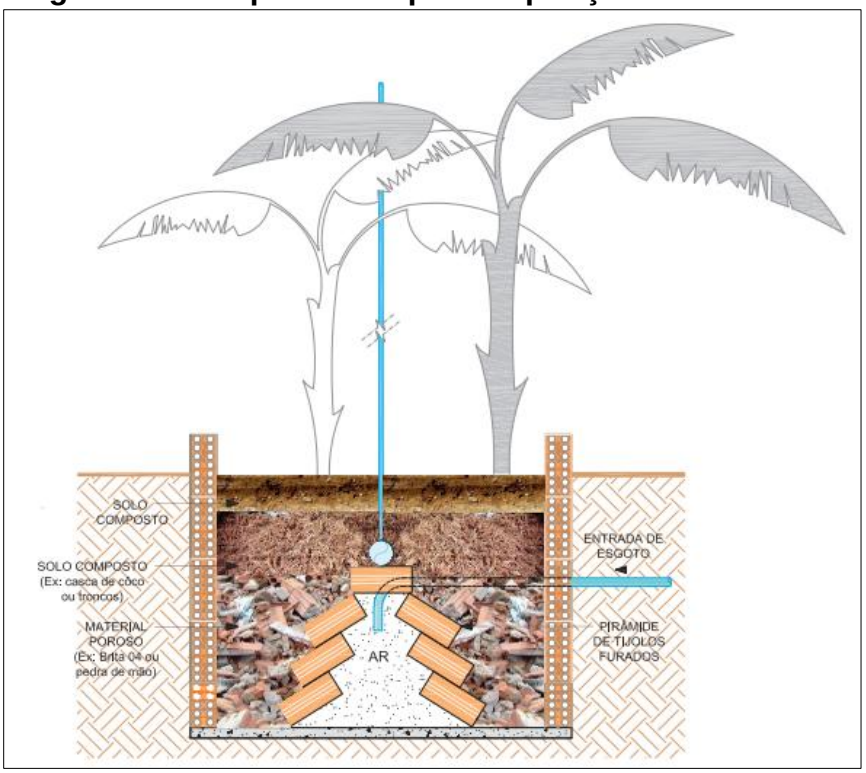
9.2.5.2.3 TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (CANTEIRO BIOSÉPTICO)

O tanque de evapotranspiração (TEvap) ou canteiro bioséptico, consiste em um tanque hiper-impermeabilizado que recebe as contribuições dos esgotos residenciais e permite o seu tratamento sem descarga para o meio ambiente. O compartimento que recebe os afluentes deve ser construído de tijolos dispostos de modo a permitir a passagem do esgoto para a extremidade do tanque e, assim, permitir o processo de tratamento anaeróbio. O compartimento pode ser feito de pneus, também dispostos de forma que possibilitem a passagem do substrato e continuação do processo.

O tanque é preenchido na parte inferior e nas laterais do compartimento de recepção do afluente, por camadas de telhas, tijolos e material da própria obra. Nas camadas acima são colocadas brita, areia e finalmente o solo (do próprio local). As plantas recomendadas são de crescimento rápido e que demandem bastante água, e típica da região, a fim de facilitar a adaptação.

O afluente entra na parte inferior do tanque no compartimento de recepção do afluente, onde ocorre a sedimentação e início da digestão anaeróbia dos esgotos. Devido aos espaçamentos, a parte líquida passa da parte exterior do compartimento e passam a preencher toda a área do tanque. O tanque de evapotranspiração atua de forma similar ao filtro anaeróbio, onde a biomassa fica retida na forma de camada de biofilme aderido a superfície e nos interstícios do material suporte. As raízes das plantas também atuam no tratamento de esgotos através da busca de nutrientes e água oriundos da decomposição da matéria orgânica.

Figura 36: Tanque de Evapotranspiração - Corte Transversal



Fonte: BRASIL, 2015

Quando exposto a vazões normais, este sistema não apresenta extravasamento, segundo pesquisas, bem como cumpre seus objetivos no que se refere à disposição final dos esgotos domésticos.

Esta tecnologia vem sendo aplicada em algumas regiões do Brasil e dão maior confiabilidade ao método e ao sistema. Pode-se acrescentar que futuras pesquisas vão ajudar a consolidar o tanque de evapotranspiração como uma das melhores soluções individualizadas para a zona rural no Brasil.

Para a construção do TEvap são levadas algumas considerações, entre elas: tipo de solo do local de instalação, profundidade do lençol freático e incidência solar direta. Suas dimensões são de 1 m a 1,2 m (profundidade) e 2 m x 5 m (largura e comprimento) para uma família de 5 pessoas – cerca de 2 m² por pessoa, no mínimo.

É possível aumentar o comprimento dos tanques, de acordo com a quantidade de usuários. É necessário um tubo de drenagem, colocado 10 cm abaixo da superfície, para escoar o excesso de água, principalmente a de chuva.

Os valores recomendados são sugestões, sendo que valores próximos também são aceitos e utilizados em dimensionamentos de TEvap no Brasil.

Figura 37: Esquema de construção do tanque de evapotranspiração

Fonte: BRASIL, 2015 *apud* Oliveira Neto, 2014

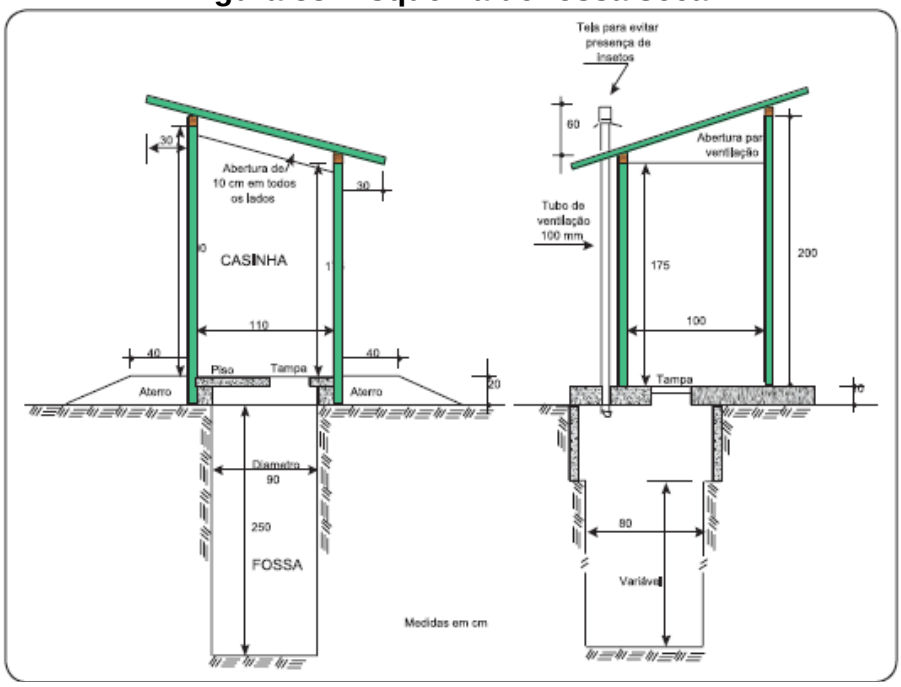
A respeito das espécies recomendados, existem algumas mais usuais: bananas (*Musa sp*.); inhames e taiobas (*Colacasia sp*.); mamoeiro (*Carica papaya*), ornamentais como copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*); maria sem vergonha (*Impatiens walleriana*); lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*); caeté banana(*Heliconia spp.*); e junco (*Zizanopsis bonariensis*); além de hortaliças como couve e tomateiros, porém deve-se evitar hortaliças rasteiras ou plantas das quais são consumidas as raízes cruas.

9.2.5.2.4 FOSSA SECA (PRIVADA HIGIÊNICA)

Esta alternativa é utilizada somente para receber os efluentes primários (ou águas negras). Constitui-se, basicamente, de um buraco escavado em terreno protegido, onde é lançada a excreta. O tratamento e decomposição são realizados no buraco através da estabilização da matéria orgânica em sólidos estáveis, líquidos e gases, onde: os gases devem ser liberados na atmosfera através de chaminé; os sólidos estabilizam-se e reduzem de volume na cova até atingir a capacidade máxima; o líquido se infiltra no solo onde continua o processo de estabilização. O material sólido pode ser retirado periodicamente ou tanque pode ser abandonado, após recobrimento, e com a construção de

nova cova. As fossas secas são a forma mais simples de disposição adequada de esgotos, além de uma solução segura e econômica (BRASIL, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

Figura 38: Esquema de fossa seca



Fonte: BRASIL, 2007.

A projeção deve prever um tempo de vida útil entre 4-8 anos. Recomenda-se também que sejam realizados ensaios para identificação do nível de água do solo, para que a geratriz inferior da cova tenha no mínimo de 1,5m do nível máximo do lençol (BRASIL, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

O dimensionamento é realizado através da produção *per capita* de excreta, de 1 L/hab.dia. Além disso, deve-se considerar o critério da redução do volume da excreta através da digestão anaeróbia, que no caso do buraco seco (sem influência do lençol freático) reduz cerca de 60 litros por ano. Recomenda-se que a abertura circular tenha 90 cm de diâmetro, ou quadrada de 80 cm de lado. Já a profundidade recomenda-se que tenha em torno de 2,5 m a depender das características do solo. É necessário manter 0,5 cm de borda livre na parte superior da cova, para posterior preenchimento (BRASIL, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

Recomenda-se que a fossa seja revestida com manilhões de concreto armado, tijolos ou madeiras. Não é necessário rejuntar os tijolos, somente a borda livre superior de 0,5 m. É necessário que a laje da privada (piso) tenha material

resistente a fim de suportar ao peso do usuário. Não é recomendado, por motivos de higiene, construir assento sob a abertura de passagem dos dejetos, no entanto, é preciso estar atento aos hábitos e costumes da população (BRASIL, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

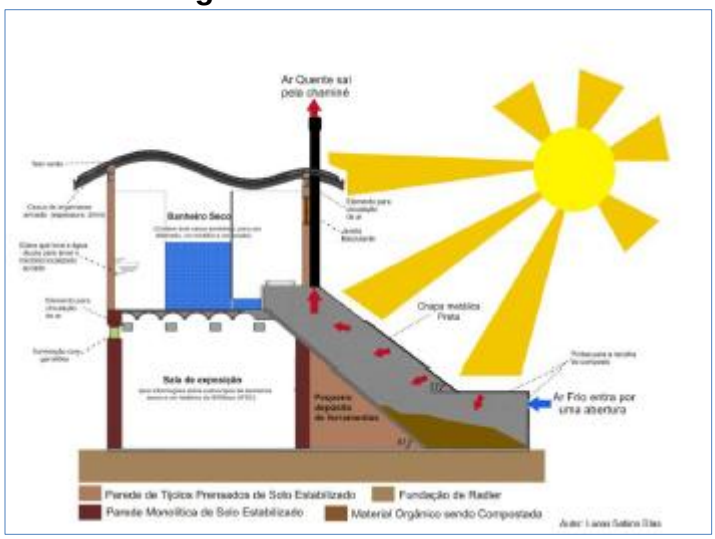
Para evitar o odor, recomenda-se a construção de um tubo de ventilação desde a cova até a altura da cobertura da casinha, com diâmetro de 100 a 200 mm, pintado de preto, para que possa absorver a luz solar e impulsionar a passagem de ar da cova para a região externa. Esse sistema de tratamento apresenta a vantagem de não consumir água, ter mínimo risco a saúde, ser aplicável para diversos tipos de terreno e tem como limitações o fato de poluir o subsolo, requerer soluções para as águas cinzas, e o risco de rejeição da população que não possui o costume de usá-lo (BRASIL, 2007; JORDÃO e PESSÔA, 2014).

O fato de requerer soluções para as águas cinza, pode causar resistência de implantação, por parte da população, devido a necessidade de ser ter alternativa para a destinação destes efluentes.

9.2.5.2.5 BANHEIRO SECO

O banheiro seco consiste numa técnica de disposição final das excretas humanas, armazenando-as em uma câmara onde passam pelo processo de compostagem. O produto final pode ser utilizado como adubo, pois não utiliza água. A tecnologia apresenta como principal vantagem à simplicidade operacional e de construção, não agressão ao meio ambiente e lençóis freáticos, desnecessidade da utilização de água e produção de adubo orgânico e húmus. No banheiro seco os dejetos vão para uma câmara onde a matéria orgânica é estabilizada e ocorre o processo de compostagem. O banheiro seco é sistema de tratamento individual que tem aplicabilidade alta em áreas onde não existe coleta de esgoto, principalmente zonas rural (ALVES, 2009).

Figura 39: Banheiro Seco



Fonte: ALVES, 2009

Os banheiros secos não utilizam a água para transportar os dejetos, já que as excretas humanas ficam acondicionadas em recipientes inferiores ao vaso sanitário. Daí passam a sofrer influências da temperatura, umidade, material orgânico e micro-organismos. Para manter a eficiência do processo é necessário depositar restos de vegetais, folhas ou pó de serra as excretas acumuladas. A porcentagem ideal de C:N para compostagem em banheiros secos está estimada entre 15:1 e 30:1. Como a excreta humana geralmente possui uma taxa C:N de 5:1, é necessário então que haja a adição de material rico em carbono. Desta forma, são adicionados esses materiais para ajuste da taxa de C:N. Além disso, é fundamental para o sucesso do processo o controle de umidade (ALVES, 2009 *apud* REDLINGER et al., 2001).

Tabela 65: Vantagens e desvantagens do banheiro seco

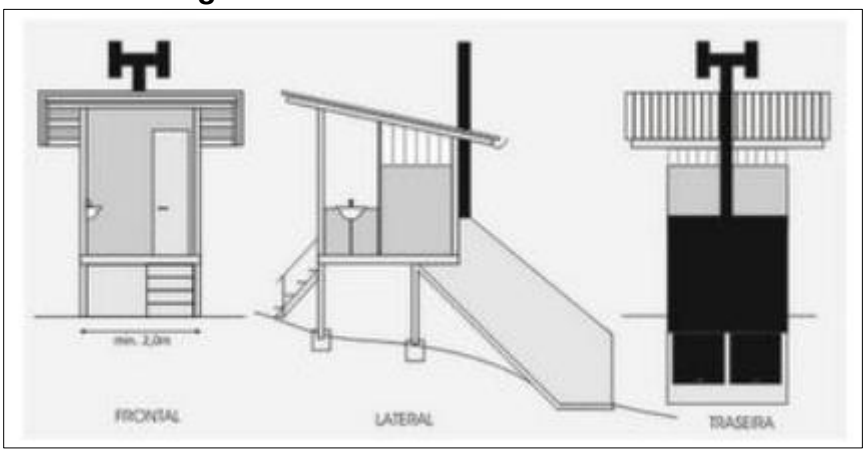
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Economia de água	Necessita a adição de material orgânico seco
Simplicidade operacional e de implantação	O tratamento dos dejetos requer tempo e conhecimento
Fonte de Fertilizante	Possibilidade de rejeição cultural

Fonte: ALVES, 2009 *apud* MARTINS, 2007 adaptado

As excretas são coletadas e após atingir o volume útil do compartimento de coleta são transportadas até uma pilha maior de compostagem, ou uma câmara designada para esse fim. O banheiro seco é composto por um compartimento localizado abaixo do assento sanitário, que recebe os dejetos.

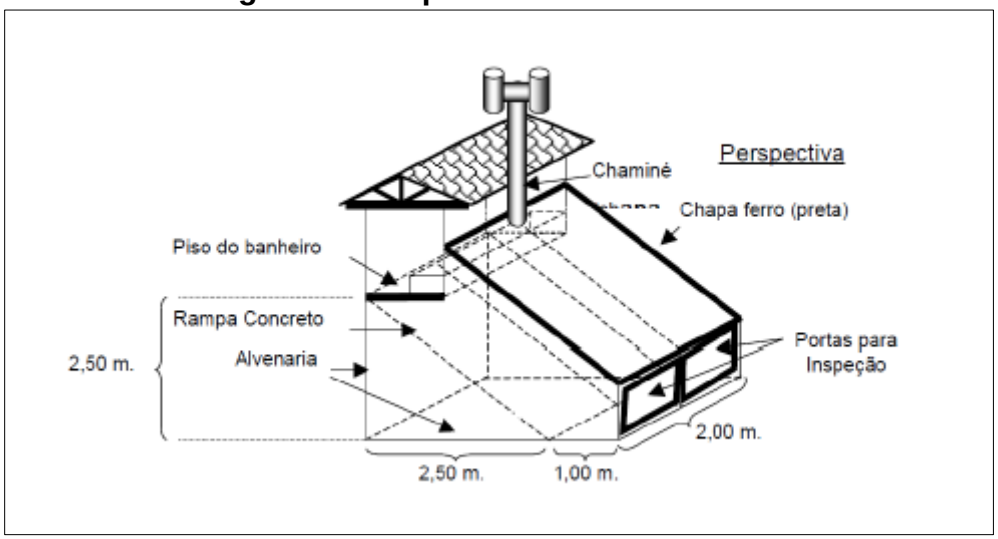
Quando é atingido o volume útil do recipiente de coleta este é substituído por outro semelhante e carregado para um local adequado de modo a ser esvaziado (SOUZA e SILVA, 2014).

Figura 40: Vistas do banheiro seco



Fonte: ALVES, 2009

Figura 41: Esquema do banheiro seco



Fonte: ALVES, 2009

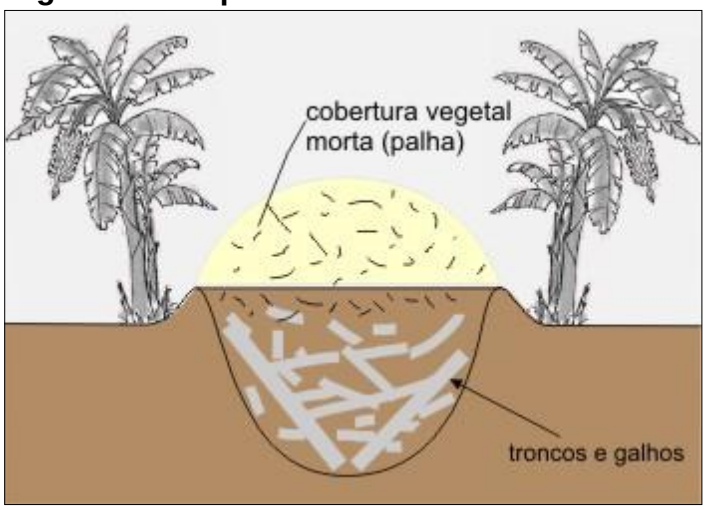
As excretas são armazenadas em coletores nos quais serão compostadas a partir do aquecimento oriundo de algum meio energético disponível, na maioria das vezes a energia solar. O aquecimento é importante, pois as bactérias e fungos, responsáveis pela decomposição, são termofílicos, ou seja, a faixa de temperatura considerada ideal está entre 40 – 70°C. A manutenção dessa temperatura é fundamental para a eficiência da compostagem. A temperatura atingida durante o processo de compostagem é capaz de matar a maioria dos patógenos e sementes de ervas daninhas presentes no material (BRASIL, 2007; ALVES, 2009).

Quando propriamente construído e operado é capaz de reduzir o volume dos resíduos para 10-30% do seu volume original. Quando adequadamente produzido e aplicado o composto orgânico pode se constituir em material de boa qualidade para melhorar as características físicas e físico-químicas do solo (ALVES, 2009).

9.2.5.2.6 CÍRCULO DE BANANEIRAS

Esta solução é utilizada para o tratamento de águas cinzas (oriundos de chuveiros, pias e lavatórios), mais empregadas em zona rurais dispersas que não possuem sistemas centralizados de tratamento de esgotos. O sistema é indicado para locais com disponibilidade de área e é necessária a utilização de sistema de tratamento de águas negras individuais. O ciclo de bananeiras termina com uma das limitações geradas nos sistemas de fossa seca e banheiro seco, já que propõe o tratamento das águas cinzas (de maneira segregada, da mesma forma que o tratamento das águas negras é feito).

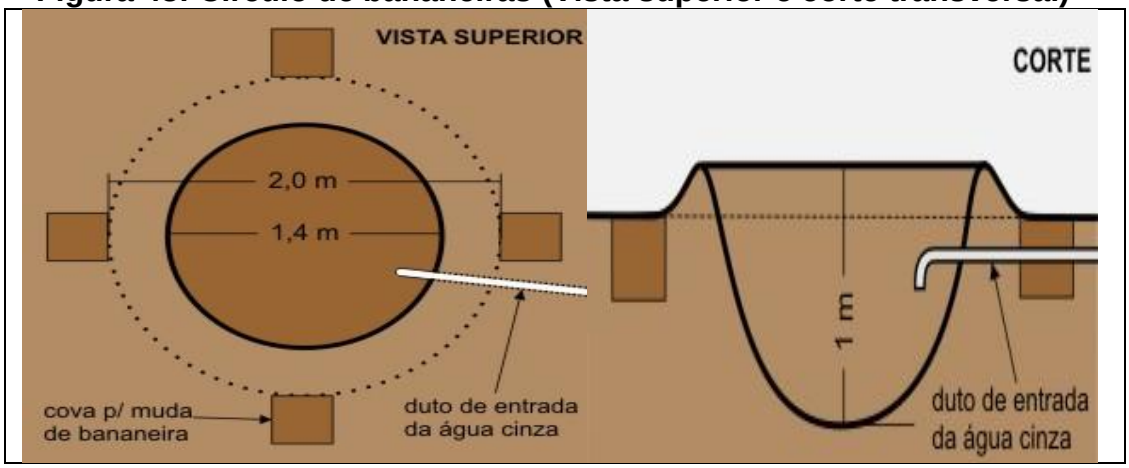
Figura 42: Esquema do círculo de bananeiras



Fonte: BRASIL, 2015

O sistema consiste em um recipiente de 2,0 m de diâmetro e com 1,0 m de profundidade, preenchido por brito, galhos e palha; rodeado por plantação de bananeiras. As águas cinzas são direcionadas para a câmera central através de uma tubulação e um joelho na ponta, a fim de evitar entupimento (CB, 2006).

Figura 43: Círculo de bananeiras (Vista superior e corte transversal)



Fonte: BRASIL, 2015

O preenchimento deve ser feito sem impermeabilizar o solo, a fim de permitir a infiltração da água no solo. Primeiramente se coloca pequenos troncos de madeira grossos no fundo, em seguida galhos médios e finos e, por fim, palhas e folhas. É possível inserir brita como primeira camada da câmera central que recebe o efluente, e recomenda-se que o monte acima da borda do buraco tenha mais de 1,0 m de altura.

É indicado que, além de bananeiras, sejam plantadas outras plantas como taioba, mamoeiro e plantas rasteiras para cobrir todo o espaço. O tempo de uso do ciclo das bananeiras é de aproximadamente 3 anos, quando todo o material utilizado no preenchimento da câmera deve ser retirado e aproveitado como adubo orgânico (CB, 2006).

9.2.5.3 COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO CENTRALIZADO E DESCENTRALIZADO

Sistemas descentralizados de tratamento podem ser definidos como o conjunto da coleta, tratamento e disposição de: residências individuais, conjuntos de residências, comunidades isoladas, indústrias ou fábricas, bem como as comunidades existentes perto do ponto de geração e tratamento de esgotos. Os sistemas descentralizados mantêm frações sólidas e líquidas do esgoto próximo do ponto de origem, apesar de uma porção líquida e ainda um residual sólido possa ser transportado para uma estação centralizada para posterior tratamento e reuso (TCHOBANOGLOUS, 1998).

O termo sistemas de tratamento “on site” refere-se a sistemas de tratamento e disposição final de efluentes no local onde é produzido. Nota-se, então, que o termo “descentralizado” é mais abrangente, por considerar, além do tratamento ”*on site”*, o tratamento de múltiplas residências, condomínios ou até comunidades inteiras (PATERN, 2010).

O tratamento de águas residuais centralizadas já é um sistema consagrado e muito usado no mundo. As suas desvantagens são elevados custos de funcionamento e manutenção, mas, também, grande necessidade de espaço, problema que em geral não atinge o Brasil. Embora esses sistemas tenham sido aplicados com sucesso nos países desenvolvidos, nos países em desenvolvimento, nem sempre esse modelo é a melhor opção (NAM, 2006).

Diversas razões são apontadas como motivo para tal, Lier e Lettinga (1999) cita alguns problemas dos sistemas centralizados de tratamento de esgotos:

- ✓ O alto risco de contaminantes se espalharem no meio ambiente (mesmo fora do local no qual o sistema de tratamento foi instalado, através vazamentos de esgotos).
- ✓ Alto risco de descarte de compostos perigosos em esgoto. Isso frequentemente leva a uma situação onde o excesso de lodo torna-se inadequado para reutilização na agricultura e sua disposição final não é feita de maneira apropriada.
- ✓ Sistemas de saneamento urbanos centralizados dependem fortemente dos serviços centrais como fornecimento de energia elétrica e, consequentemente, não são suficientemente robustos em períodos de instabilidade econômica e política (NAM, 2006).
- ✓ Sistemas descentralizados de tratamento de esgotos podem ser aplicados não só para países de baixa renda, mas, também, para áreas onde as comunidades ou populações estão esparsas.

De acordo com Tchobanoglous (1995), a abordagem descentralizada para tratamento de águas residuais é benéfico por diversas razões:

- ✓ Menor demanda de investimentos, possibilitando também levar em conta as necessidades e as condições da população beneficiada.

- ✓ Eliminar grandes custos em construções de grandes elevatórias e emissários, reduzindo também o consumo energético.
- ✓ Os métodos de tratamento podem ser adaptados para atender às diferentes condições do local (NAM, 2006).

Já se sabe que os sistemas descentralizados reduzem as áreas de coleta por unidade de tratamento, refletindo não apenas na redução de custos com implantação e operação da rede coletora e também de estações elevatórias. Além disso, esses sistemas abrem a possibilidade do reuso, tanto do lodo quanto da água (PROSAB, 1999; PHILLIPI, 2007).

Segundo Phillipi (2007) a operação nos sistemas descentralizados é simplificada e os problemas gerados são pontuais, o que reduziria significantemente os riscos. Campos (1999), por sua vez, diz que os sistemas descentralizados podem gerar um maior número de estações e os custos com operação, mão de obra e logística aumentariam.

Diante do que foi dito, temos que para o município de Conceição do Jacuípe podem ser aplicados tanto sistemas centralizados como descentralizados, a depender da localidade e suas características.

A Sede municipal e distritos podem adotar sistemas centralizados, considerando que a população tende a crescer mais do que nas áreas rurais. Para a escolha da tecnologia mais viável para estas áreas deve-se realizar estudo específico, a fim de verificar qual será a melhor em termos tecnológicos e custo-benefício.

A escolha por sistemas centralizados para áreas urbanizadas se deu pelo fato de em algumas localidades possuírem áreas de terreno rochoso, o que impossibilita a aplicação de alternativas individuais. Além disso, pelo adensamento urbano ser maior além de que a aplicação de sistemas centralizados reduz os riscos de contaminação do solo e, conseqüente, dos lençóis freáticos.

Deve ser considerado aqui também que algumas casas da Sede e dos distritos utilizam as águas subterrâneas como fonte de abastecimento. A adoção de alternativas descentralizadas em todo o município pode ocasionar o aumento do risco de contaminação destas águas e, consequentemente, comprometer a

sua qualidade, não só pela destinação de efluentes residenciais, como também de prestadores de serviços, como: postos de combustível, salão de beleza, supermercados, frigoríficos, entre outras atividades que possuem particularidades no seu efluente.

Com relação às áreas rurais, as soluções descentralizadas são as mais recomendadas, tendo em vista não ser uma área com grande adensamento populacional, além do baixo custo de implantação, operação e manutenção. Para a sua implantação se deve ter preocupação, principalmente, com relação à profundidade do lençol freático, devido à possibilidade de interferência e, consequentemente, contaminação.

9.3 DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

9.3.1 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O manejo de águas pluviais vem sofrendo alterações em seu conceito e aplicabilidade, de forma que está se buscando aprender a conviver com as águas pluviais. Estas alterações se deram não só pelas ocorrências de eventos indesejados, mas pela própria forma que vem ocorrendo à urbanização e “organização” do espaço territorial.

Esta urbanização, em grande parte, acontece sem planejamento territorial específico, ocasionando uma ocupação territorial desordenada e, desta forma, a execução de obras pode ocasionar problemas futuros, de difícil solução.

Alguns dos maiores problemas dos sistemas de drenagens é a adoção apenas de mecanismos convencionais e o lançamento irregular de resíduos sólidos e efluentes domésticos sobre eles.

9.3.2 ANÁLISE DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA ESCOLHIDO

Os cenários apresentados acima podem ajudar a refletir quanto ao manejo de drenagem e manejo de águas pluviais, a variação do escoamento superficial levando em consideração a impermeabilização do solo, áreas verdes e dispositivos de micro e macrodrenagem, decorrentes de investimentos ou não, bem como a influência na qualidade de vida da população. A tabela abaixo expõe os cenários escolhidos para áreas urbanizadas e zona rural.

Tabela 66: Cenário escolhido para drenagem e manejo de águas pluviais

Variáveis (áreas urbanizadas)	Hipóteses		
	1	2	3
Índice de vias urbanas pavimentadas (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de cobertura por microdrenagem (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de cobertura por macrodrenagem (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de áreas verdes (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Quantidade de áreas de risco	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Aumenta	Mantém	Diminui
Variáveis (zona rural)	**Hipóteses**		
	1	2	3
Índice de vias rurais pavimentadas	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de cobertura por microdrenagem	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de cobertura por macrodrenagem	Aumenta	Mantém	Diminui
Quantidade de áreas de risco	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de aproveitamento de águas pluviais	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

Como não se pode reduzir os dispositivos de micro e macrodrenagem, conforme determinado pela própria PNSB, o pior cenário é manter as existentes, contudo realizando as devidas manutenções com cadastro do sistema existente e avaliação das condições de cada um deles. Vale ressaltar que nos cenários quando se escreve diminuir é no sentido do índice de atendimento que está ligado a variação da população no decorrer dos anos e não a retirada do dispositivo.

Com relação às áreas de risco e áreas verdes, as mesmas são inversamente proporcionais. Sabe que casos de deslizamento e erosão podem ser causados pela falta de vegetação. Contudo, nos casos das estradas, pode ser também devido à falta de estruturas para drenagem.

Por isso, para a escolha do cenário levou-se em consideração não só os estudos realizados pela SEDUR e pelo Governo Federal (PLANSAB), como também as atividades técnicas realizadas no município. Ou seja, o melhor

cenário para o município, de acordo as projeções conforme sua realidade foram os descritos acima.

Este cenário não só melhora a realidade atual do município, como também está compatível as determinações da PNSB. A tabela 67 expõe a progressão dos valores de cada variável durante os 20 (vinte) anos seguintes, vale ressaltar que os dados iniciais utilizados como base foram coletados no PEMAPES, PLANSAB e pelas atividades técnicas realizadas no município.

Tabela 67: Progressão do sistema de drenagem no município

Ano	Quantidade de áreas de risco/ áreas críticas (unidade)	Índice de pavimentação (%)	Índice de dispositivos de microdrenagem (%)
2017	6	40,0	30
2018	6	42,5	32,5
2019	6	45	35
2020	6	47,5	37,5
2021	6	50	40
2022	6	52,5	42,5
2023	6	55	45
2024	6	57,5	47,5
2025	5	60	50
2026	4	62,5	52,5
2027	4	65	55
2028	4	67,5	57,5
2029	4	70	60
2030	3	72,5	62,5
2031	3	75	65
2032	3	77,5	67,5
2033	2	80	70
2034	2	82,5	72,5
2035	1	85	75
2036	1	87,5	77,5
2037	1	90	80

Fonte: Autor, 2017

9.3.3 OBJETIVOS, METAS E PRIORIDADES

Após a verificação dos problemas existentes, é importante definir os objetivos, metas e prioridades para cada uma das situações observadas. Cabe ressaltar que para cada situação existe, pelo menos, 01 (um) objetivo, conforme pode ser observado na tabela 64.

Tabela 68: Objetivos e metas para drenagem e manejo de água pluviais

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
SITUAÇÃO NAS ÁREAS URBANIZADAS	**OBJETIVOS**	**METAS**	**PRIORIDADE**
Poucas estruturas de microdrenagem existentes	Implantação de novas estruturas de microdrenagem	Longo prazo	Alta
Necessidade de mais estruturas de macrodrenagem existentes	Implantação de novas estruturas de macrodrenagem	Longo Prazo	Alta
Estruturas de micro e macrodrenagem com pouca manutenção	Elaboração e cumprimento de cronograma executivo de manutenção das estruturas (limpeza, reparação, etc.)	Curto Prazo	Alta
Ocorrência de alagamentos em alguns pontos	Implantação de dispositivos de drenagem	Longo Prazo	Alta
	Implantação de novas áreas verdes no entorno	Curto prazo	Alta
	Ações de educação ambiental continuada para a população (educação formal e informal)	Imediatas ou emergenciais	Alta
	Ações conjuntas das Secretarias de Educação, Saúde, Meio Ambiente e Obras voltadas para educação socio-ambiental abordando temas de saúde, meio ambiente e cidadania	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Ocorrência de deslizamento de terra em alguns pontos	-	-	-
	Restauração/recuperação florestal das áreas de deslizamento	Médio Prazo	Alta
Períodos de chuvas intensas as águas invadem as casas em alguns pontos	Implantação de dispositivos de micro e macrodrenagem	Longo Prazo	Alta
Períodos de chuvas intensas as águas arrastam o calçamento das ruas	Implantação de dispositivos de micro e macrodrenagem	Longo Prazo	Alta
Após a chuva alguns locais ficam com mau cheiro	Desativar as ligações clandestinas de esgoto doméstico	Curto Prazo	Alta
	Instalação de sistema de esgotamento sanitário adequado	Imediato/ Emergencial	Alta

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
Ligações clandestinas de efluentes domésticos para a rede de drenagem pluvial	Desativar as ligações clandestinas de esgoto doméstico	Curto Prazo	Alta
	Instalação de sistema de esgotamento sanitário adequado	Imediato/ Emergencial	Alta
Existência de muitas áreas com alto índice de pavimentação	Implantação de novas áreas verdes	Curto prazo	Média
	Elaboração de lei que trate sobre áreas verdes, sua preservação, conservação, recuperação, regeneração, restauração e a porcentagem de áreas verdes que devem estar presentes em novos loteamentos/conjuntos habitacionais	Imediatas ou emergenciais	Média
SITUAÇÃO NAS ZONAS RURAIS	**OBJETIVOS**	**METAS**	**PRIORIDADE**
Ocorrência de deslizamentos e criação de voçorocas	Incentivo para realização do CEFIR.	Imediatas ou emergenciais	Alta
	Recuperação das áreas degradadas com incentivo à restauração florestal, quando for o caso.	Médio Prazo	Alta
Processos erosivos em estradas	Recuperação das áreas degradadas com incentivo à restauração florestal, quando for o caso.	Médio prazo	Alta
	Instalação de sistemas de drenagem, quando houver necessidade.	Curto Prazo	Alta
Alagamento em alguns pontos	Implantação de dispositivos de drenagem	Imediatas ou emergenciais	Alta
Formação de valetas, ravinas e voçorocas	Recuperação das áreas degradadas com incentivo a restauração florestal, quando for o caso.	Médio Prazo	Alta

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
	Incentivo para realização do CEFIR.	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Existência de lançamento de efluentes domésticos para as vias públicas, onde as águas de chuva escoam e/ou são absorvidas naturalmente	Desativar o lançamento de esgoto doméstico	Curto prazo	Alta

Fonte: Autor, 2017

Cabe esclarecer que os dispositivos de micro e macrodrenagem são tanto dos convencionais quanto dos não convencionais. Além disso, cabe ressaltar a importância da adoção de medidas não estruturais, sendo estas com aplicação contínua, com meta imediata e prioridade alta.

Verifica-se que grande parte das metas e prioridades são Imediatas/emergenciais e Alta, respectivamente, devido as graves situações ocorridas no município, bem como da falta de estrutura para amenizá-las. Porém, ainda existe uma que deve ser estabelecida para todo o município que é a criação de um PLANO DIRETOR PARA ÁGUAS PLUVIAIS, o qual deve ser estabelecido antes da implementação de qualquer outra ação.

Por Cobceição do Jacuípe se tratar de um município relativamente pequeno, menos de 50 mil habitantes, acredita-se que a elaboração e cumprimento de legislações focadas para a organização territorial poderá proporcionar um futuro promissor tanto para a execução do que foi planejado como para a qualidade de vida da população.

9.3.4 PROSPECTIVAS TÉCNICAS

9.3.4.1 PROPOSTA DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA OS PRINCIPAIS IMPACTOS IDENTIFICADOS, EM PARTICULAR:

9.3.4.1.1 MEDIDAS DE CONTROLE PARA REDUZIR O ASSOREAMENTO DE CURSOS D'ÁGUA E DE BACIAS DE DETENÇÃO, EVENTUALMENTE PROPOSTAS PELOS MEMBROS DO GRUPO DE TRABALHO.

O assoreamento e erosão em cursos d'água podem ser causados por diferentes fatores, dentre eles: falta de mata ciliar na margem dos rios (área de preservação permanente – APP), arraste de resíduos e outros detritos/sedimentos dos fundos do rio e as próprias intempéries físicas e químicas podem auxiliar nesse processo.

Em centros urbanos, sabe-se que esse processo pode ser intensificado devido à ocupação humana e suas atividades. Contudo, as áreas rurais não estão livres dessas ocorrências, alterando apenas o tipo de influência e sua intensidade.

As bacias de detenção, por sua vez, por estarem localizadas, normalmente, dentro de áreas urbanizadas, sofrem maior influência da disposição irregular de resíduos e o arraste de detritos e sedimentos. Porém, também podem sofrer com o lançamento de efluentes domésticos.

Cabe ressaltar que as medidas mitigadoras são consideradas como medidas imediatas para tentar sanar o problema, as quais podem ser complementadas por ações mais prolongadas. Para estes problemas, as medidas mitigadoras podem ser:

- ✓ Isolamento da área a ser mitigada, com devidas demarcação e sinalização.
- ✓ Retirada temporária da população da área a ser recuperada.
- ✓ Iniciar o processo de recuperação da área.
- ✓ Iniciar processo de educação sócio-ambiental.
- ✓ Inserção de mais etapas de gradeamento para a contenção de sólidos grosseiros, evitando seu carreamento para a bacia de detenção e possível entupimento das estruturas.

- ✓ Implementação de ações punitivas para o lançamento irregular de resíduos.
- ✓ Implantação de Projetos com foco para Pagamento por Serviços Ambientais.
- ✓ Utilização de Gabião caixa quando for viável

9.3.4.2 ALAGAMENTOS/ INUNDAÇÕES E SIMILARES

Estas ocorrências podem ser ocasionadas por fatores naturais e/ou antrópicos. Todavia, é de suma importância diferenciá-las: a inundação ocorre quando as águas de um determinado **curso d'água transbordam** atingindo a planície de inundação ou área de várzea; já no alagamento as águas se **acumulam em determinados locais** devido a deficiências no sistema de drenagem; as enchentes/cheias, por sua vez, ocorrem uma **elevação do nível de água no canal de drenagem**; e as enxurradas é o escoamento superficial de forma **concentrada e energética**, podendo estar associada a áreas de domínios fluviais.

Para estes problemas, as medidas mitigadoras podem ser:

- ✓ Efetivar a realização do planejamento territorial.
- ✓ Respeitar as APPs.
- ✓ Iniciar o processo de recuperação das APPs.
- ✓ Iniciar processo de educação sócio-ambiental.
- ✓ Realizar manutenção das estruturas do sistema de drenagem existente.
- ✓ Aumento das áreas verdes;
- ✓ Incentivo para realização do CEFIR.

9.3.4.3 MEDIDAS DE CONTROLE PARA REDUZIR O LANÇAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES NOS CORPOS D ÁGUA

A prática de lançamento de efluentes e resíduos de maneira irregular para o meio ambiente é comum, seja nos centros urbanos ou nas áreas rurais. Nota-se que as áreas urbanas tendem a sofrer mais, diretamente, com os efeitos desta ação que as zonas rurais.

Normalmente o lançamento dos efluentes domésticos, para este sistema, acontece por meio de ligações clandestinas diretamente na rede de drenagem pluvial (sarjetas, bocas de lobo, etc), a qual contribuirá para os corpos hídricos receptores, ocasionando possível contaminação.

O lançamento de Efluentes e Resíduos Sólidos pode impactar diretamente na eficiência da drenagem, entupindo os condutos e canais e proporcionando um visual deprimente nos rios e os contaminando, transmitindo doenças.

Neste caso, as medidas mitigadoras podem ser:

- ✓ Implantação de gradeamento nas estruturas cabíveis, para evitar a colocação de agentes externos (móveis, eletrodomésticos, etc) e resíduos.
- ✓ Aplicação de medidas punitivas para quem for flagrado dispondo resíduos de forma irregular, bem como para ligações clandestinas de efluentes.
- ✓ Iniciar processo de educação sócio-ambiental.

Os resíduos, por sua vez, podem ser arrastados durante um período chuvoso ou lançados diretamente nos canais e/ou corpos hídricos; como também pode ser lançadas em sarjetas, bocas de lobo, canais, entre outras estruturas.

Uma vez que o resíduo vá para a rede de drenagem, já existem tecnologias que permitem a remoção desses, a exemplo das estruturas autolimpantes, na qual a água empurra o resíduo, limpando o segregador (tela ou grade), desviando o resíduo para um local de acumulação, na qual a frequência de limpeza é menor (ÁBALOS *et al*., 2012). A Figura 44 apresenta a Evolução das estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos.

Figura 44. Evolução das estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos.

TÉCNICA	ESQUEMA	OBSERVAÇÕES
Visage (1994): desvio do lixo para um reservatório com hastes inclinadas a 11°; fluxo para o centro e para baixo a jusante.		Aderência às hastes em vazões baixas altas, com lixo inicial; em grandes concentrações, acumula-se nas hastes ou entre a extremidade de jusante destas e a parede do canal.
Watson (1996) e Compion (1997): jusante e segregador horizontal na direção do fluxo; largura do canal após a rampa duas vezes a inicial; continuação do segregador inclinado.		Efetiva em vazões altas ou com o nível de jusante alto; problemas em longos períodos de vazões baixas devido à deposição à montante; observou-se aumento da presença de vórtices a jusante, ajudando na acomodação do lixo.
Beecham e Sablatnig (1994): modelaram 23 estruturas. As melhores são ilustradas ao lado, sendo o arranjo 23 considerado o melhor		Maior potencial com barras horizontais; a inclusão de uma queda vertical dentro do arranjo reduz muito a probabilidade de refluxo; o armazenamento *off-line* do lixo disponibiliza área de armazenamento bem maior, cria menos perturbações no escoamento e possibilita melhor acesso para limpeza e manutenção.

Fonte: Neves e Tucci (2008) *apud* PROSAB 2009

Dentre outros dispositivos retentores de sólidos podem-se citar cestas acopladas ás bocas de lobo e dispositivos de retenção de sólidos grosseiros (PROSAB, 2009).

Como visto anteriormente, medidas de controle são ações e dispositivos que podem auxiliar ao alcance de objetivos. Para a redução do lançamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos, que é uma realidade do município, deve adotar ações continuadas de educação ambiental, formal e informal, além de adotar a fiscalização por meio de associações de moradores[10], as quais podem ser mais efetivas e eficazes do que a fiscalização ambiental por parte do

[10] As associações de moradores podem ser constituídas por bairro ou localidade a depender do tamanho e do objetivo da mesma.

município, devido à maior interação entre os moradores daquele bairro/localidade.

A respeito das ações continuadas de educação ambiental, a idéia é inserir a educação ambiental nas escolas municipais, além de ações externas como palestras, seminários, concursos, eventos e outros, de modo a incentivar a população a participar. Os eventos externos poderão ser feitos como parcerias entre as diversas secretarias que compõem a prefeitura.

Cabe ratificar que em todos os projetos de restauração e recuperação é importante que se tenha previsão de viveiros. Podendo, inclusive ser um projeto para implantação de um viveiro, sendo este único que abarque todos os outros projetos. O viveiro tem como vantagens as opções de produção das mudas, por semente e/ou enxerto, dando prioridade as espécies nativas da região, o que pode gerar uma maior eficiência na restauração /regeneração e manutenção biótica compatível com a realidade. Com relação as desvantagens estão os custos para mantê-lo em operação.

Além disso, o município também pode elaborar um Plano Diretor de Drenagem das Águas Pluviais, o qual fornecerá subsídios para a Prefeitura elaborar e implementar um sistema de drenagem pluvial eficiente, bem como prever também a inserção de medidas não estruturais.

9.3.4.4 AÇÕES, VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS AÇÕES MITIGADORAS

Faz-se necessário apontar as vantagens e desvantagens das medidas mitigadoras listadas acima, para que se evidenciem principalmente quais dificuldades podem existir para que sejam implantadas.

A tabela abaixo lista as ações, vantagens e desvantagens das ações mitigadoras propostas acima.

Tabela 69: Desvantagens, ações e vantagens

DESVANTAGENS	AÇÕES	VANTAGENS
▪ **Desrespeito, inicial, da população pelo isolamento.** ▪ **Restrição da área de recuperação.**	Isolamento da área a ser mitigada, com devidas demarcação e sinalização.	▪ Restringe o acesso. ▪ Evita riscos de acidente. ▪ Resguardar a vida humana.
▪ **Resistência, em parte, da população, inicialmente.**	Recuperação e restauração florestal das áreas	▪ Redução do risco de assoreamento, erosão e deslizamento de terra. ▪ Aumento da cobertura vegetal secundária do município. ▪ Manutenção da flora e fauna. ▪ Enriquecimento biótico. ▪ Redução de danos estruturais nas bacias de contenção.
▪ **Resistência por parte da população para sair da área.**	Retirada temporária da população da área a ser recuperada.	▪ Redução dos riscos de acidentes. ▪ Preservação da vida humana. ▪ Facilidade de realizar a ação de recuperação/restauração
▪ **Resistência da população, inicialmente.** ▪ **Desinteresse do poder público em aplicá-la.**	Processo de educação sócio-ambiental (formal e informal) continuado.	▪ Melhoria da qualidade de vida. ▪ Melhoria dos aspectos ambientais. ▪ Melhoria do planejamento territorial.
▪ **Mais gastos públicos que poderiam ser evitados.** ▪ **Uso inadequado das estruturas pela falta de**	Inserção de etapas para a contenção de sólidos grosseiros, evitando seu carreamento para a bacia de	▪ Menos volume de resíduos arrastados para a bacia de contenção. ▪ Menos gasto com

orientação.	contenção e possível entupimento das estruturas; e construção de bacias de contenção.	manutenção, devido a presença de resíduos. ▪ Maior eficiência da bacia de contenção e do sistema de drenagem.
▪ **Resistência, em parte, da população.**	Implementação de ações punitivas para o lançamento irregular de resíduos.	▪ Educação da população. ▪ Menos volume de resíduos dispostos de maneira irregular. ▪ Cidade mais limpa. ▪ Mais saúde para a população. ▪ Aumento da eficiência do sistema de drenagem.
▪ **Até o momento não foram identificadas desvantagens, contudo as mesmas podem surgir no momento de elaboração do(s) projeto(s).**	Implantação de Projetos para Pagamento por Serviços Ambientais.	▪ Maior extensão de APPs preservadas. ▪ Maior extensão de áreas vegetadas. ▪ Conservação e Preservação dos recursos hídricos. ▪ Contribuição com fluxo gênico. ▪ Aumento da biota. ▪ Redução do risco de assoreamento/erosão.
DESVANTAGENS	**AÇÕES**	**VANTAGENS**
▪ **Resistência da Prefeitura em elaborar e implementar.** ▪ **Resistência por parte da população em cumprir.**	Efetivar a realização do planejamento territorial.	▪ Melhor organização territorial para o município. ▪ Inibição da ocupação desordenada. ▪ Aumento da qualidade de vida. ▪ Redução de riscos ambientais e sociais.
▪ **Resistência dos proprietários de terra**	Iniciar o processo de recuperação das APPs e	▪ Proteção de corpos hídricos.

onde cortam os rios e estão locadas as nascentes. ▪ **Falta de corpo técnico para fiscalização.** ▪ **Não cumprimento da legislação por parte da população.**	Respeitá-las, Incentivar realização do CEFIR	▪ Evitar assoreamento e erosão. ▪ Redução da perda biótica. ▪ Manutenção adequada do ecossistema.
▪ **Resistência da população (inicial).** ▪ **Desinteresse do poder público em aplicá-la.** ▪ **Conflitos entre secretarias para a sua aplicação.**	Iniciar processo de educação sócio-ambiental.	▪ Melhoria da qualidade de vida. ▪ Melhoria dos aspectos ambientais. ▪ Melhoria do planejamento territorial.
▪ **Manutenção realizada de forma precária.**	Realizar manutenção das estruturas do sistema de drenagem existente	▪ Maior eficiência das estruturas existentes.
▪ **Falta de local para destinação adequada dos efluentes.** ▪ **Necessidade de manutenção e limpeza das estruturas que foram contaminadas.**	Desligamento das ligações clandestinas de efluentes existentes.	▪ Descontaminação da rede de drenagem pluvial e das águas pluviais. ▪ Cumprimento das legislações municipais. ▪ Melhoria da qualidade de vida. ▪ Melhoria da saúde da população. ▪ Aumento no rendimento escolar e profissional.

Fonte: Autor, 2017

9.3.4.5 DIRETRIZES PARA O CONTROLE DE ESCOAMENTOS NA FONTE, ADOTANDO-SE SOLUÇÕES QUE FAVOREÇAM O ARMAZENAMENTO, A INFILTRAÇÃO E A PERCOLAÇÃO, OU A JUSANTE, ADOTANDO-SE BACIAS DE DETENÇÃO – TER EM CONSIDERAÇÃO AS CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS LOCAIS E LISTAR AS SOLUÇÕES DE CONTROLE QUE MELHOR SE ADAPTARIAM;

O manejo de águas pluviais vem sofrendo alterações em seu conceito e aplicabilidade, de forma que está se buscando aprender a conviver com as águas pluviais. Estas alterações se deram não só pelas ocorrências de eventos indesejados, mas pela própria forma que vem ocorrendo à urbanização e "organização" do espaço territorial. Esta urbanização, em grande parte, acontece sem planejamento territorial específico, ocasionando uma ocupação territorial desordenada e, desta forma, a execução de obras pode ocasionar problemas futuros, de difícil solução.

A finalidade da drenagem urbana e manejo de águas pluviais é diminuir os riscos de inundações que comprometem a qualidade de vida da população, principalmente nas áreas mais baixas sujeitas a alagamento e em cursos d'água. O sistema de drenagem consiste em um conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (Lei 11445/07). Neste mesmo contexto Pinto e Pinheiro (2006) define drenagem como conjunto de infra-estrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais, inclui ainda a hidrografia e os talvegues. O manejo das águas pluviais deve-se conter medidas estruturais com a finalidade de transportar os deflúvios gerados na bacia, reduzir os impactos provocados pela urbanização, remoção de poluentes e dentre outros (PROSAB, 2009).

Ainda sobre o tema o Ministério de Meio Ambiente, ressalta que as praticas adequadas no manejo das águas pluviais deve levar em consideração preservação das medidas naturais de escoamento na área urbana, gestão da bacia hidrográfica, tratamento do esgoto sanitário e a qualidade das águas pluviais. Nesse contexto, com ênfase no manejo sustentável da água de

drenagem, requer elaboração de políticas de uso e ocupação do solo (PROSAB, 2009).

No PEMAPES (2009) trás considerações importantes sobre o assunto, o objetivo no manejo sustentável das águas pluviais “implica em adotar medidas que possam retardar o fluxo e diminuir a quantidade de chuva de escoa pelas ruas da cidade, fazendo frente aos efeitos decorrentes da urbanização”. Para tanto podem ser empregados reservatórios de amortecimento de cheias, construção de locais específicos para a infiltração das águas, incentivo ao consumo a partir de captações de telhado e outras práticas.

Com a finalidade do manejo sustentável das águas pluviais, estabelece técnicas compensatórias com soluções com sistemas de controle na fonte e sistema de controle não convencional, estas envolvem medidas estruturais e não estruturais e outras que possam ser adaptadas a cada local. Esses sistemas são necessárias medidas sustentáveis, promovendo o acompanhamento a fim de proporcionar a universalização do sistema.

O sistema de controle na fonte tem como objetivo preservação das condições hidrológicas da bacia pré urbanizada e minimizando os impactos. Já um sistema de controle não convencional visa às condições físicas do local, com solução em decorrência ao aumento do escoamento e da carga da poluição difusa (PROSAB, 2009).

As técnicas não estruturais relacionam-se a captação, armazenamento e transporte das águas pluviais por meio naturais, com ações locais que integram a gestão da água pluvial nas sub – bacias, visando promover a retenção e infiltração do escoamento. No entanto, as medidas estruturais prever conjunto de obras hidráulicas, com a finalidade de retenção temporária do escoamento e ainda pode promover o tratamento da água (PROSAB, 2009).

As técnicas não estruturais de controle na fonte englobam: regulação do solo, participação da comunidade, planejamento e manejo da água, usa de produto alternativo não poluente, limpeza das estruturas de retenção de resíduos sólidos, controle de conexão ilegal de esgoto e reuso da água pluvial. Dentre as técnicas estruturais de controle na fonte destacam-se telhado verde, poço de infiltração, trincheira de infiltração, vala de detenção, pavimento permeável

existe ainda medidas de controle centralizado, como: bacia de detenção ou retenção, áreas úmidas artificiais, bacias de detenção e infiltração e dentre outras (PROSAB, 2009).

Na Figura 45, é apresentado uma tabela com os critérios para a análise de algumas soluções técnicas adequadas no manejo de águas pluviais.

Figura 45: analise das soluções técnicas adequadas para o manejo de águas pluviais

TÉCNICA	RESTRIÇÕES À IMPLANTAÇÃO E À OPERAÇÃO DAS TÉCNICAS					
	Permeabilidade do solo	Declividade	Proximidade do lençol	Proximidade de leito rochoso	Restrições ao uso do solo	Aporte de sólidos
Bacia de detenção	+	+	+	++	+++	++
Bacia de infiltração	+++	+	+++	+++	+++	+++
Valas e valetas de detenção	+	++	+	++	++	++
Valas e valetas de infiltração	+++	+++	+++	+++	++	+++
Pavimentos porosos	++	+++	++	+	+	+++
Revestimentos permeáveis	++	+++	++	+	+	+++
Trincheiras de detenção	+	++	++	++	++	+
Trincheiras de infiltração	+++	+++	+++	+++	++	+
Poços de infiltração	+++	+	+++	+++	++	+
Telhados armazenadores	+	+	+	+	+	+
Reservatórios individuais	+	+	++	++	+	+

+++ = GRANDE IMPORTÂNCIA; ++ = MÉDIA OU POSSÍVEL IMPORTÂNCIA; + = IMPORTÂNCIA PEQUENA OU NULA.

Fonte: PROSAB (2011, apud BAPTISTA ET AL, 2005).

Abaixo são citadas algumas medidas de manejo de águas pluviais que poderiam ser implantadas no município. Cabe ressaltar que a escolha das técnicas a serem adotadas no manejo de águas pluviais deve levar em consideração os fatores urbanísticos, econômicos, ambientais e sociais bem como, critérios físicos (topografias e condutividade hidráulica), critérios de infraestrutura e critérios sanitários em acordo com a realidade local (PROSAB, 2011). Sendo assim, para determinar as técnicas a serem usadas no município serão necessários estudos mais aprofundados. Neste contexto, a elaboração

de um Plano Diretor de Drenagem Urbano- PDDU auxiliaria nas tomadas de decisão no que tange a drenagem e manejo de águas pluviais no município.

Todavia, técnicas que diminuam o deflúvio, a exemplo de pavimentos permeáveis, principalmente em estacionamentos e calçadas, bem como o aproveitamento da água de chuva são medidas que já podem ser empregadas.

- **Bacias de detenção**

Têm a finalidade de capturar o volume escoado por certo períodos para depois lançá-lo, na rede de drenagem, evitando à inundação de áreas situadas a jusante. Este sistema funciona em conjunto com a rede de drenagem. São estruturas temporais que acumulam águas de chuvas, consequentemente reduz as inundações. Por apresentar baixo tempo de detenção não proporcionam remoção de sedimentos e substancias poluentes. Essa medida é mais indicada para áreas < 5ha e requer manutenção. Tem como vantagem que em épocas de seca pode ser utilizado como área de recreação, a exemplo, campo de futebol (PROSAB, 2009). A Figura 46 representa uma bacia de detenção.

Figura 46: Bacia de detenção

Fonte: www.construliga.com.br.

- **Bacias de retenção**

Esse sistema tem a capacidade de tratamento de água e armazenamento de volume gerado na bacia. Tem a função paisagística e servi de habitat natural para a vida terrestre e aquática além de proporciona sedimentação dos sólidos em suspensão e a dissolução de poluentes por decomposição. Para esses sistema faz-se necessário áreas grandes e planas (PROSAB, 2009).

Cabe ressaltar que o local de implantação da bacia de retenção deve verificar as condições geomorfológicas do local, sendo assim, são necessários estudos mais detalhados da topografia, tipo de ocupação da drenagem, tipo de solo, hidrografia.

- **Canais verdes**

A superfície com vegetação tem o objetivo de elevar as áreas permeáveis no município. São dispositivos de drenagem lateral que concentram o fluxo de áreas adjacentes e criam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento (KOBAYASHI, ET AL., 2008). Permite infiltração de parte da água para o subsolo, possibilitando a remoção de alguns poluentes por meio de retenção. Este sistema é mais indicado para acostamento de vias, e fundo de lotes (PROSAB, 2009). A área verde, no meio urbano pode reduzir a velocidade do escoamento, por meio da infiltração.

Figura 47: Canais verdes

Fonte: KOBAYASHI, ET AL., (2008, apudYAZAKI, 2004).

- **Sistemas de biorretenção**

São projetados para recolher a água de chuva da área do entorno, ideal para áreas com depressão, permitindo a infiltração e ainda possuí a função paisagística. A remoção dos poluentes ocorre por meio de adsorção, filtração e decomposição da matéria orgânica, sendo assim, são necessárias manutenção e limpeza periódica (PROSAB, 2009). Como exemplo pode citar os jardins de chuva, estes utilizam a atividade biológica de plantas e microorganismos para remover os poluentes das águas pluviais, contribuindo para a infiltração e retenção da água da chuva (BOER, 2013).

Figura 48: Jardim de chuva

Fonte: BOER, 2013.

- **Pavimento permeável**

O uso de um pavimento permeável facilita a infiltração do escoamento superficial na camada inferior do pavimento, o qual funciona como um reservatório. Para instalação desse tipo de pavimento, podem ser utilizados blocos de concreto pré-moldados de distintos formatos, os quais são assentados em uma camada de areia e os espaços vazios são preenchidos com grama ou material granular, sendo projetados para suportar o peso de veículos leves nas áreas de estacionamentos (PROSAB, 2009).

Kobayashi *et al*., (2009) enumera como pontos positivos para do pavimento permeável: a redução do deflúvio superficial direto (infiltração); recarga do lençol freático e ; pavimento de cascalho pode ser mais barato do que asfalto ou concreto. Como pontos negativos, os mesmos autores citam: o entupimento dos furos ou poros; a compactação da terra localizada abaixo do pavimento ou uma diminuição da permeabilidade do solo provocada pelo cascalho; dificuldade de manutenção; possibilidade do crescimento de dramas e ervas daninhas; não deve ser utilizado em ruas com tráfego intenso e/ou com carga pesada, pois pode diminuir sua eficiência.

- **Bacias de infiltração**

De acordo com o PROSAB (2009), esses são sistemas geralmente associados a um dispositivo de filtragem na entrada da estrutura, que objetiva remover os sedimentos existentes no deflúvio. As bacias de infiltração possuem eficiência

em remover os sólidos coloidais existentes no escoamento superficial. A água tratada pode ser utilizada no escoamento de base em áreas localizadas próximas de rios ou na recarga do aquífero. As bacias revestidas com vegetação podem apresentar maior eficiência na remoção de poluentes. O uso dessas tecnologias permite absorver os impactos provenientes da urbanização, aumentando as condições de armazenamento e infiltração da água na bacia, diminuindo os efeitos dos deflúvios no corpo receptor (PROSAB, 2009).

- **Vala de infiltração**

Valas de infiltração possibilitam o armazenamento temporário das águas pluviais favorecendo sua infiltração no solo (Carvalho e Lelis, 2010). A vala cria um reservatório subterrâneo com condições de reter o deflúvio, na qual a água armazenada infiltra no solo através do fundo e das paredes (PROSAB, 2009).

Essa tecnologia consiste em uma vala escavada no solo (profundidade entre 1,0 e 3,5 m), revestida internamente com uma manta de geotêxtil e preenchida com brita (PROSAB, 2009). Ainda segundo os mesmos autores, é recomendada a instalação de um dispositivo de filtragem (caixa de areia) a montante da construção, com o objetivo de reter sedimentos e resíduos presentes no escoamento superficial, uma vez que sólidos finos na estrutura comprometem o seu funcionamento.

A referida tecnologia é implantada em rodovias, estacionamentos, parques industriais e áreas verdes de casas, integrando-se à paisagem local enquanto drenam o deflúvio (Carvalho e Lelis, 2010).

- **Aproveitamento da água pluvial**

Essa alternativa serve para o consumo humano, irrigação, entre outros, entretanto dependendo da finalidade faz-se necessário tratamento.

È uma medida não estruturante bastante eficaz, que pode ser empregada tanto na zona rural quanto na zona urbana.

O aproveitamento da água da chuva alia a destinação adequada do deflúvio com a oferta de água para usos múltiplos. É uma técnica que ocorre desde os tempos primórdios, sendo uma prática milenar. Em regiões áridas e semiáridas, esta alternativa tem sido vista como uma opção ao abastecimento humano,

bem como, é tida como uma forma de convivência com a falta d'água em regiões onde a oferta hídrica é escassa (GALVÃO *et al*., 2013).

Esse aproveitamento pode ser por meio de técnicas como cisternas, barreiro trincheira, barragem subterrânea, calçadão dentre outros. Segundo (GALVÃO *et al*., 2013), na zona rural essa prática passou a ter mais notoriedade com o Programa de Formação e Mobilização Social para a convivência com o Semiárido: Um milhão de Cisternas (P1MC). O aproveitamento da água pluvial pode ser utilizado para consumo humano, irrigação, e dessedentação animal, entretanto dependendo da finalidade faz-se necessário tratamento.

Em um sistema de aproveitamento da água oriunda da chuva, para realizar a captação, o transporte e o armazenamento, é necessário dispositivos que possibilitem a integração dos referidos processos de forma contínua. Para uso doméstico, geralmente, a captação da água de chuva é realizada através de coberturas ou terraços, calhas e condutores promovem o transporte, e o armazenamento é realizado através de cisternas (GALVÃO *et al*., 2013). De acordo com o mesmo autor, quando o objetivo é o uso em residências, para realizar a proteção sanitária da água são utilizados barreiras sanitárias, que uma vez aliados ao manejo adequado irão promover a qualidade da água captada. Os principais dispositivos e condutos que integram as chamadas barreiras sanitárias são: desvio das primeiras águas de chuva; uso de bomba hidráulica para retirar água da cisterna; limpeza da área de captação, transporte e armazenamento; desinfecção da água (GALVÃO *et al*., 2013).

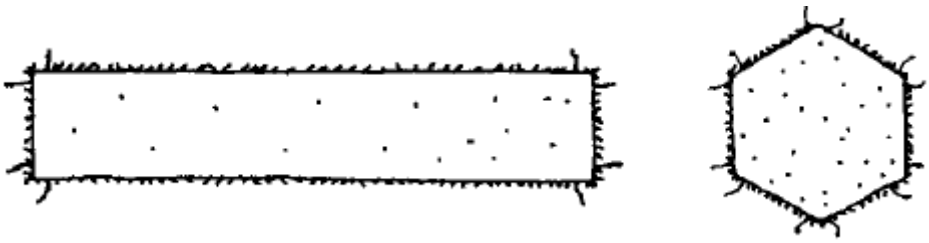
Figura 49: Cisterna de aproveitamento da água de chuva

Fonte**:** Galvão *et al*., 2013.

- **Filtro Biológico**

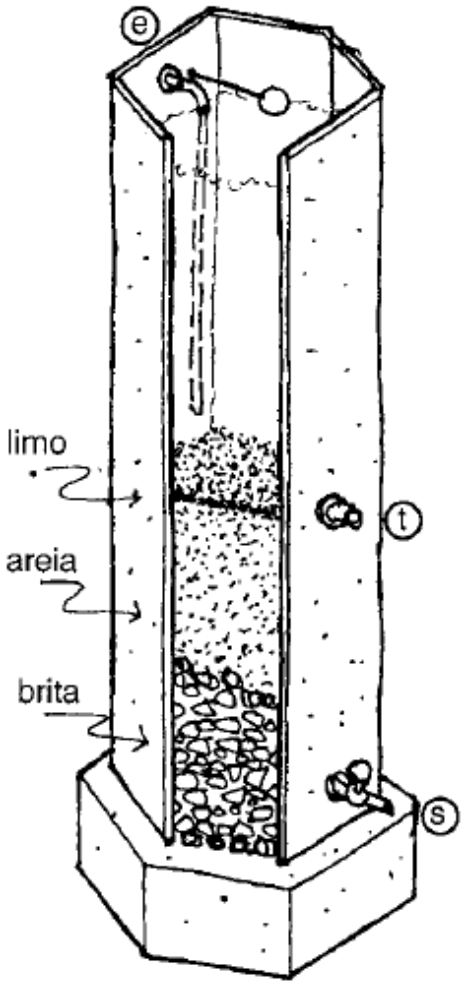
O Filtro Biológico consiste na passagem lenta da água através de camadas de areia e brita, favorecendo a formação de uma espécie de limo, que auxiliará na filtragem, retendo e digerindo microorganismos nocivos que venham a existir na água. Para uma melhor eficiência do filtro, recomenda-se que seja feita uma filtragem mecânica anteriormente. Este filtro pode ser construído em argamassa armada, com seis placas retangulares de 2 m x 0,60 m além de duas placas hexagonais de lado igual a 0,60 m, oferecendo um equipamento com capacidade para filtrar 1600 L/d. Para impermeabilizar a estrutura pode-se usar sumo de cacto. Nessa construção, pode-se utilizar 50 cm de brita no fundo e 50 cm de areia (fina) para compor a camada filtrante (LENGEN, 2004).

Figura 50: Construção do Filtro Biológico.



Fonte: Lengen (2004).

Figura 51: Filtro Biológico



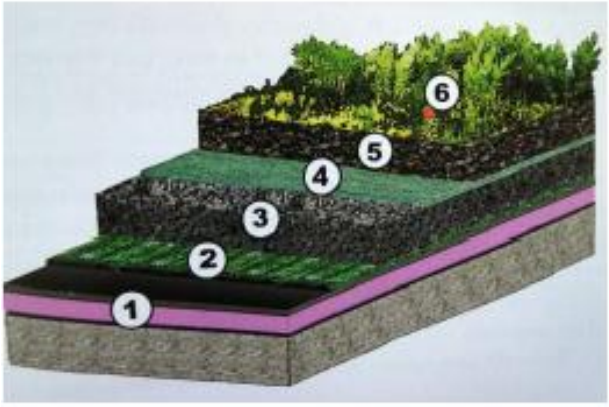
Fonte: Lengen (2004).

- **Telhados Verdes**

Essa tecnologia pode ser aplicada em edificações novas e antigas, como afirma Baldessar (2012), obedecendo a resistência estrutural. Segundo o mesmo autor o telhado verde é formado por camadas, essas camadas são constituídas por barreira de proteção das raízes, uma camada de drenagem, uma de isolamento térmico, substrato e plantações.

Para uso dessa técnica é necessário ter cuidado com a inclinação do telhado, o uso ocorre usualmente em telhados planos, mas a depender do tipo de substrato e de vegetação utilizada é possível utilizar em telhados inclinados, segundo Baldessar (2012) telhados com inclinação entre 15° e 20° são ajardinados sem qualquer problema. As camadas do telhado são mostradas na figura a seguir.

Figura 52 – Camadas componentes do telhado verde



1 - pavimento do telhado, isolamento e impermeabilização.

2 - proteção e camada de armazenamento.

3 - camada de drenagem.

4 - camada anti-raiz e filtro permeável.

5 - camada de substrato.

6 - vegetação.

Fonte: Snodgrass e Mcintyre (2010) apud Baldessar (2012)

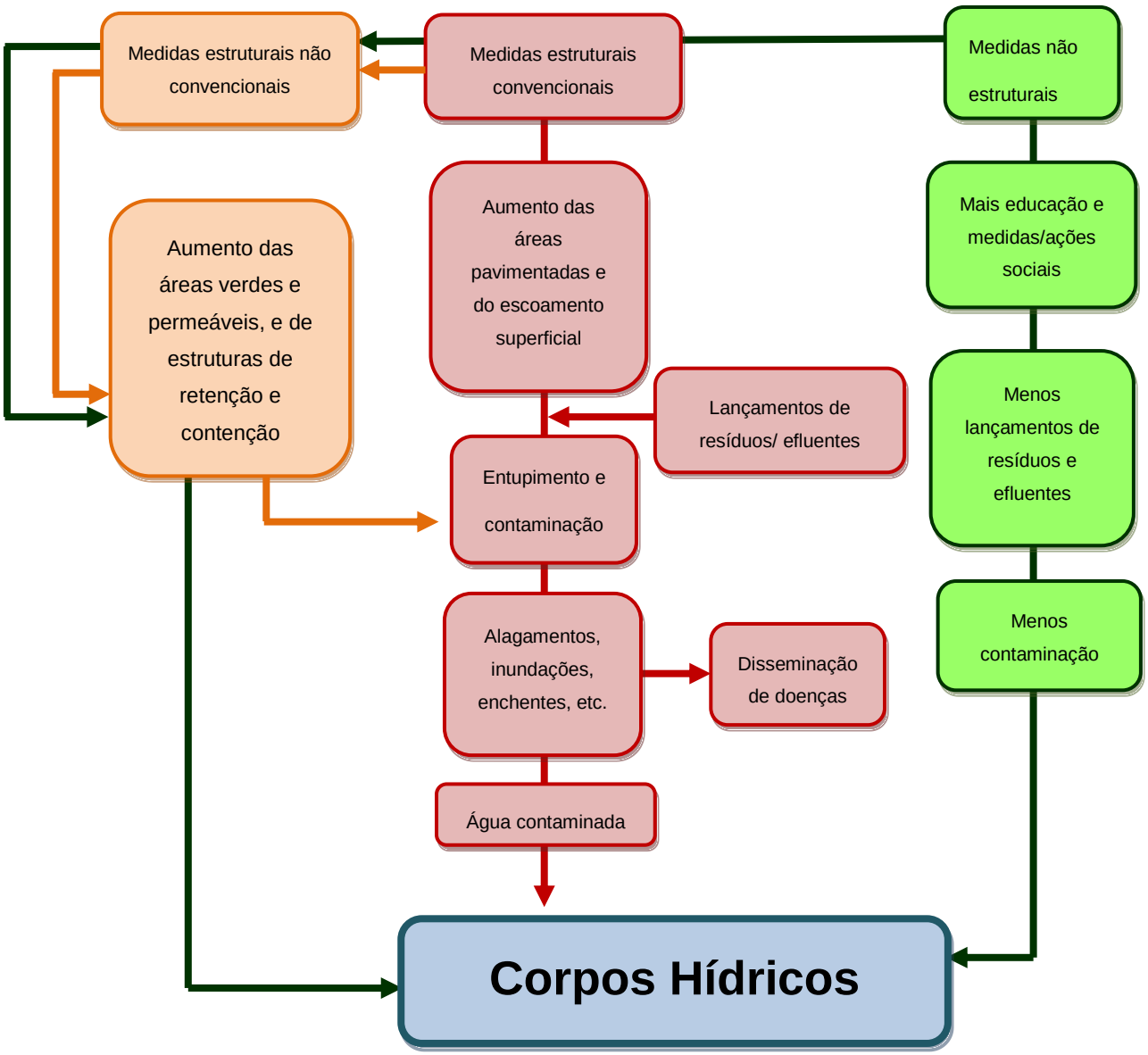
Para municípios com baixa umidade, é indicado que sejam desenvolvidos sistemas extensivos que são caracterizados por auto semeadura, segundo Baldessar (2012) exigem pouca ou nenhuma irrigação, adubação ou manutenção. É indicado que sejam utilizadas plantas nativas, salientando a importância da utilização de mais de uma espécie para que se obtenha sucesso. O substrato a ser utilizado deve ser escolhido a depender do que a cultura demande, porém a granulometria maior é indicada.

A escolha de implantação dessa técnica envolve conhecimento das estruturas das residências prevendo a implantação em locais em que ocorram problemas de drenagem a fim de aumentar o coeficiente de infiltração e diminuir o pico de cheia.

Para determinar quais medidas são viáveis para a implantação no município, é preciso realizar um estudo específico na área e sua topografia, podendo utilizar de modelagem computacional e de ferramentas de geoprocessamento, de modo que reduza os riscos de eventos indesejados, bem como auxiliar no processo de organização e ocupação territorial.

Desta forma, pode-se resumir a situação da drenagem pluvial através da Figura 53.

Figura 53: Situação da drenagem pluvial



Fonte: Autor, 2017

9.3.4.6 DIRETRIZES PARA O TRATAMENTO DE FUNDOS DE VALE.

A ação da urbanização gera impactos nos corpos hídricos, no trecho urbano e em toda rede de drenagem da bacia hidrográfica, cujas constatações podem ser verificadas na dinâmica da área urbana e dos rios (VIEIRA, 2003).

Righetto (2009) relata no produto da pesquisa sobre desenvolvimento de sistemas de manejo das águas pluviais urbanas:

> Quanto às pesquisas em gestão das águas pluviais urbanas, há um imenso campo de trabalho a ser realizado para as condições atuais dos sistemas de drenagem das cidades do Brasil. Pouco se

> realiza em operação, manutenção e otimização de regras operacionais dos sistemas estruturais de drenagem. Tampouco as regulamentações e as fiscalizações são cumpridas e realizadas por meio de mecanismos de educação ambiental, de sanções as infrações e de avaliações sistemáticas do desenvolvimento de áreas urbanizadas e do impacto sobre a drenagem.

Conforme Christofoletti (1980): “todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. (...) O estudo e a análise dos cursos de água só podem ser realizados em função da perspectiva global do sistema hidrográfico”.

De acordo com Silveira (2002) “os equipamentos de drenagem e de tratamento de esgotos devem caracterizar os sistemas de saneamento como parte integrante da organização dos espaços urbanos que valoriza os cursos d’água, preservando-os e até recuperando-os”.

Dessa forma seguem recomendadas as diretrizes a serem aplicadas:

- ✓ Canalização em concreto com seção aberta;
- ✓ Construção de reservatórios de detenção para controle de inundações;
- ✓ Construção de prédios para reassentamento de famílias em área de risco;
- ✓ Conformação de taludes e implantação de contenções necessárias no trecho;
- ✓ Conformação do córrego/curso d’água com utilização de enrocamento;
- ✓ Demolição e limpeza das estruturas a serem removidas/desapropriadas para implantação da faixa de preservação;
- ✓ Implantação do sistema separador adotando o sistema convencional de esgotamento sanitário, interceptores[11] para transporte dos esgotos gerados devem ser constituídos margeando os cursos d´água, de forma a evitar o lançamento nos corpos hídricos;
- ✓ Legislação para programa de tratamento do fundo de vale;
- ✓ Preservação das margens do corpo hídrico com área verde ao longo do córrego;
- ✓ Preservação natural das margens do curso d’água com matas ciliares;
- ✓ Tratamento de pontos erosivos ao longo das margens do curso d’água;

[11]Estruturas de concreto para acomodar o fluxo dos coletores e desviam o esgoto para o emissário.

- ✓ Tratamento com revegetação das áreas remanescentes e plantio de indivíduos arbóreos nativos.

A implantação da infraestrutura verde atende aos objetivos acima, e compõem uma política pública estratégica no tratamento dos fundos de vale, pois segundo Cardoso (2009) “a concepção adotada deve buscar a conservação, a preservação e a renaturalização dos cursos d’água, na perspectiva de recuperação das condições naturais da morfologia e do leito do curso d’água

9.3.5 Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

9.3.5.1 ESTIMATIVAS ANUAIS DOS VOLUMES DE PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS AO LONGO DOS 20 ANOS

Através das informações coletadas do município, no que se refere à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foi possível elaborar uma planilha com informações da população urbana, geral e total, geração per capita, dessa forma chegando ao valor da geração diária e anuais de resíduos ao longo dos 20 anos.

Segundo BARROS, 2012 para municípios entre 20000 e 49999 habitantes o valor da produção *per capita* é de 0,64 kg/hab/d, o mesmo também diz que para países em desenvolvimento o per capita dever variar de 0,4 a 0,6 no máximo, por conta dessa informação para o cenário escolhido foi adotado que o per capita de 0,64 kg/d ao logo dos 20 anos deve diminuir até atingir 0,5 kg/hab/d.

Tabela 70: Geração de Resíduos Sólidos

					Total		Urbano		Rural	
Ano	**Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)**	**População Total (hab)**	**População Urbana (hab)**	**População Rural (hab)**	**Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)**	**Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)**	**Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)**	**Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)**	**Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)**	**Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)**
2017	0,64	32638	26486	6153	20,9	7624,3	17,0	6187,0	3,9	1437,3
2018	0,64	33012	26893	6119	21,1	7711,6	17,2	6282,2	3,9	1429,4
2019	0,63	33386	27300	6086	21,0	7677,1	17,2	6277,7	3,8	1399,4
2020	0,63	33760	27707	6052	21,3	7763,0	17,5	6371,2	3,8	1391,8
2021	0,62	34133	28114	6019	21,2	7724,4	17,4	6362,2	3,7	1362,2
2022	0,61	34507	28520	5987	21,0	7683,0	17,4	6350,1	3,7	1332,9
2023	0,6	34881	28927	5954	20,9	7638,9	17,4	6334,9	3,6	1303,9
2024	0,59	35254	29333	5922	20,8	7592,0	17,3	6316,8	3,5	1275,2
2025	0,58	35628	29739	5889	20,7	7542,5	17,2	6295,7	3,4	1246,8
2026	0,57	36002	30145	5857	20,5	7490,2	17,2	6271,6	3,3	1218,6
2027	0,57	36376	30550	5826	20,7	7568,0	17,4	6355,9	3,3	1212,0
2028	0,56	36749	30955	5794	20,6	7511,6	17,3	6327,3	3,2	1184,3
2029	0,55	37123	31361	5763	20,4	7452,5	17,2	6295,6	3,2	1156,8
2030	0,54	37497	31766	5731	20,2	7390,6	17,2	6261,0	3,1	1129,6
2031	0,53	37871	32170	5700	20,1	7326,1	17,1	6223,3	3,0	1102,7
2032	0,52	38244	32575	5669	19,9	7258,8	16,9	6182,7	2,9	1076,1
2033	0,51	38618	32979	5639	19,7	7188,7	16,8	6139,1	2,9	1049,7
2034	0,5	38992	33383	5608	19,5	7116,0	16,7	6092,5	2,8	1023,5
2035	0,5	39365	33787	5578	19,7	7184,2	16,9	6166,2	2,8	1018,0
2036	0,5	39739	34191	5548	19,9	7252,4	17,1	6239,9	2,8	1012,5
2037	0,5	40113	34595	5518	20,1	7320,6	17,3	6313,5	2,8	1007,1

Fonte: Autor, 2017

É possível observar que com o valor de per capita diminuindo, há também uma diminuição na geração de resíduos, quando comparado ao aumento da população ao decorrer dos 20 anos.

9.3.5.2 ANÁLISE DOS CENÁRIOS DO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

9.3.5.2.1 ÁREAS URBANIZADAS

Os cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para as áreas urbanizadas de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

A tabela abaixo mostra a produção diária, coleta normal, coleta seletiva, recicláveis, compostagem e disposição final da população urbana.

Tabela 71: Porcentagem e massa de resíduos de acordo com sua destinação no horizonte de planejamento

Ano	Produção Diária				Coleta Normal	Coleta Seletiva		Reciclaveis		Compostagem		Disposição Final	
	População Urbana (hab)	Geração per capita (Kg/hab.dia)	Índice de cobertura (%)	Massa gerada de resíduos (Kg/dia)	Massa coletada de resíduos (Kg/dia)	Índice de cobertura por coleta seletiva (%)	Massa de resíduos que segue para a coleta seletiva (kg/dia)	Índice de recuperação de materias recicláveis (%)	Massa de resíduos que segue para a reciclagem (kg/dia)	Índice de recuperação de organicos (%)	Massa de resíduos que segue para a compostagem (kg/dia)	Índice de resíduos encaminhado para a disposição final (%)	Massa de resíduos ecaminhado para disposição adequadamente (kg/dia)
2017	32638	0,64	100,00	20888,5	20888,5	0	0	0	0	0	0	100	20888,5
2018	33012	0,64	100,00	21127,7	21127,7	0	0	0	0	0	0	100	21127,7
2019	33386	0,63	100,00	21033,1	20334,8	4	698,297602	0	0	0	0	96,68	21033,1
2020	33760	0,63	100,00	21268,5	20009,4	8	1259,1	5	28,1	5	34,9	94,1	21205,6
2021	34133	0,63	100,00	21504,0	19594,4	12	1909,6	8,9	75,8	7,5	79,3	91,1	21348,8
2022	34507	0,62	100,00	21394,3	18861,3	16	2533,1	12,8	144,6	10	140,3	88,2	21109,4
2023	34881	0,61	100,00	21277,2	18128,2	20	3149,0	16,7	234,5	12,5	218,1	85,2	20824,6
2024	35254	0,60	100,00	21152,7	17396,0	24	3756,7	20,6	345,1	15	312,2	82,2	20495,4
2025	35628	0,59	100,00	21020,6	16665,2	28	4355,5	24,5	475,9	17,5	422,3	79,3	20122,5
2026	36002	0,58	100,00	20881,1	15936,5	32	4944,6	28,4	626,2	20	547,9	76,3	19707,0
2027	36376	0,57	100,00	20734,1	15210,6	36	5523,6	32,3	795,6	22,5	688,6	73,4	19249,9
2028	36749	0,56	100,00	20579,7	14488,1	40	6091,6	36,2	983,4	25	843,8	70,4	18752,5
2029	37123	0,55	100,00	20417,7	13769,7	44	6648,0	40,1	1188,8	27,5	1012,9	67,4	18216,0
2030	37497	0,54	100,00	20248,3	13056,1	48	7192,2	44	1411,2	30	1195,5	64,5	17641,6
2031	37871	0,53	100,00	20071,4	12347,9	52	7723,5	47,9	1649,8	32,5	1390,7	61,5	17030,9
2032	38244	0,52	100,00	19887,0	11645,8	56	8241,2	51,8	1903,7	35	1598,1	58,6	16385,2
2033	38618	0,51	100,00	19695,2	10950,5	60	8744,7	55,7	2172,1	37,5	1816,9	55,6	15706,2
2034	38992	0,50	100,00	19495,9	10262,6	64	9233,2	59,6	2454,0	40	2046,3	52,6	14995,5
2035	39365	0,50	100,00	19682,7	9778,4	68	9904,4	63,5	2804,7	42,5	2332,2	49,7	14545,9
2036	39739	0,50	100,00	19869,6	9283,1	72	10586,5	67,4	3182,0	45	2639,5	46,7	14048,2
2037	40113	0,50	100,00	20056,5	8776,7	80	11984,1	75	4008,2	50	3319,9	40,8	12915,3

Fonte: Autor, 2017

O índice de atendimento por coleta normal atualmente já é de 100%, dessa forma todas as casas e as áreas comuns de vivencia do município já são contempladas com a coleta.

O índice de atendimento por coleta seletivo, atualmente é zero no município e estima-se que ao final dos 20 anos chegue a 80% para população urbana.

A geração per capita para municípios com menos de 20000 a 49999 mil habitantes, que é o caso de Conceição do Jacuípe, segundo BARROS, 2012 tem uma geração per capita de 0,64 kg/hab/dia porém segundo o mesmo autor o ideal para países em desenvolvimento é que esse valor fique entre 0,4 a 0,6 kg/hab/dia. Para o cenário escolhido adotamos uma redução no per capita para que ao longo dos 20 anos o mesmo chegue a 0,5 kg/hab/dia.

No município não possui a coleta seletiva para que haja a recuperação de materiais recicláveis, o mesmo acontece com a matéria orgânica, para o cenário escolhido estimou-se o aumento do índice de recuperação de materiais recicláveis para que chegue a 75%, para recuperação de matéria orgânica estimou-se para chegar em 50% ao longo dos 20 anos.

Nesse contexto, com o aumento do índice de coleta seletiva, aumento da recuperação de materiais recicláveis e de matéria orgânica além dos programas e ações de educação ambiental para diminuição de geração (per capita) o índice de resíduos encaminhados para a disposição final tende a diminuir de 100% para 40,8%.

A tabela abaixo mostra as hipóteses sugeridas para cada índice e como ficou o cenário escolhido.

Tabela 72: Cenário escolhido para limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos das zonas urbanizadas

Variáveis	Hipóteses		
	1	2	3
Índice atendimento por coleta normal (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de atendimento por coleta seletiva (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Geração per capita (kg/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de recuperação de materiais recicláveis (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de recuperação de materiais orgânicos (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%)	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

9.3.5.2.2 ZONA RURAL

Os cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para a zona rural de Conceição do Jacuípe permitem avaliar as possibilidades de variação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

Para a Zona Rural as hipóteses para cada índice foram um pouco diferentes que para zona urbana, fazendo assim uma análise mais qualitativa por conta da dificuldade de encontrar informações referentes a essas áreas.

No que diz respeito aos índices de atendimento por coleta normal e por coleta seletiva estima-se que os mesmos aumentem o quanto for possível dentro da realidade dessas localidades, o mesmo foi sugerido para os índices de recuperação de materiais recicláveis e matéria orgânica.

Serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos e haverá ações de educação ambiental e conscientização da população sempre que possível, acarretando com a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos, conseqüentemente a diminuição também de resíduos encaminhados para disposição final.

Tabela 73 - Cenários da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

Variáveis	Hopóteses		
	1	2	3
Índice atendimento por coleta normal (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de atendimento por coleta seletiva (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Geração per capita (kg/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de recuperação de materiais recicláveis (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de recuperação de materiais orgânicos (%)	Aumenta	Mantém	Diminui
Índice de resíduos encaminhados para a disposição final (%)	Aumenta	Mantém	Diminui

Fonte: Autor, 2017

9.3.5.3 CENÁRIOS, OBJETIVOS, METAS PARA LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ZONA		Cenário Futuro		
		Objetivos	Metas	Prioridade
Urbanizadas	Disposição dos resíduos para a coleta em horário inadequado	Criação de programas de educação pela prefeitura no intuito de indicar os dias e horários de coleta assim como a importância de colocar os resíduos na hora adequada	Imediatas ou Emergenciais	Média
	Disposição dos resíduos de construção civil nas vias publicas	Os resíduos da construção civil devem ser separados de acordo com suas classes para que sejam encaminhados para aterro ou reciclagem.	Imediato/ Emergencial	Média
		Criação de programa de educação ambiental visando a informação quanto aos tipos de resíduos da construção civil para facilitar o aproveitamento dos mesmos	Imediatas ou Emergenciais	Média
		Criação de leis e normas para gerenciamento dos resíduos de construção civil	Imediatas ou Emergenciais	Média
	Resíduos ainda são jogados em terrenos baldios e queimados	Criação de programas de educação ambiental mostrando os maleficios que estas práticas causam ao meio ambiente e saúde pública.	Imediato/ Emergencial	Alta
	Os resíduos de varrição, capina, poda e roçagem, todos são dispostos em um local estratégico de remoção para serem encaminhados para a sua destinação final.	Os resíduos acumulados no processo de poda, roçagem e capina podem ser aproveitados para a compostagem enquanto que os de varrição devem ser encaminhados para o aterro ou para reciclagem quando a varrição envolver a coleta de latas, copos etc.	Curto Prazo	Média
		Implantação de lixeiras para cada tipo de resíduos na área urbana assim como programa de educação para que a população realize a separação e utilize a lixeira adequada.	Imediato/ Emergenciais	Alta

		Programa de educação para os funcionários que realizam a varrição quanto ao tipos de resíduos e sua destinação	Imediatas ou emergenciais	Alta
	Falta de lixeiras públicas	-	-	-
Rural	A zona rural não possui coleta de resíduos sólidos domésticos em todas as suas localidades.	Realização da coleta dos resíduos com frequência que atenda a demanda da população.	Imediato/ Emergencial	Alta
	Resíduos ainda são queimados e jogados em terrenos baldios.	Criação de programas de educação ambiental mostrando os malefícios que estas práticas causam ao meio ambiente e saúde pública.	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Realização da coleta dos resíduos com frequência que atenda a demanda da população.	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Aterro	Os resíduos são encaminhados para um aterro controlado, o que na verdade segundo a população já se transformou em lixão	Estudo de viabilidade de um aterro sanitário compartilhado na região mais próxima de Conceição do Jacuípe , afim de diminuir os custos com o serviço e para que a disposição final ambientalmente adequada.	Imediato/ Emergencial	Média

Fonte: Autor, 2017

9.3.6 PROSPECTIVAS TÉCNICAS

9.3.6.1 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, BEM COMO A FORMA DE COBRANÇA DESSES SERVIÇOS

A constituição Federal de 1988, em seu artigo 145 relata que, os estados, os municípios incluindo o Distrito Federal podem instituir taxas, em razão de exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição. Vale ressaltar que a hipótese de incidência dessa espécie tributária só pode consistir em prestação de serviço público ou exercício do poder de polícia, por limitação do próprio texto constitucional.

No capitulo V da Lei n° 11.445, de 2007 – Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, em seu artigo 21 diz que o exercício da função de regulação devera atender aos seguintes princípios:

I - independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade reguladora;

II - transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

Ainda no capitulo V no artigo 22, inciso IV fala que as tarifas fazem parte de objetos de regulação e devem assegurar tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços permitindo a apropriação social dos ganhos de produtividade.

Segundo o Código Tributário Nacional (CTN), expresso na Lei 5.172/1996 (BRASIL, 1966), delibera que a prestação de serviços pode ser realizada, em um sistema tributário como o nosso, sendo na forma de: impostos, taxas ou contribuições de melhoria, sendo chamadas de receitas derivadas. Já no artigo 16 desse código, imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte, como Imposto de Renda, Imposto Predial e Territorial Urbano

(IPTU) e Imposto de Transmissão de Bens Imóveis Intervivos (ITBI), dentre outros.

Os municípios poderão adotar subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços, Conforme Lei n° 11.445/2007, artigo 29.

Porém se a Prefeitura pode optar pela adoção de tarifa, o déficit originado deverá ser coberto por receitas extra tarifárias, receitas alternativas, subsídios orçamentários, subsídios cruzados intrassetoriais e intersetoriais provenientes de outras categorias de beneficiários dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, dentre outras fontes, instituídos pelo poder público (BRASIL, 2013).

Conforme a lei n° 11.445, de 2007 assegura que todos os serviços públicos de saneamento básico deverão ter a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços. Os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos poderão ter taxas ou tarifas e outros preços públicos, porém deverão estar em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

A utilização de taxas para a prestação dos serviços públicos do gerenciamento dos resíduos sólidos e limpeza urbana, o Supremo Tribunal Federal - STF interpreta como específicos e divisíveis os serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação dos resíduos sólidos ou os provenientes de imóveis, desde que essas atividades sejam completamente dissociadas de outros serviços públicos de limpeza realizados em benefício da população em geral e de forma indivisível, tais como os de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos (praças, calçadas, vias, ruas, bueiros) (BRASIL, 2013).

Em um modelo têm-se três aspectos: arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de sustentabilidade (LIMA, 2001). De acordo com Faria (2012) a gestão em um sistema de limpeza urbana, tem como significado:

- Criar, por lei municipal, um órgão próprio (departamento, autarquia ou empresa pública), que deve estar vinculado a alguma secretaria da administração direta e contida no organograma da prefeitura, para que conste no orçamento;
- Ter fontes de recursos que garantam a execução, por comercialização de espaços ou cobrança dos serviços;
- Definir que o órgão esteja organizado de acordo com as atividades exercidas para a prestação dos serviços, tanto na questão de estrutura organizacional e administrativa (controle de frequência, atendimentos diversos, emissão de relatórios, controle de contratos de terceirização etc.), quanto operacional (transporte, coletas diferenciadas, varrição, limpeza de logradouros, tratamento e destino final), cargos e funções dimensionados de acordo com as necessidades.

Desta forma fica evidente que a responsabilidade pela coleta de resíduos sólidos domiciliares, de prestadores de serviços públicos de saneamento e atividades de pequenos comércios é do Poder Executivo Municipal, sendo que a prestação dos serviços públicos no âmbito dos resíduos sólidos corresponde à coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e limpeza de vias e logradouros públicos (BRASIL, 2013).

Embora as taxas cobradas em razão exclusivamente dos serviços públicos de coleta, remoção e tratamento ou destinação de resíduos sólidos provenientes de imóveis sejam constitucionais, é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos (BRASIL, 2013).

Brasil (2013) diz que para pequenas cidades brasileiras, municípios com até 20 mil habitantes, é recomendado adotar a cobrança da seguinte maneira:

a) taxas: coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;

b) preços públicos ou tarifas: para grandes geradores (exemplo: economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 kg de resíduos por mês) ou

geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

As cobranças, dos resíduos sólidos, poderão ser realizadas através de boletos de outros serviços, como por exemplo conta de água, por meio de taxas mensais, bimensais, trimestrais, semestrais ou anuais, ou junto com como o IPTU - Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana (BRASIL, 2013)..

Entretanto é recomendado que a prefeitura reavalie os valores das taxas e tarifas praticados a cada ano e faça o reajuste observando o intervalo mínimo de doze meses, conforme prevê o Decreto n° 7.217/2010 que regulamenta a Lei n° 11.445/2007.

A cobrança para os grandes geradores ou geradores que produzam resíduos que não se caracterizam como domiciliares necessita de estudos específicos, devidamente harmonizados com os planos de gerenciamento de resíduos sólidos destes geradores.

METODOLOGIA PARA O CÁLCULO

Os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos englobam, dentre outros, os planos de resíduos sólidos, a educação ambiental e a pesquisa científica. Já no artigo 19 do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, consta que deve ser apresentado, como conteúdo mínimo, a elaboração de sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços. Já no artigo 35°, parágrafo único, diz que o poder público municipal pode instituir incentivos econômicos para os consumidores que participam do sistema de coleta seletiva referido no caput, na forma de lei municipal (BRASIL, 2010).

O valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo – TCL pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Todavia, esse valor unitário pode ser adequado às peculiaridades dos diferentes bairros da cidade, levando em consideração alguns fatores, tais como os sociais (buscando uma tarifação socialmente justa) e os operacionais.

- O fator social é função do poder aquisitivo médio dos moradores das diferentes áreas da cidade.
- O fator operacional reflete o maior ou menor esforço, em pessoal e em equipamentos, empregado na coleta, seja em função do uso a que se destina o imóvel (comercial, residencial etc.), seja por efeito de sua localização ou da
- Necessidade de se realizar maiores investimentos (densidade demográfica, condições topográficas, tipo de pavimentação etc.).

Brasil (2013) demonstra um método simplificado, ver Tabela 74, para a realização do cálculo para a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos, um processo de quatro etapas:

✓ **Etapa 1: levantamento de dados básicos do município:**

a) população: número de habitantes;

b) economias: número de domicílios, terrenos vazios e estabelecimentos atendidos pelo serviço público; e

c) geração de resíduos sólidos domésticos: massa por pessoa por dia.

✓ **Etapa 2: definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do Plano:**

a) coleta Convencional: veículos coletores, garagem etc;

b) coleta Seletiva e tratamento: veículos, PEV Central etc;

c) disposição Final: projetos, licenças, obras e equipamentos do Aterro Sanitário; e

d) repasses não onerosos da União ou Estado.

✓ **Etapa 3: definição dos Custos Operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão):**

a) coleta Convencional: combustíveis, mão-de-obra, EPIs etc;

b) coleta Seletiva e tratamento: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais etc; e

c) disposição Final: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

- ✓ **Etapa 4: parâmetros para financiamento:**

a) porcentagem Resíduos na Coleta Convencional;

b) porcentagem Resíduos na Coleta Seletiva;

c) prazo de pagamento; e

d) taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).

Tabela 74 - Cálculo para a taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos

	Variável	Cálculo
	População (hab) :	Equação adotada
	Economias:	
	Geração de resíduos domésticos (kg/hab.dia)	
	Geração da cidade (ton/mês)	D= (A x C / 1000) x 30
	Investimento em Coleta Convencional (R$):	
	Investimentos em Coleta Seletiva e Tratamento (R$):	
	Investimentos em Disposição Final (R$):	
	Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R$)	
	Valor total dos investimentos (R$) :	I=E + F + G - H
	Operação da Coleta Convencional (R$/mês):	
	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R$/mês):	
	Operação da Disposição Final (R$/mês):	
	Resíduos da Coleta Convencional (%)	
	Resíduos da Coleta Seletiva (%)	

	Variável	Cálculo
	Operação da Coleta Convencional (R$/ton):	O=J \ (D x M)
	Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R$/ton):	P=K \ (D x N)
	Operação da Disposição Final (R$/ton):	Q=L \ (D x M)
	Custo operacional total (R$/mês)	R=J + K + L
	Prazo de pagamento (anos)	
	Taxa de financiamento do investimento (mensal - %)	
	Pagamento do financiamento - investimentos (R$/mês)	U= I x T / {1 - [1 / (1 + T) ^ (12 x S)]}
	Valor da taxa (R$/economia.mês)	V= (R + U) / B
	Faturamento (R$ /mês)	X= V x B

Fonte: Brasil, 2013.

Embora exista o método simplificado fornecido pelo Ministério do meio Ambiente, descrito acima, cidades do Brasil desenvolveram outras formas pela cobrança dos Resíduos Sólidos Urbanos, distinguindo os pequenos e grandes geradores. Sendo considerado um grande gerador os estabelecimentos que produzam mais de 0,2 toneladas diariamente e que a coleta e deveria ser contratada pela coleta diferenciada ou particular, desde que exista o licenciamento ambiental para fazer a disposição (FARIA, 2012).

A cidade de Franca-SP existe a cobrança pelos serviços de remoção de lixo domiciliar e de manutenção e limpeza da cidade, conforme previsto na Lei n°1672 de 20/11/1968, alterada pela Lei n°2496/77 e regulamentada pelo Decreto n°5125 de 19/12/1984, tendo a taxa pelos serviços recolhida anualmente juntamente com o IPTU, logo sendo recolhida anualmente (GRIPP, 2004).

Demonstra em sua tese a base de calculo efetuada pela cidade de Franca é proporcional aos serviços que atingem os logradouros onde os imóveis se localizam, e proporcional à área do terreno do imóvel , podendo ser edificado ou não, levando em consideração, também à testada e à profundidade do

terreno, adotando uma profundidade padrão de 25 m. Sendo a taxa calculada a partir da equação 1.

$$\boldsymbol{TSU} = (\mathbf{ALMLP.Gi}) + (\mathbf{ALRLD.Gi}) + (\mathbf{ALMVP.Gi})$$

Equação 1

Sendo:

ALMLP = Alíquota de manutenção da limpeza pública;

ALRLD = Alíquota de remoção de lixo domiciliar;

ALMVP = Alíquota de manutenção de vias públicas;

TSU = Taxa de Serviços Urbanos.

Sendo que o fator Gi é expresso pela Equação 2.

$$\mathrm{G} = \frac{\mathrm{AT}}{\mathrm{P}}$$

Equação 2

onde:

A = área;

T = testada e

P = profundidade padrão = 25 m.

As alíquotas serão apuradas levando em consideração a existência ou não dos serviços abrangidos pela TSU e através das seguintes equações:

$$\mathrm{ALMLP} = \frac{\mathrm{COMLP}}{\mathrm{Gi}}$$

Equação 3

$$\mathrm{ALRLD} = \frac{\mathrm{CORLD}}{\mathrm{Gi}}$$

Equação 4

$$\mathrm{ALMVP} = \frac{\mathrm{COMVP}}{\mathrm{Gi}}$$

Equação 5

$$\mathrm{ALIP} = \frac{\mathrm{COMVP}}{\mathrm{Gi}}$$

Equação 6

Onde**:**

COMLP = Custo orçado, que corresponde à previsão anual do custo do serviço de manutenção de limpeza público efetivamente prestado ou posto à disposição do contribuinte;

CORLD = idem do serviço de remoção de lixo domiciliar;

COMVP = idem do serviço de manutenção das vias públicas;

Gi = somatório de todos os fatores G dos imóveis situados nos locais onde haja a prestação do serviço especificado.

Caso o terreno possua mais de uma unidade construída, ou dependência com economia autônoma, o cálculo da Taxa de Serviços Urbanos é desdobrado para cada economia, sempre verificando a conformidade com a fração ideal da unidade, multiplicada pelo número de pavimentos do imóvel (GRIPP, 2004). .

Conforme Gripp (2004) a cidade de Recife em Pernambuco tem a Taxa de Limpeza Pública como fator gerador a prestação de serviços municipais de coleta e remoção de lixo. Sendo lançada, também, anualmente e recolhida juntamente com o Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU). As leis que estabelecem a Taxa de Limpeza pública constam na lei Complementar nº 15563 de 27/12/1991, com as devidas alterações da Lei Complementar nº 16126 de 19/12/1995.

Gripp (2004) diz que essa taxa é calculada com base na Unidade Fiscal de Referência (UFIR), utilizando-se a área construída do imóvel, quando este é

edificado, ou a testada, quando não edificado, o tipo de utilização e a forma de coleta são feitas pela equação 7.

$$TLP = Fc * eI * Ui$$

Equação 7

Sendo:

Fc = Fator de coleta de lixo, de acordo com a Tabela 75

Ei = Fator de enquadramento do imóvel em razão da área construída (AC), quando edificado, ou testada fictícia (TF), quando não edificado, expresso em UFIR, de acordo as

Tabela 76 e Tabela 77.

Ui - Fator de utilização do imóvel, subdividido em residencial, comercial com lixo orgânico, comercial sem lixo orgânico, industrial e hospitalar, ver a tabela 75.

Tabela 75 - Fator de coleta de lixo domiciliar (Fc) – Recife-PE.

TIPO DE COLETA	FATOR (Fc)
Convencional Diária	3,0
Convencional Alternada	2,0
Mini Trator	0,7
Manual	0,7
Ponto de Confinamento	0,7

Inexistente	0,0

Fonte: Gripp (2004)

Tabela 76 - Fator de utilização do imóvel (Ui) – Recife-PE.

TIPO (DA ATIVIDADE ECONÔMICA)	FATOR (Ui)
Terreno	0,80
Residencial	1,04
Comercial sem produção de lixo orgânico	1,95
Comercial com produção de lixo orgânico	3,25
Industrial	3,90
Hospitalar	32,90

Fonte: Gripp (2004)

Tabela 77 - Fator de enquadramento de imóvel edificado (Ei) – Recife-PE.

ÁREA CONSTRUÍDA (AC) EM M²	UFIRs	ÁREA CONSTRUÍDA (AC) EM M²	UFIRs
DE 0,01 A 25,00	2,2	DE 400,01 A 600,00	108,6
DE 25,01 A 30,00	2,6	DE 600,01 A 700,00	130,3
DE 30,01 A 40,00	3,5	DE 700,01 A 800,00	152,0
DE 40,01 A 50,00	4,3	DE 800,01 A 900,00	173,8

ÁREA CONSTRUÍDA (AC) EM M²	UFIRs	ÁREA CONSTRUÍDA (AC) EM M²	UFIRs
DE 50,01 A 70,00	11,4	DE 900,01 A 1000,00	195,5
DE 70,01 A 100,00	21,7	7 DE 1000,01 A 1100,00	217,2
DE 100,01 A 150,00	32,6	1100,01 A 1200,00 238,9	
DE 150,01 A 200,00	43,4	DE 1200,01 A 1300,00	260,6
DE 200,01 A 250,00	54,3	3 DE 1300,01 A 1400,00	282,4
DE 250,01 A 300,00	65,2	2 DE 1400,01 A 2000,00	304,1
DE 300,01 A 400,00	86,9		
ACIMA DE 2.000,00 m2, UTILIZAR: Ei = {[(Ac-2000)/100]x17,38}+304,1			

Fonte: Gripp (2004)

Tabela 78 - Fator de enquadramento de imóvel não edificado (Ei) – Recife-PE.

METRO LINEAR DE TESTADA FICTÍCIA (TF)	UFIRs
DE 0,01 A 4,00	21,7
DE 4,01 A 8,00	32,6
DE 8,01 A 10,00	38,0
DE 10,01 A 12,00	43,4
DE 12,01 A 20,00	65,2
DE 20,01 A 50,00	146,6
DE 50,01 A 75,00	214,

METRO LINEAR DE TESTADA FICTÍCIA (TF)	UFI Rs
	5
DE 75,01 125,00	282,4
DE 125,01 A 150,00	350,2
DE 150,001 A 175,00	418,1
DE 175,01 A 200,00	486,0
ACIMA DE 200,00 m, Utilizar: Ei = {[(TF - 200) / 25] x 67,88} + 486,0	

Fonte: Gripp (2004)

Os imóveis que não sejam quitados, localizados em conjuntos habitacionais específicos,construídos pela Companhia de Habitação Popular do Estado de Pernambuco (COHAB-PE) atual Companhia Estadual de Habitação e Obras (Cehab) e também para imóveis com menos de 50 m² cujo contribuinte nele resida e não seja possuidor de outro imóvel, tendo também uma redução de de 50% na Taxa de Limpeza Pública para os imóveis não edificados que possuam muros e situados em logradouro provido de meio-fio (GRIPP, 2004).

Percebe-se que é de grande importância entender e aplicar uma forma de cobrança que seja justa para todos, levando em consideração os aspectos sociais e econômicos de cada região, devendo ser aquela que fosse possível pesar e/ou medir o volume gerado individualmente, dos resíduos coletados de cada gerador, cobrando-se proporcionalmente a esse peso e/ou volume coletado, uma vez que a quantidade de resíduos gerados é diretamente proporcional ao valor agregado para a sua destinação final.

Além dos métodos citados acima existem outros métodos de cobrança, como o descrito abaixo.

A tendência de aumento populacional associado à adoção de práticas de consumo ambientalmente inadequadas e aumento da quantidade e lixo produzido impõem, a urgência de mudanças de posturas o que passa, necessariamente por um processo educativo (Gov. Estado Ceará, 2014).

Um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna é o equacionamento da geração excessiva e da disposição final ambientalmente segura dos resíduos sólidos. A preocupação mundial em relação aos resíduos sólidos, em especial os domiciliares, tem aumentado ante o crescimento da produção, do gerenciamento inadequado e da falta de áreas de disposição final, (JACOBI; BESEN 2011).

O tema tem se mostrado prioritário desde a Conferência Rio 92, em escala global, tanto nos países ricos quanto nos mais pobres, por contribuir direta ou indiretamente com o aquecimento global e as mudanças do clima. Desde a Rio 92, incorporaram-se novas prioridades à gestão sustentável de resíduos sólidos que representaram uma mudança paradigmática, que tem direcionado a atuação dos governos, da sociedade e da indústria. Incluem-se nessas prioridades a redução de resíduos nas fontes geradoras e a redução da disposição final no solo, a maximização do reaproveitamento, da coleta seletiva e da reciclagem com inclusão sócio produtiva de catadores e participação da sociedade, a compostagem e a recuperação de energia, (JACOBI; BESEN 2011).

Com isso uma maneira para atender essas prioridades e está em consonância com a Lei Nacional nº 12.305/2010 em seu artigo 7º sendo como um dos objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Seria a utilização da cobrança pela prestação dos serviços como meio de implementar o princípio do poluidor-pagador, há a potencialidade de esse instrumento ser um meio de alerta e indução de redução da quantidade de resíduos gerados, desde que sejam adotados critérios que

guardem estreita correlação com a qualidade e quantidade de resíduos produzidos (Gov. Estado Ceará, 2014).

Atualmente alguns municípios cobram no IPTU – (Imposto sobre a Propriedade predial e Territorial Urbana) serviços voltados aos resíduos sólidos, o valor da taxa é definido através do tamanho da propriedade. Uma falha, pois no caso de um produto em que sua produção gere poluente ou seu consumo gere poluição, e o produtor e o consumidor não seja responsabilizado por esse potencial dano ambiental, o custo da prevenção ou da reparação desse dano acaba sendo da sociedade como um todo (Gov. Estado Ceará, 2014).

Visto a complexidade da implantação de um sistema tarifário para cobrança dos serviços voltados aos resíduos sólidos. (Bilitewski 2008b apud Freitas 2013) afirma que todos os sistemas tarifários têm suas vantagens e desvantagens, e que nos últimos 25 anos os acadêmicos têm tentado encontrar a solução ideal, que ainda não se preconizou.

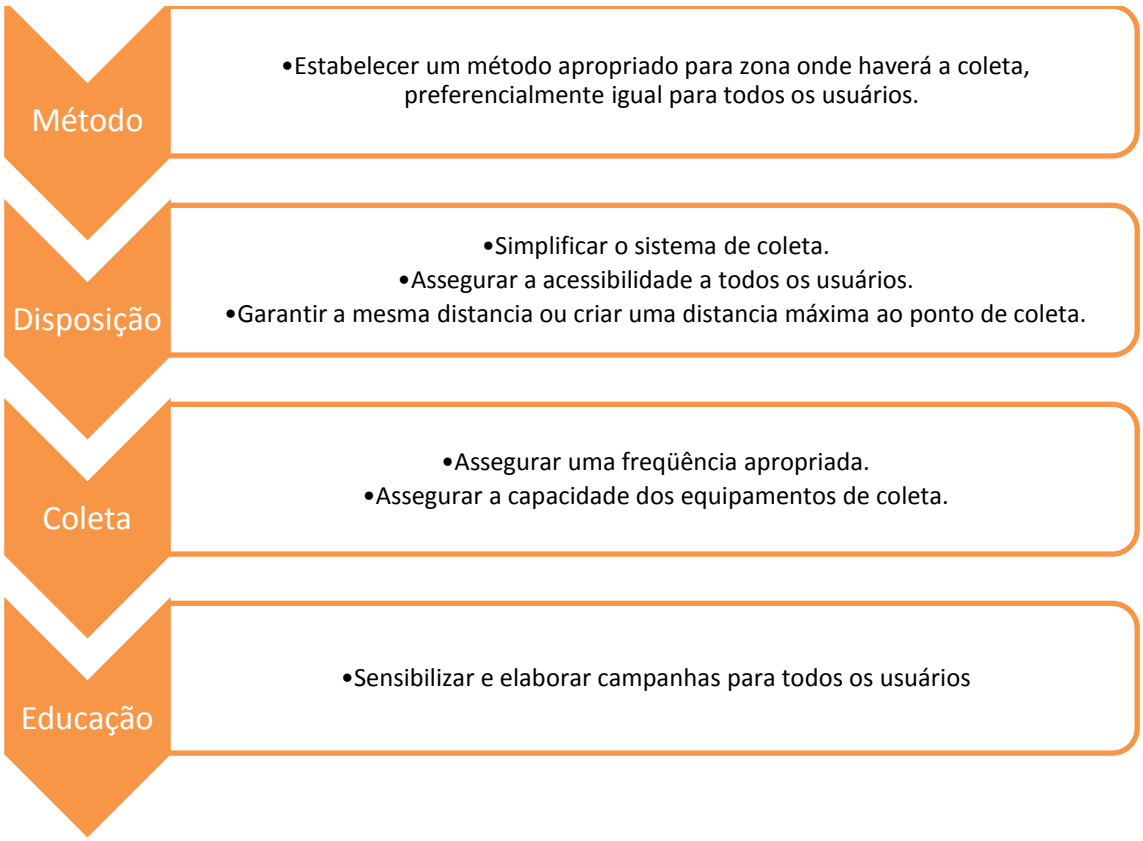
Porem existe métodos tarifários já instalados ou em fase de instalação em cidades de vários países como, por exemplo, algumas cidades da Europa, Estados Unidos e Japão e que estão obtendo resultados satisfatórios com o método do PAYT (*pay as you throw*), método esta que permite quantificar e o usuário efetuar o pagamento de acordo com o peso ou volume do resíduo produzido.

Os sistemas PAYT baseiam-se na aplicação conjunta de dois princípios fundamentais de uma política ambiental: o princípio do poluidor-pagador e o do conceito da responsabilidade compartilhada, segundo os quais os munícipes deverão pagar os custos que a sua parte de responsabilidade na cadeia de consumo gera (Bilitewski 2008b apud Freitas 2013). O que pode ser uma alternativa eficaz para os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos na medida em que constitui um claro incentivo, por via financeira principalmente para não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos conforme Art 7º da Lei Nacional n°12.305/10.

Segundo (Freitas 2013) O sistema tem que contar com a participação de todos os intervenientes e quanto mais simples e transparente for o processo, melhor

compreensão existirá pela parte dos utilizadores pagadores. Desta forma, o processo do PAYT deverá contemplar os aspetos apresentados na Figura 54.

Figura 54 – Aspectos para contemplar o processo do PAYT



Fonte: Adaptado de Freitas (2013).

Para que o sistema PAYT seja implementado é necessário que os serviços de coleta de resíduos disponham de um serviço contabilístico rigoroso, com os custos reais do serviço, e que a secretária competente esteja continuamente monitorando e otimizado os mesmos, para que os usuários não sejam responsabilizados pelo pagamento de uma tarifa que advém de uma má gestão. (Bilitewski 2008b apud Freitas 2013).

- **Principais etapas para calcular a tarifa do PAYT**

Segundo (Canterbury (1994), Canterbury e Gordon (1999) e Skumatz (2008a) apud Freitas 2013) existem seis etapas para se calcular sistema tarifário:

1. Estimativa das quantidades de resíduos urbanos produzidos
2. Determinação das componentes do sistema PAYT

3. Estimativa dos custos
4. Determinação das receitas e da cobertura de custos com o sistema PAYT
5. Cálculo da tarifa PAYT
6. Balanço, evolução e ajustamento

- **Diferentes tipos de PAYT**

A tabela 79 apresenta os tipos do sistema PAYT mais utilizados e em seguida suas respectivas vantagens e desvantagens.

Tabela 79 - Modalidades do sistema PAYT

TIPO DE PAYT	DESCRIÇÃO
Capacidade de contentorização	Neste sistema os utilizadores escolhem o número de contentores e a capacidade necessária à sua produção de resíduos e à freqüência da coleta. Nestas situações os serviços de coleta de resíduos poderão implementar o sistema do preço por contentor ou uma tarifa progressiva, em que a segunda carga de um contentor teria um custo superior à da primeira.
Programa do saco de tara perdida	Os utilizadores adquirem previamente os sacos à autarquia, que já incorporam o valor da tarifa por saco adquirido.
Programa dos selos ou do imposto	Muito idêntico ao programa dos sacos, onde o usuário adquire um selo para por no seu saco. O mesmo deve ser colocado em local visível, devidamente identificado, e o saco só será removido se tiver o devido selo.
Sistema híbrido	É a autarquia que estipula, de acordo com a área de residência e a freqüência da coleta, o número de sacos ou de contentores que disponibiliza aos usuários, o que obriga à redução de resíduos produzidos. Poderá ainda dispor de um sistema de sacos ou de selos em simultâneo com uma taxação superior, caso o usuário necessite.
Peso dos resíduos	Utiliza sistemas de pesagem de contentores e taxa dos usuários por peso coletado. Obriga à instalação de um sensor, nos contentores e de um sistema computadorizado nos caminhões coletores que permita a pesagem direta do contentor e a grave imediatamente numa base de dados. Esses dados são posteriormente descarregados em um computador central, ligado ao setor que emitirá a fatura discriminada do serviço.

Fonte: Adaptado de Freitas 2013

Tabela 80 - Vantagens e Desvantagens dos sistemas PAYT (Contentorização – Sacos e selos)

CAPACIDADE DE CONTENTORIZAÇÃO	
VANTAGENS	**DESVATAGENS**
1 - Distribuição de vários tipos de contentores.	1 - Os usuários é que escolhem o número e o tipo de contentores que necessitam.
2 - Possibilidade da criação de uma tarifa progressiva.	2 - Deverá ser especificada e registrada a coleta do contentor.
3 - Contentores ocupam espaço, logo tende-se à sua redução.	3 - Custos dos contentores.
4 - Possibilidade de uso de contentores já existentes na autarquia.	4 - Não há incentivos à reciclagem para quem utilize o contentor de menor capacidade.
5 - serviço de faturação poderá ser facilmente implementado.	5 - Desvantagem no caso de habitações coletivas, que normalmente não usam contentores para a colocação de resíduos.
	6 - Criação de uma tarifa coletiva para os edifícios de habitação coletiva.
PROGRAMA DO SACO OU SELO	
VANTAGENS	**DESVATAGENS**
1 - Fácil implementação.	1 - Aquisição dos sacos ou dos selos.
2 - Reduzidos custos de implementação.	2 - Incentiva a recolha porta-a-porta, dado que a colocação dos sacos em contentores de maior capacidade não permite a leitura do selo ou a verificação do saco.
3 - Permite a taxação individual nos edifícios de habitação coletiva.	3 - Limitação dos horários de deposição dos sacos na via pública dada a possibilidade de poderem romper-se.
4 - O serviço é pré-pago.	4 - Não existem incentivos à reciclagem para quem utilize o saco de menor dimensão ou a tarifa mínima no selo.
5 - Eficácia de redução de resíduos indiferenciados em 32%.	5 - Impossibilidade de implementar a tarifa progressiva por número de sacos.
	6 - Difícil leitura dos selos nos sacos.
	7 - Obriga a uma maior fiscalização do cumprimento da obrigação da aquisição de sacos ou de selos.

Fonte: Adaptado de Freitas 2013

Tabela 81 - Vantagens e Desvantagens dos sistemas PAYT (Híbrido – Peso dos Resíduos)

PROGRAMA DO TIPO HÍBRIDO	
VANTAGENS	**DESVATAGENS**
1 - Pode ser implementado com rapidez e sem grandes custos, sendo fácil a transição em relação aos sistemas existentes.	1 - Não há grande incentivo ao aumento da reciclagem
2 - Inexistência de investimento inicial em viaturas de recolha ou contentores especiais.	
3 - Serviço de faturação sem grandes alterações.	2 - Desvantagem no caso de habitações coletivas, que normalmente não usam contentores para a colocação de resíduos.
4 - Os utilizadores só necessitam de adquirir sacos ou selos extras, caso excedam os limites de produção para a sua área de residência.	
5 - Redução de resíduos indiferenciados em 10%.	
PROGRAMA DO PESO DOS RESÍDUOS	
VANTAGENS	**DESVATAGENS**
1 - Maior flexibilidade do sistema, maior incentivo à reciclagem, há uma poupança imediata por parte dos utilizadores na minimização da produção de resíduos.	1 - Obrigatoriedade do uso de contentores, o que dificulta o uso em habitações coletivas.
2 - Fácil compreensão pelos utilizadores do método de cálculo da sua tarifa – transparência.	2 - Elevados custos de instalação e manutenção, com aquisição de contentores com sensores, e que permitam a leitura dos mesmos e automatização dos carros de coleta
3 - Os utilizadores só pagam o serviço que utilizam.	3 - Sistema de faturação mais complexo, necessidade de uma base de dados completa e atualizada dos utilizadores.
4 - Utilização de equipamento moderno e automático no cálculo do peso.	
5 - Redução de 45% de resíduos indiferenciados .	

Fonte: Adaptado de Freitas 2013

Vale ressaltar que independente da escolha do método do PAYT a ser adotado pelo município, precisa estar em conformidade com o Decreto Federal n° 7.217/2010 que em seu Art 14. diz que a remuneração pela prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos deverá levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, bem como poderá considerar:

I - nível de renda da população da área atendida;

II - características dos lotes urbanos e áreas neles edificadas;

III - peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio; ou

IV - mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e à recuperação dos resíduos gerados.

9.3.6.2 REGRAS PARA O TRANSPORTE E OUTRAS ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE QUE TRATA O ART. 20 DA LEI 12.305/2010, E DEMAIS DISPOSIÇÕES PERTINENTES DA LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL PROPONDO A DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES QUANTO À SUA IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO

A gestão integrada de resíduos sólidos requer o conhecimento dos tipos de resíduos que são gerados no município, bem como a identificação de quem os produz e para que local esteja sendo destinados. Gestão é o modo de conduzir esse processo, que inclui implementação de soluções, procedimentos e regras para organizar a geração, a coleta, o armazenamento, o transporte e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, de modo a não trazer conseqüências indesejáveis à saúde dos indivíduos, da comunidade e do ambiente em geral.

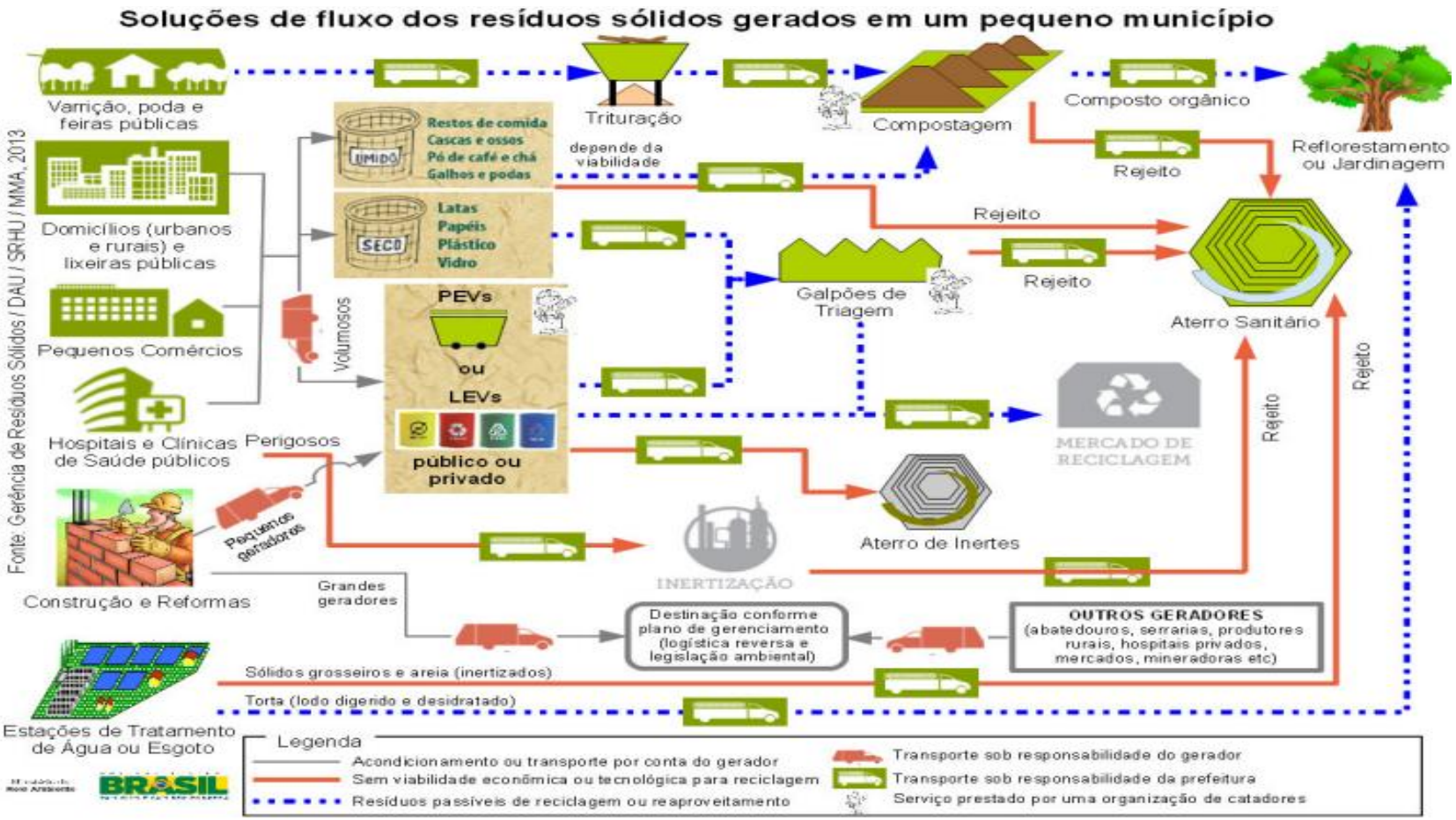
Nesse sentido, o conceito de responsabilidade compartilhada trazido pela PNRS inova ao identificar a responsabilidade dos consumidores, do poder público e do setor privado no manejo de resíduos sólidos, desonerando o que antes era responsabilidade apenas do poder público. A responsabilidade compartilhada traz, portanto, um dos “porquês” da gestão dos resíduos sólidos serem integrada.

De maneira geral, na responsabilidade compartilhada, aos geradores caberá a segregação e o descarte adequado dos resíduos sólidos em seus domicílios;

ao poder público, a limpeza pública e manejo de resíduos sólidos; e, ao setor privado, a logística reversa.

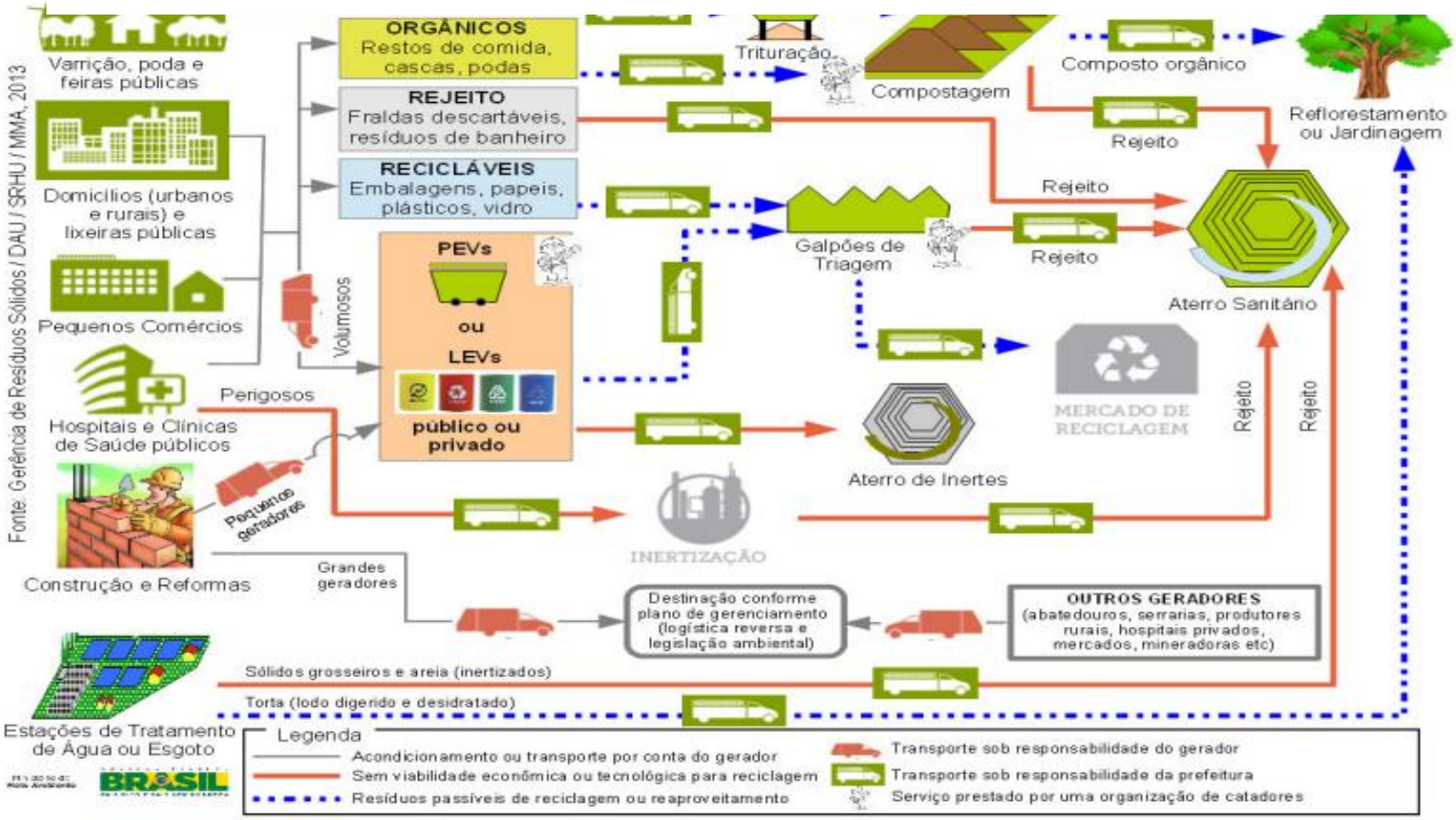
Seguem abaixo, alguns fluxogramas apresentando soluções adotadas para os diversos tipos de resíduos sólidos gerados no município. Uma forma simples e direta para facilitar o entendimento dos munícipes sobre o fluxo dos resíduos sólidos que será adotado com a implementação do Plano.

Figura 55: Soluções de fluxo dos resíduos gerados em um pequeno município



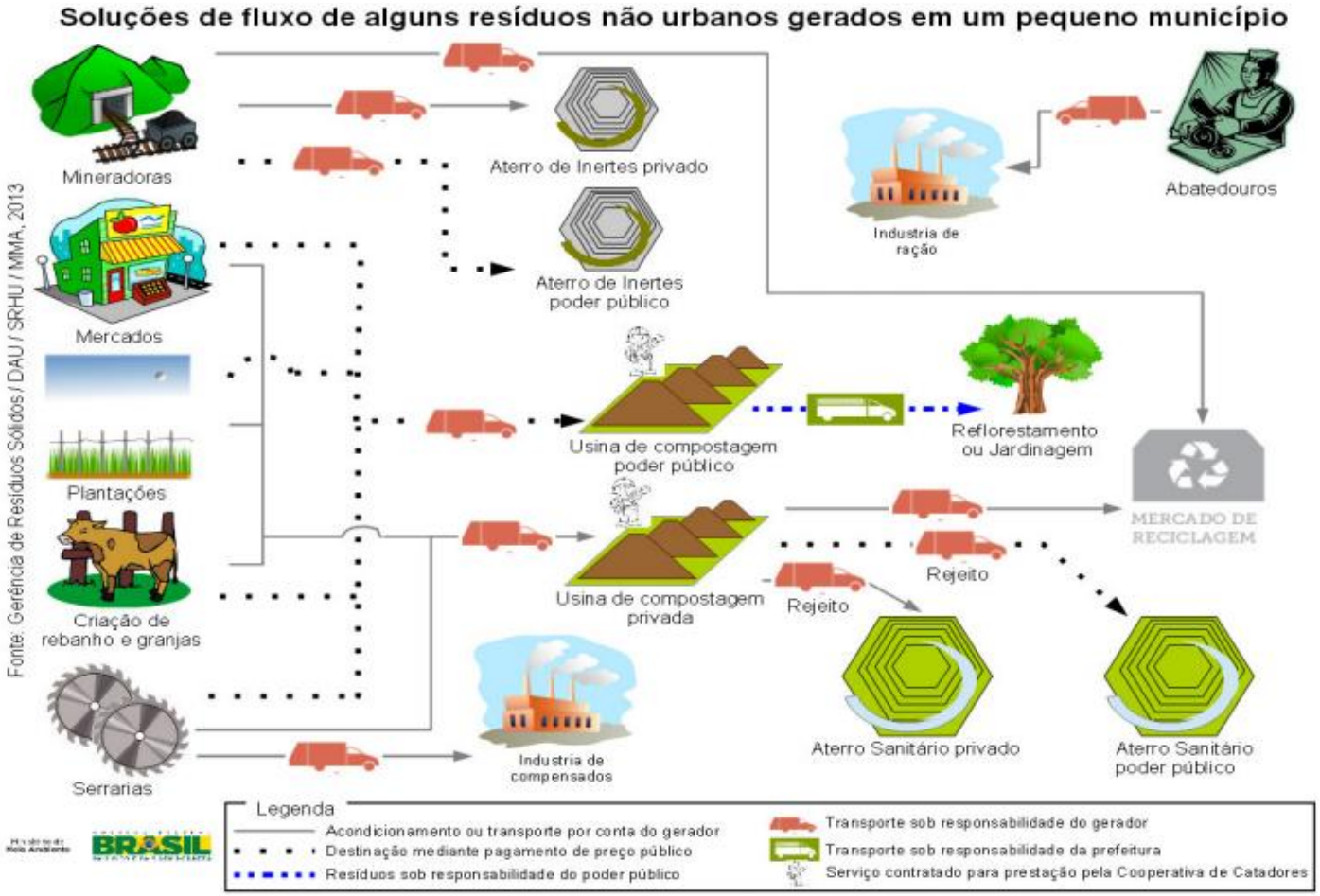
Fonte: Gerência de Resíduos Sólidos/DAU/SRHU/MMA,2013

Figura 56: Alternativa para segregação dos resíduos sólidos caracterizados como domiciliares



Fonte: Gerência de Resíduos Sólidos/DAU/SRHU/MMA,2013

Figura 57: Soluções de fluxo de alguns resíduos não urbanos gerados em um pequeno município



Fonte: Gerência de Resíduos Sólidos/DAU/SRHU/MMA,2013

9.3.6.2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES

Os resíduos domiciliares são definidos pela Lei 12.305 de 2010 como aqueles originados de atividades domésticas em residências urbanas. Constituem-se de materiais como papel, papelão, vidro, metais e plásticos e, também de alguns produtos tóxicos como pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e eletrônicos.

A geração de resíduos sólidos domiciliares é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente em quantidades e composições que dependem do tamanho da população e do desenvolvimento econômico de cada município. O acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliar é de responsabilidade do gerador, mas a coleta, o transporte e a disposição final dos resíduos sólidos para áreas de tratamento são ações do serviço público, de grande importância e viabilidade para a população, pois impede a proliferação de agentes transmissores de doenças que vão em busca de alimentos nesses resíduos (PRANDINI, et al, 1995).

Segundo o IBAM (2001), acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

O acondicionamento adequado dos resíduos sólidos proporciona como principais benefícios:

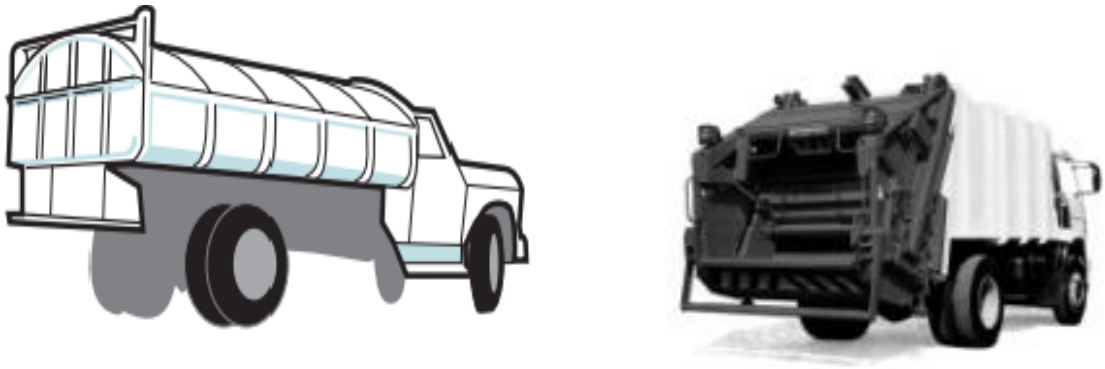
- ✓ Facilitar a coleta e o transporte;
- ✓ Evitar acidentes;
- ✓ Evitar a proliferação de vetores;
- ✓ Minimizar o impacto visual e olfativo;
- ✓ Reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva).

Existem diversos tipos de recipientes para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares. Normalmente são utilizados sacos plásticos, latas ou baldes, caixas e contêineres. A escolha do recipiente mais adequado deve ser feita considerando-se as características do lixo, a quantidade gerada, a freqüência da coleta, o tipo de edificação e o preço do recipiente.

A qualidade da operação de coleta e transporte dos resíduos sólidos depende da forma adequada do seu acondicionamento, armazenamento e da disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana para a coleta. Sendo assim, não existem dúvidas que a população tem participação fundamental nesta operação, portanto, é necessário que haja conscientização por parte da mesma.

Para a coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares utilizam-se normalmente dois tipos de veículos coletores, compactador e sem compactação.

Figura 58: Caminhão tipo compactador e sem compactação



Fonte: IBAM, 2001

Um bom veículo de coleta de resíduo domiciliar deve possuir as seguintes características:

- ✓ Não permitir derramamento do lixo ou do chorume na via pública;
- ✓ Possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- ✓ Possuir carregamento traseiro, de preferência;
- ✓ Apresentar descarga rápida do lixo no destino (no máximo em três minutos);
- ✓ Possuir capacidade adequada de manobra e de vencer aclives;
- ✓ Distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão;
- ✓ Apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área.

A escolha do tipo do veículo deve ser levada em consideração o que apresentar melhor custo/benefício. Em geral esta relação ótima é atingida utilizando-se o veiculo que preencha o maior número de características de um bom veiculo de coleta.

Caberá a Prefeitura dimensionar equipes e equipamentos necessários, definir setores e roteiros de coleta, e demais procedimentos operacionais específicos.

Segundo o IBAM, 2001 o tratamento mais eficaz é o prestado pela própria população quando esta empenhada em reduzir a quantidade de lixo, evitando desperdício, reaproveitando os materiais, separando os recicláveis em casa ou na própria fonte e se desfazendo do lixo que produz de maneira correta.

Além desses procedimentos, existem processos físicos e biológicos, que tornam os resíduos inertes e não mais poluidor, sendo eles: Incineração, Reciclagem e Compostagem.

Em geral, os resíduos sólidos domiciliares, quando coletados, são encaminhados para a destinação final, sejam em lixões, aterros controlados, aterros sanitários, entre outros. No entanto, as municipalidades devem tentar uma destinação final de acordo com as normas aplicáveis à proteção ambiental e à saúde pública.

Os resíduos perigosos de que trata o artigo 33 da Lei nº 12.305 (pilhas, baterias, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e eletrônicos) deverão ser devolvidos/descartados em PEVs, LEVs ou outros locais disponibilizados pelo setor privado ou pelo poder público especificamente para este fim.

A Tabela a seguir, apresenta um resumo das regras de gerenciamento dos resíduos domésticos.

Tabela 82: Resumo Resíduos Domiciliares

ETAPA	REGRAS NO GERENCIAMENTO	FONTES
Armazenamento/ Acondicionamento	Devem ser armazenados em sacos plásticos, contêineres de plástico ou metálico; O correto acondicionamento otimiza o processo de coleta e contribui para a preservação da saúde pública e ambiental.	NBR 12.980 NBR 9190
Coleta e Transporte	A coleta deverá ser realizada porta a porta com frequência diária e alternada, no período diurno e/ou noturno por todas as vias públicas oficiais à circulação ou que venham ser abertas, acessíveis ao veículo de coleta; Os caminhões coletores deverão ser equipados com carroceria especial para coleta de lixo, dotado de sistema de descarga automática, com carregamento traseiro e dotado de suporte para pá vassouras.	NBR 12.980 NBR 13.221
Destinação Final	Em caso da inexistência dos processos de compostagem (resíduos orgânicos) e reciclagem, a disposição final dos resíduos deverá ser realizada em aterro sanitário de resíduos não perigosos (Classe II A), devidamente licenciados aos órgãos ambientais competentes.	Lei 12.305 NBR 13.896 NBR 13.591

Fonte: Adaptado de Atibaia, 2015.

9.3.6.2.2 RESÍDUOS PÚBLICOS

D'Almeida e Vilhena (2000) definem o resíduo público como os resíduos originados dos serviços de limpeza pública urbana, incluindo-se todos os resíduos de varrição das vias públicas; limpeza de galerias; córregos e terrenos; restos de podas de árvores; corpos de animais; limpeza de áreas de feiras livres, e também aqueles descartados irregular e indevidamente pela

população, como entulhos, bens considerados inservíveis, papéis, restos de embalagens e alimentos.

A limpeza das ruas é de interesse comunitário e deve ser tratada priorizando o aspecto coletivo em relação ao individual, respeitando os anseios da maioria dos cidadãos. Os aspectos estéticos associados à limpeza de logradouros públicos são fortes colaboradores nas políticas de incremento da imagem das cidades (MONTEIRO et al., 2001)

Ainda de acordo com (MONTEIRO et al., 2001), é importante manter as ruas limpas também por razões de segurança:

- ✓ Prevenindo danos a veículos, causados por impedimentos ao tráfego, 0como galhadas e objetos cortantes;
- ✓ Promovendo a segurança do tráfego, pois a poeira e a terra podem causar derrapagens de veículos, assim como folha e capim seco pode causar incêndios;
- ✓ Evitando o entupimento do sistema de drenagem de águas.

Cabe ao município à responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos públicos que lhe compete, dimensionar as equipes e respectivos equipamentos necessários, bem como definir setores de varrição e demais procedimentos operacionais específicos.

Os serviços de limpeza urbana devem ser executados, observando os seguintes critérios:

Tabela 83: Serviços de Limpeza Urbana

Serviço	Frequência	Critérios de Qualidades
Varrição	Alternada(3 vezes por semana)	Operação diurna, com repassagens nas vias de maior movimento e concentração; Equipe mínima de 2 homens por setor de varrição; Uso de EPIs; Fração orgânica resultante deverá ser compotada; Produtividade mínima de 1,5 km/h.dia; Mínimo 0,6 varredor/1000 hab.
Capina, Roçagem e Poda	Entre 30 e 120 dias, conforme época do ano	Proibido realizar capina química; Fração orgânica resultante deverá ser compostada; Produtividade mínima de 2000m²/dia. servidor.
Limpeza e Coleta de resíduos em feiras e mercados públicos	Sempre após o encerramento do evento ou atividade	Fração orgânica resultante deverá ser compostada; Higienização da área.

Fonte: BARROS, 2012.

9.3.6.2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A Lei 12.305 em seu artigo 13 item I, subitem h, define resíduos da construção civil como: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil incluída os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.

O setor de Resíduos Sólidos da Construção Civil se depara com o grande desafio de conciliar sua atividade produtiva e lucrativa com o desenvolvimento sustentável consciente. Os RCC devem ter um gerenciamento adequado para evitar que sejam abandonados e se acumulem em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados.

A Resolução de número 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos

para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

A Classificação dos Resíduos da Construção Civil no Brasil se dá através da Resolução de número 307 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 gesso;

III – Classe C – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação como exemplo da espuma;

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

As etapas do gerenciamento de resíduos de construção civil e como deve ser realizada está descrita na resolução CONAMA 307/2002. A tabela abaixo trás de forma resumida as funções de cada etapa.

Tabela 84: Etapas contempladas pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Etapa	Função
Caracterização	O gerador deverá identificar e quantificar os resíduos.
Triagem	Deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação. licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes dos RCC.
Acondicionamento	O gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem.
Transporte	Deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte desses resíduos.
Destinação	Deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Fonte: Adaptada da Resolução CONAMA 307/2002

No que diz respeito a como deve ser feita a armazenagem desses materiais para que não haja nenhum prejuízo para o meio ambiente, população e saúde pública existem as NBR´s NR18/1978 e NBR 12.655/192. A tabela abaixo mostra como essa normas ditam que devem ser feito o armazenamento dos resíduos sólidos de Construção Civil.

Tabela 85: Armazenamento adequado dos materiais de construção

Material	Forma correta de armazenagem
Agregados	Devem ser armazenados separadamente em função da sua graduação granulométrica, de acordo com as classificações indicadas na NBR 7211. Não deve haver contato físico direto entre as diferentes graduações. Cada fração granulométrica deve ficar sobre uma base que permita escoar a água livre, de modo a eliminá-la.
Cimento	Cada cimento deve ser armazenado separadamente, de acordo com a marca, tipo e classe,em local fechado e ventilável, protegido da ação de chuva, névoa ou condensação. Cada lote recebido em uma mesma data deve ser armazenado em pilhas separadas e devidamente individualizadas.As pilhas devem estar separadas por corredores que permitam o acesso e os sacos devem ficar apoiados sobre estrado ou paletes de madeira, para evitar o contato direto com o piso, ficando distante 30cm das paredes. Os sacos devem ser empilhados em altura de no máximo 15 unidades, quando ficarem retidos por período inferior a 15 dias, ou em altura de no máximo 10 unidades, quando permanecerem por período mais longo.
Armações de aço	Devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola das peças. Sendo armazenados em local coberto para proteger de intempéries.
Água	A água destinada ao amassamento do concreto deve ser guardada em caixas estanques e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

Fonte: Baseado na NR18/1978 e NBR 12.655/192

Cada tipo e classe de resíduos de construção civil precisam ter sua destinação ambientalmente adequada, de acordo com a legislação vigente. É de grande importância que seja seguida as recomendações, pois, desta forma, se evita prejuízos ao meio ambiente, sociedade e saúde pública além de ao se aderir a reciclagem e/ou reutilização

Tabela 86: Classificação RCC de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002

Tipo de RCC	Definição	Exemplos	Destinações
Classe A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	- Resíduos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; - Resíduos de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc), argamassa e concreto; - Resíduos oriundos do processo de fabricação e ou demolição de pré-moldados (blocos, tubos, meio-fio, etc).	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterros de resíduos Classe A, sendo dispostos de forma a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, gesso e outros.	Reutilização ou reciclagem ou encaminhamento para cooperativas de coleta seletiva ou áreas de aterro de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir seu beneficiamento futuro.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	A espuma é um material que se enquadra na Classe C.	Armazenamento, transporte, e destinação final conforme normas técnicas específicas.
Classe D	São resíduos perigosos oriundos do processo de produção	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais,etc.	Armazenamento,transporte e destinação final conforme normas técnicas específicas.

Fonte: Adaptada de LIMA e LIMA, 2010

No que dizem respeito às responsabilidades, os Resíduos da Construção Civil (RCC) provenientes de pequenos geradores (até 1m³) são passíveis de serem coletados pela prefeitura e deverão estar acondicionados em separado de qualquer outro resíduo, com diz a Resoluções CONAMA n° 307/2002 e n° 448/2012. Dever ser dada atenção especial aos RCC classe D (Resíduos perigosos, como Tintas, vernizes, óleos e produtos com amianto, por exemplo).

A coleta dos RCC será realizada, via de regra, nos PEVs disponibilizados pelo município, no entanto, mediante prévia solicitação/agendamento do munícipe ou pagamento de preço público, a prefeitura poderá realizá-lo no local.

A coleta e a destinação dada aos RCC observarão além das Resoluções CONAMA n° 307/2002 e n° 448/2012, as Normas ABNT NBR 15112/2004, 15113/2004, 15114/2004, 15115/2004 e 15116/2004, quando couber.

Os resíduos volumosos inservíveis deverão ser desmontados e, depois de esgotadas as possibilidades de reutilização e reciclagem de suas peças, serão destinadas à aterro devidamente licenciado.

Para as situações que não é de responsabilidade da prefeitura e sim do ente privado cabe aos mesmos promoverem o gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, feitas ainda as seguintes exigências:

I - O acondicionamento deverá ser realizado em caixas estacionárias tipo Brooks,

II – A instalação das caixas estacionárias Brooks em vias públicas somente será autorizada mediante consulta ao órgão competente do município;

III - É responsabilidade de o gerador garantir que não haja disposição de RCC juntamente com RSU nas caixas estacionárias Brooks;

IV - Previamente ao içamento da caixa estacionária Brooks pelo caminhão poliguindaste, o seu conteúdo deverá ser recoberto com lona ou material similar, de modo a evitar a queda de detritos em via pública e acidentes;

V - Observar as alternativas de reutilização e reciclagem, previamente à disposição final em aterro sanitário devidamente licenciado.

A forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais difundida é a segregação (ou "limpeza"), seguida de trituração e reutilização na própria indústria da construção civil.

O entulho reciclado pode ser usado como base e sub-base de rodovias, agregado graúdo na execução de estruturas de edifícios, em obras de arte de concreto armado e em peças pré-moldadas.

A reciclagem dos resíduos da construção civil apresenta as seguintes vantagens:

- Redução de volume de extração de matérias-primas; conservação de matérias-primas não-renováveis;
- Correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- Colocação no mercado de materiais de construção de custo mais baixo;
- Criação de novos postos de trabalho para mão-de-obra com baixa qualificação.

Por essas razões, a implantação de novas usinas de reciclagem para esses materiais deve ser incentivada, mesmo que sua viabilidade econômica seja alcançada através da cobrança de taxas específicas.

Como já visto acima o tratamento dos resíduos, a solução ideal para os resíduos da construção civil é a reciclagem. Entretanto, seu descarte em aterros sanitários pode se tornar uma solução interessante para regiões onde o material de cobertura do lixo disposto é escasso.

9.3.6.2.4 RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Basicamente, é toda 'sobra' da produção industrial que não pode ser descartada sem controle e exige um método específico para sua eliminação. Isto porque, uma vez que os resíduos são originados de processos industriais, sua composição é mista e, muitos deles, podem ser perigosos, trazendo consequências negativas não só para o meio ambiente, mas também para a saúde pública.

Exemplos de resíduos são as cinzas, lodos sólidos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmicas. São definidos, ainda, como resíduos os efluentes industriais - lodos líquidos provenientes de sistemas de tratamento de esgoto e aqueles gerados na limpeza de equipamentos e instalações em geral.

Pelo art.20, inciso II, alínea b da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os geradores são obrigados a cuidar do gerenciamento, transporte, tratamento e destinação final de seus resíduos, e essa responsabilidade é contínua e ininterrupta. Desta forma, os resíduos industriais devem ser dispostos para tratamento e destinação ambientalmente corretos pelos empreendedores.

1.1.1.1 ACONDICIONAMENTO

As formas mais usuais de se acondicionar os resíduos sólidos industriais são:

- Tambores metálicos de 200 litros para resíduos sólidos sem características corrosivas;
- Bombonas plásticas de 200 ou 300 litros para resíduos sólidos com características corrosivas ou semi-sólidos em geral;
- Big-bags plásticos, que são sacos, normalmente de polipropileno trançado, armazenamento, quase sempre superior a 1m3;
- Contêineres plásticos, padronizados nos volumes de 120, 240, 360, 750, 1.100 e 1.600 litros, para resíduos que permitem o retorno da embalagem;
- Caixas de papelão, de porte médio, até 50 litros, para resíduos a serem incinerados.

1.1.1.2 COLETA E TRASNPORTE

O transporte dos resíduos é realizado em veículos adequados para cada tipo de resíduo e suas embalagens. Os motoristas são capacitados com o Curso MOPP – Movimentação Operacional de Produtos Perigosos. Os motoristas e coletores são treinados para atendimento a Emergências.

A legislação federal regulamenta o transporte de resíduos, por meio da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio

Ambiente (Conama), que estabelece condições para o lançamento de efluentes, e pela resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, que complementa a anterior e classifica corpos de água. Há também a resolução 420 da ANTT para transporte de produtos e resíduos perigosos.

Também há a norma 13.221, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que regulamenta o transporte terrestre de resíduos, definindo o procedimento adequado para encaminhar os efluentes coletados das empresas. Pela norma, que abrange os resíduos que podem ser reciclados, reaproveitados e/ou reprocessados e determina sua periculosidade, o material deve seguir para locais e sistemas previamente autorizados pelo órgão de controle ambiental competente.

Há resíduos que para serem transportados também necessitam de licenças específicas dos órgãos ambientais estaduais como o CADRI, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – Ibama –, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro –, entre outros.

De acordo com a determinação da Norma ABNT 13221, o transporte destes materiais deve ser realizado por equipamentos adequados previstos pela ABNT, sendo que estes veículos devem:

1. Encontrar-se em um estado de conservação que não permita o vazamento ou o derramamento do resíduo durante o transporte;
2. Oferecer proteção contra intempéries aos resíduos, assim como o devido acondicionamento para evitar seu espalhamento na via pública;
3. Atender à legislação ambiental específica (federal, estadual ou municipal) quando existente, assim como portar o documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente (que deve informar o tipo de acondicionamento dos materiais carregados).

As regras determinam, ainda, que não se podem transportar os resíduos junto com alimentos, medicamentos ou produtos que se destinam ao consumo ou uso humano ou animal.

Recomenda-se que os caminhões sejam equipados com compressor de anel líquido, devido à sua capacidade de conseguir fazer a coleta em locais de difícil acesso, independente da distância ou profundidade.

O transporte, ao lado da coleta, é parte fundamental para que seja completo o ciclo de tratamento e destinação dos resíduos e, como tal, não pode ser negligenciado. Sua execução tem que ser realizada de forma correta, eficiente, segura e dentro dos preceitos legais.

1.1.1.3 TRATAMENTO

É comum proceder ao tratamento de resíduos industriais com vistas à sua reutilização ou, pelo menos, torná-los inertes. Contudo, dada a diversidade dos mesmos, não existe um processo preestabelecido, havendo sempre a necessidade de realizar uma pesquisa e o desenvolvimento de processos economicamente viáveis.

Em termos práticos, os processos de tratamento mais comum são:

- Reciclagem/ Recuperação de Resíduos Sólidos Industriais;
- Neutralização, para resíduos com características ácidas ou alcalinas;
- Secagem ou mescla, que é a mistura de resíduos com alto teor de umidade com outros resíduos secos ou com materiais inertes, como serragem;
- Encapsulamento, que consiste em revestir os resíduos com uma camada de resina sintética impermeável e de baixíssimo índice de lixiviação;
- Incorporação, onde os resíduos são agregados à massa de concreto ou de cerâmica em uma quantidade tal que não prejudique o meio ambiente, ou ainda que possam ser acrescentados a materiais combustíveis sem gerar gases prejudiciais ao meio ambiente após a queima;
- Processos de destruição térmica, como incineração e pirólise.

1.1.1.4 DISPOSIÇÃO FINAL

Os métodos de destinação mais empregados são os seguintes:

- Landfarming;

- Aterros industriais:
  - Aterros classe II
  - Aterros classe I
- Barragens de rejeito;
- Resíduos considerados de alta periculosidade ainda podem ser dispostos em cavernas subterrâneas salinas ou calcárias, ou ainda injetados em poços de petróleo esgotados.

Landfarming é um tratamento biológico no qual a parte orgânica do resíduo é decomposta pelos microorganismos presentes na camada superficial do próprio solo. É um tratamento muito utilizado na disposição final de derivados de petróleo e compostos orgânicos.

Os aterros industriais podem ser classificados nas classes I, II ou III, conforme a periculosidade dos resíduos a serem dispostos, ouseja, os aterros Classe I podem receber resíduos industriais perigosos; os Classe II, resíduos não-inertes; e os Classe III, somente resíduos inertes.

Qualquer que seja o aterro destinado a resíduos industriais, são fundamentais os sistemas de drenagem pluvial e a impermeabilização do seu leito para evitar a contaminação do solo e do lençol freático com as águas da chuva que percolam através dos resíduos

As barragens de rejeito são usadas para resíduos líquidos e pastosos, com teor de umidade acima de 80%. Esses aterros possuem pequena profundidade e necessitam muita área. São dotados de um sistema de filtração e drenagem de fundo (flauta) para captar e tratar a parte líquida, deixando a matéria sólida no interior da barragem.

9.3.6.2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

São resíduos gerados por prestadores de assistência médica, odontológica, laboratorial, farmacêutica e instituições de ensino e pesquisa médica relacionados tanto à população humana quanto à veterinária, os quais possuem potencial de risco, em função da presença de materiais biológicos capazes de causar infecção, objetos perfurantes-cortantes potencial ou efetivamente contaminados, produtos químicos perigosos, e mesmo rejeitos

radioativos, requerem cuidados específicos de acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final.

O correto gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) é fundamental para garantir a qualidade da saúde pública, a preservação do meio ambiente e as condições de segurança ocupacional.

De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE), da totalidade de Resíduos de Serviços de Saúde que são gerados no país, somente 27,7% são encaminhados para os Aterros Sanitários.

A Resolução CONAMA nº 358/05 trata do gerenciamento sob o prisma da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Promove a competência aos órgãos ambientais estaduais e municipais para estabelecerem critérios para o licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento e destinação final dos RSS. Por outro lado, a RDC ANVISA no 306/04 concentra sua regulação no controle dos processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. Estabelece procedimentos operacionais em função dos riscos envolvidos e concentra seu controle na inspeção dos serviços de saúde.

A gestão dos Resíduos dos Serviços de Saúde provenientes de unidades públicas de saúde observará as Resoluções RDC ANVISA n° 306/2004 e CONAMA n° 358/2005 e a Norma CNENNE-6.05, quando couber, sendo fixados os seguintes procedimentos operacionais.

Figura 59: Procedimentos Operacionais para os Resíduos dos Serviços de Saúde

Etapa	Descrição
Acondicionamento	Segregar e acondicionar os RSS em sacos plásticos branco-leitosos (identificados, fechados e amarrados quando 2/3 de sua capacidade forem preenchidos), ou em recipientes rígidos (de papelão, amarelos), sendo proibido o esvaziamento ou reaproveitamento. Os sacos devem ser apresentados para a coleta em recipientes de material lavável, resistente à punctura, ruptura e vazamento, com tampa provida de sistema de abertura sem contato manual, com cantos arredondados e resistentes ao tombamento.
Coleta e Transporte	Caminhões exclusivos para esta atividade, com carrocerias metálicas brancas e identificadas, fechadas e estanques, sem compactação, e sempre lavadas após a coleta. Uso obrigatório de EPIs e realização de exames médicos periódicos nos servidores envolvidos; e Rastreabilidade.
Tratamento	Os resíduos classes A e E serão necessariamente submetidos a tratamento em autoclaves ou microondas, capazes de garantir uma redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana.
Disposição Final	A disposição final dos RSS será realizada em Aterro Sanitário devidamente licenciado para receber RSS, em cemitérios ou Aterros de resíduos perigosos, conforme o caso.

Fonte: Gerência de Resíduos Sólidos/DAU/ SRHU/MMA,2013

Caberá ao município a elaboração e revisão do Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS) das unidades públicas de saúde existentes.

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010, estabelecer metas importantes, como o fechamento dos lixões até 2014, a responsabilidade pela correta destinação final dos RSS compete aos serviços que geram esse tipo de resíduo. Como afirma a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306/2004, que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento dos RSS, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), baseado nas características dos resíduos gerados e compatível com as normas legais relativas à coleta, ao transporte e a disposição final, estabelecidas pelos órgãos responsáveis por cada uma destas etapas. Esse documento deverá ser elaborado por todos os estabelecimentos que prestam serviços relacionados com o atendimento a saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo, laboratórios analíticos de produtos de saúde, necrotérios, entre outros similares.

1.1.1.5 ACONDICIONAMENTO

O manuseio de resíduos de serviços de saúde está regulamentado pela norma NBR 12.809 da ABNT e compreende os cuidados que se deve ter para segregar os resíduos na fonte e para lidar com os resíduos perigosos.

O procedimento mais importante no manuseio de resíduos de serviços de saúde é separar, na origem, o lixo infectante dos resíduos comuns, uma vez que o primeiro representa apenas de 10 a 15% do total de resíduos e o lixo comum não necessita de maiores cuidados.

A falta de cuidados com o manuseio do lixo infectante é a principal causa da infecção hospitalar. Como exemplos têm os hospitais municipais do Rio de Janeiro onde se processa a segregação criteriosa dos resíduos infectantes (hospitais Souza Aguiar, Miguel Couto e Lourenço Jorge), o índice de internações por infecção hospitalar caiu em cerca de 80%.

No manuseio dos resíduos infectantes devem ser utilizados os seguintes equipamentos de proteção individual – EPI –:

- Avental plástico;
- Luvas plásticas;
- Bota de PVC (por ocasião de lavagens) ou sapato fechado;
- Óculos;
- Máscara.

Os resíduos de serviços de saúde devem ser acondicionados diretamente nos sacos plásticos regulamentados pelas normas NBR 9.190 e 9.191 da ABNT, sustentados por suportes metálicos. Para que não haja contato direto dos funcionários com os resíduos, os suportes são operados por pedais.

Os sacos plásticos devem obedecer à seguinte especificação de cores:

- Transparentes: Lixo comum, reciclável
- Coloridos Opacos: Lixo Comum, não reciclável
- Branco Leitoso: Lixo infectante ou especial (menos radioativo)

Figura 60: Sacos Plásticos para lixo hospitalar

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM

Posteriormente, os sacos plásticos devem ser colocados em contêineres que permitam o fácil deslocamento dos resíduos para abrigos temporários. Esses contêineres devem ser brancos para o transporte do lixo infectante e de qualquer outra cor para o transporte do lixo comum. Já os abrigos temporários devem ser ladrilhados e com cantos arredondados para facilitar a lavagem de piso e paredes.

Figura 61: Contêineres para lixo infectante

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM

Figura 62: Área para abrigo temporário de lixo infectante

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM

1.1.1.6 COLETA E TRANSPORTE

Existem regras a seguir em relação à segregação (separação) de resíduos infectantes do lixo comum, nas unidades de serviços de saúde, quais sejam:

- Todo resíduo infectante, no momento de sua geração, tem que ser disposto em recipiente próximo ao local de sua geração;
- Os resíduos infectantes devem ser acondicionados em sacos plásticos brancos leitosos, em conformidade com as normas técnicas da ABNT, devidamente fechados;
- Os resíduos perfurocortantes (agulhas, vidros etc.) devem ser acondicionados em recipientes especiais para este fim;
- Os resíduos procedentes de análises clínicas, hemoterapia e pesquisa microbiológica têm que ser submetidos à esterilização no próprio local de geração;
- Os resíduos infectantes compostos por membros, órgãos e tecidos de origem humana têm que ser dispostos, em separado, em sacos plásticos brancos leitosos, devidamente fechados.
- Os resíduos infectantes e especiais devem ser coletados separadamente dos resíduos comuns. Os resíduos radioativos devem ser gerenciados em concordância com resoluções da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.
- Os resíduos infectantes e parte dos resíduos especiais devem ser acondicionados em sacos plásticos brancos leitosos e colocados

em contêinere basculáveis mecanicamente em caminhões especiais para coleta de resíduos de serviços de saúde. Tais resíduos representam no máximo 30% do total gerado. Caso não exista segregação do lixo infectante e especial, os resíduos produzidos devem ser acondicionados, armazenados, coletados e dispostos como infectantes e especiais.

Para que os sacos plásticos contendo resíduos infectantes (ou não segregados) não venham a se romper, liberando líquidos ou ar contaminados, é necessário utilizar equipamentos de coleta que não possuam alta compactação e que, por medida de precaução adicional, sejam herméticos ou possuam dispositivos de captação de líquidos. Devem ser providos de dispositivos mecânicos de basculamento de contêineres. O lixo comum deve ser coletado pela coleta normal ou ordinária.

Figura 63: Viaturas para coleta de resíduos de saúde

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM

O coletor compactador trata-se de equipamento destinado à coleta de resíduos infectantes de serviços de saúde (hospitais, clínicas, postos de saúde). É equipado com carroceria basculante, de formato retangular ou cilíndrico, dotado de dispositivo de basculamento de contêineres na boca de carga, com a característica de ser totalmente estanque, possuir reservatório de chorume e ser menos ruidoso. O equipamento deve operar com baixa taxa de compactação, para evitar o rompimento dos sacos plásticos que estão acondicionando os resíduos infectantes. O descarregamento só deverá ser feito nas unidades de tratamento e disposição final desse tipo de resíduo.

Figura 64: Caminhão compactador para coleta de lixo hospitalar

Fonte: Irmão Ribeiro/ Frota

O Furgoneta ou Furgão é um Veículo leve, tipo furgão, com a cabine para passageiros independente do compartimento de carga, com capacidade para 500 quilos. O compartimento de carga é revestido com fibra de vidro para evitar o acúmulo de resíduos infectantes nos cantos e nas frestas, facilitando a lavagem e higienização.

Figura 65: Furgoneta para coleta de resíduos de serviços de saúde

Fonte: Locavia, Coleta de resíduos de saúde

De acordo com as normas vigentes, a coleta de resíduos de serviços de saúde deve ser diária, inclusive aos domingos.

Para o recolhimento de objetos cortantes ou perfurantes de farmácias, drogarias, laboratórios de análises, consultórios dentários e similares, é conveniente a utilização de furgões leves, com carroceria hermética e capacidade para cerca de 2m³ de resíduos.

1.1.1.7 TRATAMENTO

São muitas as tecnologias para tratamento de resíduos de serviços de saúde. Até pouco tempo, a disputa no mercado de tratamento de resíduos de serviços de saúde era entre a incineração e a autoclavagem, já que, em muitos países, a disposição em valas sépticas não é aceita.

Recentemente, com os avanços da pesquisa no campo ambiental e a maior conscientização das pessoas, os riscos de poluição atmosférica advindos do processo de incineração fizeram com que este processo tivesse sérias restrições técnicas e econômicas de aplicação, devido à exigência de tratamentos muito caros para os gases e efluentes líquidos gerados, acarretando uma sensível perda na sua parcela de mercado.

Todavia, novas tecnologias foram desenvolvidas, dando origem a diferentes processos já comercialmente disponíveis. Qualquer que seja a tecnologia de tratamento a ser adotada, ela terá que atender às seguintes premissas:

- Promover a redução da carga biológica dos resíduos, de acordo com os padrões exigidos, ou seja, eliminação do bacillus stearothermophilus no caso de esterilização, e do bacillus subtyllis, no caso de desinfecção;
- Atender aos padrões estabelecidos pelo órgão de controle ambiental do estado para emissões dos efluentes líquidos e gasosos;
- Descaracterizar os resíduos, no mínimo impedindo o seu reconhecimento como lixo hospitalar;

Os processos comerciais disponíveis que atendem a estas premissas fundamentais estão descritos a seguir.

- Incineração:
  - Incineradores de grelha fixa
  - Incineradores de leito móvel
- Fornos rotativos;
- Pirólise;
- Autoclavagem;
- Microondas;

- Radiação ionizante;
- Desativação eletrotérmica;
- Tratamento químico.

1.1.1.8 DISPOSIÇÃO FINAL

O único processo de disposição final para esse tipo de resíduo é a vala séptica, método muito questionado por grande número de técnicos, mas que, pelo seu baixo custo de investimento e de operação, é o mais utilizado no Brasil.

A rigor, uma vala séptica é um aterro indústrial, Classe II, com cobertura diária dos resíduos e impermeabilização superior obrigatória, onde não se processa a coleta do percolado.

Existem duas variantes de valas sépticas: as valas sépticas individuais, utilizadas por hospitais de grande porte, e as valas sépticas acopladas ao aterro sanitário municipal.

Quando a vala séptica está acoplada ao aterro municipal, deve-se separar um lote, próximo à entrada, onde se fará a disposição de resíduos de serviços de saúde. Esse lote deve ser cercado e isolado do resto do aterro.

9.3.6.2.6 RESÍDUOS SÓLIDOS CEMITERIAIS

Diversos são os resíduos que compõem este tipo de atividade, desde os oriundos da decomposição dos corpos até os resíduos de construção e manutenção de jazidos, os resíduos provenientes das podas, de enfeites dos túmulos e também partes de esquifes (BRASIL, 2012).

Os resíduos gerados nos cemitérios municipais devem ser também diagnosticados; parte deles se sobrepõe a outros tipos de resíduos, como os resíduos da construção e manutenção de jazigos, os resíduos secos, os resíduos verdes dos arranjos florais e similares, e os resíduos de madeira provenientes dos esquifes. Os resíduos da decomposição de corpos (ossos e outros) provenientes do processo de exumação constituem os únicos específicos deste tipo de instalação (MMA, 2012). Entre esses resíduos específicos está o necrochorume.

Costa Silva e Malagutti Filho (2009), entre outros, apontam o necrochorume como principal causa de poluição causada pelos cemitérios. Com efeito, Matos

(2001) apud Costa Silva e Malagutti Filho (2009), ressalta que os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres aumentam a atividade microbiana no solo sob a área de sepultamentos, havendo aumento da condutividade elétrica, pH, alcalinidade e dureza, e também presença de óxidos metálicos lixiviados dos adereços de urnas mortuárias e de patógenos associados a mortes por doenças infectocontagiosas.

Logo, o cemitério são grandes geradores de resíduos, os corpos enterrados são exumados [12]depois de três anos. No que diz respeito aos resíduos gerados nos cemitérios podemos classificá-los como:

I - provenientes da decomposição de corpos sepultados, e que apresentam potencial de geração de necrochorume uma vez sepultados;

II - não degradáveis como os do grupo I: roupas, restos de caixões;

III - equiparáveis a resíduos sólidos urbanos: resíduos recicláveis (resíduos plásticos, como flores artificiais, vasos, embalagens diversas) ou compostáveis, gerados nas atividades de limpeza urbana, como varrição (folhas e flores naturais) e poda de árvores;

IV - equiparáveis aos RCC: resíduos resultantes de obras em sepulturas, jazigos e estruturas semelhantes.

O poder público municipal é o responsável por gerir os resíduos de cemitérios públicos, em todas as suas etapas em concordância com a lei nacional de resíduos sólidos: coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, como diz o art. 26 da lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Já os cemitérios particulares precisam ter o seu Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos e são responsáveis por gerir seus resíduos em todas as etapas em concordância com a lei nacional de resíduos sólidos, desde a coleta até a destinação final ambientalmente adequada, como dizem a lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, no art. 20, inciso II, alínea b.

---

[12] A exumação consiste em colocar os restos mortais em uma caixa, geralmente de fibra, apos a decomposição natural dos tecidos. Pode ocorrer também para atender a fins administrativos, a uma determinação judicial ou para liberação do jazido.

Vale ressaltar que a lei nacional de resíduos sólidos em seu art. 27 dita também que as etapas que devem ser realizadas pelo gerador como diz o art. 20 também podem ser realizadas pelo poder público, porém as mesmas serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, observadas o disposto no § 50 do art. 19.

O CONAMA e a ANA recomendam, no caso de resíduos gerados nos cemitérios, que se evitem “utilizar urnas e mantas plásticas, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente”. Isto por que qualquer disposição inadequada de resíduos sólidos, mesmos os oriundos de um processo natural como é o caso da morte, tem potencial para causar danos ao solo, e ao subsolo, às águas subterrâneas e superficiais. (SIRVINSKAS, 2005, p. 164-165)

A destinação dos resíduos como roupas, restos de caixão, plásticos, flores artificiais, vasos, embalagens diversas, assim como folha e flores naturais e poda de árvores antes de serem encaminhados para as disposições ambientalmente adequadas como o aterro, devem ser segregados, separando os que podem passar pelo processo de reciclagem e compostagem.

Já os RCC devem ter um gerenciamento adequado para evitar que sejam abandonados e se acumulem em margens de rios, terrenos baldios ou outros locais inapropriados, podem ser reciclados também, seu gerenciamento deve obedecer a leis vigentes, entre elas a Resolução de número 307, de 5 de julho de 2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Relacionado aos Necrochorumes os cemitérios podem colocar pontos de monitoramento e uma malha de drenagem superficial profunda em toda sua área, este sistema de drenagem conduz as áreas dos jazigos “necrochorume” para um filtro biológico, impedindo a contaminação dos lençóis freáticos e os corpos hídricos da região.

Outra solução para os resíduos de cemitério é a produção de energia elétrica através da queima dos resíduos em usinas que produzem vapor, alimentando os próprios equipamentos que vão produzir a energia elétrica. As usinas de

geração de energia podem ser instaladas no próprio cemitério com a utilização de equipamentos como um triturador e gerador, dotados de filtros para controle das emissões atmosféricas nos níveis permitidos.

Os resíduos de cemitérios ainda podem ser triturados e utilizados também como subprodutos para novas covas, seja por processos que exijam a separação das matérias e utilização dos orgânicos como adubos através da compostagem; ou pelo uso dos demais resíduos inertes agregados as misturas de concreto para utilização em construção civil.

O aproveitamento via reciclagem ou compostagem da fração de resíduos observada, mesmo que pendente de eventual análise laboratorial para certificar a condição não contaminante do material, representa, mais do que a diminuição do montante destinado para aterros sanitários, outra possibilidade de atender às disposições da PNRS no que diz respeito à valorização dos resíduos, por abranger parte daqueles gerados nos cemitérios, instalações tão particulares quanto indispensáveis na sociedade.

A melhoria no gerenciamento de resíduos de cemitérios tem como objetivo possibilitar, a partir da implementação de instrumentos básicos, o controle mais eficiente da destinação correta dos caixões, assim como demais resíduos, levando em consideração a diminuição de custos nos processos de acondicionamento, transporte, armazenamento e disposição final, além do atendimento às legislações.

9.3.6.2.7 RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSSILVOPASTORIES

A Lei 12.305 de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades de agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

Ainda de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a coleta desses resíduos é de responsabilidade do próprio gerador, podendo ser efetuada de forma individual ou coletiva, sendo regida por acordo da logística reversa. A destinação adequada também é de responsabilidade do gerador. Estes resíduos são classificados em orgânico e inorgânico.

Os resíduos orgânicos são aqueles gerados nos setores de agricultura e agropecuária como os rejeitos das culturas (café, cacau, banana, soja, milho, etc.), dejetos gerados nas criações animais e os efluentes e resíduos produzidos nas agroindústrias, como abatedouros, laticínios e graxarias.

Os resíduos sólidos inorgânicos abrangem as embalagens produzidas nos segmentos de agrotóxicos, fertilizantes e insumos farmacêuticos veterinários, além dos resíduos sólidos domésticos da área rural.

Os resíduos gerados nessas atividades podem ser reaproveitados quando possível, como por exemplo, a utilização de produtos agrícolas que não estão no padrão do mercado na alimentação animal ou como fonte de nutrientes para a agricultura. As embalagens de fertilizantes podem ser reutilizadas também, para ensacar esterco, pedras, serragem, calcário ou terra, como evidenciado por ROSSETO e SAMBUICHE (2011).

Segundo as Leis 9.974 e 12.305, o fabricante tem a responsabilidade pela destinação final da embalagem do produto pós-consumo e o compartilhamento de responsabilidades desse processo entre revendedores e usuários. Ao consumidor coube a responsabilidade pela realização da tríplice-lavagem e devolução das embalagens pós-consumo; aos estabelecimentos comerciais, dispor de local adequado para o recebimento das embalagens e indicar nas notas fiscais de venda os locais de devolução. Ao governo coube a responsabilidade de fiscalizar e promover, conjuntamente com os fabricantes, a educação ambiental e orientação técnica necessária para o funcionamento do sistema.

Antes dos resíduos serem dispostos para a coleta, os locais de armazenamento deverão estar corretamente acondicionados e identificados conforme as normas técnicas da ABNT que regulamentam as formas de armazenamento, transporte e simbologia para resíduos perigosos, como podem ser visto na tabela 87, a seguir.

Tabela 87: Resumo Resíduos Agrossilvopastoris

ETAPA	REGRAS NO GERENCIAMENTO	FONTES
Armazenamento/ Acondicionamento	Área de contenção temporária para os resíduos, sob autorização do órgão ambiental, que atenda as condições básicas de segurança e comprovado o tratamento ou disposição final ambientalmente adequada. Devem ser armazenados em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel.	NBR 12.235
Coleta e Transporte	As embalagens devem estar identificadas com rótulos de risco e de segurança e os transportes possuir conjunto de equipamentos para situações de emergência;	NBR 13.221 NBR 7.500
Lavagem de embalagens	As embalagens deverão ser lavadas por processos de tríplice lavagem ou lavagem sobre pressão	NBR 13.968
Destinação Final	Na impossibilidade de se implementar processos de reutilização ou reciclagem, os resíduos deverão ser dispostos em aterro sanitário (Classe I), devidamente licenciado pelo órgão ambiental	NBR 10.157

Fonte: Adaptado de Atibaia, 2015

9.3.6.2.8 RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO

São considerados resíduos dos serviços de saneamento aqueles provenientes de processos de tratamento de água, gerados nas estações de tratamento de água, ETAs, os provenientes de tratamento de esgoto, gerados em estações de tratamento de esgotos, ETEs, e aqueles provenientes da limpeza das estruturas de macro e microdrenagem, como rios, córregos, lagos, canais, galerias de águas pluviais, bueiros e bocas de lobo.

Há cerca de 7.500 ETAs instaladas no Brasil, a maioria delas operando em ciclo completo, que inclui coagulação, floculação, decantação e filtração, e lançam as suas descargas de lodo diretamente nos cursos d'água, sem qualquer tratamento (ACHON et al, 2013).

Os principais resíduos gerados nas ETAs, que possuem tecnologia de ciclo completo, são provenientes do lodo retido nos decantadores e da água de lavagem de filtros (ALAF). O lodo é definido como resíduo sólido, e, portanto deve estar em consonância com os preceitos da Lei 12.305/2010. (ACHON *et al*, 2013).

David (2004) propôs a redução do volume do lodo de ETA por secagem natural, visando sua utilização em aterros sanitários ou como matéria prima para a indústria cerâmica. A utilização do lodo em aterro exclusivo, no entanto, foi elaborado por Siqueira (2004) que, segundo o autor, apresentou diversas vantagens técnicas, econômicas e ambientais como destino final para esses resíduos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei 9.433/97) estabelece que o lançamento de resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final em corpos d'água, além de outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água, está sujeita à outorga do Poder Público.

O lançamento em corpos d'água dos resíduos gerados em ETAs, quando não aprovado por órgãos ambientais, pode ser considerado crime ambiental devido aos efeitos diretos causados ao ambiente aquático do corpo receptor, provocando danos à fauna aquática. Constitui-se crime ambiental, de acordo com o artigo 54 da Lei 9.605/98.

No serviço de esgotamento sanitário os resíduos sólidos são gerados no tratamento preliminar das Estações de Tratamento de Esgoto - ETE, na forma de sólidos grosseiros (madeiras, panos, plásticos, etc.) e sólidos predominantemente inorgânicos (areia ou terra), e nas demais unidades de tratamento da ETE na forma de lodo orgânico decantado, lodo orgânico de origem biológica e lodo gerado pela precipitação química. Normalmente os

lodos são desidratados em sistemas de secagem antes de seguirem para destinação final.

Geralmente para a destinação final do lodo são utilizados os aterros sanitários, no entanto, alguns estudos vislumbram sua aplicação como insumo agrícola, fertilizante ou mesmo na construção civil.

Segundo a Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006, os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores.

No serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas os resíduos sólidos são provenientes de atividades de desassoreamento e dragagem das unidades que compõem o sistema de manejo das águas pluviais urbanas. Tais resíduos integram a Classe II-A: Não perigosos e Não Inertes, sendo compostos de sedimentos naturais, restos de vegetação e materiais diversos irregularmente lançados na rede de drenagem.

Compete ao município prestar, diretamente ou via concessão a empresas privadas, o adequado manejo dos resíduos sólidos dos serviços de saneamento básico, notadamente aqueles provenientes do sistema de drenagem urbana e de Estações de Tratamento de Água e de Esgoto (ETAs e ETEs), estabelecendo critérios e rotinas específicas.

Tabela 88: Resumo Resíduos Públicos de Saneamento

ETAPA	REGRAS NO GERENCIAMENTO	FONTES
Armazenamento/ Acondicionamento	Lodo: Armazenamento em contêineres, caçambas, tambores ou a granel; Resíduos de galerias pluviais: armazenamento em sacos juntamente com resíduos de varrição ou coletores a vácuo;	NBR 11.174 NBR 12.980
Coleta e Transporte	Emissão de CADRI – Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental; Veículo deverá estar com identificação do	NBR 7.503, 13.221 e 15.481

ETAPA	REGRAS NO GERENCIAMENTO	FONTES
	resíduo transportado e transportador deverá ter acesso no SISREM – Sistema de Remessas de Esgoto;	
Tratamento	Lodo de ETE: adensamento por gravidade, digestão aeróbia e anaeróbia, desidratação do lodo e adensamento por flotação ou centrifugação. Lodo de ETA: desidratação por leito de secagem, espessamento de lodo por flotação, desidratação do lodo Demais resíduos são destinados ao aterro sem prévio-tratamento.	NBR 12.209
Destinação Final	Resíduos Classe I: devem ser dispostos em aterro sanitário de resíduos perigosos, devidamente licenciado no órgão ambiental; Resíduos Classe II: são dispostos em aterro sanitário de resíduos não-perigosos, devidamente licenciado no órgão ambiental ou, no caso dos lodos passam por compostagem e retornam ao ciclo de vida de produtos como fertilizantes orgânicos.	NBR 10004

Fonte: Adaptado de Atibaia, 2015.

9.3.6.3 CRITÉRIOS PARA PONTOS DE APOIO AO SISTEMA DE LIMPEZA NOS DIVERSOS SETORES DA ÁREA DE PLANEJAMENTO (APOIO À GUARNIÇÃO, CENTROS DE COLETA VOLUNTÁRIA, MENSAGENS EDUCATIVAS PARA A ÁREA DE PLANEJAMENTO EM GERAL E PARA A POPULAÇÃO ESPECÍFICA)

A qualidade e cobertura dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são diretamente proporcionais à atuação da administração pública ou empresa privada, considerando que os recursos humanos, equipamentos e unidades operacionais devem ser dimensionados corretamente. Caso contrário

podem surgir diversos problemas no sistema de limpeza, a exemplo do acúmulo de resíduos domiciliares em locais inadequados. Visando otimizar o serviço de limpeza e evitar os possíveis problemas são indicados critérios para implantação e operação de pontos de apoio ao sistema de limpeza urbana municipal, assim como campanhas informativas e apoio às equipes de trabalho envolvidas nos serviços(ROSANA, 2015).

Segundo Azevedo (2012), a questão dos resíduos sólidos vem ganhando mais espaço não só ambientalmente como também nas outras esferas que são diretamente influenciadas, como saúde, assistência social, economia e cultura. Para ele o cenário legal, a partir dos marcos regulatórios vem contribuindo para que ocorra uma quebra de paradigma, no qual a população deve exercer um papel de agente ativo com responsabilidade compartilhada. Ou seja, a responsabilidade que antes era unicamente pública passa em partes para o gerador individual.

Considerando essa situação Azevedo (2012) diz que existem instalações que permitem a destinação de resíduos e a interação do sistema com a população, diminuindo custos e facilitando o acesso a população. Essas soluções recebem vária denominações: Ecopontos, Pontos de Entrega Voluntária, Pontos de Apoio, etc.

9.3.6.3.1 PONTO DE APOIO A VARRIÇÃO (GUARNIÇÃO)

Atualmente existe um déficit no que tange os dispositivos legais específicos que tratem do conforto e das normas que regem a higiene e segurança no trabalho para os sistemas de saneamento, bem como os serviços de limpeza publica, sujeitando os trabalhadores a normativas genéricas já existentes, que por sinal não tratam especificamente de dos seus trabalhos, lembrando que esses serviços são executados, na sua maioria, em longas áreas do perímetro urbano, expostos a locais de grande insalubridade, a exemplo dos aterros sanitários e expostos as mais diversas mudanças climáticas (ROSANA, 2015).

Embora o Ministério do Trabalho e Emprego considere o trabalho de coletor de lixo urbano, um trabalho insalubre, os serviços de limpeza urbana estão sujeitos à regra da continuidade, logo não podem parar e devem ser realizados

a qualquer tempo (devido implicações à saúde pública), sendo desta forma justificável a necessidade de se observar as normativas existentes com mais cautela em virtude desta generalização de regras e obrigações. (ROSANA, 2015).

A norma que pode ser usada para balizar apoio as guarnição é a NR 24 - “Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho”. Uma vez que esta normativa apresenta diretriz e exigências que garantem o conforto e boas condições de trabalhadores envolvidos em modo em geral, mas que podem ser adaptadas e adequadas aos serviços de limpeza.

No parágrafo 24.1.8, descreve que “deverá conter um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores nas atividades ou operações insalubres, ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujidade”, embora nesse parágrafo traga essa preocupação, não diz de que maneira deverá ocorrer nos casos de trabalhadores de serviços de varrição.

Para os casos dos serviços de varrição (em geral, executado em toda a área urbana) e das frentes de trabalho dos aterros sanitários, sendo que na maioria das vezes os funcionários precisam deslocar grandes distâncias, logo os pontos de apoio devem ser descentralizados e dispostos em áreas estratégicas permitindo o fácil e rápido acesso por parte dos funcionários ao longo de sua jornada de trabalho (ROSANA, 2015).

De acordo com Rosana (2015), além das opções físicas – instalações imóveis implantadas em diversos pontos estratégicos, podendo ser unidades móveis que podem ser utilizadas para o mesmo fim, adaptando veículos de grande capacidade como o ônibus ou vans, de modo a disponibilizar sanitários e locais para refeição onde se possa dispor cadeiras e mesas para refeição.

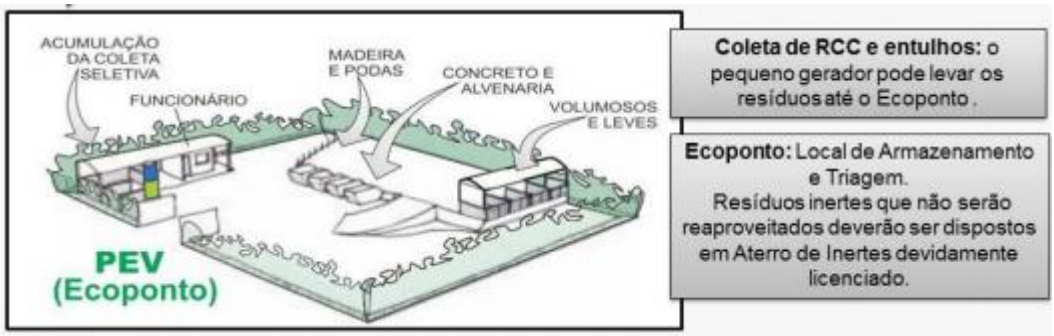
9.3.6.3.2 PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEV´S OU ECOPONTOS)

O município de Conceição do Jacuípe ainda convive com a prática de descarte de resíduos de construção e demolição, inservíveis, equipamentos domésticos, em terrenos baldios, apesar de tal atividade contradizer o que preconiza as

legislações vigentes (Lei nº12305/2002 e nº 9605/1998). Quando tais ações não são combatidas, elas se agravam pois com o passar do tempo os locais utilizados para descarte inadequado se tornam pontos viciados e mesmo que o Poder Público retire o material acumulado a população volta a depositar. Em alguns casos, quando não controlada, esta prática pode evoluir para o depósito de todo tipo de resíduo (orgânico, perigosos, etc.) caracterizando-se como um risco para a saúde da população circunvizinha e transeunte. (ROSANA, 2015).

Baseado na realidade do município, de a coleta não ser realizada todos os dias em várias localidades, sugere-se a implantação de um Ecoponto. A NBR nº 15112/2004 trata dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos, áreas de transbordo e triagem, diretrizes para projeto, implantação e operação. Alternativa esta, segundo Rosana (2015), considerada promissora para municípios de pequeno porte como Conceição do Jacuípe. A Figura 66 exemplifica a organização de um ambiente proposto para receber resíduos em pequena escala.

Figura 66 - Implantação de Ecoponto



Fonte: Adaptado de ROSANA, 2015.

De acordo com RSANA (2015), os ecopontos são locais licenciados destinados ao transbordo e triagem de pequeno porte, recebendo pequenas quantidades de resíduos. Uma rede de ecopontos, quando bem dimensionada e implantada contribui para o bom funcionamento do sistema de coleta, reduzindo custos. Algumas áreas previamente degradadas por destinação inadequada de resíduos podem ser escolhidas para implantação do PEV, principalmente por já fazer parte da cultura local encaminhar os resíduos para aquele local. A NBR 15112/2004 estabelece alguns critérios técnicos que devem ser observados, tais quais: isolamento da área para controle do acesso de pessoas e animais;

identificação visível e descritiva das atividades desenvolvidas; equipamentos de proteção individual (EPI), proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio; sistema de controle de poeira e ruído; etc.

9.3.6.3.3 LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (LEV'S)

Segundo ROSANA (2015) são caçambas, contêineres ou recipientes devidamente identificados com o objetivo de depositar resíduos segregados pelos geradores, dessa forma atuam de maneira complementar e similar aos ecopontos. Tais unidades de pequeno porte devem ficar em locais estratégicos, com grande fluxo de pessoa e com facilidade de acesso de carga e descarga. Alguns padrões são determinados pela Resolução CONAMA 275/2001 para identificação dos recipientes, como pode ser visto na Tabela 89.

Tabela 89 – Características dos recipientes

Tipo de Resíduo	Cor
Papel e papelão	Azul
Plástico	Vermelho
Vidro	Verde
Metal	Amarelo
Madeira	Preto

Fonte: ROSANA, 2015.

É importante que se observe as características dos resíduos gerados e a freqüência da coleta, além da proteção dos dispositivos contra agentes externos (chuva e sol) visando a sua maior durabilidade e conservação. Outro aspecto importante de ser observado é a altura da abertura para depósito de resíduo que deve estar compatível com o público alvo para que tenha a eficiência desejada. Os aspectos positivos e negativos da utilização dos LEV's podem ser vistos na tabela abaixo e as Figuras ilustram alguns exemplos de recipientes.

Tabela 90 – Aspectos positivos e negativos dos LEV's

Positivos	Negativos
Maior Facilidade na coleta e redução de custos	Não permite a identificação dos domicílios participantes
Otimiza percursos e frequências, especialmente em bairros com baixa densidade populacional, evitando trechos improdutivos na coleta porta a porta;	Necessita, em alguns casos, de equipamento especial para coleta
	Demanda maior disposição da população, que precisa se deslocar até o PEV
Permite a exploração da estrutura do PEV para publicidade, eventual patrocínio, ou mesmo para a Educação Ambiental.	Suscetível ao vandalismo
Permite a exploração do espaço do PEV para publicidade e eventual obtenção de patrocínio;	Exige manutenção e limpeza;
Permite a separação e descarte dos recicláveis por tipos, dependendo do estímulo educativo e do tipo de container, o que facilita a triagem posterior	Não permite a avaliação da adesão da comunidade ao hábito de separar materiais

Fonte: ROSANA, 2015.

Figura 67 – Exemplos de LEV's

Fonte: Rosana, 2015.

Analisando as Figuras acima percebe-se que existem diversas maneiras de recipientes destinados a entrega voluntária dos resíduos, sendo que é preferível que os materiais sejam segregados na fonte de geração.

9.3.6.3.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Sebrae-MS (2012) a participação do consumidor, deve ser necessariamente estimulada por ações de educação ambiental claramente indicadas nos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Salientando que essas ações integram o conteúdo mínimo exigido na lei para os planos nos diversos níveis. Porém, devem abordar as diversas possibilidades de participação social e empresarial na questão dos resíduos: não geração, redução, consumo consciente, produção e consumo sustentáveis.

Sebrae - MS (2012) traz que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e o Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea) apresentam

as diretrizes fundamentais para a elaboração para os conteúdos de diferentes tipos de público. Entretanto o objetivo permanente da proposta é incluir o tema dos resíduos sólidos no cotidiano das comunidades.

A implantação de programas educativos e informativos tem como base fundamental a participação popular, designando e colocando sobre sua responsabilidade a possibilidade de agir, trazendo para si o compromisso com uma nova atitude em favor de uma cidade saudável (ROSANA, 2015).

Os indivíduos de interesse para integrar programas de educação ambiental e de sustentabilidade é a população em geral assim como os fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores, uma vez que eles são grandes geradores de resíduos e, por conseguinte corresponsáveis por seu correto acondicionamento e manejo. As campanhas terão que ser formulados voltadas para a educação ambiental e de sustentabilidade visando à participação de todos esses grupos interessados ao setor, no município, em especial, as Associações e Cooperativas de Recicladores. Devem existir campanhas informativas abordando os seguintes temas: (ROSANA, 2015)

- Por que e como segregar na fonte os resíduos gerados;
- Formas de acondicionamento e disposição dos resíduos sólidos urbanos;
- Localização, função e modo de operação dos Ecopontos.

As campanhas educativas de segregação de resíduos na fonte devem conter informações sobre a maneira adequada de acondicionamento dos vidros e outros objetos perfuro-cortantes de modo a evitar acidentes durante o manuseio pelos profissionais de coleta dos resíduos. Sendo que podem ser realizadas as seguintes ações:

- *Disponibilizar informativos sobre a coleta convencional de resíduos e coleta seletiva em cada bairro;*
- *Distribuição de folhetos informativos com o calendário dos serviços colocados à disposição dos munícipes;*

- *Elaborar materiais didáticos diversos, com linguagem popular e sintonia conceitual e pedagógica com as atividades existentes no município, datas comemorativas, etc.*
- *Desenvolver projetos permanentes de extensão comunitária sobre o tema do saneamento básico e do manejo de resíduos sólidos.*
- *Desenvolver a capacitação e formação de educadores ambientais, seja na educação formal transversal ou para ações em comunidades e eventos;*
- *Promover concursos cooperativos que promovam as ideias ligadas aos temas de saneamento básico e resíduos na comunidade;*

Pode ser uma opção ao município incentivar o desenvolvimento de atividades teatrais, por estudantes do nível médio, em locais públicos, destacando o bom comportamento do munícipe na manutenção da limpeza urbana, na tabela 91, mostra o resumo para as propostas de Educação Ambiental e Sustentabilidade.

Tabela 91 - Propostas ao Programa de Educação Ambiental e Sustentabilidade.

Propostas para o Programa	Público-Alvo	Ações e Temas a serem abordados
Educação Ambiental continuada em escolas públicas municipais	Estudantes da rede municipal de ensino e, por consequência, os pais dos alunos;	• Inserção de temas transversais na grade curricular; • Oficinas escolares, gincanas ambientais para arrecadação de resíduos recicláveis; • Ações pedagógicas abordando o princípio dos 3R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar; • Promover visitas técnicas em aterro sanitário e centrais de triagem de resíduos e outras áreas ligadas ao tema; • Promover palestras e encontros com profissionais que atuam no setor do manejo de resíduos sólidos (técnicos da prefeitura, das empresas prestadoras de serviços, cooperativas de catadores, etc.). • Incentivar peças teatrais e outras ações culturais para serem disseminados à população do município; • Abordar temas gerais ligados ao saneamento básico e ao Plano Municipal de Saneamento Básico durante seu horizonte de atuação (controle social).
Campanhas informativas; Cursos e palestras;	População em geral	• Informar sobre por que e como segregar na fonte os resíduos gerados; sobre as formas de acondicionamento e disposição dos resíduos sólidos urbanos; E informar sobre a localização, função e modo de operação dos PEV's, LEV's, etc. • Informar sobre os horários e frequências das coletas de resíduos em cada bairro e localidade e outros serviços que estejam à disposição da população sobre esse tema; • Abordar temas como a responsabilidade quanto à gestão de resíduos da construção civil e outros resíduos; • Incentivar e disseminar do uso de composteiras domésticas (cursos e

Propostas para o Programa	Público-Alvo	Ações e Temas a serem abordados
		oficinas). • Abordar temas ligados à importância da participação da população na limpeza pública e preservação de ambientes comunitários e públicos diversos; • Campanhas de coleta seletiva continuadas (quanto mais constantes, mais efetivos serão os resultados alcançados)
Campanhas informativas, oficinas, cursos e palestras;	População em geral da Zona Rural	• Abordar temas ligados ao correto manejo de resíduos nas residências e incentivar a separação dos resíduos; Incentivar e instruir a população como realizar compostagem e utilizar óleo de cozinha usado;
Reuniões Públicas, Campanhas informativas; **(Ações de conscientização como forma de anteceder a fiscalização desses empreendimentos e setores).**	Setores econômicos: comércio, serviços, indústria, fornecedores, etc., e grandes geradores	• Informações relacionadas à necessidade de separar os materiais recicláveis e quanto aos PGRSS (quando for cabível); • Incentivar para que auxiliem a coleta seletiva municipal, inclusive auxiliando nas campanhas municipais; • Incentivar ações do setor privado ligadas à manutenção da limpeza de praças, canteiros e outros espaços públicos do município;
Reuniões Públicas, Campanhas informativas;	Entidades não governamentais; Associações de bairros e moradores; Entidades de grupos do comércio e de indústrias; Cooperativas; Grupos ecológicos; Grupos de entidades religiosas e outros setores;	Incentivar esses grupos que possam vir a desenvolver atividades e ações ligadas ao manejo adequado de resíduos sólidos urbanos e resíduos recicláveis.

Fonte: Rosana (2015).

Vale ressaltar que mesmo após a implantação das educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica, deve manter a população constantemente mobilizada, mantendo sempre as campanhas d educação ambiental

9.3.6.4 DESCRIÇÃO DAS FORMAS E DOS LIMITES DA PARTICIPAÇÃO DO PODER PÚBLICO LOCAL NA COLETA SELETIVA E NA LOGÍSTICA REVERSA, RESPEITADO O DISPOSTO NO ART. 33 DA LEI 12.305/2010, E DE OUTRAS AÇÕES RELATIVAS À RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

De acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 – PNRS, regulamentada pelo Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010, para as atividades gerenciais quanto aos resíduos sólidos urbanos - RSU deve-se ser observada as seguintes ordens funcionais: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Segundo Mucelin, Cunha e Pereira (2000), para a eficiência na gestão dos RSU é importante o comprometemento e o envolvimento da população. Com base nas idéias de Muceli, Cunha e Pereira (2000) os resíduos são de responsabilidade do poder público, a coleta e disposição final, entretanto, pode adotar medidas gerencias nas fases de geração, como, educação ambiental, com campanhas de conscientização e orientação sobre a segregação dos resíduos.

O Decreto 7.404/10 trás consideração importante sobre o tema, “O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa priorizarão a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda”.

9.3.6.4.1 COLETA SELETIVA

O Ministério de Meio Ambiente traz detalhes mostrando que faz se necessário implementar tecnologias e sistema de coleta seletiva, para o manejo dos resíduos sólidos.

Neste contexto a PNRS e o Decreto 7.404/10, define coleta seletiva como "coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. Para que está seja realizada a legislação menciona que o poder público deverá estabelecer, a separação de resíduos secos e úmidos, no mínimo e cabe aos geradores separá-los e disponibilizá-los adequadamente, conforme estabelecido pelo serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Em relação à reciclagem dos resíduos secos (plásticos, papéis, metais, madeira, vidros...) o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) apresenta como vantagens: a economia de matérias-primas não-renováveis; a economia de energia nos processos produtivos e o aumento da vida útil dos aterros sanitários. Já os materiais orgânicos são compostos por restos de alimentos (casca de verdure, frutas, podas de árvores).

Portanto, a implantação do programa de coleta seletiva no município, deverá ser envolvida todas as partes, o envolvimento da população, gestão pública. Pode-se destacar, conforme a PNRS, a priorização de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, como fatores importantes na gestão compartilhada de resíduos sólidos.

Outro aspecto relevante é quanto à segregação na fonte geradora, conforme descrito do Ministério do Meio Ambiente os programas de coleta seletiva podem ser porta – a porta, Pontos de Entrega Voluntária – PEVs e Cooperativa de catadores.

A partir do Diagnostico Técnico e Participativo – Produto C, e em atendimento a PNRS, torna-se necessário a segregação dos resíduos recicláveis. Assim, as principais medidas que poderão ser adotadas para o município de Conceição do Jacuípe para a gestão compartilhada dos resíduos sólidos, reduzindo os rejeitos e destinando adequadamente, são:

- Coleta porta – porta – Consiste na separação dos resíduos recicláveis, pela população em dois grupos: os materiais recicláveis (secos) e materiais orgânicos (úmidos). Acondicionando-os em contêiner diferenciados. Os quais devem ser coletados no dia da coleta seletiva. Após a coleta, os materiais recicláveis devem ser transportados para

uma unidade de triagem, visando os materiais secos a comercialização e os úmidos (compostagem). Vale ressaltar que para a eficiência da coleta, deve haver campanhas de conscientização e educação ambiental continua, cabendo ao poder público o dever da informação (Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

- Coleta ponto – ponto- Consiste na distribuição de contêineres em logradores públicos, onde a população deve levar os resíduos segregados (separados os resíduos secos dos resíduos úmidos) (BARROS, 2012) Esses ponto deve ter manutençao, limpeza, informaçãoe campanhas de sensibiliazação.
- Pontos de Entrega Voluntária – PEV- Consistem em contêineres ou dispositivos instalados em locais públicos ou privados onde, a população possa voluntariamente depositar os resíduos (pequenos volumes) por elas segregados (Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).
- Cooperativa de Catadores – tem como vantagem, geração de renda; redução das despesas com os programas de reciclagem; organização do trabalho dos catadores e o armazenamento de materiais, para que possam ser comercializados. O Poder Público poderá oferecer apoio institucional (espaço físico, equipamentos e dentre outros) (Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

No município de Conceição do Jacuípe deverão ser verificado a possibilidade de implantação progressiva a segregação dos residuos secos, devendo haver incentivo à compostagem, a qual pode ser domestica tanto na zona urbana quanto zona rural. Bem como disseminação a não geração e redução dos residuos.

Essa necessidade fica ainda evidenciada ao verificarmos o Diagnostico Técnico e Participativo – Produto C, que demonstram a produção de cerca de 80% de residuos que podem ser encaminhado para a coleta seletiva.

9.3.6.4.2 Logística Reversa

Entre os instrumentos introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/10 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, destaca-se a logística reversa.

Nos termos da PNRS, logística reversa é um instrumento que está relacionado com a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Está define como logística reversa como "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada".

Conforme descrito no Decreto nº 7.404/10 o sistema de logística reversa deverá ser implementado e operacionalizado pelos instrumentos: acordos setoriais; regulamentos expedidos pelo Poder Público e termos de compromisso.

Quanto à implementação da logistica reversa, de acordo com a PNRS compete aos fabricantes, fornecedores, distribuidores e comerciantes de seis tipos de resíduos, os quais são:

> I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem,
>
> após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos
>
> perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama,
>
> do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;
>
> II - pilhas e baterias;
>
> III - pneus;
>
> IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
>
> V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e
>
> VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

O sistema de logística reversa tem vantagens tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida da população. Assim, o retorno dos resíduos sólidos para os fabricantes evitam a disposição inadequada, consequentemente, não contamina os recursos naturais.

A implantação da logística reversa inclui todos os grupos no processo, neste contexto, cabe aos consumidores devolver os produtos e embalagens após o uso em locais estabelecidos, os comerciantes inserir os locais para a devolução dos produtos e embalagens e devolve-los aos fabricantes, ao fabricante retirar os produtos, por meio da logística reversa e da destinação adequada, e ao poder publico elaborar e implementar campanhas de educação ambiental e também fiscalizar as etapas da logística reversa.

No art. 38 do Decreto nº 7.404/10 “os geradores de resíduos sólidos deverão adotar medidas que promovam a redução da geração dos resíduos, principalmente os resíduos perigosos, na forma prevista nos respectivos planos de resíduos sólidos e nas demais normas aplicáveis”.

Outro ponto importante da legislação federal PNRS, os integrantes do sistema de logística reversa manterão atualizadas e disponíveis o órgão municipais competentes e a outras autoridades informações sobre a realização das ações sob a sua responsabilidade.

Considerações importantes sobre logística reversa são informadas pelo Ministério de Meio Ambiente, no material de apoio ao curso a distância sobre orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para municípios com população inferior a 20 mil habitantes (MMA, 2013) que trás as localidades responsáveis pela logística reversa a qual será executada e operacionalizada através de acordos setoriais, normas expedidas pelo Poder Público local ou termos de compromisso.

Tabela 92: Localidades responsáveis pela Logística Reversa

Cadeia de Logística Reversa	Forma de implementação e operacionalização	Entidade Responsável
Embalagens de agrotóxicos	Lei n° 7802/1989; e Decreto n° 4074/2002	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - INPEV
Óleos lubrificantes,	Resoluções CONAMA n°	Sindicato Nacional da

Cadeia de Logística Reversa	Forma de implementação e operacionalização	Entidade Responsável
seus resíduos e embalagens	362/2005 e n° 450/2012; e Acordo Setorial (embalagens plásticas de óleos lubrificantes)	Indústria do Rerrefino de Óleos Minerais - SINDIRREFINO Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes – SINDICOM
Pneus	Resolução CONAMA n° 416/2009	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – ANIP, por meio da RECICLANIP.
Pilhas e baterias	Resoluções CONAMA n° 401/2008 e n° 424/2010	Associação Brasileira daIndústria Elétrica e Eletrônica – ABINEE, por meio de empresa contratada.

Fonte: MMA adaptado do Material de Apoio ao curso a distância (2013).

Segundo o Decreto 7.404/10, acordos setoriais são contratos, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Quanto aos termos de compromisso o Poder Público poderá firmar com os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, os quais devem ser confirmados com os órgãos ambientais competentes. Sendo que estes deverão ser avaliados pelo Comitê Orientador.

9.3.6.5 DEFINIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES COMPARTILHADAS NO SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No âmbito das políticas ambientais, a Lei Federal 12.305/10, o Decreto nº 7.404/10 e a Lei Estadual 12.932/14, na gestão dos resíduos sólidos um dos princípios é a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produto, traz como definição do tema como “conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei”.

Nesse sentido, quanto à responsabilidade compartilhada, caberá aos geradores a separação e o descarte adequado dos resíduos em sua residência, ao poder públicos a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos e ao setor privado, a logística reversa (MMA, 2013).

9.3.6.5.1 RESPONSABILIDADES DOS CIDADÃOS

De acordo com a Lei 12.305/10, quando estabelecido o sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, ficam obrigados os consumidores: acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

O Art. 35 da Lei 12.305/10 afirma que, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva ou de logística reversa, o consumidor deve:

I - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados;

II – disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

No Decreto 7.404/2010 no Art. 84 prevê que os consumidores que descumpram suas obrigações no sistema de logística reversa e de coleta seletiva estarão sujeitos à advertência e, em caso reincidência, multas, que poderá ser convertida em prestação de serviços.

O munícipe residente em áreas rurais deverá dispor seus resíduos nos contentores públicos estrategicamente disponibilizados pela prefeitura (MMA, 2013);

Os resíduos perigosos ou aqueles de que trata o artigo 33 da Lei n° 12.305/2010 (pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos) deverão ser devolvidos/descartados em PEVs, LEVs ou outros locais disponibilizados pelo setor privado ou pelo poder público especificamente para este fim.

Os resíduos perigosos não poderão ser dispostos à coleta convencional ou seletiva ou mesmo descartados no meio ambiente.

Os resíduos da Construção Civil- RCD os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos (Resolução CONAMA nº 307/02).

9.3.6.5.2 RESPONSABILIDADES DO PODER PÚBLICO

No Art. 26 da Lei 12.305/10, “o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços”.

Quanto à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, segundo a PNRS, compete ao responsável pelos serviços públicos de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos, mediante ao plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

> I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
>
> II - estabelecer sistema de coleta seletiva;
>
> III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
>
> IV - realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7o do art 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;
>
> V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;
>
> VI - dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Proceder à coleta convencional dos rejeitos em frequência não inferior a (MMA, 2013):

I - 1 vezes por semana nos domicílios localizados em áreas urbanas (Sistema porta a porta);

II - 1 vezes por semana nos contentores públicos localizados em áreas rurais (Sistema ponto a ponto);

Caberá à Prefeitura dimensionar equipes e equipamentos necessários, definir setores e roteiros de coleta, e demais procedimentos operacionais específicos.

A coleta dos rejeitos deverá ser realizada em caminhões compactadores dotados de coletores de chorume.

Caberá à prefeitura definir setores e roteiros de coleta, espacializar e pré-dimensionar as instalações (ATT, PEV, LEV, Pátio de Compostagem, ATT), equipamentos e equipes necessárias, e demais procedimentos operacionais específicos (MMA, 2013).

O incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

Garantir, mediante prestação direta ou terceirização, o serviço de disposição ambientalmente adequada dos rejeitos em aterro sanitário dotado de licença ambiental válida, cujo projeto e operação estejam de acordo com as normas técnicas ABNT NBR 8419/1992 e NBR 13896/1997(MMA, 2013).

A Prefeitura deverá apresentar anualmente ao órgão ambiental do município o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) do aterro sanitário, a ser aferido por meio da metodologia proposta pela CETESB (2012), cujo limite deverá ser maior ou igual a 7,0(MMA, 2013).

Desenvolver modelagem econômico financeira dos programas e ações atinentes à educação ambiental, garantindo assim a sua implementação e, consequentemente, a conscientização e participação efetiva da população na gestão dos resíduos sólidos (MMA, 2013).

Providenciar alternativas para a comercialização do material proveniente da coleta seletiva (MMA, 2013).

Caberá ao município a elaboração e revisão do Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS) das unidades públicas de saúde existentes (MMA, 2013).

9.3.6.5.3 RESPONSABILIDADES DO SETOR PRIVADO

Convém ressaltar que a Lei 12.305/10 no Art. 27 define que as pessoas físicas ou jurídicas que estão sujeitas ao gerenciamento dos resíduos sólidos

conforme definido no Art. 20, são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente do SISNAMA.

No Art 3º da Lei Estadual (12.932/14) as ações de educação ambiental compete aos fornecedores de informar o consumidor para o cumprimento dos sistemas de logística reversa e coleta seletiva.

Na PNRS, as pessoas jurídicas que operam com resíduos perigosos, em qualquer fase do seu gerenciamento, são obrigadas a se cadastrar no Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (MMA, 2013).

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos (Resolução CONAMA 307/02).

Providenciar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos provenientes dos seus processos produtivos ou decorrentes dos seus serviços, consoante legislação aplicável (MMA, 2013)..

9.3.6.6 CRITÉRIOS DE ESCOLHA DA ÁREA PARA LOCALIZAÇÃO DO BOTA-FORA DOS RESÍDUOS INERTES GERADOS (EXCEDENTE DE TERRA DOS SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM, ENTULHOS ETC.)

Áreas de bota fora são também denominadas de aterros de resíduos inertes. As quais representam o local onde são empregadas técnicas de disposição dos resíduos da construção civil classe A, conforme classifica a Resolução CONAMA Nº 307, e resíduos inertes, de acordo com a especificação da ABNT 10.004/2004.

A ABNT NBR 10.004 de 2004 define:

> Resíduos Classe II B – inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados, a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Este local visa a reservação de materiais e/ou futura utilização da área, segundo princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (NBR 15113, 2004).

Concomitante ao explicitado no Plano de Regionalização de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos para o Estado da Bahia (2012), levando-se em consideração a capacidade do aterro, este pode ser compartilhado com os municípios próximos, sem deixar de ponderar a viabilidade do compartilhamento, além disso, a instalação é precedida de estudos técnicos semelhantes aos referentes a implantação de aterros sanitários convencionais, como:

- Estudo de seleção de área;

- Analise de viabilidade do empreendimento;

- Projeto de monitorizacão geotécnica e ambiental;

- Projetos complementares de obras, observando edificações (escritório administrativo, vestuário, refeitório, área de vivência, etc.), balança, defensas e guaritas;

- Licença ambiental;

- Aquisição de equipamentos;

-Treinamento e supervisão técnica de operação, em especial aos procedimentos a serem adotados em casos de emergência.

Segundo a NBR 15113/2004 a área para localização dos aterros de resíduos inerte devem respeitar alguns critérios:

- O impacto ambiental a ser originados pela instalação do aterro sejam minimizados, em caráter físico, biológico e social;
- Alcançar o aceite de instalação pela população local de forma maximizada;
- Estar em conformidade com a legislação de uso e com a legislação ambiental.

Ainda, é necessário avaliar a adequadabilidade das condições de implantação do referido aterro onde os seguintes aspectos devem ser analisados.

- Geologia e tipos de solos existentes, isto é, caracterização, grau de estabilidade e topografia;
- Composição hidrológica, ou seja, fora de áreas alagáveis, inundações, distante de cursos d'água e lençol freático;
- Garantir a proteção das águas subterrâneas e superficiais: o aterro deve prever o sistema de monitoramento atentando em não comprometer a qualidade das águas subterrâneas, no aqüífero mais próximo à superfície, podendo esse sistema ser dispensado, de acordo com os preceitos do órgão ambiental competente, em função da condição hidrogeológica local;
- Apresentar a concepção dos sistemas de drenagem, além do plano de inspeção e manejo das águas de escoamento superficial na área do aterro e no seu entorno;
- Realizar levantamento e caracterização da vegetação na área do aterro, assim como projetá-lo distante de áreas de restrição ambiental e menor influência com a flora e fauna local;
- Passivo ambiental;
- Vias de acesso disponíveis;
- Distância de núcleos populacionais, a fim de evitar modificações negativas no cotidiano da população;
- Acesso, tanto interno com externo, protegidos, com o perímetro da área em operação cercado, de forma a impedir a entrada de pessoas não identificadas e animais. Também deve assegurar a sua utilização sob quaisquer condições climáticas;
- Sinalização nas entradas e cercas que identifiquem o empreendimento;
- Dispor iluminação e energia que permitam uma ação de emergência a qualquer hora e o uso imediato dos diversos equipamentos;
- Possuir sistema de comunicação para ser utilizado em ações de emergência;

- O projeto do aterro deve conter: o memorial descritivo, memorial técnico, cronograma de execução e estimativa de custos, desenhos, além dos eventuais anexos;
- Realizar, antes de dispor no aterro a procedência e composição dos resíduos;
- Coletar informações da estimativa da quantidade mensal de resíduos a ser recebido, horário de recebimento e funcionamento do aterro e estimativa da massa especifica destes resíduos;
- Os resíduos recebidos devem ser previamente triados na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem ou em áreas de triagem estabelecida no próprio aterro, de modo que nele serão dispostos apenas os resíduos de construção civil classe A e resíduos inertes;
- Apresentar a qualificação da entidade responsável pelo aterro;
- Para disposição dos resíduos inertes o responsável pelo aterro deve emitir três vias (gerador, transportador e destinatário) do documento de: Controle de Transportes de Resíduos – CTR, os quais devem estar com as respectivas assinaturas dos envolvidos no processo de disposição dos resíduos no aterro. A Figura a seguir apresenta o tipo de documento necessário.

Figura 68: Controle de Transportes de Resíduos

1 – IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR
Nome / Razão Social: Telefone:
Endereço: Cadastro Municipal:
Nome do condutor: Placa do Veículo:
RG: CPF:
Tipo de Veículo Utilizado:
( ) Poli-guindaste ( ) Roll-on
( ) Basculante ( ) Outros _____

ASSINATURA:

2 – IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR / ORIGEM
Nome ou Razão Social: Data de Retirada:
Endereço: Telefone:
CPF:
2.1 – ENDEREÇO DA RETIRADA
Rua/Av.: nº:
Bairro: Município:

ASSINATURA:

3 – DESTINAÇÃO FINAL
Nome: CPF:
Razão Social: Data de Recebimento:
CNPJ: Cadastro Municipal:
Endereço: Telefone:
Rua/Av.: nº:
Bairro: Município:

ASSINATURA:

4 – CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO

VOLUME TRANSPORTADO [ ] m³

( ) CONCRETO/ARGAMASSA/ALVENARIA ( ) SOLOS
( ) VOLUMOSOS (MÓVEIS E OUTROS) ( ) MADEIRA
( ) VOLUMOSOS (PODAS)
( ) OUTROS (ESPECIFICAR)_____
_____

Fonte: Anexo A NBR 15112, 2004.

- Apresentação de um plano de encerramento do aterro e uso futuro da área, com o objetivo de minimizar a necessidade de manutenção futura e a ocorrência de eventos de poluição ambiental, que contenha descrição de uso após encerramento das atividades.

Por fim, o projeto deve ser de responsabilidade e subscrito por profissional devidamente habilitado no CREA, assim como futura ampliações e encerramento das instalações, e no presente material deve constar o número de registro e assinatura do autor do projeto, com identificação da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.

9.3.6.7 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE REJEITOS, IDENTIFICANDO AS ÁREAS COM RISCO DE POLUIÇÃO E/OU CONTAMINAÇÃO, OBSERVADO O PLANO DIRETOR DE QUE TRATA O § 1º DO ART. 182 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL E O ZONEAMENTO AMBIENTAL, SE HOUVER.

Segundo o Plano Estadual de Resíduos Sólidos - Orientações Gerais do Ministério do Meio Ambiente de 2011, estudo de regionalização consiste na identificação de arranjos territoriais entre municípios, contíguos ou não, com o objetivo de compartilhar serviços, ou atividades de interesse comum, permitindo, dessa forma, maximizar os recursos humanos, infraestruturais e financeiros existentes em cada um deles, de modo a gerar economia de escala.

O mesmo plano também diz que o processo da construção dos arranjos intermunicipais se inicia no estabelecimento de critérios para o estudo das várias opções de agregação de municípios. Dentre os vários critérios que podem ser estabelecidos, destacam os seguintes:

- Área de abrangência pretendida para o consórcio (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial;
- Bacia Hidrográfica;
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e sócio-culturais ;
- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existentes (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades locacionais para áreas de manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios pólo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.

Alguns critérios podem ter relevância para uma região e não para outras. Para uma análise adequada, sugere-se uma classificação dos critérios pelo grau de importância.

A destinação final ambientalmente adequada é um conceito mais amplo e inclui todos os possíveis destinos que um resíduo pode ter, tais como a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação ou outras, inclusive para o aterro sanitário, quando,não havendo mais possibilidade de aproveitamento, o resíduo passa a ser rejeito.

Dentre as unidades e infraestruturas para a destinação final de resíduos podem ser citadas:

- LEV – Locais de Entrega Voluntária para Resíduos Recicláveis. Dispositivos de recebimento de recicláveis, como contêineres ou outros;
- PEV – Pontos de Entrega Voluntária para RCD e Resíduos Volumosos, para acumulação temporária de resíduos da coleta seletiva e resíduos com logística reversa (conforme NBR 15.112/2004);
- Galpão de triagem de recicláveis secos;
- Pátio de compostagem de orgânicos;
- ATT – Áreas de Triagem, Reciclagem e Transbordo de RCD, volumosos e resíduos com logística reversa;
- Aterros sanitários (NBR 13.896/1997);
- ASPP - Aterro Sanitário de Pequeno Porte (NBR 15.849/2010);
- Aterros de RCD Classe A (NBR 15.113/2004).

Para o município de Conceição do Jacuípe foi proposto pelo Estudo de Regionalização um aterro compartilhado no próprio município, que contemplará também Amélia Rodrigues e Coração de Maria. Entretanto, caso essa alternativa não seja acatada pelo município é esperado que o mesmo construa um aterro sanitário com estrutura compatível para atender a geração de resíduos do município. Sabe-se que o município de Conceição do Jacuípe apresenta para o horizonte de planejamento uma produção de no máximo 21,0331 Kg/dia e que esses aterros devem ser planejados para uma vida útil mínima de 10 anos, segundo NBR 13.896 de 1997 .

A escolha entre um aterro compartilhado e um aterro de pequeno porte envolve uma análise econômica financeira.

Segundo BARROS, 2012 o custo é mais elevado quando a disposição de rejeitos em aterros sanitários quando for feito por empresas privadas, o que se explicou pelo fato da dificuldade de apropriação de custos pelas prefeituras, atualmente essa é a realidade do município de Conceição do Jacuípe, porém os custos tendem a diminuir á medida que as escalas aumentam: proporcionalmente as cidades de pequeno porte pagam mais, por conta disso o beneficio de se criar aterros compartilhados.

Para a escolha da área de implantação do aterro, segundo Hamada (2009) apud Barros (2012), podem ser utilizados métodos como:

- Ad Hoc: comparação de alternativas de forma narrativa sem definir ordem de preferência, envolvendo julgamento profissional
- Listagem
- Econômico
- Cartográfico: com o uso intensivo de mapas
- Matricial: constitui modelos aditivos empregando operações matemáticas para ordenar preferências e determinar importância relativa.
- Comparação por pares

Dessa forma, podem ser selecionadas áreas de forma a realizar a comparação entre elas e assim identificar a mais adequada para a implantação de tal tecnologia. Para realizar a comparação são atribuídos pesos a cada variável e assim é escolhida a área, quanto maior for à pontuação da área mais indicada ela é para implantação do aterro.

Para determinação da área existem diversas variáveis que podem ser consideradas e estudos que devem ser feitos no solo a fim de determinar onde o aterro deve ser construído, entretanto é possível indicar possíveis áreas para a implantação. Existe a possibilidade de utilizar-se da área onde o lixão está implantado atualmente, visto que essa é uma área degradada, entretanto o monitoramento da qualidade da água e do solo desse local pode sofrer

interferência da contaminação antiga dificultando a identificação do impacto recente e antigo.

Seguindo alguns critérios propostos pela NBR 13.896 de 1997 deve ser considerado:

- Topografia do local: para determinação do método construtivo a ser utilizado, sendo recomendado para locais em que a declividade esteja entre 1% e 30%.
- Geologia e tipo de solo: esse é um critério importante devido a velocidade de infiltração e capacidade de depuração do solo, sendo indicado locais com deposito extenso com depósito natural de solo com permeabilidade inferior a 10^{-6}cm/s e zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
- Recursos hídricos: avaliação da influência do aterro na qualidade dos corpos hídricos próximos, devendo esse estar a uma distância mínima de 200m de qualquer corpo hídrico.
- Vegetação: importante para controle de erosão, formação de poeira e transporte de odores
- Acesso: fácil acesso à caminhões, mesmo em épocas de chuva
- Tamanho disponível e vida útil: sendo a área disponível para operação de um aterro com vida útil mínima de 10 anos
- Custos: os custos estão relacionados com o método construtivo utilizado e com o tamanho do aterro, devendo ser elaborado um cronograma físico financeiro para analisar a viabilidade
- Distância mínima a núcleos populacionais: essa distância mínima deverá ser de 500m

Além desses critérios existem exigências, como:

- O aterro não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações (período de recorrência de 100 anos)
- Distância vertical mínima entre o lençol e a superfície da camada mais inferior do aterro deve ser 1,5m de solo insaturado
- O aterro deve ser construído em local com solo de baixa permeabilidade (coeficiente de permeabilidade inferior a 5.10^{-5}cm/s)

- A construção deve obedecer à lei de uso e ocupação do solo do município.

Além das variáveis citadas, outra condição é o licenciamento ambiental, a qual deve verificar o disposto na Resolução CONAMA nº 404/08, que estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.

De acordo com Barros (2012), o mais indicado na escolha da área é o aproveitamento de terrenos que possuem características naturais que favoreçam a instalação de um aterro (depressões naturais, antigas áreas de empréstimos de terra ou solo, e cavas de minas esgotadas, pedreiras abandonadas etc), e locais com disponibilidade de materiais (para cobertura por exemplo), uma vez que esse aproveitamento pode representar uma significativa economia de recursos.

Dentre as muitas metodologias existentes para escolha da área de implantação do aterro, Barros (2012) apresenta na Tabela 89 algumas variáveis consideradas importantes na seleção do local para execução do aterro, todavia, é necessário analisar concomitantemente a legislação existente.

Tabela 93: Variáveis importantes na seleção do local para execução de aterro

Variáveis	Condição mais vantajosa
Distância ao centro de produção (Km) **[o tempo é mais importante que a distância]**	< 30 minutos, ida e volta
Acessibilidade ao local **(distância a via de acesso, km)**	Entrada fácil, segura e rápida até a(s) frente(s) de trabalho, durante todo o ano
Condições de acesso durante o ano	Acesso permanente
Área do terreno (há) [conjugar com volume]	Proporcional à quantidade de resíduos sólidos (vida útil > 5 anos)

Variáveis	Condição mais vantajosa
Propriedade do terreno	Municipal, comunal
Uso atual do terreno	Nenhum
Direção do vento	Sentido contrário á(s) população(ões)
Disponibilidade de material de cobertura	Local, quantidade suficiente, argiloso
Distância horizontal aos corpos d'água	>200 m
Permeabilidade (cm/s)	$<10^{-7}$
Profundidade do nível freático	>2m abaixo da base do terreno
Declividade do terreno	>2%
Densidade populacional da zona (hab/ha)	Tendendo a zero (→0)
Uso futuro do local	Área verde, parque, viveiro
Impacto do trânsito veicular sobre a comunidade	Nenhum
Congestionamento do tráfego veicular	Nenhum
Utilização do aterro por outra comunidade	Possibilidade de ratear custos
Opinião pública	Favorável

– Fonte: Adaptado de Barros, 2012.

A enorme quantidade de variáveis envolvidas dificulta o processo de seleção e torna necessário que sejam consideradas diversas alternativas antes da escolha final.

O Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (Monteiro et al., 2001) trás uma compilação dos condicionantes e restrições relativos às normas

da ABNT, assim como os aspectos técnicos da legislação atualmente em vigor para escolha do local de disposição dos resíduos, Figura 54.

Figura 69: Critérios Técnicos

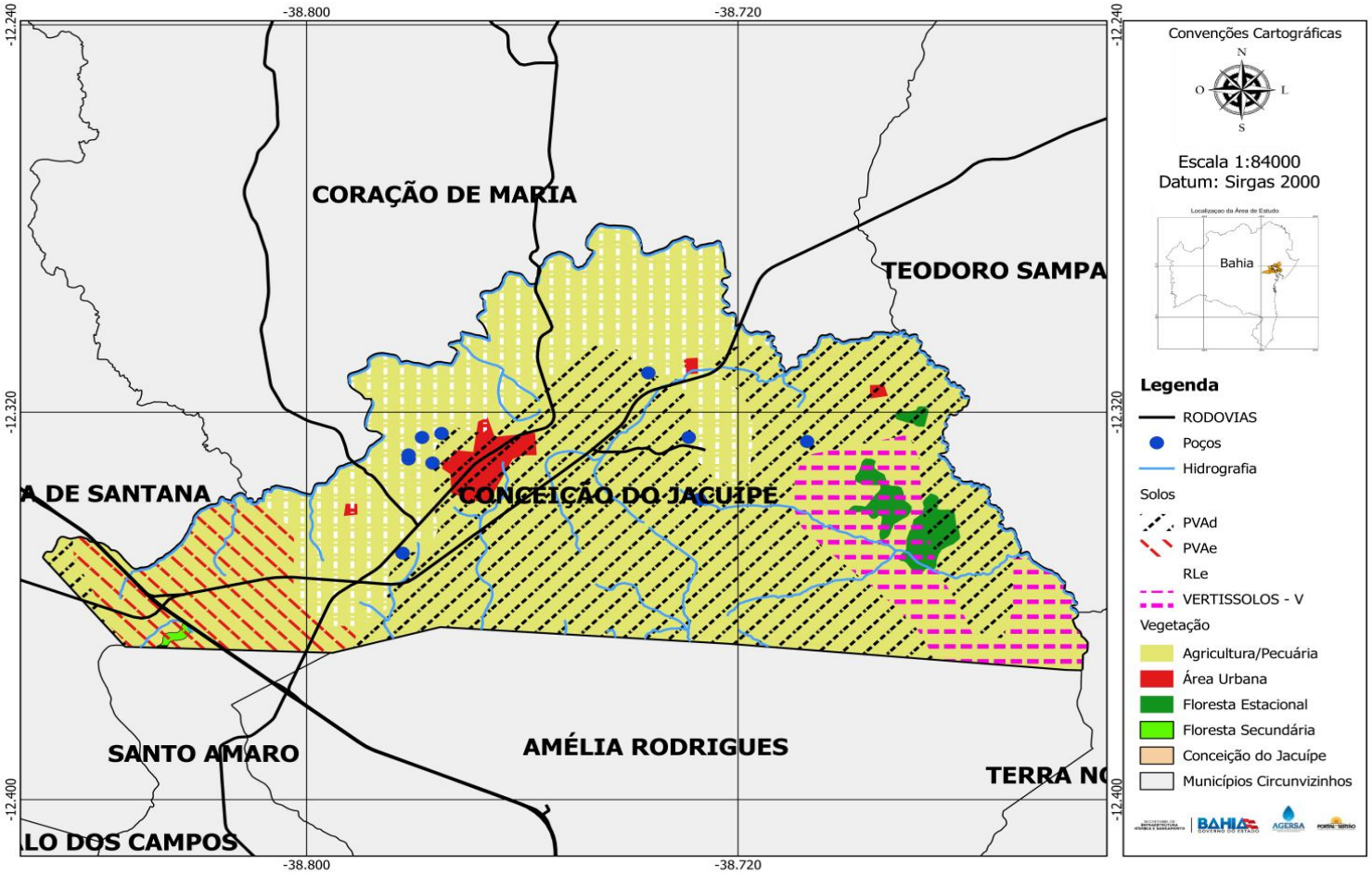
CRITÉRIOS	OBSERVAÇÕES
Uso do solo	As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidade a cursos d'água relevantes	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.
Proximidade a núcleos residenciais urbanos	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
Proximidade a aeroportos	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor.
Distância do lençol freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: • Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro. • Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10^{-6}cm/s.
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo natural	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aqüífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso a veículos pesados	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento mesmo na época de chuvas muito intensas.
Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

– Fonte: Monteiro et al., 2001.

O mapa abaixo indica onde estão localizados as rodovias, os poços e os rios, e ainda os tipos de vegetação e do solo do município de Conceição do Jacuípe. O mesmo tem por objetivo auxiliar na escolha de locais mais adequados para se localizar o aterro sanitário, caso fique no próprio município.

Vale ressaltar que devem ser feito estudos mais completos e pontuais para a escolha do local de disposição final, a exemplo da permeabilidade dos solos, a topografia da região, a população de entorno, entre outros, como foi dito acima.

Figura 70: Características variáveis do município para auxilio da escolha do aterro sanitário



Fonte: Autor, 2017

9.3.6.7.1 FECHAMENTO DE UM ATERRO E REMEDIAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (LIXÃO)

Os aterros constituem obras complexas que exigem acompanhamento constituem obras complexas que exigem acompanhamento durante anos após a saturação de sua capacidade volumétrica. Ao final da sua vida útil, a área do aterro poderá estar cercada por zonas habitadas, que se aproximaram durante seu funcionamento, a despeito da desvalorização que os terrenos ou imóveis próximos sofrem (BARROS, 2012).

Nas áreas recomposta de antigos aterros continuam ocorrendo recalques diferenciais devido a degradação dos RS orgânicos aterrados, porém essas áreas ainda podem ser utilizadas para alguns tipos de atividades, como:

- Zonas de preservação
- Parques
- Estacionamentos
- Estruturas Leves
- Para outras etapas da gestão de resíduos:
    - ✓ Estação de transbordo
    - ✓ Instalação para compostagem
    - ✓ Unidade de recuperação de materiais (inclusive entulho)

Depois de encerradas as atividades de aterramento de resíduos, os maciços dos aterros apresentam deformações horizontais e verticais, gerando percolados e gases, isso se deve a decomposição da fração orgânica, que gera risco. Logo um plano de encerramento de um aterro necessita de procedimentos para que haja sua conservação e manutenção atrelada a um programa de monitoramento tanto ambiental como geotécnico.

Pode se pensar o aterro sanitário como elemento que, ao cabo de alguns anos, recupere uma área já degradada, por exemplo, de uma jazida mineral. Nesta fase final, e para desativação do local utilizado como aterro sanitário, deve-se atentar para:

- Projeto Paisagístico e de uso futuro da área;

- As condições de cobertura final, com uma eventual camada vegetal e com arborização. Neste caso, é preciso prever subsidências que aparecem, em face de transformação dos RS em líquidos e gases, com o seu conseqüente desprendimento: pode ser necessária uma recomposição periódica(principalmente nos primeiros anos) do perfil do terreno;
- Tratamento dos gases e percolados, que continuam a ser gerados anos depois do encerramento do aterro;
- Inspeções periódicas de campo, como monitoramento de parâmetros importante (BARROS, 2012)

Existem as áreas onde os resíduos foram dispostos de forma errônea e sem critério algum, a exemplo de lixões, essas áreas precisam ser remediadas.

O grau de contaminação local, do solo e do lençol freático, normalmente não justifica os gastos para restaurar condições prevalentes antes da descarga do lixo. Assim, o que se faz é uma cobertura compacta (uma camada selante de argila ou material assemelhado, que pode chegar a 1,0 m de espessura) como camada impermeável que impeça a entrada de água de chuva, e com uma capa de solo fértil que sirva de suporte para vegetação. (BARROS, 2012).

A figura abaixo relaciona dados indispensáveis para ações corretivas de lixões:

Figura 71: Dados indispensáveis para ação corretiva em lixões

Itens	Informações a serem observadas
Localização da área	Relevo
	Proximidade de centros habitados
	Proximidade de corpos de água superficial
	Acesso ao local
	Tamanho da aérea
	Áreas de contaminação
Clima	Precipitação: máxima, mínima, media, frequência, intensidade
	Temperaturas: máxima, mínima, média.
	Dados de evaporação
Geologia, Geoquímica e Hidrológica	Entorno geológico e perfis do solo
	Características físicas e químicas do solo
	Profundidade do leito de rocha
	Profundidade das águas subterrâneas e do aquífero
	Existência de zonas perigosas
	Padrões de fluxo e volume das águas subterrâneas
	Localização dos poços de controle existentes e procedimentos de instalação
	Resultado das análises de qualidade das águas subterrâneas e frequência das analises
Caracterização dos resíduos sólidos e das práticas de disposição	Tipos, características e quantidade de RS presentes
	Variação de resíduos sólidos no local
	Métodos de aterramento
	Espessura do aterro
	Materiais de cobertura e vegetação
	Período de atividade do local
	Período desde que a última carga de resíduos foi disposta
Informação Adicional	Definição da contaminação atual: águas subterrâneas, superficiais, produção de chorume, contaminação do solo, migração do gás
	Tipos de estudos realizados (por quem, quando)
	Medidas corretiva anteriores (se existentes, datas)

Fonte: BARROS, 2012

O fechamento de um aterro ou lixão deve ser planejado, através de propaganda para ser discutido com a população de entorno. Para que o fechamento seja bem sucedido é importante que a camada final de cobertura tenha no mínimo 60 cm de espesura de argila, já compactada, sobre a qual se coloca a terra vegetal. Para se evitar excesso de infiltração e obter a vegetação é necessário ter um sistema de drenagem de águas pluviais. A importância de da vegetação consiste em estabilizar mais o solo e suavizar o impacto da presença do aterro anteriormente, pode ser necessário também corrigir o nível do terreno já que são comuns abatimentos e recalques na camada superficial, como já foi dito anteriormente.

9.3.6.8 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS E ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS A SEREM ADOTADOS NOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA URBANA E DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, INCLUÍDA A DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA DOS REJEITOS

No âmbito do saneamento básico as diretrizes e estratégias de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos buscam atender aos objetivos do conceito de prevenção da poluição, evitando-se ou reduzindo a geração de resíduos e expansão de poluentes nocivos ao meio ambiente e à saúde pública. Dessa forma busca-se priorizar: a redução na fonte, o reaproveitamento, o tratamento e a destinação final. Porém, cabe mencionar que a hierarquização dessas estratégias é função das condições legais, sociais, econômicas, culturais e tecnológicas existentes dentro do município, assim como das especificidades no manejo de cada tipo de resíduo e as atividades operacionais a elas exigidas para seu gerenciamento com eficácia.

E através da Lei nº 12.305 de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 19º, item que exige que todo município realize o seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS, o qual deve conter os procedimentos operacionais, as especificações mínimas a serem aplicadas nos serviços públicos de limpeza e manejo de resíduos sólidos, além de inserir também orientações voltadas para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que devem estar em concordância com Lei nº 11.445 de 2007, referente à Política Nacional de Saneamento Básico, em especial ao:

> Art. 7º Para 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 sólidos urbanos;
>
> II – de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e disposição final dos resíduos sólidos urbanos;
>
> III – de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

9.3.6.9 ACONDICIONAMENTO

Conforme o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, produzido pelo Núcleo Regional Nordeste (2008), o acondicionamento é a primeira fase no processo de gerenciamento dos resíduos sólidos. É onde os resíduos são preparados para tornar mais fácil o seu manuseio nas etapas de coleta e destinação final. Tal procedimento significa dar ao resíduo uma embalagem adequada, cujos tipos depende de suas características e a forma com serão removidos, logo aumenta a segurança e a eficiência dos serviços.

Segundo os preceitos do Manual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM (2001). A qualidade da coleta assim como do transporte dos resíduos sólidos, depende da maneira correta de acondicionamento, armazenamento e disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelos órgãos públicos de limpeza urbana para coleta. Mas faz-se necessário a participação efetiva da população neste gerenciamento.

A escolha do tipo de recipiente mais adequado deve ser orientada em função:

- Das características dos resíduos;
- Da geração de resíduos;
- Da frequência de coleta;
- Do tipo de edificação;
- Do preço do recipiente.

Na tabela abaixo está elencado as formas de acondicionamento dos resíduos sólidos urbanos, de acordo com seus caracteres, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo IBAM (2001) e NURENE (2008), para se realizar uma melhor gestão do serviço prestado ao município.

Tabela 94: Forma de acondicionamento para cada tipo de resíduo sólido

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE ACONDICIONAMENTO
Domiciliares/comerciais	Sacos plásticos; Contêineres plásticos; Contêineres metálicos
Varrição	Sacos plásticos descartáveis, apropriados; Contêiner coletor ou intercambiável; Recipientes basculantes – cestos; Contêineres estacionários;
Feiras livres e eventos	Recipientes basculantes – cestos; Contêineres estacionários; Tambores de 100 a 200L; Cestos coletores de calçadas;
Podas	Contêineres estacionários;
Grandes geradores	Contêineres metálicos estacionários basculáveis, com capacidade de a´te 5m³; Contêineres intercambiáveis metálicos, tipo *roll-off, roll-on,*cuja capacidade é de até 30m³.
Resíduos da construção civil	Contêineres estacionários de 4 a 5m³.
Pilhas e baterias	Sacos plásticos (ser acondicionado individualmente; Contêineres selados e dispostos sobre

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE ACONDICIONAMENTO
	estrados ou paletes; **OBS:** Dispor os recipientes longe de intempéries.
Lâmpadas fluorescentes	Bombonas plásticas rotuladas (estado físico na integra); Contêineres selados e rotulados (para lâmpadas quebradas); **OBS:** Dispor a informação: "Lâmpadas Quebradas – Contem Mercúrio".
Pneus	Armazená-los em ambientes cobertos
Resíduos Industriais	Tambores metálicos não corrosivos de 200L; Bombonas plásticas de 200 a 300L (materiais corrosivos ou semi-sólidos); *Bib-bags* (sacos de polipropileno trançado); Contêineres plásticos de 120 a 1600L (para resíduos que permitam o retorno da embalagem); Caixa de papelão de até 50L (para resíduos a serem incinerados).
Resíduos Radioativos	Recipientes confeccionados a prova de radiação.
Resíduos de portos e aeroportos	Sacos plásticos; Contêineres plásticos; Contêineres metálicos

TIPO DE RESÍDUO	FORMAS DE ACONDICIONAMENTO
Resíduos de serviços de Saúde	Seguir a NBR 9190 9191 da ABNT – sacos plásticos; Contêineres brancos identificados.

Fonte: Adaptado – IBAM (2001) e NURENE (2008).

Sobre os materiais utilizados no processo de acondicionamento dos materiais, vale destacar (IBAM, 2001):

- Os casos plásticos são geralmente recomendados para realizar a coleta manual, uma vez que são leves, garantem o fechamento, assim evita que se derramem ou exposição dos resíduos, não produzem tantos ruídos ao serem manejados, facilitam o seu deslocamento no imóvel até o local de coleta sem retorno (resulta numa coleta mais produtiva), serem econômicos, ou seja, os quais possam ser adquiridos pela população. Como base de uso correto tem-se a NBR 9190 da ABNT é uma norma que orienta a forma correta o uso do saco plástico para condicionar resíduos sólidos;
- Vidros quebrados e superfícies cortantes de origem doméstica devem ser embrulhados em jornal;
- Uso de contêineres plásticos, os quais se destinam tanto para acondicionamento como transporte de lixo domiciliar urbano e publico. Podem ser utilizados também como carrinho para coleta de resíduos públicos e conduzidos pelos garis nos logradouros. Estes recipientes podem ser adotados pelos grandes geradores;
- Os contêineres metálicos providos normalmente de quatro rodas, cuja capacidade varia de 750 a 1500L e podem ser basculados por caminhões compactadores;
- Não tentar quebrar as lâmpadas florescentes, no intuito de facilitar o acondicionamento, pois estas contêm substâncias tóxicas;
- Enviar as lâmpadas acondicionadas para a reciclagem acompanhadas das informações do fornecedor, do transportador e do reciclador, assim

como a quantidade enviada, data do carregamento. É conveniente guardar esses registros por no mínimo 3 anos;

- É conveniente triturar os pneus para ocupar menor espaço nos recipientes coletores. Para gerenciamento correto deste material recomendam-se seguir a Resolução CONAMA 416 de 2009;
- Não se deve queimar pneus, pois são altamente poluentes;
- Para os resíduos de portos e aeroportos seguem as mesmas rotinas e si utiliza os recipiente empregados no acondicionamento do resíduo domiciliar, porém, em caso de alerta de quarentena, quando cuidados devem ser tomados cuidados especiais, em especial com os resíduos das pessoas ou com cargas provenientes de países em situação de epidemia;
- O manuseio adequado dos resíduos de saúde está regulamentado pela norma NBR 12809 da ABNT. O procedimento essencial no gerenciamento de resíduos de saúde é separar na origem, o lixo infectante dos resíduos comuns, visto que o primeiro representa apenas 10 a 15% do total de resíduos, já o lixo comum não necessita de cuidados mais específicos;
- Recomenda-se que os abrigos temporários para os resíduos de saúde sejam ladrilhados e com cantos arredondados, pois facilita a sua lavagem;
- Os limites máximos aceitáveis de peso e de volume de resíduo sólido a ser coletado regularmente são estabelecidos por normas da prefeitura que devem refletir as peculiaridades locais, além disso, recomenda-se que os gestores municipais orientem e eduquem a população, pois a colaboração dos habitantes é fundamental para a boa execução das atividades.

De acordo com o SEBRAE (2006) é necessário identificar quais são os métodos de manuseio e acondicionamento dos resíduos, logo as principais razões pra uma gestão adequada dos resíduos sólidos são as seguintes:

- O manuseio e acondicionamento correto dos resíduos promoverão maximizar as oportunidades de com reutilização e reciclagem, uma vez que, determinados resíduos podem ficar irrecuperáveis se acondicionados de forma

inadequada, ou seja, havendo mistura dos resíduos de classes diferentes, resíduo não perigoso pode ser contaminado e tornar-se perigoso, dificultando seu gerenciamento e elevando os custos a ele associados

- A separação especificada permite um tratamento diferenciado, a racionalização de recursos despendidos e colabora com a reciclagem;

- Reduz o risco de contaminação do meio ambiente, do trabalhador e da comunidade. Assim fica menos oneroso manusear e acondicionar os resíduos de forma técnica e ambientalmente adequada, do que a recuperação de recursos naturais contaminados e também o tratamento de saúde do pessoal envolvido com os resíduos.

Contudo, para que se realize o manuseio acondicionamento adequados, é indicado efetuar uma separação adequada dos resíduos. A seguir serão apresentado alguns cuidados mínimos que deverão ser adotados durante a separação dos resíduos (SEBRAE, 2006):

- Separar os resíduos no local de origem;
- Dede-se separar os resíduos que possam gerar condições perigosas quando combinados;
- É necessário evitar a mistura de resíduos de classes distintas de periculosidade ou incompatíveis entre si.

Para padronizar a segregação dos resíduos, a Resolução CONAMA 275 de 2001 orienta as cores que poderão ser utilizadas para identificação dos recipientes que contém os diferentes tipos de resíduos. A Figura a seguir apresenta as especificações da presente Resolução.

Figura 72: Padrão de cores Resolução CONAMA 275/2001

	AMARELO	Metal		MARROM	Resíduos Orgânicos
	AZUL	Papel / Papelão		PRETO	Madeira
	BRANCO	Resíduos Ambulatoriais e de Serviços de Saúde		ROXO	Resíduos Radioativos
	CINZA	Resíduo Geral*		VERDE	Vidro
	LARANJA	Resíduos Perigosos		VERMELHO	Plástico

(*) não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Fonte: SEBRAE, 2006.

9.3.6.10 COLETA E TRANSPORTE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A coleta visa à remoção de resíduos sólidos obedecendo aos preceitos exigidos pelo Poder Publico, os quais devem ser encaminhados ao tratamento e/ou a destinação final. Isto é, coletar o resíduo significa recolhê-lo após acondicionado por quem produz, para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e por fim a disposição final. Coleta-se os resíduos para evitar problemas de saúde que os mesmo possam desencadear.

Há diferentes tipos de coletas de Resíduos Sólidos Urbanos segundo a NBR12980/1993, os quais foram adotados pela pelo Manual expedido pela NURENE (2008). A tabela a seguir os apresenta.

Tabela 95: Tipos de coleta do sistema de gestão dos resíduos sólidos

TIPO DE COLETA	ESPECIFICAÇÃO
Coleta Domiciliar	Coleta dos resíduos domésticos e comerciais que tenha características semelhantes com o domestico.
Coleta de resíduos de feira, e calçadões	Coleta dos resíduos oriundos da limpeza e varrição de feiras e calçadões.
Coletas Especiais	Quando a remoção dos resíduos que, em função de suas características especiais, não são retirados pela coleta de lixo domiciliar. Em geral são resíduos volumosos, restos de folhagem e podações, veículos abandonados, animais mortos ou resíduos cuja coleta exija equipamentos especiais e/ou estejam definidos na legislação do município. Quando a geração dos resíduos excede o volume máximo estabelecido pela legislação municipal, cabe ao gerador providenciar a sua

TIPO DE COLETA	ESPECIFICAÇÃO
	coleta, como, os grandes volumes de resíduos da construção civil. Os resíduos de grandes geradores devem ser coletados por empresas particulares, cadastradas e autorizadas pela prefeitura.
Coleta de resíduos de serviços de saúde	É realizado à parte, por apresentar riscos à saúde superiores à coleta domiciliar. Essa coleta é executada por veículos exclusivos de forma a não ocorrerem problemas de espalhamento de resíduos, o derramamento de líquido em vias públicas ou problemas de contato manual.
Coleta Seletiva	É aquela em que a população separa e acondicionam os materiais segundo suas características (papel, plástico, alumínio e vidro), para posterior coleta pelo Poder Público. Sugere-se estabelecer de todos os materiais recicláveis acondicionados juntos, para posterior triagem, reduzindo o custo da coleta que pode ser de freqüência de uma vez por semana. A Coleta Seletiva pode ser feita de diferentes maneiras: porta-a-porta, Pontos de Entrega Voluntária (PEV´s) ou Locais de Entrega Voluntária(LEV´s), Unidades ou Centrais de Triagem.

Fonte: Adaptado do Manual NURENE, 2008.

A tabela abaixo mostra medidas operacionais que devem ser consideradas na elaboração do Plano de Coleta.

Tabela 96: Itens que devem ser considerados na elaboração de um Plano de Coleta

ITENS	MEDIDAS OPERACIONAIS
Setores de abrangência de coleta	Determinados com base na estimativa de quantidade de resíduos gerada pela população em cada setor.
Rotas	De cada setor em função da distância até a sua área de destinação final, bem como da velocidade dos veículos coletores.
Velocidade	Condicionada a obstáculos, tais como: topografia da área, intensidade do trânsito de veículos e pedestres, existência de locais de difícil acesso, etc.
Detalhamento gráfico	Indicando no mapa pontos bases para cada setor de coleta, de forma a evitar deslocamentos improdutivos do caminhão.
Roteiro descritivo	Com a visualização do roteiro de coleta traçado, deforma que permita estimar o tempo produtivo e previsão de horários aproximados de atendimento em cada trecho do setor de coleta. Esse dado é de fundamental importância para que os moradores disponham os resíduos para a coleta no horário adequado.
Veículos coletores	Utilizados em função em das características de cada setor, dificuldade

ITENS	MEDIDAS OPERACIONAIS
	de acesso, quantidade de resíduos, etc.
Quantidade de garis	Calculada em função das necessidades de cada região, das características dos equipamentos a serem empregados, da geração de RSU.
Frequência e horário	Determinados em função de alguns parâmetros, tais como: equipamentos, pessoal, combustível, localidade e volume de coleta. Podendo ser no horário diurno ou freqüência diária ou alternada.

Fonte: Adaptado do Manual da NURENE, 2008.

Vale ressaltar que para implantar a coleta é necessário que a limpeza pública do município esteja bem equacionada, principalmente o sistema de tratamento e destinação final. No município não deve conter vias públicas sem coleta normal, sua população deve ser educada quanto ao acondicionamento dos resíduos sólidos e os horários de colet. Além disso, é preciso evitar e fiscaliza para que não haja pontos de acumulo ou descarga indiscriminada de resíduos. Assim como, não se deve analisar somente o custo-benefício como indicador único indicador da viabilidade da coleta seletiva, visto que, mesmo com o aumento dos custos devido a utilização de veículos especiais e a criação de rotas e freqüência de coleta alternativas, é preciso considerar os benefícios ambientais e sociais obtido com a reciclagem (NURENE, 2008).

O transporte consiste na transferência dos resíduos do seu local de origem para o tratamento e posterior destinação final. Logo, é necessário utilizar veículos coletores que atendam as especificações de cada tipo de resíduo, e na escolha do modelo de veiculo coletor devem ser levados em consideração (IBAM, 2001; NURENE, 2008):

- Tipo de resíduo;

- Quantidade de resíduo;
- Custo dos equipamentos;
- As condições locais;
- A mão de obra;
- As características das vias públicas (largura, declividade e pavimentação);
- Densidades populacionais;
- Tráfegos;
- Custos operacionais de manutenção;
- Não permitir derramamento de resíduos,
- Dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores;
- Apresentar descarga rápida do resíduo no destino (no máximo 3 minutos – estimativa para transporte de resíduos domiciliares);
- Possuir capacidade adequada de manobra e vencer aclives;
- Apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área;
- Durante a coleta o veiculo deve esgotar sua capacidade de carga no percurso antes de se dirigir ao local de transbordo, tratamento ou destinação final;
- Na viagem os resíduos secoS deverão ser pesados e enfardados para comercialização junto às industrias de reciclagem dos diferentes materiais (papel, plástico, metal, entre outros).

A tabela a seguir apresenta os veículos e ferramentas mais indicadas para os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Tabela 97: Principais veículos transportadores de resíduos

TIPO	FUNÇÕES
Lucator	Coleta imediata dos resíduos de varrição; Trafega em locais de vias estreitas; Fácil limpeza e manutenção

TIPO	FUNÇÕES
Tração animal	Apropriado para zona rural (pequenos povoados); Não consumo combustível; Baixo custo.
Caminhão basculante	Possibilidade de utilização em outros serviços do município, como: na poda e alguns serviços especiais.
Compactador	Capacidade de transportar muito resíduos; Baixa altura de carregamento, facilitando os serviços dos coletores que apresentam maior produtividade; Rapidez na operação de descarga do material, já que são providos de mecanismos de ejeção; Elimina inconvenientes sanitários decorrentes da presença de trabalhador arrumando o resíduo na carroceria ou do espalhamento do material na via pública
Microtrator	Essa composição destina-se ao apoio à coleta de lixo no interior de favelas e comunidades carentes, em locais íngremes, estreitos e não pavimentados, onde os veículos coletores compactadores não conseguem chegar.
Coletor compactador de saúde	Destinado à coleta de resíduos infectantes de serviços de saúde (hospitais, clínicas, postos de saúde); O descarregamento só deverá ser feito

TIPO	FUNÇÕES
	nas unidades de tratamento e disposição final desse tipo de resíduo.
Poliguindastes (para operação com caçambas de 7ton e 5m³)	destina-se à coleta, transporte, basculamento e deposição de caçambas ou contêineres de até 5m³ de capacidade volumétrica, para acondicionamento de resíduo público e resíduos de construção civil.
Pá carregadeira	Trator escavo - carregador com rodas usadas para amontoar terra, entulho, lama, lixo e encher os caminhões e carretas em operação, nas vias públicas e nos aterros sanitários.

Fonte: Adaptado do IBAM (2001); NURENE (2008).

9.3.6.11 LIMPEZA DE LOGRADOUROS PÚBLICOS

Os principais objetivos para realizar a limpeza pública no município são para prevenir doenças resultantes da proliferação de vetores em depósitos de lixo nas ruas ou terrenos baldios, reter o acumulo de poeira, prevenir danos aos veículos causados por impedimentos ao tráfego, como galhadas e objeto cortantes, além de deixá-lo mais seguro, evitar o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais, o que auxilia na menor incidência de enchentes e assoreamento dos recursos hídricos. Como fator positivo para comunidade promove a melhoria da aparência estética do município, atrais novos residentes e turistas, valoriza os imóveis locais e trás investimentos financeiros.

Os serviços de limpeza dos logradouros costumam cobrir atividades de varrição, capina, raspagem, roçagem, limpeza de ralos, limpeza de feiras livres e mercados municipais, serviços de remoção, pintura de meio – fio, desobstrução de ramais e galerias, desinfestação e desinfecções, podas de árvores e lavagem de vias públicas.

O vestuário a ser utilizado pode ser o mesmo da maioria dos serviços de limpeza urbana: calça, blusão, borzeguim, boné, máscaras, botas e protetor solar. Por razões de segurança, é conveniente a utilização de faixas reflexivas no uniforme, utilíssimas especialmente para o trabalho noturno.

Segundo a NURENE (2008) a varrição envolve despesas significativas e deve ser executada por um plano de varrição, estabelecendo:

- Setores da cidade e suas respectivas freqüências de varrição;
- Produtividade esperada por varredor (km varridos/jornada).
- Roteiro e número necessário de servidores e equipamentos;
- Propõe-se que a turma de varrição se subdivida em duas equipes, posicionadas no lado direito e esquerdo das vias públicas para maior produtividade e segurança dos operários. Cabe ao executor do carrinho recolher e acondicionar os resíduos em sacos plásticos os quais devem ser dispostos em pontos de confinamento para posterior remoção nas vias públicas e esvaziamento dos cestos coletores.

A cada varredor compete (IBAM, 2001):

- Recolher lixo domiciliar espalhado na rua (não acondicionado);
- Efetuar a varrição do passeio e da sarjeta no roteiro determinado;
- Esvaziar as caixas coletoras de papéis;
- Arrancar o mato da sarjeta e ao redor das árvores e postes (uma vez cada 15 dias);
- Limpar os ralos do roteiro.

A tabela abaixo apresenta as principais atividades realizadas para limpeza e manutenção do espaço público de um município.

Tabela 98: Serviços realizados para limpeza pública

SERVIÇO	FUNÇÃO	EQUIPAMENTOS
Varrição	Varrição das vias, calçadas, sarjetas, escadarias, tuneis e outros logradouros públicos, em geral	Vassoura grande e pequena, pá quadrada, chaves de abertura de

SERVIÇO	FUNÇÃO	EQUIPAMENTOS
	pavimentados.	ralos, enxada para limpeza de ralos, mini-varredeira, varredeira mecânica
Capinação e roçagem	A capinação consiste na retirada de terra, corte e retirada total da cobertura vegetal que cresce de forma indesejada. Pode ser: manual, mecânica ou química. A roçagem consiste em cortar rente ao chão a vegetação rasteira, na qual se mantém uma cobertura vegetal mínima sobre o solo. A periodicidade do serviço varia de 30 a 120 dias, dependendo do clima e movimento de uso do logradouro.	Enxadas, pás quadradas, chibanca, raspadeira, ancinhos, foice, alfanje, vassoura de mato, vassoura tradicional, roçadeira, motosserra, triturador de galhos e microtator aparador de grama.
Pintura de meio fio	Serviço realizado após a capinação, raspagem de terra, varrição e lavagem de vias. A aplicação da pintura pode ser em linha continua ou em linha interrompida, sendo a composição da pintura feita a base de água, cal e óleo. Auxilia pra o efeito visual das vias e segurança no trânsito.	Pincel
Limpeza de Feiras livres e mercados	Serviço realizado após o encerramento do expediente da feira ou mercado. As áreas onde foram comercializados carne, frutas e verdura, devem ser lavadas e	Vassouras, pás, roda de madeira e carrinhos de mão.

SERVIÇO	FUNÇÃO	EQUIPAMENTOS
	desinfetadas.	

Fonte: Adaptado do Manual do IBAM, (2001) e NURENE, (2008).

O manual do IBAM (2001) instruções para minimizar a quantidade de resíduos sólidos nos logradouros públicos, através das seguintes ações:

- Arborização com espécies que não percam folhas em grandes quantidades, várias vezes por ano;
- Colocação de papeleiras nas vias com maior movimento de pedestres, nas esquinas, pontos de ônibus e em frente a bares, lanchonetes e supermercados;
- Varredura regular e remoção dos pontos de acúmulo de resíduos ("lixo atrai lixo", enquanto "limpeza promove limpeza");
- Pavimentação lisa e com declividade adequada nos leitos das ruas, nas sarjetas e nos passeios;
- Dimensionamento e manutenção corretos do sistema de drenagem de águas pluviais;
- Campanhas de motivação da cidadania, em relação à manutenção da limpeza;
- Sanções para os cidadãos que desobedecem as posturas relativas à limpeza urbana.

9.3.6.12 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo o Guia de Sustentabilidade para Pequenos Negócios do SEBRAE (2015) os resíduos sólidos seguem algumas tecnologias de pré-tratamento, são elas:

- A reciclagem que permite o retorno dos materiais ao ciclo produtivo reduzindo assim o volume de resíduos a ser dispostos nos aterros;

- A trituração, onde após a separação, os resíduos podem ser triturados para reduzir seu volume;

- A logística reversa que estabelece os canais de retorno dos resíduos ao seu fabricante, que é responsável por sua disposição adequada.

Já as tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos indicadas são:

- Compostagem, é uma reciclagem da matéria orgânica oriunda da geração de resíduos sólidos que resulta em um composto orgânico (adubo natural), cuja utilização no solo oferece maior qualidade ao meio ambiente, em especial para uso na agricultura e regeneração da flora;

- Incineração é um processo de oxidação com temperaturas elevadas, acima de 1000°C, no qual acontece à transformação de materiais e distribuição de microorganismos Tal processo resulta na diminuição drástica do volume de resíduos, reduz o impacto ambiental pode gerar energia;

- Pirólise consiste em um processo de destruição térmica que absorve calor, se processa na ausência de oxigênio. Através deste método os materiais a base de carbono são decompostos em combustíveis gasosos ou líquidos e carvão. Muito comum no tratamento de resíduos de serviços de saúde;

- Coprocessamento, consiste no reaproveitamento dos resíduos para fabricação de cimento, utiliza também os resíduos como substituição parcial dos combustíveis.

A destinação final escolhida vai depender de cada tipo de resíduo. É necessário realizar uma analise do curto;benefício de acordo com todas as possibilidades viáveis. As variáveis comumente avaliadas para definir a destinação ambientalmente adequada para os resíduos são (SEBRAE, 2006):

- Tipo de resíduos;
- Classificação do resíduo;
- Quantidade do resíduo;
- Métodos técnica e ambientalmente viáveis de tratamento ou disposição;
- Custos dos métodos de tratamento ou disposição.

9.3.6.13 DISPOSIÇÃO FINAL DE REJEITOS

Os rejeitos consistem em um resíduo sólido que não pode ser reaproveitado, assim como não há tecnologia viável ou existente para realizar a sua reciclagem, logo, a depender das suas características, podem ser dispostos em aterros sanitários ou aterro para resíduos da construção civil (SCHNEIDER et al. 2013).

9.3.6.14 MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO PARA REALIZAÇÃO DA LIMPEZA PÚBLICA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Conforme a Norma Regulamentadora NR N° 588 de 30 de janeiro de 2017, a qual dispõe sobre os requisitos mínimos para a gestão da segurança, saúde e conforto nas atividades de limpeza urbana. Desta, pode-se destacar:

- Adoção de medidas para reduzir esforços e aumentar o conforto dos trabalhadores;

- O material de apoio à realização das tarefas, como ferramentas, equipamentos e outros, devem ser acondicionados em compartimentos resistentes e isolados, realizar a limpeza após os serviços executados, além de realizar freqüentemente a sua manutenção;

- É assegurado ao trabalhador interromper suas atividades exercendo o direito de recusa, sempre que constatar evidência de risco grave e iminente para sua segurança e saúde ou a de terceiros, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico;

- Deverá ser elaborado Plano de Emergência contendo: nome e informações dos responsáveis técnicos pela elaboração, estabelecimento dos possíveis cenários de emergência assim como os procedimentos de respostas as emergências;

- O empregador deve garantir, nos postos de trabalho situados em rotas/frente de serviço, suprimento de água potável, filtrada, fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos;

- O transporte de trabalhadores deve ser feito por meio de veículos autorizados pelos órgãos competentes e conduzidos por motoristas habilitados para a sua categoria, observando-se as normas de segurança vigentes;

- No processo de gerenciamento das atividades deve-se elaborar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO;

- Em toda ocorrência de acidente ou adoecimento, com ou sem afastamento do trabalhador, deve ser emitida a Comunicação de Acidente de Trabalho - CAT, sem prejuízo das demais providências previstas na NR-07;

- Realizar Analise Ergonômica do Trabalho;

- É obrigação do empregador o fornecimento gratuito, lavagem e higienização dos EPIs, respeitando as Normas Regulamentadoras NR Nº 6 NR Nº9 e de acordo com o tipo de serviço realizado;

- Os EPIs devem possuir sinalização refletiva de forma a permitir a visualização do trabalhador na realização de trabalhos externos; ser restritas ao ambiente laboral, sendo vedado aos trabalhadores deixar o local de trabalho utilizando tais vestimentas.

- Todos os materiais e ambientes laborais devem ser tecnicamente projetados e avaliados para posterior inicio das atividades.

A Figura abaixo apresenta um Mapa de Risco para os serviços de limpeza urbana.

Figura 73: Mapa de Risco para Serviços de Limpeza Urbana

Verde	Vermelho	Marrom	Amarelo	Azul
Riscos Físicos	**Riscos Químicos**	**Riscos Biológicos**	**Riscos Ergonômicos**	**Riscos de Acidentes**
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Umidade	Vapores	Fungos	Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Acondicio-namento inadequado
Calor			Trabalho notur-no e em turno	Probabilidade de incêndio ou explosão
			Jornadas de trabalho prolongadas	

Fonte: NUCASE, 2008.

Segundo o SEBRAE (2006), durante a etapa de implantação do PGR, deve-se avaliar cautelosamente as pessoas a ser em envolvidas nos processos inerentes à gestão de resíduos, as quais deverão ter a competência técnica necessária para conduzir os processos. Além disso, os profissionais envolvidos com o manuseio de resíduos devem ter conhecimento dos aspectos ambientais e das atividades desempenhadas. Logo, na realização de um treinamento básico para estes colaboradores dos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, o curso deve conter no mínimo:

- Orientação quanto à execução das tarefas de coleta, transporte e armazenamento;
- Informações quanto às características e os riscos inerentes ao trato de cada tipo de resíduo;
- Utilização adequada de Equipamentos de Proteção Individual – EPI necessários ás suas atividades;
- Procedimentos de emergência em caso de contato ou contaminação com o resíduo, tanto individual como ambiental.

9.3.6.15 INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAL E AMBIENTAL DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE LIMPEZA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A formulação de indicadores de desempenho que possam ser aplicados no processo de gestão de resíduos sólidos, tem por objetivo promover a avaliação, monitoramento, o nível de qualidade dos serviços prestados. Os Quadros abaixo representam indicadores que contemplam questões sociais, ambientais e econômicas. Enfatizando que para o sucesso do modelo proposto é necessário que a Secretária responsável em conjunto com os funcionários e fiscais que constituem a equipe dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos atualize freqüentemente os dados de cada indicador (SANETECH, 2013).

9.3.6.16 ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA

A disposição final de rejeitos produz a emissão de gases causadores do efeito estufa. Com o crescimento populacional e o proporcional aumento da produção

de resíduos sólidos, torna-se evidente a necessidade de um correto gerenciamento da disposição final dos rejeitos gerados (MMA, 2017).

Por vezes, os rejeitos carecem passar por um tratamento antes de seguir para destinação final, visando evitar à poluição do meio ambiente, bem como, potenciais perigos a população.

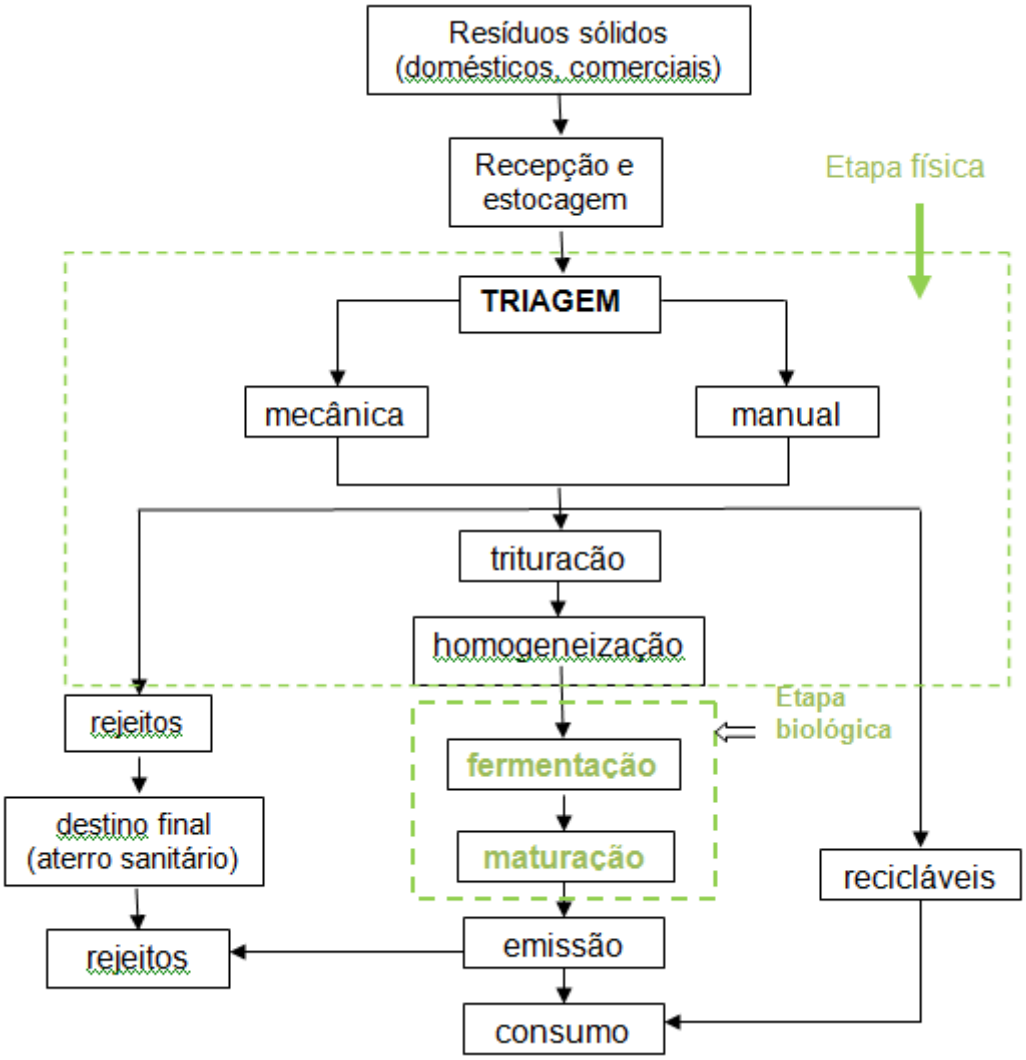
- **Tratamento**

Para escolha do tratamento a ser utilizado é preciso considerar a disponibilidade orçamentária do município, uma vez que o nível de automatização e sofisticação dos equipamentos é proporcional ao investimento inicial e as despesas com a manutenção da unidade. Bem como, deve-se considerar o tipo de resíduo a ser tratado para analisar o custo benefício de cada tecnologia. A seguir, são descritas algumas tecnologias de tratamento que podem ser utilizadas para distintos tipos de resíduos.

- **Compostagem**

A compostagem consiste em um processo natural no qual micro-organismos degradam a matéria orgânica. A transformação do material orgânico, seja este de origem doméstica, urbana, industrial, agrícola ou florestal, para um composto orgânico apropriado para nutrir o solo, representa importantes vantagens ambientais e econômicas. (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001). A Figura 74 apresenta um fluxograma do processo de compostagem.

Figura 74. Processo de compostagem



Fonte: Barros, 2012

Durante o processo, o teor de umidade deve ser controlado, pois, a estrutura dos micro-organismos que atuam na compostagem é composta por aproximadamente 90% de água. A umidade, temperatura e granulometria são fatores que influenciam na disponibilidade de oxigênio utilizado pelos microorganismos, sendo que sua falta acarreta na emanação de odores desagradáveis. (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001)

O processo de aeração do composto pode ser feito revolvendo-se o material com pás carregadeiras ou máquinas especiais. Em pequenas unidades, este reviramento pode ser feito à mão.

Os produtos oriundos da compostagem são largamente utilizados em jardins, hortas, substratos para plantas e na adubação do solo para produção agrícola

em geral, servindo como um adubo orgânico que devolve a terra os nutrientes que ela necessita, aumentando a sua capacidade de retenção de água, possibilitando o controle da erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos (GODOY, 2017).

Os compostos produzidos através da compostagem podem ser utilizados tanto por particulares em suas residências ou propriedades rurais, quanto pela administração pública em parques, jardins, hortas escolares, dentre outras possibilidades. Inclusive, indivíduos podem se unir em associações para aproveitar maiores volumes de matéria orgânica através dessa técnica, objetivando uso próprio ou até mesmo a comercialização, garantindo emprego e renda para população. A Figura 75 apresenta a compostagem desde a obtenção da massa vegetal até o uso do insumo produzido.

Figura 75. Produção e uso dos compostos

Fonte: http://www.jardimacapulco.com.br/compostagem.php

É proposto que o município de Conceição do Jacuípe implante programas de compostagem no município. Devem ser criados programas que estimulem a compostagem no domicílio, como já ocorre no município de São Paulo. No programa Composta São Paulo foram selecionados domicílios que apresentassem um perfil compatível com a prática de compostagem e assim foi criado um grupo de compostagem. Os integrantes desse grupo receberam em suas casas composteiras que funcionam pelo sistema de caixas, como é mostrado na figura a seguir.

Figura 76 – Composteira por sistema de caixas

Fonte: São Paulo, 2014.

A figura 76 mostra que o sistema é formado por três caixas, a primeira caixa é alimentada e a ultima é a caixa coletora utilizada para coleta do composto líquido, as caixas são perfuradas para promover a movimentação das minhocas entre as caixas e permitir a passagem do líquido para a caixa inferior. Esse programa pode ser utilizado para residências com pouco espaço disponível.

Entretanto, com espaço disponível é possível que sejam utilizadas leiras de compostagem. É indicado que esse local tenha fácil acesso à água e espaço o suficiente para que a pilha seja revolvida, além disso, a pilha deve ser feita em local com boa drenagem, solo permeável, para que a água possa escoar, segundo Oliveira et al, 2006. O revolvimento da pilha pode ser realizado com enxada, antes que a primeira camada de resíduos orgânicos sejam depositados, mas para a manutenção da pilha deve-se ter materiais como: pá, carrinho de mão, mangueira com água, ancinho, enxada e vergalhão de ferro, como afirma Oliveira et al, 2006.

As camadas da pilhas ou leiras devem ser feitas com camadas com espessura de 20 cm, as camadas devem ser feitas alternadas: restos de capina, restos de alimentos e camada de serragem, restos de alimento e assim sucessivamente devendo todas as camadas serem irrigadas, de acordo com Oliveira et al, 2006. O mesmo autor ainda sugere que outros métodos como a mistura dos materiais de forma uniforme e cobrindo a pilha com palha. Uma figura da leira é mostrada a seguir.

Figura 77 – Formação da pilha de compostagem

Fonte: Oliveira et al, 2006

As leiras de compostagem devem ter de 1,2 a 1,5 m de altura e de 1,5 a 2,0 m de largura, com comprimento variando de 2 a 4 m, como sugere Oliveira et al. (2006). Entretanto essas dimensões podem ser alteradas a depender da quantidade de resíduos orgânicos disponíveis, mas os autores indica que essas não devem ter dimensões inferiores a 1m³. É necessário que seja realizado o controle da temperatura da leira, devendo essa estar e torno de 40°C, o acompanhamento da temperatura pode ser feito com o uso de termômetro, mais preciso, ou de vergalhão de ferro que deve ser inserido até o centro do composto. A diminuição da temperatura é feita quando a leira é revirada, quando se utiliza a barra de ferro essa temperatura é atingida quando utilizando-se a palma da mão não se suporta o toque, se a barra estiver fria quer dizer que a compostagem não está ocorrendo, caso o composto esteja seco é necessário que umedecê-lo uniformemente, como afirma Oliveira et al. (2006).

A compostagem dura de 9 a 16 semanas, variando com os compostos orgânicos utilizados, condições ambientais e do cuidado no revolvimento, o composto apresenta cor marrom escura, segundo Oliveira et al (2006). O composto resultante pode ser utilizado nas residências, caso os moradores tenha interesse ou pode ser utilizado nos jardins do município.

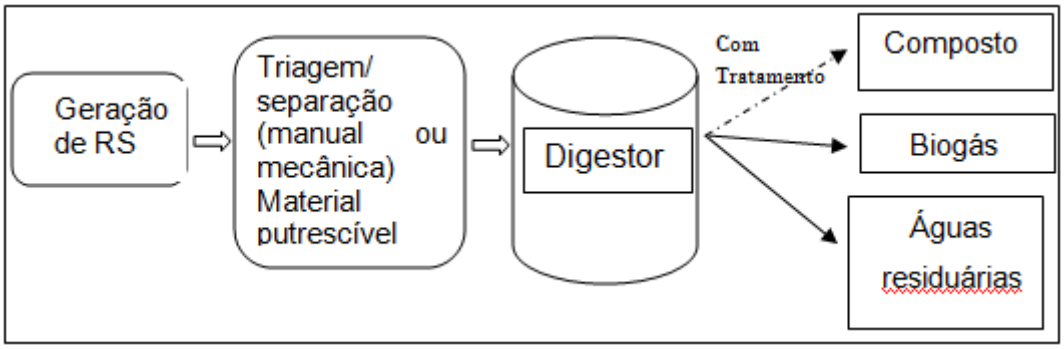
Outra alternativa é a criação de hortas comunitárias, nessas hortas podem ser recebidos o material orgânico e lá pode ser realizada a compostagem, para isso deve-se ter uma associação que se organize para que seja feita a coleta

do material e que a disponibilidade dos alimentos seja feito de forma organizada também.

- **Conversão biológica dos resíduos sólidos em energia**

A metanização, como também é conhecida à conversão biológica dos resíduos sólidos em energia, é um processo de decomposição da matéria orgânica em digestores através da ação microbiana na ausência de oxigênio, sendo produzida uma mistura de metano (CH4) e de gás carbônico (CO2) chamada de biogás, bem como, uma parte dos resíduos após o tratamento vira composto que pode ser usado como adubo, todavia, no processo é gerado água residuária que precisa ser tratada (BARROS, 2012), Figura 78.

Figura 78. Processo de Metanização



Fonte: Barros, 2012

Em geral, a geração de biogás inicia-se após a disposição dos rejeitos existindo registros de metano nos primeiros três meses após a disposição, podendo perdurar por um período de 20, 30 ou mais anos depois do encerramento do aterro (MMA, 2017).

Resíduos urbanos (domésticos e lodos de ETE), agrícolas e industriais são passíveis de serem utilizados na produção do biogás. O objetivo do aproveitamento energético do biogás produzido através da degradação dos rejeitos é convertê-lo em uma forma de energia útil tais como: eletricidade, vapor, combustível para caldeiras ou fogões, combustível veicular ou para abastecer gasodutos com gás de qualidade (BARROS, 2012; MMA, 2017).

No Brasil, já existem diversos projetos de aproveitamento energético, a exemplo dos aterros Bandeirantes e São João, localizados no município de São Paulo, que já produzem energia elétrica (MMA, 2017).

- **Incineração**

A incineração é um processo de queima, na presença de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos. Em geral, aplica-se um excesso de oxigênio durante o processo de incineração em torno de 10 a 25% acima das necessidades de queima dos resíduos (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001), reduzindo o peso do deste em até 70% e do volume em até 90% (BARROS, 2012), fato que diminui o volume que efetivamente irá para a disposição final.

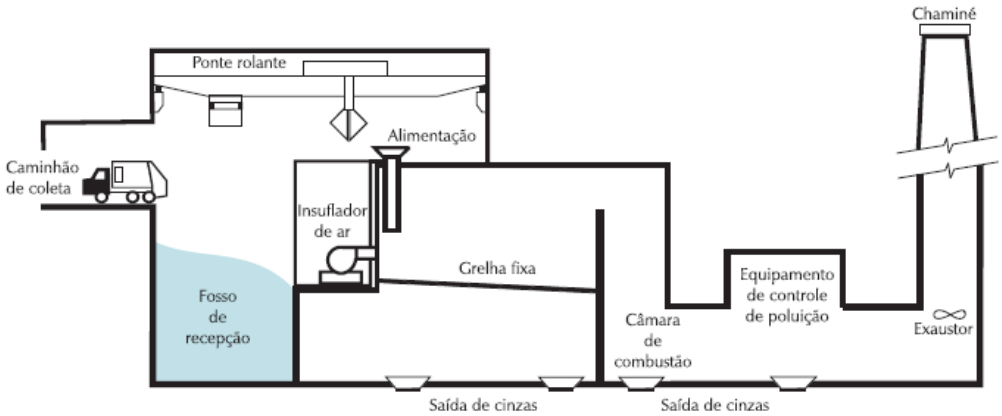
Este é um método de processamento de resíduos que é utilizado pela humanidade a muitos anos, sendo que, durante as últimas décadas, vem sendo amplamente utilizada com o desenvolvimento de técnicas cada vez mais modernas com o intuito de melhorar o rendimento do processo em termos de eficiência de queima e geração de energia, bem como reduzir as emissões de poeira e gases na atmosfera (SHINOTSUKA e NAKAGAWA, 2014)

A referida técnica além de ser um tratamento eficaz na redução de volume, torna o resíduo inerte em um curto espaço de tempo quando realizada de forma adequada. Todavia, os custos de sua implantação e funcionamento são geralmente caros, principalmente devido à necessidade de filtros e implementos tecnológicos mais sofisticados para minimizar ou eliminar a poluição do ar provocada por gases gerados durante a queima do lixo (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

Barros (2012) salienta que a incineração permite a recuperação de energia. O vapor produzido no resfriamento dos gases da combustão pode ser aproveitado na geração de energia elétrica, aquecimento industrial ou calefação domiciliar. Um exemplo citado pelo autor foi o uso desse processo em conjunto com uma estação de tratamento de esgoto, no qual o calor gerado na incineração pode ser usado na secagem do lodo, de modo que este será aterrado com menor umidade.

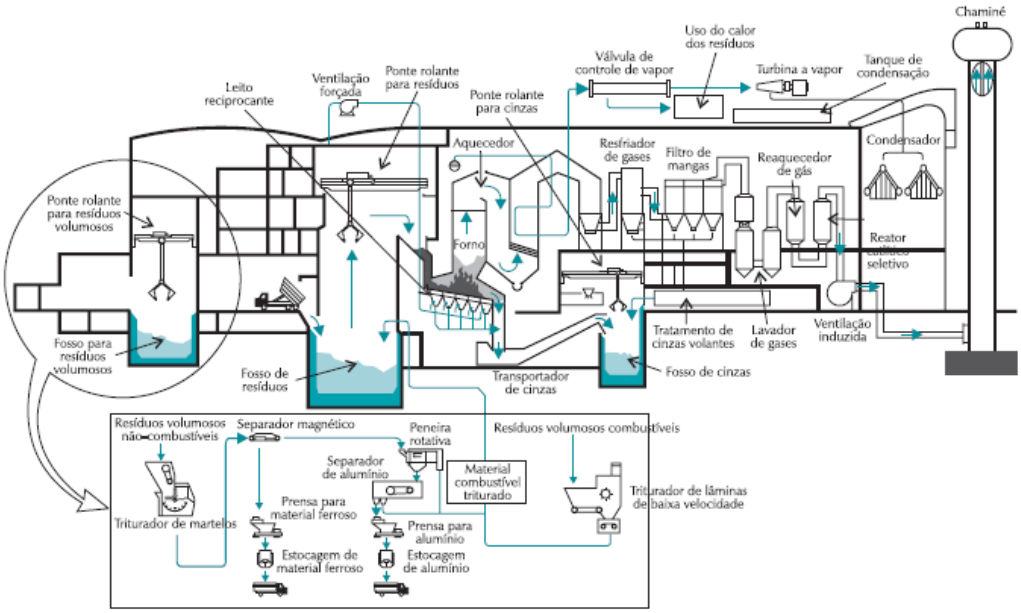
Existem distintos incineradores no mercado. As figuras 79,80 e 81, representam alguns tipos.

Figura 79: Incinerador de grelha fixa



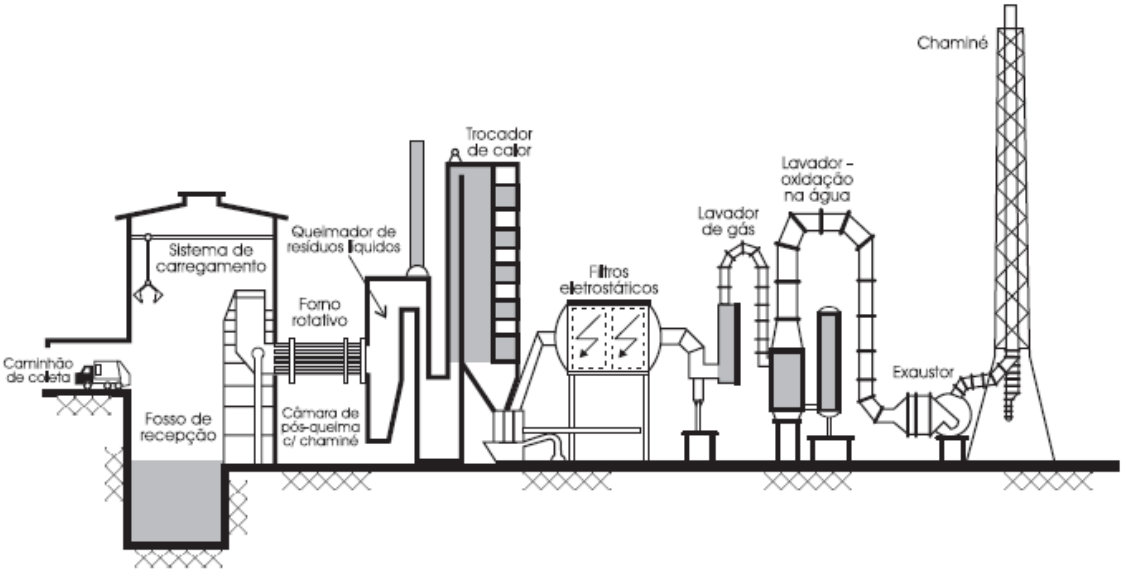
Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Figura 80: Incinerador de leito móvel



Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

Figura 81: Incinerador rotativo

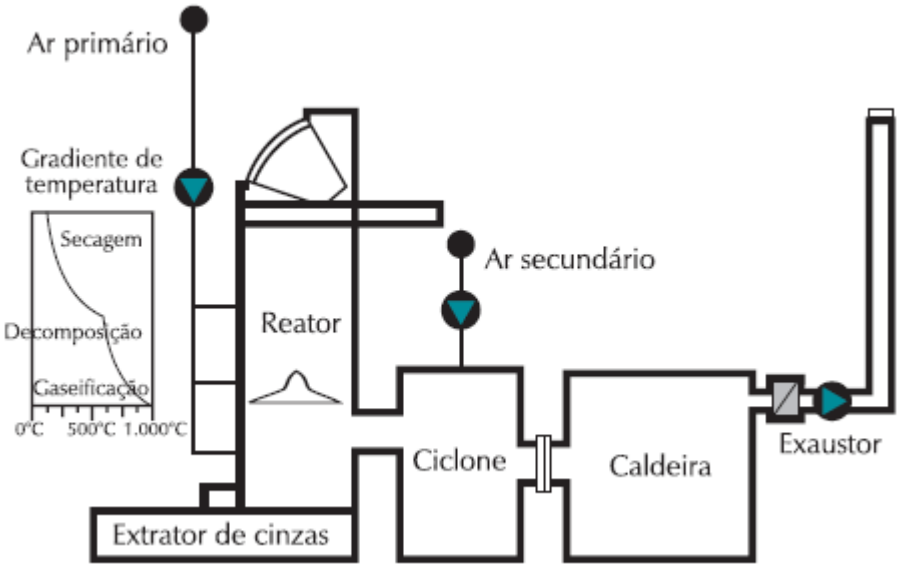


Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

- **Pirólise**

A pirólise, assim como a incineração, também consiste em um processo de destruição térmica, contudo ocorre na ausência de oxigênio, fazendo com que a matéria orgânica seja convertida em diversos subprodutos (gases, combustíveis líquidos, resíduos sólidos – madeira, char), permitindo a recuperação de parte da energia (BARROS, 2012).

Figura 82: Pirolisador



Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

A temperatura dos pirolisadores varia com o modelo, **Figura 82**, girando em torno de 400 a 1200°C, sendo muito utilizados no tratamento dos resíduos de

serviços de saúde, no qual o poder calorífico dos resíduos mantém uma certa temperatura durante o processo (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

Dentre as vantagens de realizar a Pirólise, Barros (2012) cita:

- Obtenção de energia de fácil transporte e armazenamento (combustíveis sólidos e líquidos);
- Redução significativa do volume apresentando menores riscos de poluição do ar.

Já dentre as desvantagem o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) cita a:

- Custo elevado de operação e manutenção;
- Manutenção difícil, requerendo trabalho constante de limpeza no sistema de alimentação de combustível auxiliar, exceto se for utilizado gás natural;
- Elevado risco de contaminação do ar, com geração de dioxinas a partir da queima de materiais clorados existentes nos sacos de pvc e desinfetantes;
- Risco de contaminação do ar pela emissão de materiais particulados;
- Elevado custo de tratamento dos efluentes gasosos e líquidos.

A produção de carvão vegetal tem sido a grande aplicação da técnologia de pirólise, cujo rendimento pode chegar a 40% em peso quando relacionado à matéria prima. Já na fase gasosa, que é utilizada como fonte de energia suplementar durante o processo, o rendimento pode variar de 5 a 20% em peso, a depender da temperatura (BARROS, 2012).

- **Autoclavagem**

A autoclavagem é um tratamento térmico, comumente utilizado em hospitais, bem como para esterilização de materiais em geral. De forma resumida, a autoclavagem consiste em um sistema de alimentação que leva os resíduos até uma câmara estanque no qual é feito vácuo e injetado vapor d'água (a temperaturas entre 105 e 150°C) sob pressão na ordem de 03 a 3,5 bar. Os

resíduos permanecem na câmara durante um determinado período até se tornarem estéreis, ocorrendo o descarte da água por um lado e dos resíduos pelo outro. (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001; NOVAK, 2017),

De acordo com Barros (2012), as autoclaves são mais baratas quando comparadas aos incineradores. O Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) cita as respectivas vantagens e desvantagem do uso da autoclavagem:

- Vantagens

  - Custo operacional relativamente baixo;
  - Não emite efluentes gasosos e o efluente líquido é estéril;
  - Manutenção relativamente fácil e barata.

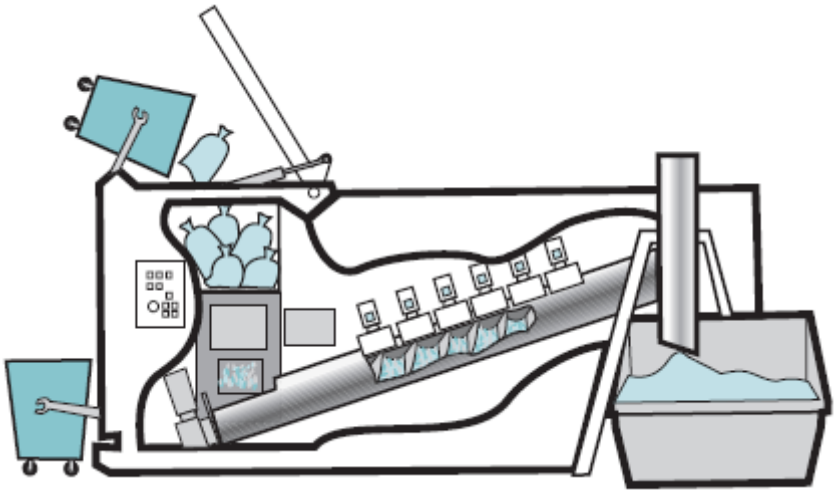
- Desvantagens

  - Não existe garantia de que o vapor d'água atinja todos os pontos da massa de resíduos, salvo quando previamente é realizada uma adequada trituração;
  - Não reduz o volume dos resíduos, a não ser que haja trituração prévia;
  - O processo ocorre em batelada, não permitindo um serviço continuado de tratamento.

- **Micro-ondas**

No processo de tratamento usando micro-ondas, os rejeitos são triturados, umedecidos com vapor a 150ºC e colocados continuamente em um forno de micro-ondas que contém um dispositivo para revolver e transportar a massa, garantindo que todo o material receba a radiação de maneira uniforme. (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

Figura 83: Micro-ondas



Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

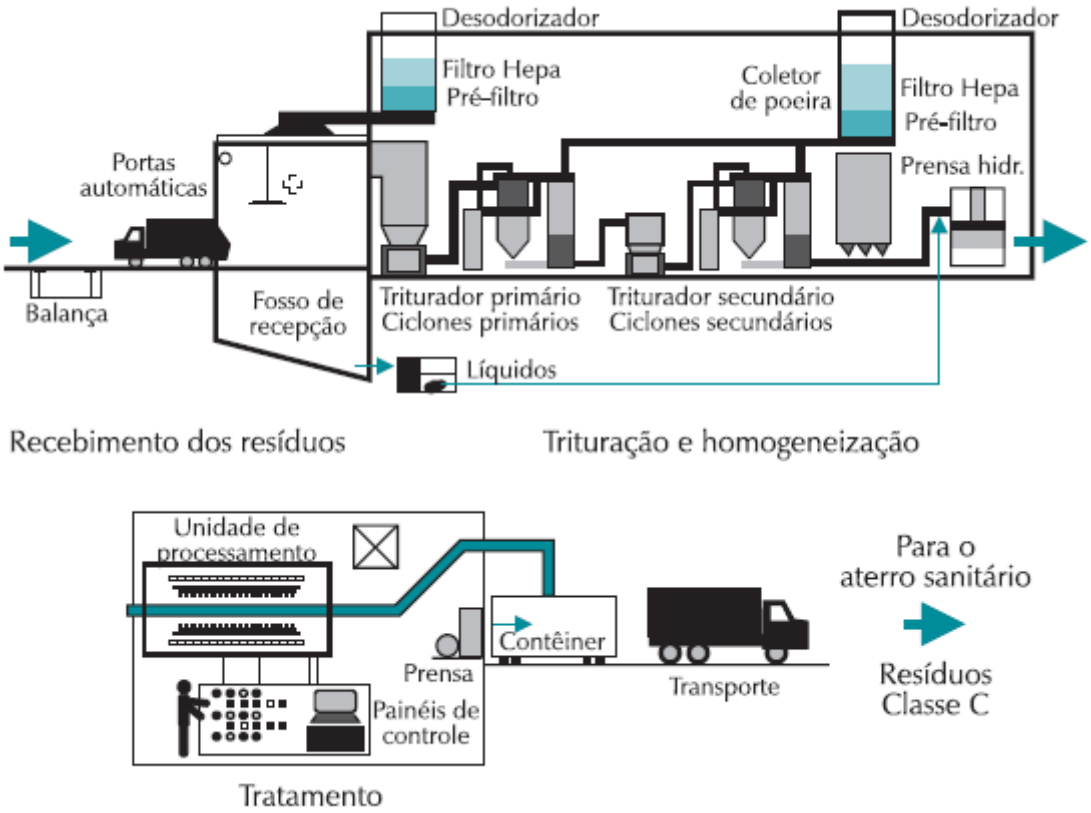
De acordo com Barros (2012), a referida técnica , assim como a autoclave, mata os agentes infecciosos por calor e pressão, sendo em geral mais caros que as autoclaves e mais baratos que os incineradores.

- **Radiação ionizante**

Na radiação ionizante, Figura 84, os resíduos são submetidos a raios gama gerados a partir de uma fonte de cobalto 60, inativando os microrganismos. É um processo contínuo, não havendo emissão de efluentes de qualquer natureza (DOMINCIANO, 2014).

Todavia, essa tecnologia apresenta eficiência de tratamento questionável, uma vez que ocorre a possibilidade de que nem toda massa de resíduos fique exposta aos raios eletromagnéticos, bem como, existe a necessidade de se dispor adequadamente a fonte exaurida de cobalto 60, que é radioativo (Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, 2001).

Figura 84: Radiação ionizante



Fonte: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001)

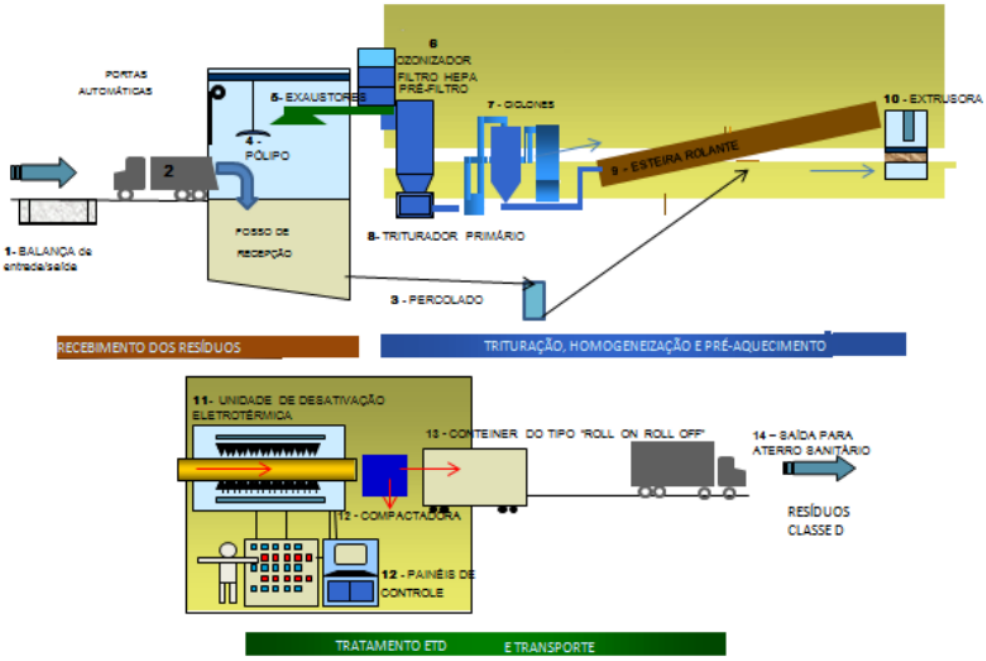
- **Desativação eletrotérmica**

Consiste em uma pré trituração, trituração e transporte por pirólise da massa até um tubo de tratamento (RSS, 2017). Por esse tipo de tratamento os microorganismos são inativados devido à exposição ao campo elétrico, assim os micro-organismos absorvem a energia elétrica disponibilizada pelo campo magnético e se aquecem, atingindo temperaturas entre 90°C e 100°C, por 15 minutos, como afirma Martini (2016).

O uso dessa técnica apresenta como vantagem a diminuição do volume de resíduos, cerca de 80% segundo Martini (2016), entretanto o chorume produzido deve ser enviado para tratamento adequado.

Segundo Martini (2016) após o uso dessa técnica os resíduos pode ser destinados ao aterro convencional, como os resíduos domésticos. O ciclo utilizado para esse tipo de tratamento é apresentado na figura a seguir.

Figura 85 – Ciclo de tratamento por desativação eletrotérmica



Fonte: Martini (2016).

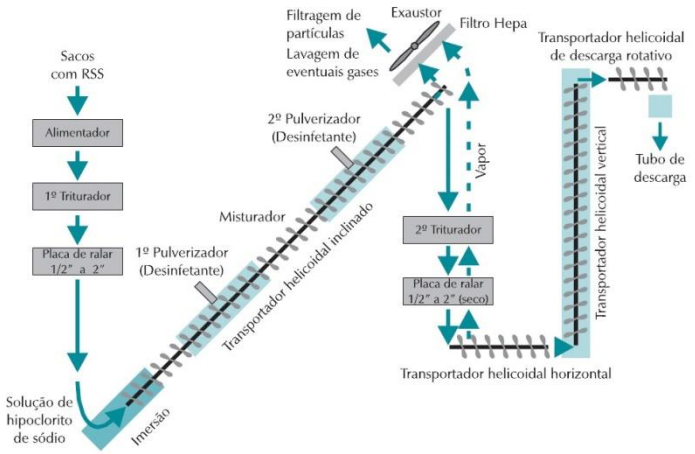
Segundo a figura 85 o tratamento se inicia na pesagem do caminhão seguido pela sua descarga no fosso, o percolado do fosso é recolhido e enviado ao tratamento junto com os resíduos, os RSS são retirados do fosso e encaminhados para tratamento, com auxílio do pólipo (popularmente conhecido como garra), o ar do fosso não vai para o ambiente externo devido ao uso do exaustor que seguem para o sistema de tratamento de ar, os RSS são triturados para descaracterização e em seguida encaminhados pela esteira rolante para a extrusora para que entrem no tubo onde recebem a energia elétrica gerada pelas ondas de rádio frequência, esses resíduos são então compactados e colocados dentro de um container que é encaminhado para o aterro sanitário, de acordo com Martini (2016).

- **Tratamento químico**

Nesse tipo de tratamento os resíduos dos serviços de saúde são triturados e posteriormente mergulhados numa solução desinfetante, podendo ser: hipoclorito de sódios, dióxido de cloro ou gás formaldeído. Os resíduos ficam mergulhados por alguns minutos e depois seguem para a secagem. O efluente líquido desse processo é nocivo e precisa ser neutralizado. Esse tipo de tratamento apresenta como vantagem: economia operacional e de manutenção

e eficiência no tratamento, entretanto existe a necessidade de posterior neutralização dos efluentes além de não haver diminuição do volume de resíduos. (Machado, 2015). Um esquema desse tratamento pode ser verificado na Figura 86.

Figura 86 – Esquema de tratamento químico de RSS



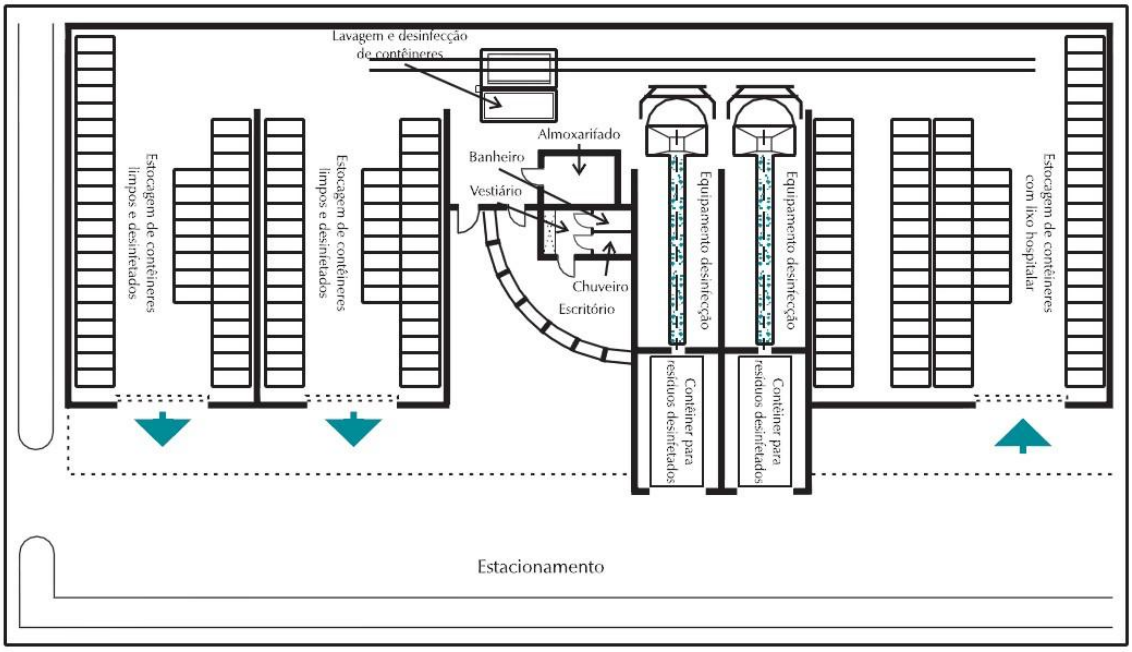
Fonte: Machado, 2015.

- **Central de tratamento de RSS**

As centrais de tratamento operam segregadas do ambiente externo por portas que devem contar com uma área para lavagem e desinfecção dos contêineres utilizados na coleta. (Machado, 2015). A Figura 87 ilustra o layout de uma central.

Essas centrais e tratamento podem concentrar diversas formas de tratamento e costumam ser implantados quando há uma grande quantidade de RSS sendo geradas no município, no ano de 2015 foi inaugurada uma central no município de São Paulo, essa central tem capacidade ara recebe até 50 t. Entretanto a implantação desse tipo de alternativa demanda um investimento muito elevado o que torna mais viável para cidades com menor produção de RSS o gerenciamento desse tipo de resíduo por empresa que realize a coleta dos resíduos de forma adequada e posteriormente dê uma destinação adequada.

Figura 87 – Esquema de Central de tratamento de resíduos dos serviços de saúde.



Fonte: Machado, 2015.

- **Custos operacionais**

Os custos apresentados a seguir para as tecnologias possíveis de serem utilizadas podem variar a depender da região e do tipo de equipamento empregado. Porém foi organizada uma tabela com os custos operacionais de algumas tecnologias, como é mostrado a seguir.

Tabela 99 – Custo operacional

Tipo de tratamento	Custo operacional	Unidade	Fonte
Compostagem convencional	6 a 10	US$/t	Silva e Andreoli (2010)
Compostagem acelerada	20 a 90	US$/t	Silva e Andreoli (2010)
Incineração	150 a 180	US$/t	Novi (2011)
Pirólise	120 a 180	US$/t	Novi (2011)
Autoclavagem	45 a 75	US$/t	Novi (2011)
Micro-ondas	75 a 85	US$/t	Novi (2011)
Radiação ionizante	75 a 90	US$/t	Novi (2011)
Tratamento químico	35 a 50	US$/t	Novi (2011)

Fonte: Novi (2011) e Silva e Andreoli (2010), modificado.

Além desse custo cabe destacar outras tecnologias, como o biodigestor que apesar de apresentar custo na implantação e operação existe a possibilidade de aproveitamento energético e produção de fertilizante, o que torna a alternativa viável como aponta Cervi (2009).

Quanto ao tratamento dos resíduos por desativação eletrotérmica foi indicado por Rocha (2012) que esse é u tratamento com custo elevado, sendo superior à incineração.

A tabela 96 apresenta um resumo das vantagens e desvantagens das técnicas apresentadas.

Tabela 100: Tabela resumo das técnicas apresentadas

Tratamento	Vantagens	Desvantagens
Compostagem	• Baixo custo; • Diminui volume de rejeito; • Possibilidade de tratamento de resíduos orgânicos facilmente degradados; • Recuperação de solos exauridos; • Geração de composto orgânico.	• Necessita de separação e triagem prévia; • Dificuldade para absorver grandes variações na produção de resíduos; • Controle operacional é delicado; • Necessita de disposição para os rejeitos; • Flutuação das condições de comercialização do produto.
Conversão biológica dos RS em energia	• Permite o aproveitamento energético; • Geração de composto orgânico; • Diminui o volume de rejeito.	• As águas residuárias carecem de tratamento;
Incineração	• Permite o aproveitamento energético; • Reduz o volume do resíduo; • Necessita de áreas reduzidas; • Torna o material inerte;	• Alto custo; • Possibilidade de geração e emissão de compostos perigosos; • Carece de disposição para escórias e cinzas.
Pirólise	• Permite o aproveitamento energético; • Torna o material inerte;	• Alto custo; • Difícil manutenção;

Tratamento	Vantagens	Desvantagens
	• Reduz o volume do resíduo;	• Risco de contaminação do ar; • Carece de tratamento para efluentes gasosos e líquidos.
Autoclavagem	• Baixo custo; • Não emite efluentes gasosos; • Efluente líquido é estéril; • Manutenção fácil e barata.	• Necessita triturar previamente; • Processo em batelada; • Não reduz o volume de resíduos.
Micro-ondas	• Ausência de emissão de efluentes; • Processo contínuo.	• Alto custo; • Não reduz volume.
Radiação ionizante	• Ausência de emissão de efluente; • Processo contínuo.	• Existe possibilidade de que nem toda massa de resíduo fique exposta aos raios eletromagnéticos; • Necessidade de disposição adequada do cobalto 60.
Desativação Eletrotérmica	• Ausência de emissão de efluentes; • Processo Contínuo.	• Alto Custo; • Não reduz volume; • Necessidade de manutenção do equipamento.
Tratamento Químico	• Economia operacional e de manutenção; • Eficiência do tratamento dos resíduos.	• Necessidade de neutralizar os efluentes líquidos; • Não redução do volume do lixo, a não ser que seja feito a prévia trituração

Fonte: Autor, 2017

Tabela 101 – Resíduos e seus respectivos tratamentos

Tratamento	Doméstico	Podas	Saúde	Industrial	Resíduos de ETA/ETE
Compostagem	X	X		X	
Incineração	X		X	X	X
Pirólise	X		X	X	
Conversão biológica	X	X		X	X
Autoclavagem			X	X	
Microondas			X		
Radioação ionizante				X	
Desativação eletrotérmica					
Tratamento químico			X	X	
Central de tratamento de RSS			X		

Fonte: Autor, 2017

9.3.7 PLANO DE REGIONALIZAÇÃO

O município de Conceição do Jacuípe, segundo Bahia (2012), pertence à Região de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Portal do Sertão, a criação dessa região foi criar soluções que torne viável economicamente, por exemplo, a implantação de um aterro sanitário. Esse tipo de tecnologia demanda a investimento alto para implantação e especialmente para a manutenção, visto que existem na Bahia casos de aterros que se transformaram em “lixões” devido à má gestão, por esse motivo a SEDUR – BA. Partindo desse princípio essa RDS é dividida em arranjos, esses arranjos consideraram aspectos.

Tabela 102 – Organização dos municípios em arranjos

N° do arranjo	Município polo do arranjo	Municípios
1	Santo Estevão	Santo Estevão
		Ipecaetá
		Antônio Cardoso
		Rafael Jambeiro
2	Santanópolis	Santanópolis
		Santa Bárbara

N° do arranjo	Município polo do arranjo	Municípios
		Irará
		Tanquinho
		Água Fria
3	**Conceição do Jacuípe**	**Conceição do Jacuípe**
		Coração de Maria
		Amélia Rodrigues
4	Terra Nova	Terra Nova
		Teodoro Sampaio
5	Feira de Santana	Feira de Santana
		São Gonçalo dos Campos
		Conceição da Feira
6	Serra Preta	Serra Preta
		Anguera

Fonte: Bahia, 2012.

Conceição do Jacuípe é o município Pólo do Arranjo 3, para esse arranjo foi estimado por Bahia (2012) que 20% das produções domiciliares diárias de resíduos serão consideradas recicláveis, tendo esse valor como referência para o dimensionamento das unidades de triagem do arranjo. Ainda segundo Bahia (2012), para a proposição da disposição final e das estações de transbordo, considera-se a produção total de resíduos sólidos; nos Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos e projetos destas unidades a caracterização e projeção dos resíduos sólidos devem ser elaboradas considerando os tipos, a destinação e disposição final proposta para os tipos específicos de resíduos sólidos. Para o arranjo em questão Bahia (2012) foram propostas as soluções citadas na Tabela 103.

Tabela 103 – Ações propostas para o arranjo 03 da RDS Portal do Sertão

Arranjo	Municípios	Ações
Conceição do Jacuípe	Conceição do Jacuípe	Encerramento do aterro simplificado
		Uma unidade de triagem
		Um PEV central de RCC e volumosos
		Um Aterro de RCC inerte
		Aterro sanitário convencional compartilhado + unidade de compostagem
	Conceição de Maria	Encerramento do Lixão
	Amélia Rodrigues	Uma remediação de lixão Uma unidade de triagem Um PEV central de RCC e volumosos

Fonte: Bahia, 2012.

Vale ressaltar que o lixo de Conceição do Jacuípe ainda está sendo destinado para o aterro simplificado existente no município, porém o mesmo não se encontra em uma situação adequada.

Salienta-se que essa alternativa de arranjo é uma proposta feita pelo governo estadual, mas não é uma exigência visto que o município que não considerar suas necessidades contempladas poderá propor outra alternativa.

9.3.8 TIPOS DE ATERRO

A NBR n° 8.419/96 dá a definição do aterro sanitário:

> Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. ABNT (1996)

Entende-se que essa é uma técnica que demanda um custo elevado para o município e assim impossibilita a utilização dessa técnica por municípios de pequeno porte. Por esse motivo foram criados os aterros de pequeno porte,

regulamentados pela Resolução CONAMA n° 404 de 2008, esses aterros apresentam a disposição diária de até 20 t, segundo a resolução.

1. ATERRO DE PEQUENO PORTE

Esse tipo de aterro apesar de ter pequeno porte é capaz de receber diferentes tipos de resíduos como: resíduos sólidos domiciliares, de resíduos de serviços de limpeza urbana, de resíduos de serviços de saúde, bem como de resíduos sólidos provenientes de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, segundo CONAMA n° 404/2008. Outros tipos de resíduos podem ser recebidos pelo aterro, entretanto, a viabilidade técnica para isso deve ser comprovada como, por exemplo, a disposição final de lodo seco não perigoso das estações de tratamento de água e esgoto. Porém os resíduos perigosos não podem ter essa destinação.

Para o uso desse tipo de aterro alguns critérios devem ser atendidos, como sugere a Resolução CONAMA n° 404 de 2008, critérios esses atrelados ao licenciamento do aterro:

i. vias de acesso ao local com boas condições de tráfego ao longo de todo o ano, mesmo no período de chuvas intensas;
ii. respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental e normas técnicas;
iii. respeito às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental relativas a áreas de preservação permanente, Unidades de Conservação, ecossistemas frágeis e recursos hídricos subterrâneos e superficiais;
iv. uso de áreas com características hidrogeológicas, geográficas e geotécnicas adequadas ao uso pretendido, comprovadas por meio de estudos específicos;
v. uso de áreas que atendam a legislação municipal de Uso e Ocupação do Solo, desde que atendido o disposto no art. 5o e 10 da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, com preferência daquelas antropizadas e com potencial mínimo de incorporação à zona urbana da sede, distritos ou povoados e de baixa valorização imobiliária;

vi. uso de áreas que garantam a implantação de empreendimentos com vida útil superior a 15 anos.

vii. impossibilidade de utilização de áreas consideradas de risco, como as suscetíveis a erosões, salvo após a realização de intervenções técnicas capazes de garantir a estabilidade do terreno.

viii. impossibilidade de uso de áreas ambientalmente sensíveis e de vulnerabilidade ambiental, como as sujeitas a inundações. I

ix. descrição da população beneficiada e caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos a serem dispostos no aterro;

x. capacidade operacional proposta para o empreendimento

xi. caracterização do local:

xii. métodos para a prevenção e minimização dos impactos ambientais;

xiii. plano de operação, acompanhamento e controle;

xiv. apresentação dos estudos ambientais, incluindo projeto do aterro proposto, acompanhados de anotação de responsabilidade técnica;

xv. apresentação de programa de educação ambiental participativo, que priorize a não geração de resíduos e estimule a coleta seletiva, baseado nos princípios da redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos urbanos, a ser executado concomitantemente à implantação do aterro;

xvi. apresentação de projeto de encerramento, recuperação e monitoramento da área degradada pelo(s) antigo(s) lixão(ões) e proposição de uso futuro da área, com seu respectivo cronograma de execução;

xvii. plano de encerramento, recuperação, monitoramento e uso futuro previsto para a área do aterro sanitário a ser licenciado;

Apresentação de plano de gestão integrada municipal ou regional de resíduos sólidos urbanos ou de saneamento básico, quando existente, ou compromisso de elaboração nos termos da Lei Federal no 11.445/2007;

Os critérios de dimensionamento do aterro de pequeno são definidos segundo a ABNT, NBR 15.849 de 2010. Segundo essa norma o aterro de pequeno porte pode ser definido como:

Aterro sanitário para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, até 20 t por dia ou menos, quando definido por legislação

> local, em que, considerados os condicionantes físicos locais, a concepção do sistema possa ser simplificada, adequando os sistemas de proteção ambiental sem prejuízo da minimização dos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. (ABNT,2010)

Para escolha do melhor local para implantação do aterro de pequeno porte, segundo a NBR 15849 de 2010, deve-se observar alguns fatores de análise:

- Para tipo, consistência e granulometria das camadas de subsolo na base do aterro, recomenda-se a utilização de solos naturalmente pouco permeáveis (solos argilosos, argilo-arenosos ou argilo-siltosos)
- No caso de existência de corpos d'água superficiais a área ou em seu entorno imediato; recomenda-se o respeito a uma distância mínima de 200m de qualquer coleção hídrica ou curso d'água
- Proximidade do freático em relação à base do aterro ou em seu entorno imediato
- Ocorrência de inundações: as áreas com essas características não devem ser utilizadas
- As características topográficas da área devem ser tais que permitam uma das soluções adotáveis para o preenchimento do aterro, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%
- Recomenda-se distância do limite da área útil previsível do aterro sanitário de pequeno porte de ser implantado na área deve ser superior a 15 anos

Deve se garantido que esses aterros de pequeno porte não comprometam a qualidade das águas subterrâneas, sendo então necessário o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, a NBR 15849/2010 propõe a construção poços de monitoramento a montante e a jusante do aterro de forma que se tenha mais de um poço a jusante e que esses poços de jusante não estejam alinhados. É necessário também que as águas superficiais sejam protegidas evitando o contato com do lixiviado com essas águas. Para isso e necessário que seja implantado um sistema de drenagem

Para a manutenção da qualidade ambiental devem ser implantados, quando for necessário os elementos de proteção ambiental, que de acordo com a NBR 15849 são: impermeabilização complementar, drenagem, reservação e tratamento dos lixiviados e drenagem e tratamento dos gases.

Os aterros de pequeno porte podem ser divididos segundo é mostrado na Tabela 100.

Tabela 104 – Tipos de aterros de pequeno porte

Tipos de aterro	Definição - NBR 15.849
Aterro sanitário de pequeno porte em vala	Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbano, em escavações com profundidade limitada e largura variável, confinada em todos os lados, oportunizando operação não mecanizada
Aterro sanitário de pequeno porte em trincheira	Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, em escavações sem limitação de profundidade e largura, que se caracteriza por confinamento em três lados e operação mecanizada
Aterro sanitário de pequeno porte em encosta	Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pelo uso de taludes preexistentes, usualmente implantado em áreas de ondulações ou depressões naturais e encostas de morros
Aterro sanitário de pequeno porte em área	Instalação para disposição no solo de resíduos sólidos urbanos, caracterizada pela disposição em áreas planas acima da cota do terreno natural

Fonte: ABNT (2010).

I. Aterro sanitário de pequeno porte em vala:

Os aterros em vala, como afirma São Paulo (2005), são indicados para município que apresentem pequena geração de resíduos por dia, a dificuldade na manutenção dos aterros por esses município se dá pelos equipamentos que são utilizados na compactação dos resíduos. Os tratores esteira, como afirmou o mesmo autor, devem ser utilizados na compactação entretanto são indicados para operar com até 150 t/dia, como pequenos município não atingem esse valor a máquina fica para tendo outro fim, ou não são adquiridas. Dessa forma, o aterro em vala visa facilitar essa condição visto que a operação é feita com o preenchimento de valas escavadas, com dimensões apropriadas e a compactação e fechamento da vala é feita de forma manual, os equipamentos não necessários, portanto, na abertura das valas. Para esse tipo de aterro a vala não é completamente aproveitada porque existem vazios que não são preenchidos. O uso desse tipo de aterro é previsto apenas quando se tem um lençol freático muito profundo

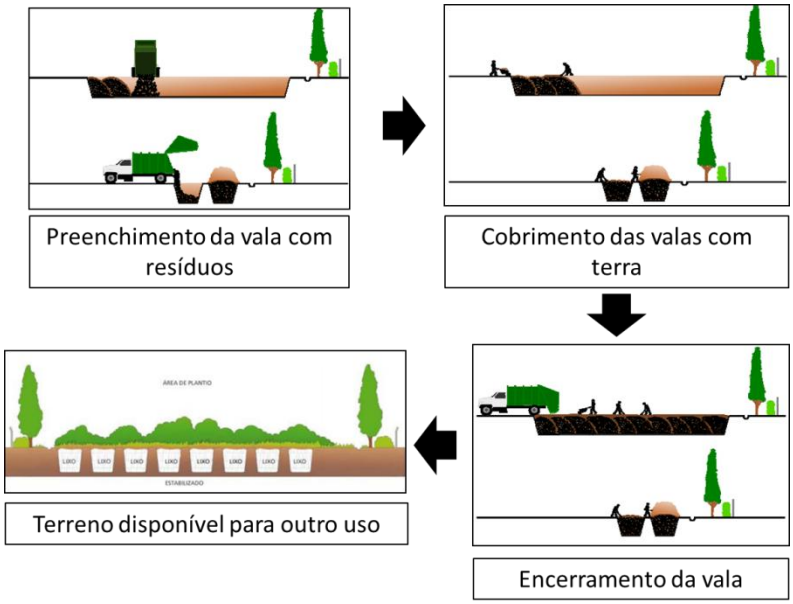
Para a localização desses aterros é necessário considerar, segundo Silva (2016): zoneamento da região, plano diretor do município, grau de urbanização da cidade, aceitação da população, parâmetros técnicos das normas e diretrizes federais, estaduais e municipais, distância de vias de transporte e fonte de abastecimento de água.

Antes da implantação do aterro de pequeno porte no município é necessário que sejam feitos estudos, como sugere Silva (2016), deve ser feito um estudo de viabilidade que envolva aspectos sociais, custo e impactos ambientais. Em resumo, três etapas básicas são necessárias para a análise da área escolhida: levantamento de dados, pré-seleção de áreas e estudo de viabilidade (CEMPRE, 2010, apud SILVA, 2016).

Esse tipo de aterro demanda a escavação da vala com a acumulação do solo em um dos lados da vala para que o mesmo seja utilizado para cobrimento após o enchimento. O enchimento da vala e a compactação dos resíduos são feitos manualmente pelos funcionários, sendo que os resíduos não devem ficar expostos, dessa forma a vala deve ser fechada todos os dias para evitar a proliferação de vetores. É indicado por São Paulo (2005) que há um recalque o que possibilita fazer um cobrimento que ultrapasse o nível do solo.

Esse método é indicado para locais com solos impermeáveis com lençol freático muito profundo para evitar a infiltração do chorume, com grande predominância de silte e argila. Quando o solo apresentar capacidade de infiltração elevada e não houver outra solução é possível realizar a impermeabilização da vala com mantas e sua respectiva rede de drenagem de lixiviado, entretanto esse procedimento tornará essa técnica de disposição final mais cara. As etapas de funcionamento desse tipo de aterro são mostradas na figura a seguir.

Figura 88 – Esquema de funcionamento do aterro sanitário de pequeno porte por valas



Fonte: CETESB, 2010, modificado.

Apesar de não existir rede coletora de lixiviado na superfície do aterro é essencial que se tenha a rede de drenagem superficial a fim de evitar o aumento do volume de lixiviado produzido no aterro.

Assim como os outros tipos de aterro a área deve ser isolada evitando a entrada de pessoas e animais.

Para o projeto desse tipo de aterro deve-se considerar alguns critérios propostos pela NBR 15849/2010:

a) Separação entre as bordas superiores das valas de no mínimo 1,0 metro, deixando espaçamento suficiente para operação
b) A profundidade de escavação das valas deve estar limitada ao máximo de 3,0 metros, observadas as condições de estabilidade dos taludes e o nível freático
c) Largura da vala que pode ser variável, em decorrência do equipamento de escavação atentando-se para que não seja excessiva a ponto de dificultar a cobertura operacional dos resíduos; recomenda-se que a largura da vala na superfície não supere 5,0 metros
d) A escavação de cada vala deve ser executada de uma só vez e o dimensionamento feito de modo a permitir a disposição dos resíduos por um período aproximado de 30 dias. Para uma vida útil maior,

recomenda-se que no fundo da vala sejam mantidos septos de solo natural que definam subáreas hidraulicamente separadas, com vida úitil aproximada de 30 dias

e) Sistema de drenagem superficial para desviar o fluxo das águas pluviais, que pode ser implementado por meio de drenos escavados no solo; no caso de solos erodíveis, tais drenos devem ser revestidos;

f) No caso de adoção de sistema de drenagem de lixiviado, as declividades longitudinais e transversal devem ser de 2% no mínimo

g) A eventual drenagem do fundo das valas deve ser realizada com materiais que garantam a drenagem, de maneira a se evitar a colmatação do dreno ao longo do tempo

h) Cobertura diária com camadas de solo ou outro material apropriado, reutilizável ou não

i) A declividade da conformação final da vala deve ser de no mínimo 7% na menor dimensão, sendo a cobertura para o fechamento final constituída de camada mínima e contínua de 1,0m de solo compactado para evitar a acumulação de água após recalque. Posteriormente a vala deve ser coberta com colo orgânico e cobertura vegetal

II. Aterro sanitário de pequeno porte em trincheira

Nesse tipo de aterro o caminhão realiza o despejo dentro da trincheira escavada, ao contrário do aterro anteriormente descrito, em que o caminhão despejava os resíduos da borda da vala. Para que o caminhão chegue ao local de destino dos resíduos é feita uma rampa de acesso ao caminhão que entra em marcha ré.

O cobrimento dos resíduos é feito com o auxílio de uma pá carregadeiras que pode ser utilizada por cerca de três vezes na semana, como afirma UNIPAC (2016). Ao final da semana, como afirma o mesmo autor se faz necessário que as pilhas sejam compactadas a fim de realizar nivelamento. Para evitar a proliferação de vetores e diminuir o contato das águas pluviais para evitar o aumento do volume do lixiviado, ao final do dia deve-se fazer o cobrimento com lona de PVC.

Esse tipo de aterro demanda a mesma impermeabilidade do solo que a técnica anterior, porém há um sistema de drenagem de lixiviado que leva esse efluente até o poço de coleta de chorume. Além da consideração sobre o solo é essencial que o lençol freático seja profundo.

Para a escolha do local de implantação para esse tipo de aterro deve ser considerado, segundo UNIPAC (2016):

- Mapa de localização da atividade e do seu entorno com raio de 1.500m, a partir do perímetro da área;
- Fora da área de influência direta do manancial de abastecimento; - 200m distante de rios e nascentes do perímetro da área;
- 1500m de distância de núcleos populacionais, a partir do perímetro da área;
- Deve ser observada a profundidade do lençol freático e tipologia de solo;
- 300m de distância do perímetro da área de residências isoladas.

Para esse tipo de aterro a NBR 15849/2010 propõe que sejam observados os seguintes critérios:

a) Profundidade de escavação deve estar condicionada à estabilidade dos taludes e ao nível do freático
b) Sistema de drenagem superficial, que deve ser implementado no terreno de entorno para desviar o fluxo das águas pluviais, por meio de drenos escavados no solo ou ressaltos resultantes do próprio relevo, e sobre o maciço de resíduos para captar as águas pluviais sobre ele incidentes
c) Caso seja necessário realizar a impermeabilização complementar essa deve ser executada realizando o revolvimento e a recompactação, em pelo menos três camadas, de um horizonte mínimo de 0,60 metros do solo local na base do aterro mantendo-se no mínimo o coeficiente de permeabilidade do solo natural
d) No caso de adoção de sistema de drenagem de lixiviado, as declividades longitudinais e transversal devem ser de 2% no mínimo. Neste caso o tratamento e disposição final do lixiviado devem atender à legislação ambiental

e) A eventual drenagem do fundo pode ser realizada com material rochoso, de dimensão característica mínima recomendada 0,10m, ou outros materiais alternativos, de forma a permitir espaços livres que evitem a sua colmatação. Caso necessário, o dreno deve ser recoberto com material que permita infiltrar os líquidos e reter as partículas finas e deve ser dimensionado de modo que carga hidráulica do lixiviado na base do aterro não ultrapasse 0,3m

f) Cobertura diária com camadas de solo ou outro material apropriado, reutilizável ou não

g) A declividade da conformação final do maciço de resíduos deve ser no mínimo 7% na menor dimensão, sendo a cobertura para o fechamento final constituída de camada mínima e contínua de 1,0 metro de solo compactado para evitar a acumulação de água após possíveis recalques. Posteriormente, o aterro sanitário de pequeno porte deve ser coberto com solo orgânico e cobertura vegetal

h) A drenagem de gases deve ser executada por meio de drenos verticais com espaçamento máximo de 30 metros. Tais drenos devem, na sua base, estar conectados à eventual drenagem longitudinal de lixiviado

III. Aterro sanitário de pequeno porte encosta

A implantação dessa tecnologia também é feita em locais em que o solo apresenta características de impermeabilidade. Para implantação dessa técnica devem ser utilizados locais que apresentem encostas com declividade segura para que os resíduos sejam colocados preenchendo essas “falhas” do terreno. Essa técnica evita o processo de escavação do terreno havendo apenas a cobertura dos resíduos.

Para esse tipo de aterro, segundo a NBR 15849/2010, deve ser observado no projeto desse tipo de aterro:

a) A conformação dos taludes do maciço do aterro deve ser definida por estudo das condições de estabilidade

b) Altura das camadas de até 5 metros, dependendo dos equipamentos utilizados na operação do aterro

c) Sistema de drenagem superficial, que deve ser implementado no terreno de entorno para desviar o fluxo das águas pluviais, por meio de drenos escavados no solo, ou ressaltos resultantes do próprio relevo, e sobre o maciço de resíduos para captar as águas pluviais sobre ele incidentes.

d) No caso de não ser indicada a implementação da impermeabilização complementar, devem ser executados o revolvimento e a recompactação, em pelo menos três camadas, de um horizonte mínimo de 0,60 metros do solo local na base do aterro, mantendo-se no mínimo o coeficiente de permeabilidade do solo natural

e) A eventual drenagem do fundo pode ser realizada com material rochoso, de dimensão característica mínima recomendada de 0,10 metros, ou outros materiais alternativos, de forma a permitir espaços livres que evitem sua colmatação. Caso necessário, o dreno deve ser recoberto com material que permita drenar os líquidos e reter partículas finas e deve ser dimensionado de modo que a carga hidráulica do lixiviado na base do aterro não ultrapasse 0,30 metros

f) Sempre que for verificada a possibilidade de formação de lixiviado e o aterro for executado em mais de uma camada, deve ser previsto sistema de drenagem intermediária executado nas mesmas condições da alínea anterior, para evitar o afloramento do lixiviado nos taludes

g) O espalhamento dos resíduos em camadas de aproximadamente 0,30 metros e a compactação destes resíduos por meios mecanizados

h) Cobertura diária com camadas de solo ou outro material apropriado, reutilizável ou não

i) A declividade da conformação final do maciço de resíduos deve ser de no mínimo 7% na menor dimensão, sendo a cobertura para o fechamento final constituída de camada mínima e contínua de 1,0 metro de solo compactado para evitar a acumulação de água após recalques. Posteriormente, o aterro sanitário de pequeno porte deve ser coberto com solo orgânico e cobertura vegetal

IV. Aterro sanitário de pequeno porte em área

Esse tipo de aterro também deve ser implantado em áreas que o solo impossibilite a percolação do lixiviado, além de ser necessário que a cobertura

dos resíduos seja realizada diariamente ao fim de cada frente de trabalho. Essa técnica não demanda a escavação do terreno o que diminui o custo de implantação e de manutenção.

As considerações para esse tipo de aterro propostas pela NBR 15849/2010são as mesmas propostas para o aterro de encosta.

Segundo Iwaii (2012), em estudo realizado em alguns aterros tipo vala no estado de São Paulo, foi identificado que a concentração dos contaminantes é minimizada pela atenuação natural do solo e até o momento do estudo não tinham sido observados riscos significativos ao ambiente. O mesmo autor afirma ainda que a carga de contaminantes depende da caracterização dos resíduos, dos aspectos executivos e operacionais do aterro e mecanismos relacionados à caracterização do solo.

Para os aterros de maior porte o custo de implantação é muito maior do que os de pequeno porte, e por esse motivo a implantação dessa tecnologia demanda que pequenos municípios sejam consorciados para ratearem os custos e assim suplantar a implantação e manutenção.

Dentre as técnicas citadas salienta-se que essas devem ser usadas se as condições naturais do terreno propiciarem a implantação de tal. Segundo Barros (2012) as vantagens de implantação dessas técnicas são:

Tabela 105 – Vantagens e desvantagens da utilização de aterros de pequeno porte

Vantagens	Desvantagens
Custos relativamente baixos de implantação e de operação	Necessidade de grandes áreas adjacentes aos centros produtores de resíduos
Capacidade de absorver grande quantidade de resíduos sólidos	Grande influência das condições meteorológicas
Disposição do lixo de forma sanitariamente adequada, com drenagem, coleta e tratamento dos líquidos percolados e dos gases gerados na degrada da matéria orgânica	Demanda por material de cobertura disponível nas imediações
Controle das condições de proliferação de vetores	Necessidade de drenagem e tratamento dos gases e líquidos percolados

Vantagens	Desvantagens
Drenagem das águas pluviais, diminuindo a geração de chorume	Desvalorização das áreas vizinhas
Possibilidade de recuperação de áreas degradadas e de baixo valor comercial para fins de lazer e de recreação pública	
Possibilidade de aproveitamento da energia contida nos gases gerados pela decomposição da matéria orgânica	
Limitação da ação dos catadores	

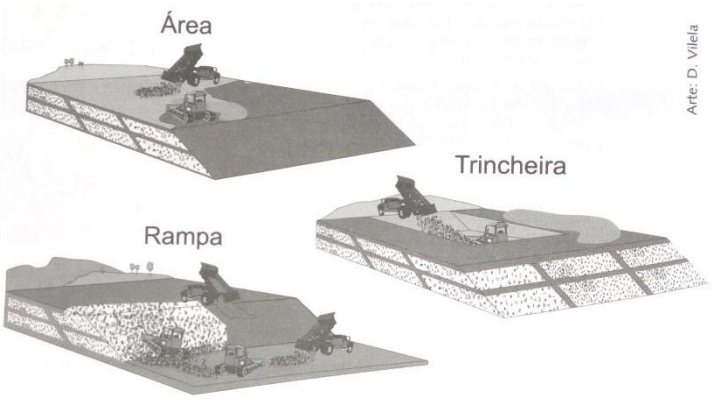
Fonte: Barros (2012), modificado.

2. ATERRO SANITÁRIO CONVENCIONAL

Caso não seja possível implantar essas alternativas no município se faz necessário à construção de um aterro sanitário, devido ao custo relativo ao uso dessa técnica. Dessa forma, uma alternativa é a criação de um consórcio público que envolve o rateio dos custos de implantação e manutenção entre os municípios participantes.

O aterro sanitário convencional pode ser classificado de acordo com a execução das células em trincheira, rampa ou área, como é mostrado na Figura 89.

Figura 89 – Tipos de aterro por forma de execução de célula



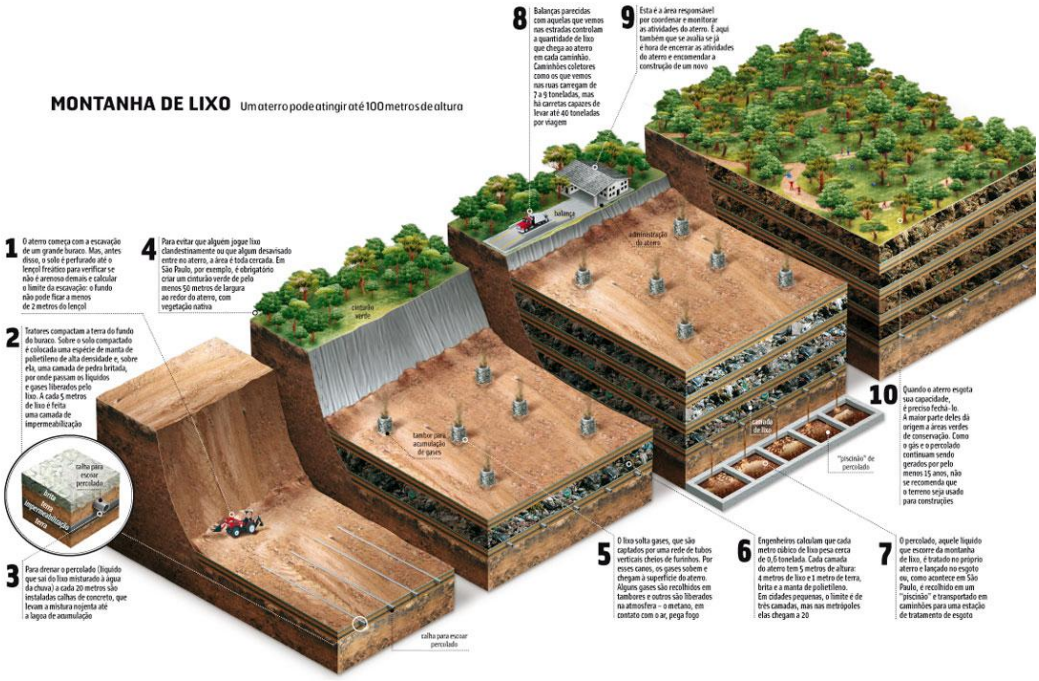
Fonte: Barros (2012)

Outra classificação é feita de acordo com o metabolismo dos micro-organismos pode ser: anaeróbios, sanitário anaeróbio, sanitário anaeróbio melhorado, semiaeróbio e aeróbio.

Com a determinação do tipo de aterro a ser construído é necessário que seja feita a escolha da área segundo critérios determinados, seja feito o licenciamento ambiental (licença prévia, de instalação e operação) e plano de fechamento do aterro. Para o funcionamento do aterro é necessário que alguns equipamentos mantenham a garantia do bom funcionamento, como: tratores para movimento de terras, tratores para compactação dos resíduos, pás-carregadeiras, retroescavadeiras, caminhões, motoniveladoras entre outros equipamentos que propiciem o funcionamento adequado do aterro. Além desses equipamentos são necessárias algumas estruturas como: balança de rodovia, poços de monitoramento para controle da qualidade subterrânea e dos movimentos de terra, dutos coletores de gás e seus respectivos queimadores (quando o gás não for aproveitado), escritórios da administração, pátio, canaletas de drenagem para lixiviado e seguimento para seu respectivo tratamento.

A operação do aterro envolve a impermeabilização do fundo e etapas sucessivas de impermeabilização, rede de coleta de lixiviado, construção dos dutos de gás, disposição dos resíduos e recobrimento. Essas etapas e a configuração final do aterro são apresentadas na figura a seguir.

Figura 90 – Operação de um aterro sanitário



Fonte: Alp Ambiental (2014)

Os processos que ocorrem no aterro envolvem a decomposição dos resíduos sólidos, essa decomposição ocorre em etapas, essas etapas segundo Matsufuji (1994) apud Barros (2012), são: aeróbia, anaeróbia ácida, metanogênica instável, metanogênica estável e maturação.

Salienta-se que essa tecnologia deve receber apenas rejeito, ou seja, os resíduos que não apresentam mais serventia, ao passo que o material orgânico, reciclável, resíduos da construção civil (RCC), resíduos dos serviços de saúde (RSS) e perigosos devem ter outro tipo de destinação.

Alguns cuidados devem ser tomados para que os impactos ambientais gerados pelo aterro sejam minimizados, como: sistema de proteção de aquíferos, drenagem das águas pluviais, sistema de drenagem do líquido percolado, tratamento do chorume, drenagem dos gases e monitoramento do aterro sanitário.

3. ATERRO DE RCC

Os RCC são classificados segundo a Resolução CONAMA n° 307/2002 nas classes: A, B, C e D. O aterro de RCC não pode receber todas essas classes de resíduos, como afirma a supracitada resolução:

> Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe “A” no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente (CONAMA, 2002)

Em poucas palavras o aterro de RCC é apenas um espaço em que esse tipo de resíduo é armazenado enquanto é aguardado um uso para os resíduos classe A. Entretanto o aterro de RCC, segundo a NBR 15.113/2004 indica que é possível armazenar temporariamente resíduos Classe D, quando esses estiverem protegidos contra intempéries.

Para que esse tipo e aterro seja implantado, de acordo com a NBR 15113/2004, é necessário considerar a área em que será construído, o acesso ao local, isolamento e sinalização, a iluminação e energia, comunicação, análise do resíduo para evitar que resíduos sem procedência conhecida e composição entre no aterro, treinamento dos funcionário e sistema de monitoramento para proteção das águas subterrâneas e superficiais. Essas

considerações devem ser avaliadas segundo o proposto pela NBR 15.113/2004.

Esses locais devem receber os resíduos após esses passarem pela triagem, sendo então necessário que se tenha uma unidade de triagem de RCC no município ou na estação de transbordo, caso esse aterro não esteja localizado no município. Para os RCC pertencentes a outras classes se faz necessário a utilização de uma usina de reciclagem.

4. ATERRO DE RESÍDUOS PERIGOSOS

Os aterros para resíduos perigosos são projetados seguindo o proposto pela NBR 10.157/1957, os critérios estabelecidos por essa norma indicam os cuidados que se deve ter com o material perigoso.

Para a implantação desse tipo de aterro, segundo NBR 10.157/1957, é necessário atender a algumas exigências relativas à localização, segregação e análise de resíduos, monitoramento, inspeção, fechamento da instalação e treinamento de pessoal.

A localização desse tipo de aterro deve considerar, segundo NBR 10.157/1987: o impacto ambiental que será gerado com a instalação, a aceitação pela população do local, cumprimento do proposto pelo zoneamento da região e que o mesmo possa ser utilizado por um longo período com o mínimo de obras possível. Além dessas considerações deve-se respeitar a topografia (avaliação da declividade do terreno), geologia e tipo de solos existentes (para avaliação da capacidade de depuração do solo e velocidade de percolação), recursos hídricos (com relação às distâncias mínimas), vegetação (devido à erosão que pode ocorrer no local caso a vegetação não seja adequada, poeira e transporte de odores), acesso, tamanho disponível e vida útil (tendo o aterro vida útil mínima de 10 anos), custos (elaboração de cronograma físico-financeiro para análise de viabilidade) e distância mínima dos núcleos populacionais (recomenda-se 500m).

A construção do aterro deve garantir que esse apresente isolamento e sinalização adequados, que os acessos estejam protegidos, que exista acesso a energia de forma que não comprometa os procedimentos realizados além de permitir ação de emergência mesmo à noite, sistema de comunicação interno e

externo para que as ações de emergência possa ser executadas, análise dos resíduos e treinamento dos funcionários.

A análise dos resíduos deve ser priorizada visto que é necessário conhecer as propriedades físicas e químicas e assim encaminhá-lo para o tratamento adequado, para isso deve ser feita uma amostragem dos resíduos que chegam ao aterro, por esse motivo o aterro deve contar com laboratório capaz de realização dos testes fundamentais. Segundo a NBR 10.157/1987 esse tipo de aterro não deve receber resíduos inflamáveis ou reativos além de não ser possível receber resíduos líquidos.

O controle da qualidade da água subterrânea ou superficial deve estar em acordo com os padrões de proteção dessas águas, para essa garantia devem ser utilizados poços de monitoramento que devem funcionar mesmo após o fechamento desse aterro (cerca de 20 anos após o fechamento). Outro cuidado que se deve ter com os corpos hídricos diz respeito a impermeabilização e a drenagem do líquido percolado visto que a membrana impermeabilizante a ser utilizada deve ser constituída por material compatível com as propriedades dos resíduos e ser instalada de forma que possa exercer sua função sem apresentar prejuízo a sua integridade. O sistema de drenagem deve captar o líquido percolado e enviá-lo para o sistema de tratamento.

Há um cuidado especial com esse tipo de aterro devido aos resíduos que são dispostos nele, por esse motivo a segurança do aterro é um item a ser considerado devido a possibilidade de incêndio, explosão ou derramamento dos resíduos perigosos no ambiente, podendo comprometer a saúde humana e ambiental. Destarte, a mistura entre os resíduos deve ser pensada de modo que a mistura de alguns tipos de resíduos pode provocar efeitos indesejáveis. Para controle dessas situações o aterro deve ter um plano de emergência além de inspeção e manutenção frequente.

Após o tempo de operação do aterro se faz necessário ter um plano de encerramento com o objetivo de minimizar a manutenção futura e evitar a liberação de gases ou líquidos que tenham percolado no volume do aterro para corpos hídricos e atmosfera. Mesmo após o fechamento o percolado continuará

sendo produzido e assim o sistema de drenagem e o de tratamento manterão o funcionamento.

Devido a grande quantidade de exigências requeridas por essa tecnologia é indicado que os geradores dos resíduos perigosos deem a destinação adequada a esse tipo de resíduos.

10. ARTICULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 30, institui competência para organizar e prestar, diretamente ou sob-regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local dos municípios, assegurando sua autonomia administrativa. Assim sendo, o serviço público de saneamento básico é claramente atribuído aos municípios, sendo este ente federado competente para prestá-lo e organizá-lo conforme interesse local ou predominantemente local destes serviços.

O município é o responsável pela prestação dos serviços de saneamento, assim como às políticas públicas inerentes à melhoria desses serviços. A Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 em seu capítulo II dispõe a respeito do exercício da titularidade dos serviços de saneamento e prevê que o município, deverá formular a política de saneamento básico, devendo para tanto, assumir alguns itens, previstos no art. 9º, como: elaborar os planos de saneamento básico; prestar diretamente ou autorizar delegação dos serviços; definir ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços; adotar parâmetros para garantia do atendimento essencial à saúde pública; fixar direitos e deveres dos usuários; estabelecer mecanismos de controle social; estabelecer sistema de informações sobre os serviços.

> *Art. 9º O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:*
>
> *I – elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei;*

II – prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação;

III – adotar parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública, inclusive quanto ao volume mínimo per capita de água para abastecimento público observada as normas nacionais relativas à potabilidade da água;

IV – fixar os direitos e os deveres dos usuários;

V – estabelecer mecanismos de controle social, nos termos do inciso IV do caput do art. 3º desta Lei;

VI – estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento;

VII – intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em lei e nos documentos contratuais (Brasil, 2007).

Apesar da titularidade municipal na prestação dos serviços de saneamento básico, o art 8º da referida Lei estabelece que: "*Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, nos termos do art. 241 da Constituição Federal e da Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005*".

"*A União, os estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.*"

E da Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe das normas para consórcios públicos ou por convênio de cooperação, através de uma gestão associada dos serviços entre municípios é uma boa opção para execução dos serviços públicos.

No que se refere à titularidade dos resíduos sólidos a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, preconiza que o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, devendo ser formulada uma política pública de saneamento básico.

Segundo a Lei Federal nº 11.445, a gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil deve envolver cinco elementos fundamentais, a saber: o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços e o controle social, conforme demonstrado na figura abaixo.

Figura 91 - Elementos da Gestão dos Serviços de Saneamento Básico

Fonte: ReCESA, 2008

Perante as exigências legais supracitadas é indispensável apresentar alternativas institucionais para o exercício das atividades de planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços, assim como a formulação de estratégias, políticas e diretrizes para alcançar os objetivos e metas do Plano

Municipal de Saneamento Básico, incluindo a criação ou adequação de órgãos municipais de prestação de serviço e de assistência técnica.

10.1 PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

O Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010 que regulamenta a Lei nº 11.445/2007 define o planejamento como:

> "*as atividades atinentes à identificação, qualificação, quantificação, organização e orientação de todas as ações, públicas e privadas, por meio das quais o serviço público deve ser prestado ou colocado à disposição de forma adequada".*

Ainda de acordo com o decreto, em seu capítulo II art. 24, que dispõe sobre a questão do Planejamento e envolve vários requisitos para planejamento dos serviços públicos do setor de saneamento, como a elaboração dos planos de saneamento básico pelo titular, a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB pela União e a elaboração dos planos regionais elaborados pela União.

> *"O planejamento dos serviços públicos de saneamento básico atenderá ao princípio da solidariedade entre os entes da Federação, podendo desenvolver-se mediante cooperação federativa".*

O início do planejamento para as questões do saneamento básico por um município está na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, que além de estar de acordo com o disposto no art. 19 da lei 11.445/ 2007 deverá conter um diagnóstico da situação e avaliação de seus impactos nas condições de vida da população, a definição de objetivos e metas para a universalização do serviço, o estabelecimento de programas e projetos, a definição de ações para emergências e contingências e o desenvolvimento de mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas, devendo contar com a participação e o controle social.

O Plano Municipal de Saneamento Básico deve abranger os componentes do saneamento básico: serviços de abastecimento de água, esgotamento

sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

O PMSB deverá ser revisto periodicamente a cada quatro anos, antes da elaboração do Plano Plurianual, devendo englobar integralmente o território do ente da Federação que o elaborou, exceto quando o mesmo for regional.

Cabe à entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços a responsabilidade de verificar o cumprimento dos planos de saneamento básico por parte dos prestadores de serviços, na forma das disposições legais, regulamentares e contratuais.

Por fim, os planos de saneamento passam a ser instrumento importante não só para o planejamento e avaliação da prestação dos serviços como também para obtenção de financiamentos. Isso porque, segundo a Lei 11.445, a alocação de recursos públicos federais será feita em conformidade com as diretrizes e objetivos da Política Federal de Saneamento Básico art. 48 e 49, e com os planos de saneamento. Ou seja, os planos passam a ser referencial para a obtenção de recursos.

10.2 REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Para melhor entender qual a função da regulação e fiscalização, o Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 em seu Art. 2º, I e II, define esses dois itens como:

> *"**Regulação:** Todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor de tarifas e outros preços públicos, para atingir os objetivos do Art. 27.)".*
>
> *"**Fiscalização**: Atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação, no sentido de garantir o cumprimento de normas e regulamentos*

editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público".

É de competência do município (titular) a regulação e a fiscalização da prestação dos serviços de saneamento, podendo tais atividades serem exercidas pelo próprio município ou ainda ser autorizada a sua delegação a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado, conforme disposto na Lei Federal 11.445/2007.

Ainda de acordo com a Lei 11.445/2007, em seu art. 14 e 15, na prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, aquela em que há um único prestador para vários municípios e uniformidade de fiscalização e regulação dos serviços, a regulação e a fiscalização poderá ser exercida por órgão ou entidade da Federação, com delegação através de convênio de cooperação entre os entes ou ainda, por consórcio de direito público integrado pelos titulares.

Dessa forma, fica a critério do titular exercer a regulação e a fiscalização diretamente ou delegar tais atividades a uma entidade reguladora estadual ou consorciada.

Na Bahia, a regulação dos serviços de saneamento é realizada pela Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia – AGERSA, Autarquia em Regime Especial vinculada a Secretaria de Desenvolvimento Urbano – SEDUR, criada pela Lei 12.602 de 29 de novembro de 2012.

A AGERSA, que tem a competência de exercer as atividades de regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, mediante delegação enquanto não houver ente regulador criado pelo Município, ou agrupamento dos Municípios, por meio de cooperação ou coordenação federativa.

Embora a AGERSA tenha as atribuições para fiscalizar e dar providências quanto à regulação nas tarifas, o município pode optar em realizar a sua própria legislação e criação de agência reguladora própria ou de forma consorciada, tendo plenos poderes para atuar junto à concessionária dos serviços.

10.3 Prestação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico

De acordo com o Decreto nº 7.217/2010 a prestação de serviço público de saneamento básico é definida em seu Art. 2º como:

> *"Atividade, acompanhada ou não de execução de obra, com o objetivo de permitir aos usuários acesso a serviço público de saneamento básico com características e padrões de qualidade determinados pela legislação, planejamento ou regulação".*

Conforme previsto na Lei 11.445/2007, existem três modalidades de prestação dos serviços de saneamento básico, que são: a prestação direta, a prestação indireta e a gestão associada, conforme demonstrado na figura abaixo.

Figura 92 – Formas de Prestação de Serviço Público

Fonte: ECOTÉCNICA, 2013, com base em Brasil, 2007.

10.3.1 Prestação Direta

A Lei 11.445/2007 prevê que o Município preste diretamente os serviços públicos de saneamento básico, onde a prestação pode ocorrer via administração central ou descentralizada, através de outorga.

- ✓ **Prestação centralizada:** Ocorre quando a execução do serviço público for realizada pela Administração direta, isto é, pelo próprio titular do serviço público.

- ✓ **Prestação descentralizada:** Por autarquia, empresa pública, sociedade de economia mista e fundação, cujas características encontram-se descritas na Figura a seguir.

Figura 93 – Características Gerais da Administração Descentralizada

Prestadores de Serviços Públicos	Pessoas Jurídicas	Conceito / Definição	Regime Jurídico	Fins	Prerrogativas	Responsabilidade sobre o serviço
Administração Direta	Órgãos da Administração Direta	Órgãos e repartições da Adm. Pública Regime estatal desconcentrado	Direito Público	Organização, exploração e concessão do serviço	Titularidade do serviço, em nome da Administração	Confunde-se com a da Administração Pública
Administração Descentralizada	Autarquia	Órgãos autônomos criados por lei	Direito Público	Organização, exploração e concessão do serviço	Titularidade do serviço transferida pela Administração	Transferida da Administração
	Fundação Pública – Direito Público					
Entidades Governamentais de Direito Privado	Empresa Pública	Sociedades mercantil-industriais para cumprir função pública relevante	Direito Privado	Exploração do serviço	Titularidade não transferida. Prerrogativas estabelecidas no ato de criação	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente
	Sociedade de Economia Mista					
	Fundação Pública – Direito Privado	Entidade sem fins lucrativos, destinada a cumprir serviço de interesse público		Prestação do serviço sem obtenção de lucro		
Entidades Privadas	Empresa Privada	Sociedade mercantil-industrial de prestação de serviço	Direito Privado	Exploração do serviço	Titularidade não transferida. Prerrogativas inerentes ao serviço	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente
	Fundação Privada	Entidades sem fins lucrativos, destinadas a cumprir serviço de interesse público		Serviço ou atividades auxiliares sem obtenção de lucro		
	Sociedade Civil sem Fins Lucrativos					Do poder concedente – não é transferida

Fonte: ReCESA, 2008.

10.3.2 Prestação Indireta

No caso da prestação indireta, o Poder Público Municipal, titular dos serviços públicos de saneamento básico, pode delegar a prestação dos serviços para terceiros, sempre por meio de licitação, na forma de concessão, permissão, autorização ou terceirização, no art. 38 do Decreto nº 7.217/2010 dispõe:

> *"Indiretamente mediante concessão ou permissão, sempre precedida de licitação na modalidade de concorrência pública, no regime da Lei nº 8.987/1995".*

Existem três alternativas de delegação que são consideradas viáveis para o setor: as concessões comuns, a parceria público-privada e os contratos de terceirização.

- ✓ **Concessão Comum:** A administração pública delega a prestação das atividades para uma empresa privada ou estatal que deverá atender a legislação e regulação do titular, às normas gerais da Lei nº 8.984/1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos. Nesta modalidade, o poder concedente não paga ao particular pelos serviços públicos, pois há uma relação direta entre a concessionária e o usuário, ou seja, não há despesa pública envolvida o usuário é quem paga.
- ✓ **Parceria público-privada (PPP)**: A concessão administrativa visa justamente o oposto da concessão comum, ou seja, a Administração Pública assume o papel de usuário, e paga pelo serviço em seu lugar. É necessário investimento mínimo do particular de 20 milhões, e prazo contratual de, no mínimo cinco anos, conforme dispõe a Lei nº 11.079/2004.
- ✓ **Contratos de terceirização:** Consiste basicamente em terceirizar a execução dos serviços públicos por meio de contratos de colaboração firmados com um ente particular. Não se exige investimento mínimo do particular, nem se vincula a remuneração ao desempenho.

Ressalta-se, ainda, que a Lei nº 11.445/2007 prevê a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por meio de autorização pelo Poder Público, que são os casos de usuários organizados em cooperativas ou associações, desde que se limite a: determinado condomínio e localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários.

10.3.3 GESTÃO ASSOCIADA

Segundo definições da Lei nº 11.445/2007 e do Decreto 6.017/2007, gestão associada:

> *"É a associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, para o exercício das atividades de planejamento, regulação ou fiscalização de serviços públicos, mediante um contrato de programa que traga a constituição e a regulação das obrigações entre os entes federados conveniados ou consorciados".*

O supracitado dispositivo demanda que a prestação de serviços de saneamento básico por terceiro não integrante da Administração Pública do Município (titular) ocorra por intermédio de contrato, vedando-se expressamente a utilização de instrumentos jurídicos, como convênio.

Neste caso, é recomendável a utilização do mecanismo de **Consórcio Público Intermunicipal**, o qual se apresenta como espécie de consórcio público com personalidade jurídica de direito público, de natureza autárquica, regidas pela Lei Federal nº 11.107/2005, onde sobressai como um acordo contratual entre municípios com o objetivo de alcançar metas comuns previamente constituídas. Através de gestão autônoma de cada município integrante, as contribuições poderão ser igualitárias entre os municípios, tornando os custos menos onerosos, podendo ainda variar conforme a receita de cada um.

10.4 CONTROLE SOCIAL DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO

O Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 em seu Art. 2º, VI, define controle social como:

> "Conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico".

Segundo o Decreto mencionado acima, o controle social dos serviços de saneamento pode ser instituído mediante adoção de mecanismos, tais como:

I – Debates e audiências públicas;

II – Consultas públicas;

III – Conferências das cidades ou;

IV – Participação de órgãos colegiados de caráter consultivo na formulação da política de saneamento básico bem como no seu planejamento e avaliação.

No caso de órgãos colegiados mencionados acima é assegurada pelo Decreto a participação de representantes:

I – Dos titulares dos serviços;

II – De órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento;

III – Dos prestadores de serviços públicos de saneamento;

IV – Dos usuários de serviços de saneamento básico e;

V – Entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionados ao setor de saneamento básico.

A Lei 11.445/2007 trouxe como exigência a adoção de mecanismo de Participação e Controle Social na elaboração do Plano Municipal de Saneamento, o que recomenda como melhor adoção a criação do Conselho Municipal de Saneamento Básico, definido como um fórum de discussão permanente, no qual seria estimulado o debate e o fortalecimento da participação da sociedade. O mesmo deve ser criado por Lei Municipal e a participação da população se dá pela representação de segmentos organizados da sociedade, como sindicatos, associação de moradores e de classes, entre outros, de forma paritária com o Poder Público.

Além dos Conselhos Municipais, as Conferências Municipais de Saneamento são outro exemplo de mecanismo com metodologia específica de implantação e forma distinta de incorporação da participação da população. As conferências são fóruns temáticos, periódicos, nas quais os principais problemas do município serão debatidos de forma organizada, delegada e deliberativa, para

que possam ser estabelecidas diretrizes gerais para resolução das demandas levantadas nesses fóruns.

De acordo com o Decreto nº 7.217/2010 o titular dos serviços de saneamento básico, deve garantir o estabelecimento de mecanismos de participação e controle social, tendo isso como uma diretriz dentro de uma Política de Saneamento Básico.

O exercício de controle social através dos conselhos municipais se concretizará pela participação da sociedade no planejamento, acompanhamento, fiscalização e avaliação da gestão das políticas públicas, visando potencializar seus resultados e a ampliação dos serviços oferecidos à população.

Além disso, o controle social, através de um órgão colegiado específico, é critério básico para o acesso a recursos federais destinados a saneamento básico, assim como a elaboração do Plano de Saneamento Básico, cujo prazo atual é definido até 31 de dezembro de 2017, conforme Decreto nº 8.211/2014.

10.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO

Cada modelo de gestão de serviços de saneamento possui suas características e peculiaridades, as quais podem trazer maior ou menor viabilidade em determinados aspectos, como organizacionais, gerenciais e operacionais. A Figura a seguir, apresenta um resumo das principais vantagens e desvantagens de cada um dele.

Tabela 106 – Vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de gestão de serviços de saneamento.

Modelo de Gestão	Prestação do Serviço	Vantagens	Desvantagens
Municipal	Diretamente pelo município através da administração direta, autarquia ou empresa municipal.	Viabilidade de tarifas e de recursos orçamentários compatíveis.	• regulação através de lei municipal; • escala para ratear os custos administrativos, comerciais, de engenharia, técnicos, para controles sanitários e ambientais; • dificuldades: acesso a financiamentos; manutenção de tarifas realistas; reciclagem tecnológica do parque produtivo; continuidade técnica e administrativa.
Empresas privadas	Empresa privada, para um ou vários municípios.	Viabilidade de tarifas, financiamentos, municípios ou regiões de alto consumo, poder aquisitivo alto e/ou sistemas com baixa necessidade de investimentos.	• regulação específica; • tarifas mais elevadas para garantir a rentabilidade; • restrição de mercado; • baixa aceitação da população.
Sistema misto público-privado	Em parceria pelo poder público (municipal ou estadual) e por empresas privadas; geralmente, parte do sistema é construído e operado pelo setor privado por um período e, posteriormente, transferido para o setor público.	Tarifas específicas para os serviços prestados, financiamentos, orçamento, viável em sistemas com problemas específicos (ETAs, ETEs, poços).	Maiores dificuldades: • rejeição cultural; • regulação; • sistematização do mercado; • financiamentos específicos.
Empresa estadual	Empresa estatal estadual.	Tarifas, financiamentos, economia de escala, recursos orçamentários, evolução tecnológica, participação dos poderes concedentes na gestão e audiências publicas.	Maiores dificuldades: • construção de agente regulador único ou regional; • atender simultaneamente as demandas de todos os municípios; • repasse de todos os custos para as tarifas.
Empresas Regionais (CONSÓRCIOS)	Empresa de um conjunto de municípios.	Tarifas, financiamentos, economia de escala, recursos orçamentários, evolução tecnológica, participação dos poderes concedentes na gestão e conselhos do cidadão.	• municípios vizinhos heterogêneos; • construção de agente regulador regional; • critérios para indicação dos gestores; • continuidade administrativa com mudanças dos executivos municipais; • repasse de todos os custos para as tarifas.

Fonte: ReCESA, 2008.

10.6 Modelos de Gestão dos Serviços de Saneamento Básico

10.6.1 Modelo de Gestão de Abastecimento de Água

Para localidades onde existe de forma atuante o prestador do serviço que possui concessão, caso o município não tenha condições de assumir esse papel de maneira rápida, pode-se optar em manter-la. Nesse caso, é preciso o responsável pela regulação e fiscalização, exigindo ao prestador que o serviço seja de forma que atenda o maior numero de casas possíveis, tanto da zona urbana como da zona rural, atestando que a mesma quando for preciso vai utilizar alternativas tecnológicas para que a demanda seja atendida.

.A EMBASA continuando como prestadora de serviço em abastecimento de água potável, o município pode exigir que algumas melhorias ocorram, como: ações para que os usuários tenham mais informações a respeito dos serviços prestados e também comunicar e esclarecer qualquer ação que seja realizada no sistema, dessa forma pode-se evitar conflitos entre o prestador e a população.

Outra opção que o município pode adotar é o consórcio para a contratação de uma autarquia municipal com o objetivo de prestar serviço de abastecimento de água ou ainda, em longo prazo, o titular poderá optar em criar uma autarquia municipal com a finalidade de prestar os serviços de abastecimento de água, podendo inclusive, atuar em todo o município e em mais de um componente do saneamento.

As autarquias são entes administrativos autônomos, criados por lei específica, com personalidade jurídica de direito público, patrimônio próprio e atribuições outorgadas na forma da lei, tendo como princípio fundamental a descentralização. Diferentemente dos departamentos, possuem total autonomia jurídica, administrativa e financeira, competindo-lhes em geral exercer todas as atividades relacionadas à administração, à operação, à manutenção e à expansão dos serviços de água e esgoto. Os serviços de água e esgoto são desmembrados da administração direta, ou seja, do aparelho administrativo da prefeitura, e agrupado em uma autarquia municipal com o objetivo de integrar, num mesmo órgão, as atividades-fim e as atividades-meio,

tornando mais eficiente o processo de gestão e evitando o compartilhamento de poderes, como ocorre na administração direta (FUNASA, 2003).

A figura abaixo mostra o comparativo entre departamentos, autarquias e entidades paraestatais.

Tabela 107: Comparativo entre departamento x autarquia x entidades paraestatais

Aspectos	Departamentos	Autarquias	Entidades paraestatais
Criação e Extinção	Lei de organização da administração pública	Lei específica	Lei específica
Personalidade jurídica	Direito público	Direito público	Direito privado
Ordenador de despesas	Prefeito municipal	Diretoria da autarquia	Presidente da empresa
Regime judìdico de pessoal	Quadro da prefeitura estatutário ou CLT	Quadro próprio estatutário ou CLT	Quadro próprio CLT
Autonomia financeira	Nenhuma	Total	Total
Autonomia administrativa	Compartilhada	Total	Total
Prestação de contas	Tribunal de contas do estado	Tribunal de contas do estado	Tribunal de contas do estado
Tributos	Isento	Isento	Imposto de renda, IPVA Cofins, Senai, ICMS, etc.

Fonte: FUNASA, 2003

O SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) é uma autarquia bastante conhecida, pode propiciar a população efeitos mais eficazes em relação aos índices operacionais, isso pode ser explicado pela proximidade com os usuários e com a administração pública local.

Para localidades que utilizam alternativas coletivas de abastecimento de água, a EMBASA pode assumir essa responsabilidade no que diz respeito à manutenção e operação, cobrando tarifa de acordo com a realidade dos usuários. Outra opção seria o titular assumir a prestação e contratar equipe técnica especializada para suporte na manutenção e operação dos sistemas podendo os próprios moradores locais serem contratados para compor a equipe de trabalho, desde que haja capacitação técnica prévia dos mesmos.

Segundo o Plano de Saneamento Básico de Planalto na Bahia (2015), a viabilidade desta alternativa fica condicionada à necessidade de sanar as deficiências identificadas nessas soluções alternativas de abastecimento, como por exemplo, maior investimento visando a melhoria dos sistemas de

abastecimento de água, garantindo que as instalações e infraestruturas sejam reformadas e que seja incluída etapa do tratamento simplificado nos sistemas dessas localidades, além disso, caso o titular assuma esta responsabilidade, a manutenção e operação deverão ser realizadas por equipe responsável a ser definida e acompanhada periodicamente pelo ente responsável pelo planejamento das ações de saneamento básico no município.

Pode- se citar como alternativa para pequenas comunidades rurais a autogestão, esse modelo consiste basicamente na manutenção e operação do sistema pela própria comunidade, através de contrato de prestação de serviço. Esta alternativa encontra premissa no parágrafo 1º do art. 10º da Lei nº 11.445/2007 ao permitir que o titular autorize a prestação do serviço a usuários organizados em cooperativas ou associações, desde que se limite a determinado condomínio e à localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários (PMSB/ Planalto, 2015). Para que o sistema seja implantado é recomendado que haja a comunicação com os moradores para que cada um entenda sua responsabilidade no processo, e para q seja apresentado as vantagens e responsabilidades que a comunidade terá após a conclusão da implantação.

A tabela abaixo mostra algumas vantagens e responsabilidades desse modelo de gestão.

Tabela 108: Vantagens e Responsabilidades do modelo de autogestão

Vantagens	Responsabilidades
Uso racional da água	Pagar mensalmente a concessionária que fornece água
Reconhecimento do sistema como patrimônio público	Operar e manter o sistema de rede de distribuição
Acompanhamento e controle dos consumos pelas próprias famílias	Cortar o fornecimento dos consumidores que não efetuarem o pagamento devido

Vantagens	Responsabilidades
Participação de todos os moradores no processo	Fiscalizar e tomar providências para possíveis irregularidades
Escolha democrática do operador pela própria comunidade	Consultar previamente a concessionária para que seja verificada a viabilidade técnica para que seja efetuada qualquer expansão na rede.

Fonte: Autor, 2017

Para viabilizar a autogestão é necessário que o ente responsável pelo planejamento das ações de saneamento básico organize esforços na tentativa de incluir a Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento (CENTRAL) na prestação dos serviços nas localidades da zona rural, garantindo o acesso à água potável. A CENTRAL é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica, patrimônio e administração própria, atua na manutenção, preventiva e corretiva, de sistemas de abastecimento de água e possui equipe administrativa, financeira e técnica. Entretanto, vale ressaltar que para viabilizar a autogestão, deve-se fortalecer as associações locais, além de implementar uma ampla discussão sobre o modelo de prestação a ser adotado, bem como sobre as tarifas para garantir a sustentação dos serviços (PMSB/Planalto, 2015).

Para os locais na zona rural onde as propriedades são dispersas e utilizam de soluções individuais de abastecimento de água, o ideal é o poder público municipal disponibilizar acessória técnica a fim de orientar as famílias na construção dessas tecnologias e na operação e manutenção das mesmas. Deve – se prestar atenção nas ações que devem ser feitas no que diz respeito a educação ambiental, orientando quais cuidados se deve ter para que seja garantida uma solução ambientalmente adequada e sem prejuízos a saúde pública.

10.6.2 Modelo de Gestão Esgotamento Sanitário

O município não dispõe de rede de esgotamento sanitário, existe apenas 6% de esgotamento localizado no condomínio minha casa, minha vida, considerando que a EMBASA já tem a concessão do serviço de abastecimento de água e já detém de bastantes informações a respeito de diversas características do município, recomenda para áreas urbanizadas e para localidades das zonas rurais mais próximas e densamente povoadas que a própria concessionária fique responsável pela esgotamento sanitário de Conceição do Jacuípe. O município deve está sempre ciente do andamento dos projetos de implantação, entre outros de maneira a fiscalizar-los exigindo eficiência em todos os aspectos. Além disso, deve-se informar a população da obrigatoriedade se fazer a ligação onde a mesma existir e a respeito da tarifa de cobrança, com preocupação na realidade social e financeira das diferentes famílias contempladas.

O consórcio com outro município para contratação de um órgão municipal para realizar este serviço de esgotamento sanitário também é uma alternativa. Ou ainda, em longo prazo, o titular poderá optar em criar uma autarquia municipal com a finalidade de prestar os serviços de esgotamento sanitário.

Nas zonas rurais densamente povoadas, o sistema coletivo descentralizado pode ser o ideal, esses sendo implantados precisam de operação e manutenção para que funcione da forma esperada. O órgão que possuir a concessão do serviço pode assumir a responsabilidade nesse aspecto ou até o titular, porém nesse caso será necessário ter uma equipe de profissionais para esta finalidade, pode ser os próprios moradores das comunidades, mas os mesmos precisam passar por treinamento para desempenhar a função, o beneficio deste ultimo é a geração de trabalho e renda para as próprias famílias beneficiadas.

Para as áreas da zona rural, onde suas residências são mais dispersas podemos usar modelos como o descrito no Plano de Saneamento Básico de Planalto na Bahia. O mesmo diz que nesses casos as soluções individuais apresentam-se como melhor opção para o esgotamento sanitário. Porém é preciso que o gestor garanta que essas tecnologias sejam construídas observando os princípios técnicos, o que não ocorre atualmente no município

de Conceição do Jacuípe, deve também viabilizar o serviço de desobstrução e limpeza, para que dessa forma se alcance o objetivo final, o eficiente funcionamento da tecnologia, protegendo o meio ambiente e a saúde pública. Este serviço pode ser feito pela prefeitura ou por empresas terceirizadas que trabalhem no ramo. Pode – se adotar nesses casos também o reuso das águas para agricultura, por exemplo, pata tal deve-se por meio de corpo técnico especializado, realizar capacitações para o uso adequado dessas alternativa e acompanhamento ao longo dos anos, para se viabilizar esta opção é necessário que exista uma forma de prestação compartilhada entre os usuários e o gestor, com o oferecimento de respaldo técnico.

10.6.3 Modelo de Gestão de Drenagem Urbana e Manejo de águas pluviais

O modelo atual de prestação de serviço nessa área do saneamento é feita pelo município, é possível observar varias deficiências e falta de estruturação.

Para que este serviço possa chegar ao ideal no município é preciso que a prefeitura desempenhe uma gestão mais especifica para o mesmo, com profissionais capacitados, para que seja feito estudo e posteriormente projeto de melhorias neste setor, sempre caminhando junto com os outros itens do saneamento, principalmente esgoto e resíduos sólidos, os quais sendo geridos de forma inadequada podem contribui para o mau funcionamento do sistema de drenagem, em alguns aspectos.

No que diz respeito à garantia do aspecto financeiro, deve-se assegurar repasse de recursos para tais atividades, podendo ser incluído no orçamento municipal.

10.6.4 Modelo de Gestão de Limpeza Urbana e manejo de Resíduos Sólidos

O atual modelo de prestação de serviço de gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos atual do município não são eficientes em alguns aspectos, como: regularidade, contemplação de toda a população rural, destinação final, fiscalização, nenhuma ação a respeito da implantação da coleta seletiva, nenhuma ação a respeito do reaproveitamento de recicláveis e de matéria orgânica e falta de informação e educação ambiental para a população.

Portanto, para o município, é de fundamental a definição de um modelo de gestão e gerenciamento considerando as especificidades locais baseado

na observância da legislação vigente para o setor, estabelecendo procedimentos e comportamentos corretos por parte da população e ações eficientes por parte do poder Público (PMSB/Planalto, 2015).

Como soluções para a prestação do serviço manejo de resíduos sólidos no município de Conceição do Jacuípe, o mesmo poderá optar por prestar-lo diretamente de forma centralizada através de secretaria que integre sua administração, ou de forma descentralizada por autarquia, ou empresa pública, ou sociedade de economia mista ou fundação. Ou ainda, o município poderá adotar a prestação regionalizada através de consorcio público com municípios vizinhos ou por meio de convênio de cooperação entre entes federados. Vale ressaltar que o titular poderá optar, no âmbito da prestação dos serviços, por diferentes prestadores para diferentes atividades e para os diferentes tipos de resíduos sólidos, de acordo com especificidade de cada situação.

11. PREVISÃO DE EMERGÊNCIAS E CONTIGÊNCIAS

De acordo com a Lei 11.445/07, está previsto ações de emergências e contingências nos planos de saneamento básico, inclusive o racionamento. Neste aspecto, as ações de emergência e contingência versarão nos quatro eixos do saneamento básico: Abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. De acordo com o Art. 40º desta Lei, os serviços poderão ser interrompidos pelo prestador em situações de emergência que atinjam a segurança das pessoas e bens.

Segundo o Plano de Saneamento Básico – Módulo Limpeza Urbana e Manejo e Resíduos Sólidos da cidade de Maringá – PR, basicamente, emergência trata-se de situação crítica, acontecimento perigoso ou fortuito, incidente, caso de urgência, situação mórbida inesperada e que requer tratamento imediato; e contingência trata-se da qualidade do que é contingente, ou seja, que pode ou não suceder, eventual incerto; incerteza sobre se uma coisa acontecerá ou não.

O planejamento minucioso deve ser trabalhado com os órgãos públicos envolvidos e com a população afetada, e todos os acidentes devem ser

registrados e documentados para análise de todos os eventos históricos e concepção de um plano de atendimento adequado, além do cadastro do sistema, possibilitando verificação das condições operacionais, mas considerando as possíveis ocorrências relacionadas às condicionantes geológicas e ambientais.

Diante do exposto, um plano de ação de emergência é um documento que tem a finalidade de prover concomitantes diretrizes, dadas e informações no que tange a respeito de medidas a serem adotadas em situações emergenciais, caracterizando-se como uma série de procedimentos necessários para sanar possíveis eventos críticos, que possam causar danos a população e ao meio ambiente. Assim, as ações de contingência, apresentam-se fundamentais nesse contexto, de modo a evitar o desencadeamento de conseqüências negativas.

A seguir, serão apresentadas as ações de emergências e contingências que poderão ser adotadas para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas pluviais e limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

11.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro – PMSB/RJ (2010) os principais problemas relativos à distribuição e consumo de água podem acontecer em qualquer uma das etapas do processo: captação e adução, tratamento e distribuição. Eventuais faltas de água e interrupções no abastecimento podem ocorrer, por manutenção do sistema, eventualidades, problemas de contaminação, falhas no sistema, dentre outros.

Dependendo de quão crítica é a situação de escassez ou da abrangência da contaminação de recursos hídricos, pode ser necessária à adoção de racionamento, declarada pela autoridade gestora de recursos hídricos. Segundo o Art. 46 da Lei 11.445, o ente regulador poderá adotar mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes, garantindo o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda. Para suprir a população da quantidade mínima necessária de água, deve-se fazer um abastecimento emergencial (PMSB/RJ, 2010).

Segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil, os sistemas de captação, tratamento, adução, distribuição e consumo de água potável são vulneráveis às contaminações acidentais ou mesmo intencionais, que podem ocorrer de forma súbita ou gradual, e colocar em risco a saúde e o bem estar das populações abastecidas. Não existem redes de distribuição absolutamente estanques, os riscos de contágio da água encanada, pela água existente no lençol freático, estão sempre presentes. (PMSB/RJ, 2010)

A vigilância epidemiológica permite caracterizar o surgimento de um surto epidêmico de doenças veiculadas pela água. A partir da constatação do surto, a investigação epidemiológica minuciosa permite definir as principais causas do problema, assim como os reservatórios de agentes infecciosos, os hospedeiros, as fontes de infecção e os mecanismos de transmissão. O controle de qualidade da água é da competência dos órgãos de vigilância sanitária, enquanto que os poluentes químicos e radioativos são controlados pela vigilância ambiental (PMSB/RJ, 2010)

Quando a falta de água é conseqüência de falta de energia elétrica, sistemas de geração autônoma de energia em elevatórias estratégicas podem solucionar o problema (PMSB/ RJ, 2010).

A tabela abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de abastecimento de água.

Tabela 109: Emergência e Contingência para Abastecimento de água

Ocorrência	Origem	Plano de Contingência
Falta d'água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletromecânicos/ estruturas	Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência
	Deslizamento de encostas, movimentação do solo ou solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento da adução de água bruta	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Deslocamento de caminhão pipa
	Vazamento de cloro nas instalações de tratamento de água	Controle da água disponível em reservatórios
	Qualidade inadequada da água dos mananciais	Reparo das instalações danificadas
		Implementação de rodízio de abastecimento
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
Falta d'água parcial ou localizada	Deficiências de águas nos mananciais em períodos de estiagem	Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição	Deslocamento do Caminhão Pipa
	Danificação de equipamentos de estações elevatórias de água tratada	Reparo das instalações danificadas
	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada	
	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada	Transferência de água entre setores de abastecimento
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia

Ocorrência	Origem	Plano de Contingência
Contaminação da água	Contato da água com produtos químicos tóxicos	Comunicar à população, instituições e autoridades
	Presença de micro-organismos patogênicos devido à falta de eficiência no tratamento de esgoto	Deslocamento de caminhão pipa
	Contato com contaminantes físicos	Controle do nível de água nos reservatórios
		Eficiência no tratamento de esgoto
		Proteção dos mananciais

Fonte: Planalto(2011) e Cajamar(2011), modificado

11.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

No caso do esgoto, o principal motivo de interrupção dos serviços é o vazamento, que pode ocorrer, entre outras razões, por paralisação de elevatórias e entupimentos (PMSB/RJ, 2010).

De forma análoga à água, quando a paralisação da elevatória é consequência de falta de energia elétrica, sistemas de geração autônoma de energia podem solucioná-lo. Os procedimentos a serem adotados em caso de acidente são os seguintes:

- Identificar áreas com estrutura danificada;
- Identificar abrangência da área afetada;
- Identificar se há casos de contaminação; em caso afirmativo, encaminhar para órgão de saúde, para os procedimentos indicados. (PMSB/RJ, 2010)

A tabela abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de esgotamento sanitário.

Tabela 110: Emergências e Contingências para o serviço de esgotamento sanitário

Paralização da estação de tratamento de esgoto	**Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento**	**Comunicação à concessionária de energia elétrica**
	Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas	**Comunicação aos órgãos de controle ambiental**
	Ações de vandalismo	**Comunicação à polícia**
		Instalação de equipamentos reserva
		Reparo das instalações danificadas
Extravasamento de esgotos em estações elevatórias	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento	Comunicação à concessionária de energia elétrica
		Acionar gerador alternativo de energia
	Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas	Comunicação aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento
		Instalar tanque de acumulação para esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
		Instalação de equipamentos reserva
		Reparo das instalações danificadas
Rompimento de linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários	Desmoronamento de taludes e paredes de canais	Comunicação aos órgãos de controle ambiental
	Erosão de fundo de vale	Reparo das instalações danificadas
	Rompimento de travessia	

Paralização da estação de tratamento de esgoto	**Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento**	**Comunicação à concessionária de energia elétrica**
	Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas	**Comunicação aos órgãos de controle ambiental**
	Ações de vandalismo	**Comunicação à polícia**
		Instalação de equipamentos reserva
		Reparo das instalações danificadas
Ocorrência de retorno de esgoto e imóveis	Lançamento indevido de águas pluviais em redes coletoras de esgoto	Comunicação à vigilância sanitária
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação da águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multas e punição para reincidentes
	Obstrução em coletores de esgoto	Execução dos trabalhos de limpeza e desobstrução
		Reparo das instalações danificadas
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento das áreas não afetadas pelo rompimento
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossa	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto por ineficiência de fossas	Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com o objetivo de reduzir a contaminação Conter o vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto

Paralização da estação de tratamento de esgoto	**Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento**	**Comunicação à concessionária de energia elétrica**
	Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas	**Comunicação aos órgãos de controle ambiental**
	Ações de vandalismo	**Comunicação à polícia**
		Instalação de equipamentos reserva
		Reparo das instalações danificadas
	Construção de fossas inadequadas e ineficientes	Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema
	Inexistência ou ineficiência do monitoramento das fossas (construção, gerenciamento, etc)	Ampliar o monitoramento e fiscalização desses equipamentos na área urbana e na zona rural, principalmente nas fossas localizadas próximasaos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano
Rompimento de interceptores, coletores, emissários	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais	Executar reparo da área danificada com urgência
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes
	Erosão de fundo de vale	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto
		Executar reparo da área danificada com urgência

Paralização da estação de tratamento de esgoto	**Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento**	**Comunicação à concessionária de energia elétrica**
	Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas	**Comunicação aos órgãos de controle ambiental**
	Ações de vandalismo	**Comunicação à polícia**
		Instalação de equipamentos reserva
		Reparo das instalações danificadas
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes
	Rompimento de pontos para travessia de veículos	Comunicar ao órgão de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto
		Comunicar às autoridades de transito sobre o rompimento da travessia
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes
		Executar reparo da área danificada com urgência

11.3 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A falta de planejamento e a própria ocupação desordenada influenciam diretamente na composição do território e sua dinâmica. Normalmente a ocupação de áreas de riscos ocorre principalmente por população de baixa renda, a qual fica mais exposta aos eventos indesejados. Muitas destas ocupações acontecem em APPs, influenciando diretamente na ocorrência destes eventos. Dentre eles estão os deslizamentos de terra, alagamentos, enchentes, inundações, entre outros.

É de conhecimento que desde o início da humanidade, o aspecto físico do saneamento é uma luta do homem com o ambiente, ocorrendo desenvolvimento com a evolução das civilizações, ou retrocedendo com o fim das mesmas e surgimento de novas, mas a importância do saneamento para saúde remonta às antigas culturas (ROSEN, 1999).

A tabela abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Tabela 111: Emergência e Contingência para o serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Inundação de áreas planas	**Precipitação de intensidade acima da capacidade de escoamento do sistema e grande contribuição de montante, tendo em vista a área da bacia**	**Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil**
	Quebra de equipamentos eletromecânicos por fadiga ou falta de manutenção	Reparo das instalações danificadas
	Mau funcionamento do sistema por presença de resíduos e entulhos, comprometendo a capacidade de escoamento	Limpeza frequente dos dispositivos de micro e macrodrenagem
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
Enxurradas nas áreas dos morros	Precipitação de intensidade acima da capacidade de escoamento do sistema e grande contribuição de montante, tendo em vista a área da bacia	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil
	Mau funcionamento do sistema por presença de resíduos e entulhos, comprometendo a capacidade de escoamento	Reparo das instalações danificadas
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
Deslizamento de encostas e movimento do solo	Precipitação de significativa intensidade em períodos intercalados com precipitações de menor intensidade, e prolongados	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil
	Desmoronamento de taludes e paredes de canais	Reparo das instalações danificadas

	Erosão de fundo de vale	Comunicação à polícia
	Rompimento de travessia	Criação de plano de evacuação das áreas críticas
	Cortes em taludes sem critério	Implantação de fundo de seguro para ressarcimento de prejuízos e danos causados
	Acúmulo de resíduos	
	Lançamento de esgoto a céu aberto	
	Retirada da vegetação	
	Ocupação desordenada em áreas consideradas de risco ou vulneráveis	
Erosão de estradas vicinais	Remoção da proteção vegetal dos terrenos	Obras de drenagem urbana em conformidade com as políticas de desenvolvimento urbano e de uso e ocupação do solo
Alagamento, inundações e enchentes.	Remoção da proteção vegetal dos terrenos	Zoneamento das áreas de inundação com mapeamento das áreas suscetíveis a alagamentos/inundações
		Serviço de previsão e alerta contra cheias
		Gerenciamento dos recursos hídricos

Fonte: Planalto(2011) e Cajamar(2011), modificado

Para aplicar com melhor eficiência e robutez os mecanismos e procedimentos, são recomendados estudos, sugeridos os modelos: hidrológicos (simulação do escoamento da água em rios, lagos, etc), de transformação chuva-vazão, de operação de reservatórios; de balanço hídrico no solo; de previsão de cheias; de transporte de constituintes e de reações cinéticas (modelagem de qualidade de água) para estrutura do Plano Diretor de Drenagem urbana.

Vale ressaltar neste item também a importância da existência de comissão municipal de defesa civil. A defesa Civil é o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres naturais e os incidentes tecnológicos, preservar a moral da população e restabelecer a normalidade social. Ela constitui o processo contínuo pelo qual todos os indivíduos, grupos e comunidades gerem os perigos num esforço de evitar ou de amenizar o impacto resultante da concretização daqueles perigos. É necessário que a comunidade participe das atividades da defesa civil no município, se organizando desde o planejamento das ações até a execução das mesmas.

11.4 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo o Plano de Saneamento Básico – Módulo Limpeza Urbana e Manejo e Resíduos Sólidos da cidade de Maringá – PR, no setor de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos, considera-se que a paralisação dos serviços de coleta de resíduos e limpeza pública, a ineficiência da coleta seletiva e a inexistência de sistema de compostagem poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental. A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre. A paralisação dos serviços de destinação de resíduos ao aterro interfere no manejo destes resíduos, provoca mau cheiro, formação excessiva de chorume, aparecimento de vetores transmissores de doenças e compromete a saúde pública. Diante disso, medidas de contingência devem ser adotadas para casos de eventos emergenciais de paralisação dos serviços relacionados à limpeza pública, coleta e destinação de resíduos.

A tabela abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Tabela 112: Emergências e Contingências para o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos

Quebra de equipamento coletor de resíduos	**Falha, defeito mecânico ou acidente no trânsito da cidade**	**Providenciar veículo reboque**
		Comunicar a ocorrência ao Departamento de Transito
		Providenciar veículo equivalente para conclusão da coleta na rota prevista e atendimento nos dias seguintes
		Verificar os trâmites legais e operacionais da PM da Bahia
Impedimento de acesso ao Aterro Sanitário	Greve de funcionários, ação pública de impedimento ao acesso de veículos coletores	Mobilizar os poderes constituídos para desobstrução do acesso
		Transferir os resíduos, diretamente pelos veículos coletores, a outros aterros sanitários licenciados na região
Impedimento para disposição final no aterro sanitário	Greve de funcionários, ação pública de impedimento ao acesso de veículos coletores	Os resíduos deverão ser transportados e dispostos em outros aterros devidamente licenciados, em caráter emergencial, em cidades vizinhas
	Impedimento do acesso por chuva intensa	Os resíduos deverão ser transportados e dispostos em outros aterros devidamente licenciados, em caráter emergencial, em cidades vizinhas

Paralização do sistema de varrição, capina, roçagem e coleta dos resíduos	Greve dos funcionários da empresa	Celebrar contrato emergencial com empresas licenciadas e especializadas na coleta
		Acionar os funcionários da empresa pública responsável pela infra estrutura da cidade, para efetuarem a limpeza dos pontos mais críticos e centrais da cidade

Fonte: Planalto(2011) e Cajamar(2011), modificado

12. REFERÊNCIAS

A compostagem no Jardim Acapulco. 2016.. Disponível em:< http://www.jardimacapulco.com.br/compostagem.php>. Acesso em: Julho de 2017.

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL - Resíduos sólidos urbanos: Coleta e destino final. Ceará, 2016.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

ABNT NBR 9.781. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. 2013

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.;CORDEIRO, J. S. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISSO 24512: desafio do saneamento brasileiro. ENg. Sani. Ambient. Rio de Janeiro, v.18,n.2, p. 115-122, abri./jun.2013.

ADASA – Agencia Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Drenagem de Águas Pluviais. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br>, acesso: 21 de março de 2016, as 14h40min.

AGRA, S. G. (Abril de 2001). *Biblioteca Digital.* Acesso em 14 de Abril de 2016, disponível em Universidade Federal do Rio Grande do Sul: http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000335279&loc=2005&l=8b17271cf472307c

ALP AMBIENTAL. Conheça a função do aterro sanitário. 2014. Disponível em: <http://alpambiental.com.br/conheca-a-funcao-do-aterrro-sanitario/>. Acesso em 25 de jul. de 2017.

ARAUJO, Felipe. Quarenta e cinco comunidades rurais adotam autogestão no abastecimento de água no estado. AESB – RN. Disponível em: http://www.aesbe.org.br/conteudo/impressao/5169. Acesso em: 08 de agosto de 2017.

ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos E. M.; GOLDENFUM, Joel A. (2000). Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ARAÚJO, S. R. (Agosto de 2007). Acesso em 14 de Abril de 2016, disponível em Eco telhado: https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Programa Soluções para Cidades. Projeto Técnico: Reservatórios de Detenção. Disponível em: < http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/reservatorios-de-detencao/>, acesso: 05 de maio de 2016, as 10hs30min.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10157 - Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro – RJ, 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15133 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro – RJ, 16p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15849 – Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro – RJ, 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro – RJ, 7p.

BAHIA. Lei 12.932, 08 de janeiro 2014. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências, 2014.

BAHIA. Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia e Elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para os Municípios da Bacia do Rio São Francisco – Relatório 2. PLANO DE REGIONALIZAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O ESTADO DA BAHIA. VOL 1 – MEMORIAL DESCRITIVO. 2012.

BALDESSAR, S. M. N. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. 2012. Disponível em: <www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0168.pdf >. Acesso em: 28 de jul. de 2017.

BARROS, R. T. de V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 424p. 2012.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 5 de outubro de 1988.

BRASIL, Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL, Decreto nº 8.211, de 21 de março de 2014. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL, Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRASIL, Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 que institui a Política Nacional de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL, Ministério das Cidades. Plano Municipal de Saneamento Básico: guia profissional em treinamento: nível 2/ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). Salvador: ReCESA, 2008.99 p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário: A geração de biogás nos aterros sanitários. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>. Acesso em: Julho de 2017.

BRASIL, Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, 156p. 2012

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm .Acessado em julho de 2017.

BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei nº 11.107. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2007. Regulamente a Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

BRASIL. Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde. Editora Anvisa, 2006. Disponível em:< http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf> . Acesso em: Julho de 2017.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 24 julho. 2017.

BRASIL. Lei 5.172 de 25 de outubro de 1966. Código Tributário Nacional (CTN). Dispõe sobre o sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Município.Brasília. Presidência da República do Brasil, 1966. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5172.htm>. Acesso em 28 ago. 2017

BRASIL. Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. Lei n°11.445, 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 02 dez. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Brasília (DF): Câmara dos Deputados, 2004.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 05 DE JANEIRO DE 2007. Estabelece Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Brasília, DF, 186º da Independência e 119º da República. 2007.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política Federal de Saneamento Básico (DF): Diário Oficial União, 2007.

BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 22 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Diário Oficial da união, Brasília, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605. Lei da Vida – A lei dos Crimes Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, 1998.

BRASIL. Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a exportação, o destino final dos resíduos, o controle, a inspeção e a fiscalização e dá outras providências. Brasília, 2000.

BRASIL. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, IBAM, 200p. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde/Ministério da Saúde, AgênciaNacional de Vigilância Sanitária – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 182 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Módulo 1- O Saneamento Básico no Brasil: Aspectos Fundamentais. Disponível em: <http://ead.capacidades.gov.br/pluginfile.php/76703/mod_resource/content/2/MOD%2001.pdf> . Acesso em: 25 mar. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Orientações para elaboração de plano simplificado de gestão integrada de resíduos sólidos para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. Material de apoio ao curso a distância. Brasília, 2013.

BRASIL. NR Nº 588, DE 30 DE JANEIRO DE 2017. Limpeza Urbana. 2017.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB. Ministério das Cidades. Brasília, 2013.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. Publicada no DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 2002.

CAJAMAR. Plano Municipal de Saneamento Ambiental do Município de Cajamar - SP. 2011. Disponível em: <http://www.cajamar.sp.gov.br/v2/arquivos/sabesp/Anexo%20V%20-%20PMS%20-%20CAJ.pdf>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

CAPITAL TERESINA. Notícias Sobre Telhado Verde e Seus Benefícios para a Cidade. Disponível em: < http://www.capitalteresina.com.br/noticias/comportamento/telhado-verde-diminui-temperatura-e-reduz-impacto-do-calor-em-regioes-urbanos-4597.html>, acesso: 05 de maio de 2016, as 11h20min.

CARDOSO, F. J. Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]. Labor & Engenho, Campinas [SP], Brasil, 2009. Disponível em: < http://www.conpadre.org/L&E/L&E_v3_n1_2009/01_p1-20.pdf>. Acesso em: Abr. 2016.

CEARÁ. Governo do Estado. PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DO CEARÁ:Mecanismos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos. , 2014. 55 p. Disponível em: <http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/Caderno Temático Mecanismos de Cobrança .pdf>. Acesso em: 08 ago. 2017.

CERVI, R. G. Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: estudo de aso em unidade biointegrada. 2009. Disponível em: <

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90632/cervi_rg_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica L1.040. Implantação de cemitérios. 6 p. Janeiro, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, 1980: Edgard Blücher. 2ª edição. p. 103 – 127.

CIMENTO.ORG: O MUNDO DO CIMENTO. Norma de Pavimeno Permeável de Concreto e Aprovada. Disponível em: <http://cimento.org/norma-de-pavimento-permeavel-de-concreto-e-aprovada/>, acesso: 05 de maio de 2016, as 11h32min.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Estabelece critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento. Brasília, 2006.

CONAMA. Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas Resoluções nsº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015. 17 de jul, 2002.

Confira os procedimentos para a coleta e transporte de resíduos para tratamento. Disponivel: <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/confira-os-procedimentos-para-a-coleta-e-transporte-de-residuos-para-tratamento>. Acesso em 24/07/2017.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª Ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370p.

DAVID, A. C.; SANTOS, C. M. Secagem de lodo da ETA Taiaçupeba disposto na forma de leira em pátio coberto. IN: XV Encontro Técnico AESABESP, Ago., 2004, São Paulo.

Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010,que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.23 de dez , 2010.

Diário Oficial de União, nº 101, de 28 de maio de 2003, Seção 1, páginas 98-99. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília. 156 p. 2012.

DOMINCIANO, C. F. Classificação, disposição e tratamento de resíduos sólidos hospitalares. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

DRZ GEOTECNOLOGIA E CONSULTORIA S/S LTDA. Plano Municipal de Saneamento Básico – Módulo Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos - Maringá. 2011. Disponível em: http://www.maringa.pr.gov.br/saneamento/pmsb3.pdf. Acessado em: 01. ago.2017.

ECOTÉCNICA, 2008. Plano Municipal de Saneamento Básico. Campina Grande do Sul – Paraná, 2008. Disponível em: http://www.campinagrandedosul.pr.gov.br/site/downloads/PMSB_CGS_Prognostico_Versao_Final.pdf. Acesso em 05 de agosto de 2017.

ELEUTÉRIO, J. P. L.; HAMADA, J.; PADIM, A. F. Gerenciamento eficaz no tratamento dos resíduos de serviços de saúde - estudo de duas tecnologias térmicas. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, 2008.

Faria, Ana Paula Moreira de, Geração de resíduos sólidos urbanos e consumo de água : 2012 proposição de fórmulas para cálculo da taxa de coleta no município de Viçosa - Minas Gerais. Viçosa, MG, 2012.

FINOTTI, A. R.; SCHNEIDER, V. E.; CAGLIARI, J. Capacitação de gestores em saneamento ambiental. 1. ed. Caxias do Sul: Recesa, 2009.

GODOY, J. C. Compostagem. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: Julho de 2017.

Gripp, William Gomes. Gerenciamento de resíduos sólidos municipais e os sistemas complexos : a busca da sustentabilidade e a proposta de cobrança da coleta em Santo André-SP. São Carlos, 2004.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos; 15 ed. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

IWAI, C. K. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas e do solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: aterro sanitário em valas. 2012. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde.../Tese_Cristiano_Kenji_Iwai.pdf>. Acesso em: 24 de jul. de 2017.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010>. Acesso em: 08 ago. 2017.

LEITE, Jurandyr Carvalho Ferrari; Souza, Kamille Leão de. (2012). O Novo Perfil do Nordeste Brasileiro no Censo. O Novo Perfil do Nordeste Brasileiro no Censo – Versão Preliminar; normalização e diagramação em execução. Fortaleza, Ceará, Brasil: Banco do Nordeste do Brasil

MACHADO, G. B. Tratamento de resíduos de serviços de saúde. 2015. Dionível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-de-servicos-de-saude/>. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.; 21,0 x 29,7cm Patrocínio: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. 1 - Resíduos sólidos. I - Monteiro, José Henrique Penido, II - Zveibil, Victor Zular (coord.). III – Instituto Brasileiro de Administração Municipal.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

Martini, A. A. Estudo de Alternativa de Valorização de Resíduos de Serviço de Saúde advindos de Processos de Desinfecção por Desativação eletrotérmica (ETD). 2016. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-06012017-110356/es.php>. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

Ministerio do Meio Ambiente. Plano Estadual de Resíduos Sólidos – Considerações Gerais .2011

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 275/2001- " Estabele o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identifi cação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.". Disponível

em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em julho. 2017.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 335, em 28 de maio de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Departamento de Ambiente Urbano. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/folder_pnrs_125.pdf. Acesso em: 07 de jul de 2017.

MONTEIRO, José H. P. et al. Manual Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro. IBAM, 2001.

MUCELIN, C. A. CUNHA, K. C e Pereira, J.O. Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para pequenas comunidades. Sanare Revista Técnica da Sanepar, 2000.

NAIME, Roberto; RAMALHO, Ana Helena Pinho. Avaliação do Sistema de Gestãodos Resíduos Sólidos do Hospital das Clínicas de Porto Alegre. Revista espaço paraa saúde, Londrina, v.9, n.1, p.1-17, dez. 2008.

NOVAK, F. R. Autoclavagem. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material13.htm. Acesso em: Julho de 2017.

NOVI, J. C. Avaliação legal, ambiental e econômico-financeira da implantação de sistema próprio de tratamento de resíduos de serviços de saúde no HC-FMRP-USP para geração de energia. 2011. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-01032012-135400/pt-br.php >. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

NUCASE. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Saúde e Segurança do Trabalho Aplicados ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Nível 1; Belo Horizonte, BH, 2008.

NURENE. Núcleo Regional Nordeste. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Guia do profissional em treinamento; Nível 2; Salvador, BA, 2008. 18p.

O que é resíduo industrial e quais são as suas classificações. Disponivel em <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/o-que-e-/residuo-industrial-e-quais-sao-suas-classificacoes>. Acesso em 25/07/2017.

OLIVEIRA, A. M. G. AQUINO, A. M. MANOEL, T. C. N. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. 2005. EMBRAPA - Circular técnica. Cruz das Almas – BA.

Os resíduos gerados em cemitérios na ótica dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDF Download Available). Available from: https://www.researchgate.net/publication/280386066_Os_residuos_gerados_em_cemiterios_na_otica_dos_Planos_Municipais_de_Gestao_Integrada_de_Residuos_Solidos [accessed Jul 20, 2017].

PACHECO, A. Meio ambiente e cemitérios. São Paulo: Editora SENAC São Paulo. 192 p. 2012.

Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Atibaia – SP (2014 – 2015), Disponível em: http://www.saaeatibaia.com.br/downloads_residuos/PROPOSICOES_PMGIRS.pdf. Acesso em 26 de julho de 2017.

PRANDINI, Luiz Fernando et al. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 1995. 278 P.

PRGIRS – Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos do Estado da Bahia e Elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para os Municípios da Bacia do Rio São Francisco. Volume 1 – Memorial Descritivo. Bahia, 2012.

PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO; Antônio Marozzi Righetto. (2009). Manejo de águas pluviais urbanas. Manejo de águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ABES.

RIGHETTO, A. M. *et al*. Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

RIO DE JANEIRO, Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro – RJ. 2010. Disponível em: < http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/126674/DLFE-210110.pdf/1.0>. Acesso em: 04 de agosto de 2017.

ROCHA, L. F. L. Análise comparativa das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil. 2012. Disponível em: < http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4086/1/2012_LuisFelipeLinoRocha.pdf >. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

ROSANA - SP. Prefeitura municipal de Rosana-SP. Plano De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. São Paulo, 2015.

ROSEN, G. Uma história da saúde pública. São Paulo: Hucitec, Editora Unesp, Abrasco, 1994.

ROSSETO, R.,SAMBUISHI, R.H.R. Caderno de diagnóstico – Resíduos Agrossilvopastoris I – Resíduos orgânicos. Versão preliminar, 2011. Disponível em:http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/08_CADDIAG_Res_Agrosilvopastoril_Org.pdf. Acesso e 26 de julho de 2017.

RSS. UTR - Unidade de Tratamento de Resíduos e ou/ Lixo Hospitalar .2017. Disponível em: <http://residuosdeservicosdesaude.com.br/site_grupo_detalhe.php?ID_area=rss&ID_categoria=34&ID_registro=264&titulo=Lixo%20Hospitalar%20%20Tratamento%20por%20Desativa%C3%A7%C3%A3o%20El%C3%A9trotermica>. Acesso em 25 de jul. de 2017.

SANEANDO, 2015. Plano Municipal de Saneamento Básico. Planalto – Bahia, 2015.

SANETECH. Sanetech Engenharia e Meio Ambiente Ltda. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Pitangueira; Relatório 03 – Criação e Responsabilidades, Rev. 01, Ribeirão Preto, SP, Agosto, 2013.

SANTIAGO, A. D. (S.D). Aula Saneamento Urbano. Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

SÃO PAULO. Procedimento para implantação de aterro sanitário em vala. Governo do Estado de São Paulo e Secretaria do Estado de Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual%20de%20aterros%20em%20valas%20CETESB.pdf>. Acesso em: 24 de jul. de 2017.

SÃO PAULO. Programa Composta São Paulo. 2014. Disponível em: < https://compostasaopaulo.moradadafloresta.eco.br/>. Acesso em: 03 de ago. de 2017.

SCHNEIDER, D. M; RIBEIRO, W. A; SALOMONI. D. Orientações Básicas Para A Gestão Consorciada de Resíduos Sólidos. Editora IABS. Brasília. 2013.

SEBRAE. Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: guia de procedimento passo a passo. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

SEBRAE. Sustentabilidade nos Pequenos Negócios - Gestão de Resíduos Sólidos. 2º ed. Cuiabá, 2015.

Sebrae-MS. Gestão de resíduos sólidos : uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas. São Paulo, 2012.

SHINOTSUKA, L. Y.; NAKAGAWA, M. I. Avaliação do Ciclo de Vida da Incineração de um Resíduo Sólido Urbano. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Química de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SILVA K. T. Projeto de um Aterro Sanitário de Pequeno Porte – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016. IV, 81 p. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015922.pdf>. Acesso em: 24 de jul. de 2017.

SILVA, C. A. e ANDREOLI, C. V. Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na Ceasa Curitiba/PR. 2010. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1091&article=411&mode=pdf>. Acesso em: 26 de jul. de 2017.

SILVEIRA, A. L. L. da. Drenagem Urbana - Aspectos da Gestão: Gestores Regionais de Recursos Hídricos. Curso preparado por : Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq). 1ª Edição. 2002. Disponível em: <ftp://ftp.cefetes.br/cursos/transportes/Zorzal/Drenagem%20Urbana/Apostila%20de%20drenagem%20urbana%20do%20prof%20Silveira.pdf>. Acesso em: Abr. 2016.

SIQUEIRA, S. R. Estudo de caso: obtenção da licença ambiental preliminar para a implantação de um aterro exclusivo das tortas de lodo geradas na estação de tratamento de água Taiaçupeba. IN: XV Encontro Técnico AESABESP, Ago., 2004, São Paulo.

Situação Saneamento no Brasil. 2015. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasi. Acesso em: 11 ago. 2017.

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). Projeto Girem – Gestão Integrada de Resíduos Municipais. Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos. São Paulo: CEPAM/CETESB. 89 p. 2013.

TUCCI, C. E. (2005). Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Brasil: UNESCO.

UNIPAC. Manual para Implantação de Aterros Sanitários em Valas de Pequenas Dimensões, Trincheiras e em Células. 2016. Disponível em: <http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/MANUAL_DO_ATERRO.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2017.

VIEIRA, V. T. Efeitos do Crescimento Urbano Sobre os Canais: Drenagem do Rio Paquequer, Teresópolis – RJ. Rio de Janeiro, 2003. UFRJ/ PPGG – Dissertação de Mestrado. 101 p.